

# Овощи России

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

ISSN 2072-9146 (Print)

ISSN 2618-7132 (Online)

1 2021

VEGETABLE  
crops of RUSSIA  
The journal of science and practical applications in agriculture



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



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр овощеводства»

ООО «НИИ селекции овощных культур»

Глубокоуважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в международной научно-практической конференции *«Современное состояние селекции пасленовых культур: направления, задачи и перспективы развития»*, которая состоится 26-29 июля 2021 года, Краснодарский край, г. Крымск.

#### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

1. Теория, систематика, генетика, иммунитет, методы создания и идентификации исходного материала для селекции пасленовых культур.
2. Приоритетные направления селекции для защищенного и открытого грунта в условиях современного рынка.
3. Технологии возделывания пасленовых культур, особенности переработки и хранения.
4. Организационно-экономические аспекты селекции, семеноводства и технологий выращивания пасленовых культур.

Приглашаем коммерческие организации и всех заинтересованных для демонстрации образцов продукции, ознакомления с новинками в области овощеводства, выступлений с рекламой и заключения коммерческих договоров.

Научные материалы конференции будут опубликованы в журналах «Овощи России», «Известия ФНЦО», а также в электронном журнале «Агро» (<https://agronii.ru/>; [media@gavrish.ru](mailto:media@gavrish.ru))

Материалы конференции следует оформлять согласно правилам к публикациям и отправлять через электронную редакцию на сайте <https://www.vegetables.su/>

#### Контакты для справок и отправок:

для отправки регистрационной формы – +7 (495) 599-24-42,  
по вопросам публикаций – [vegetables.of.russia@yandex.ru](mailto:vegetables.of.russia@yandex.ru), +7 (916) 751-80-66.  
Секретарь – **Енгалычев Мязар Ренатович**, [myazar@mail.ru](mailto:myazar@mail.ru), +7 (926) 446-74-44, +7 (977) 747-82-39  
Ответственный за мероприятие в г. Крымске, проживание, питание на мероприятии –  
**Ярцева Татьяна Викторовна**, [tgavrish2015@yandex.ru](mailto:tgavrish2015@yandex.ru), +7 (916) 442-01-27

Обновляемая информация о конференции  
размещается на сайте ФГБНУ ФНЦО  
<http://www.vniissok.ru>

## Главный редактор

**В.Ф. Пивоваров** – академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии и премии 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, чл.-корр. 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. Алексева** – 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

**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, управление науки департамента внутренней и кадровой политики Белгородской области, Белгород, 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, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

**В.И. Старцев** – доктор с.-х. наук, проф., ФГБНУ «Всероссийский НИИ Фитопатологии», Московская область, Россия

**И.Г. Ушачев** – доктор экон. наук, академик РАН, проф., ФГБНУ «ФНЦ аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ), Москва, Россия

**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.

**Издатель:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)

**Адрес:** 143080, Россия, Московская область, Одинцовский район, п/о Лесной городок, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

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

**Тираж 500 экземпляров.**

**Подписано в печать: 25.02.2021**

**Цена свободная**

**Отпечатано в типографии:** "Издат-Черноземье".

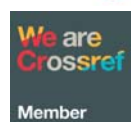
394019, г. Воронеж, ул. Краснодонская, дом 16И, офис 6  
Тел.: 8 (473) 200-88-80, [www.izdat-chern.ru](http://www.izdat-chern.ru)

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.





## 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 S. Kara** – 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, Corresponding 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

**Ludmila 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

**Ludmila V. Grigoryeva** – Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, 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), Head of the Science Department of the Department of Internal and Personnel Policy of the Belgorod region, Belgorod, 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), director of the breeding and seed production centre, associate director, FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center", Moscow 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

**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)

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

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

**Circulation is 500 copies. Free price. Accepted: 20.12.2020.**

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).



**ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА****Пивоваров В.Ф., Разин А.Ф., Иванова М.И., Мещерякова Р.А.,****Разин О.А., Сурихина Т.Н., Лебедева Н.Н.**

Нормативно-правовое обеспечение рынка органической продукции (в мире, странах ЕАЭС, России).....5

**ОВОЩЕВОДСТВО****Солдатенко А.В., Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И., Середин Т.М.**Перспективы введения в культуру дикорастущих видов рода *Allium* L. пищевого направления.....20**Удалова О.Р., Аникина Л.М., Хомяков Ю.В., Вертебный В.Г., Дубовицкая В.И., Панова Г.Г.**

Влияние тонкослойных аналогов почвы на производственный процесс растений салата в интенсивной светокультуре.....33

**Гулин А.В., Павлов Л.В., Санникова Т.А., Мачулкина В.А.**

Функциональный продукт – варенье из кабачков и дыни. ....39

**СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ****Химич Г.А., Коротцева И.Б., Ермолаев А.С.**

Сигнальная окраска молодых листьев кабачка при отборе растений с двухцветными плодами. ....43

**Лазько В.Э., Якимова О.В., Благородова Е.Н.**

Использование дозаривания плодов в семеноводстве раннеспелых сортов бахчевых культур при весеннем и летнем посевах.....47

**Штайнерт Т.В., Теплова Н.С., Алилуев А.В.**Оценка селекционного материала межвидовых гибридов *Allium ascalonicum* L. и *Allium cepa* L. ....52**Вьютнова О.М., Смирнова И.В., Евсеева Е.А.,****Полянина Т.Ю., Ратникова Н.А., Новикова И.А.**

Подбор пар для межсортового скрещивания цикория корневого. ....58

**ПЛОДОВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО****Зубкова М.И., Князев С.Д., Евтихова И.Е.**

Особенности прохождения фенологических фаз интродуцированных сортов земляники садовой в условиях Орловской области. ....63

**ЛУГОВОДСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ЭФИРОМАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ****Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н., Биктимирова Л.В., Комарова Е.Л.**

Комплексная оценка сортов календулы лекарственной по содержанию основных фармакологически значимых соединений. ....69

**Кильянова Т.В., Немцев С.Н.**

Влияние агротехники возделывания на качество плодов расторопши пятнистой. ....74

**АГРОХИМИЯ****Харченко В.А., Голубкина Н.А., Молдаван А.И., Карузо Д.**

Обогащение кервеля селеном. ....79

**Гашкова И.В., Соловьева А.Е., Курина А.Б.**

Сравнительная характеристика биохимического состава образцов баклажана коллекции ВИР в защищенном грунте. ....87

**Ушакова О.В., Молчанова А.В., Бондарева Л.Л.**Содержание биологически активных веществ в проростках разновидностей капусты (*Brassicaceae*). ....96**Вагабова Ф.А., Раджабов Г.К., Мусаев А.М., Исламова Ф.И.**Определение суммарного содержания некоторых вторичных метаболитов в различных органах дагестанских образцов *Capparis herbacea* Willd. ....105**Голубкина Н.А., Химич Г.А., Антошкина М.С.,****Плотникова У.Д., Надежкин С.М., Коротцева И.Б.**

Особенности каротиноидного состава тыквы Конфетка, перспективы использования. ....111

**Никонович Т.В., Трофимов Ю.В., Баркун М.И.**

Влияние светодиодного освещения на содержание фотосинтезирующих пигментов в листьях томата.....117

**Мудрых Н.М., Семакова С.А.**

Влияние условий хранения на качество топинамбура. ....121

**ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ****Мэрий Л.И., Андроник Л.И., Смеря С.В., Ерхан И.Ф.**

Оценка реакции томатов в зависимости от фитосанитарного предостояния генотипов при инфицировании вирусными агентами. ....125

**AGRICULTURAL MANAGEMENT**

**Pivovarov V.F., Razin A.F., Ivanova M.I., Meshcheryakova R.A., Razin O.A., Surikhina T.N., Lebedeva N.N.**  
Regulatory support for the organic market (in the world, EAEU countries, Russia). .....5

**VEGETABLE PRODUCTION**

**Soldatenko A.V., Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I., Seredin T.M.**  
Prospects for introducing into the culture wild species of the genus *Allium* L. food direction.....20

**Udalova O.R., Anikina L.M., Khomyakov Yu.V., Vertebniy V.E., Dubovitskaya V.I., Panova G.G.**  
Influence of thin-layer soil analogues on the production process of lettuce plants in intensive artificial-light culture. ....33

**Gulin A.V., Pavlov L.V., Sannikova T.A., Machulkin V.A.**  
Functional product – squash and melon jam. ....39

**BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS**

**Khimich G.A., Korottseva I.B., Ermolaev A.S.**  
Signal coloration of young leaves of zucchini in the selection of plants with bi-colored fruit. ....43

**Lazko V.E., Yakimova O.V., Blagorodova E.N.**  
Use of ripening fruits in seed production of early-maturing varieties of melons and gourds in spring and summer sowing. ....47

**Steinert T.V., Teplova N.S., Aliluev A.V.**  
Estimation of breeding material of interspecific hybrids *Allium ascalonicum* L. and *Allium cepa* L. ....52

**Vyutnova O.M., Smirnova I.V., Evseeva E.A., Polyana T.Yu., Ratnikova N.A., Novikova I.A.**  
Selection of pairs for intervarietal crossing of root chicory.....58

**HORTICULTURE, VITICULTURE**

**Zubkova M.I., Knyazev S.D., Evtikhova I.E.**  
Features of the phenological phases of introduced strawberry cultivars in the conditions of the Orel region. ....63

**MEADOW AND MEDICINAL ESSENTIAL OIL CROPS**

**Malankina E.L., Kozlovskaya L.N., Biktmyrova L.V., Komarova E.L.**  
Complex evaluation of calendula officinalis flowers by main biologically active substances content. ....69

**Kilyanova T.V., Nemtsev S.N.**  
Influence of agricultural cultivation techniques on the quality of milk thistle fruits. ....74

**AGROCHEMISTRY**

**Kharchenko V.A., Golubkina N.A., Moldovan A.I., Caruso G.**  
Biofortification of chervil with selenium. ....79

**Gashkova I.V., Solovieva A.E., Kurina A.B.**  
Comparative characteristics of the biochemical composition of VIR eggplant collection in a greenhouse. ....87

Ushakova O.V., Molchanova A.V., Bondareva L.L.  
Content of biologically active substances in seedlings of cabbage of the genus *Brassica* L. ....96

**Vagabova F.A., Radjabov G.K., Musaev A.M., Islamova F.I.**  
Determination of the total content of some secondary metabolites in various organs of the Dagestan samples of *Capparis herbacea* Willd. ....105

**Golubkina N.A., Khimich G.A., Antoshkina M.S., Plotnikova U.D., Nadezhkin S.M., Korottseva I.B.**  
Peculiarities of pumpkin carotenoid composition ‘Konfetka’ variety, prospects of utilization. ....111

**Nikanovich T.V., Trofimov Yu.V., Barkun M.I.**  
The impact of LED lightning on the content of photosynthetic pigments in tomato leaves. ....117

**Mudrykh N.M., Semakova S.A.**  
Influence of storage conditions on the quality of jerusalem artichoke. ....121

**PLANT PROTECTION**

**Marii L.I., Andronic L.I., Smerea S.V., Erhan I.F.**  
Assessment of the response reactions of tomatoes depending on the phytosanitary status in condition of infection with viral agents.....125



## Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-5-19>  
УДК 338.439.6:63-021.66:339.5

**В.Ф. Пивоваров<sup>1</sup>, А.Ф. Разин<sup>2</sup>,  
М.И. Иванова<sup>2</sup>, Р.А. Мещерякова<sup>2</sup>,  
О.А. Разин<sup>1</sup>, Т.Н. Сурихина<sup>2</sup>,  
Н.Н. Лебедева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14  
pivovarov@vniissok.ru

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) Россия, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500  
vniioh@yandex.ru, ivanova\_170@mail.ru

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Пивоваров В.Ф., Разин А.Ф., Иванова М.И., Мещерякова Р.А., Разин О.А., Сурихина Т.Н., Лебедева Н.Н. Нормативно-правовое обеспечение рынка органической продукции (в мире, странах ЕАЭС, России). *Овощи России*. 2021;(1):5-19. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-5-19>

**Поступила в редакцию:** 21.12.2020

**Принята к печати:** 16.01.2021

**Опубликована:** 25.02.2021

**Victor F. Pivovarov<sup>1</sup>,  
Anatoly F. Razin<sup>2</sup>, Maria I. Ivanova<sup>2</sup>,  
Raisa A. Meshcheryakova<sup>2</sup>,  
Oleg A. Razin<sup>1</sup>, Tatiana N. Surikhina<sup>2</sup>,  
Natalya N. Lebedeva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Selectionnaya str., VNISSOK, Odintsov district, Moscow region, Russia, 143072  
pivovarov@vniissok.ru

<sup>1</sup>All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center 500, Vereya, Ramensky district, Moscow region, Russia  
vniioh@yandex.ru, ivanova\_170@mail.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed equally to the writing of the article.

**For citations:** Pivovarov V.F., Razin A.F., Ivanova M.I., Meshcheryakova R.A., Razin O.A., Surikhina T.N., Lebedeva N.N. Regulatory support for the organic market (in the world, EAEU countries, Russia). *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):5-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-5-19>

**Received:** 21.12.2020

**Accepted for publication:** 16.01.2021

**Accepted:** 25.02.2021

# Нормативно-правовое обеспечение рынка органической продукции (в мире, странах ЕАЭС, России)



## Резюме

В статье представлены международные и национальные документы, обеспечивающие нормативно-правовое обеспечение рынка органической продукции. Органическая продовольственная продукция на коммерческом уровне производится и реализуется во всех без исключения странах ЕС, ЕАЭС, США, Китая, странах Латинской Америки и др. Органическое сельское хозяйство, как особое направление сельскохозяйственного производства, требует отдельного законодательного регулирования в связи со спецификой отношений, возникающих в процессе производства, реализации и сбыта продукции, наличия международно-признанных стандартов и процедур сертификации. Большинство стран мирового сообщества имеет свои особенности развития сектора органической сельскохозяйственной продукции, его производства, сбыта и регулирования этих процессов, нормативно-правового обеспечения рынка органической продукции. Органическое земледелие в России сегодня может опираться на систему нормативно-правового регулирования органического производства, включающую международные и межгосударственные акты по органическому сельскому хозяйству (JFOAM, FIBL, Комиссия Кодекс Алиментариус, регламенты ЕАЭС, ЕАЭС и СНГ), Федеральный закон (93) и национальные государственные стандарты РФ, региональные законы и программы развития органического сельского хозяйства, сертифицирующие организации. До утверждения и ввода в действие ФЗ об органической продукции на региональном уровне несколько областей РФ разработали свои нормативно-правовые документы, которые позволили их товаропроизводителям производить органическую продукцию. Правовое воздействие на формирование органического рынка происходит не только с помощью законов прямого действия, но и посредством общехозяйственных законов, постановлений, государственных программ, локальных нормативных актов (например, частных стандартов организаций) и др. Представлена сложившаяся процедура прохождения сертификации в зарубежных странах и для российских производителей органической продукции. Выявлены факторы и условия, которые позволяют стимулировать производителей к увеличению объемов производства органической продукции, проходить требуемую и необходимую сертификацию хозяйств и продукции, делая местную продукцию более конкурентоспособной по сравнению с другими аналогичными продуктами.

**Ключевые слова:** органическое сельское хозяйство; регламентирующие документы; сертификация; органические продукты; опыт США, ЕС, ЕАЭС; рынок продукции органического сельского хозяйства.

# Regulatory support for the organic market (in the world, EAEU countries, Russia)

## Abstract

The article presents international and national documents providing regulatory support for the organic market. Organic agriculture, as a special direction of agricultural production, requires separate legislative regulation due to the specifics of relations arising in the process of production, sale and marketing of products, the availability of internationally recognized standards and certification procedures. Most of the countries of the world community have their own characteristics of the development of the sector of organic agricultural products, its production, marketing and regulation of these processes, regulatory support of the market for organic products. Organic farming in Russia today can rely on a system of legal regulation of organic production, including international and interstate acts on organic agriculture (JFOAM, FIBL, Codex Alimentarius Commission, regulations of the EAEU, EAEU and CIS), Federal law (93) and national state RF standards, regional laws and programs for the development of organic agriculture, certification organizations. Prior to the approval and implementation of the Federal Law on organic products at the regional level, several regions of the Russian Federation developed their own regulatory documents that allowed their producers to produce organic products. The legal impact on the formation of the organic market occurs not only through laws of direct action, but also through general economic laws, regulations, state programs, local regulations in foreign countries and for Russian producers of organic products. The factors and conditions that allow to stimulate producers to increase the production of organic products, to pass the required and necessary certification of farms and products, making local products more competitive in comparison with other similar products are identified.

**Keywords:** organic agriculture; regulatory documents; certification; organic products; experience of the USA, EU, EAEU; market for organic agriculture products

Концепция, теоретические основы и методология ведения органического сельского хозяйства были разработаны в начале XX века в Европе и Соединенных Штатах Америки [1, 2].

Термин «органическое сельское хозяйство» широко используется в международной литературе и официальных документах в большинстве англоязычных стран. В европейских странах существуют эквивалентные термины: в Нидерландах, Польше, Чехии – «экологическое» или «эко», во Франции, Германии – «биологическое» или «био». Однако термин «органическое сельское хозяйство» признан на международном уровне и широко распространён во всём мире.

Общепринятое определение термина «органическое сельское хозяйство» разработано Международной федерацией движения за органическое сельское хозяйство (JFOAM) продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО), исследовательским институтом органического сельского хозяйства (FiBL), Министерством сельского хозяйства США (USDA) [3, 4].

В настоящее время под органическим сельским хозяйством понимают такую форму ведения хозяйства, в рамках которой происходит сознательная минимизация или полный отказ от использования синтетических химических веществ, применяемых для оптимизации роста растений и живых организмов, обработки земли, борьбы с вредителями, болезнями и сорняками, а также генной инженерии, генетически модифицированных организмов, получение экологической безопасной для питания человека продукции сельского хозяйства [5,6].

Более экологически безопасные пищевые продукты, включая овощи свежие, имеют много преимуществ: лучше становится всеобщая безопасность питания населения и экологическая обстановка, меньше людей страдает от болезней пищевого происхождения, здравоохранение обходится дешевле, меньше препятствий на пути международной торговли и др. [2,3]. С другой стороны, по сравнению с традиционным сельским хозяйством метод производства органического земледелия улучшает качество почвы [42,43,44], снижает скорость утраты биоразнообразия [45,46], сокращает воздействие на окружающую среду выбросов парниковых газов [47] и представляет собой одну из жизнеспособных альтернатив [48].

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. №20, продовольственная безопасность является одним из ключевых направлений обеспечения безопасности страны, фактором сохранения ее государственности и суверенитета, необходимым условием реализации стратегического национального приоритета – повышение качества жизни российских граждан [9].

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) сельское хозяйство ежедневно оказывает влияние на 75% потенциала нашего здоровья через питание (50% от правильного и здорового питания и образа жизни 25% от и окружающей среды). Поэтому одним из наиболее действенных инструментов решения Постановленных Доктриной задач является обеспечение населения высококачественными, безопасными и полезными для здоровья продуктами. Поэтому развитие рынка продукции органического сельского хозяй-



ства в Российской Федерации является важной государственной задачей.

На развитие культуры здорового питания российского населения может позитивно повлиять развитие органического производства и продвижение органических продуктов на государственном уровне. Если потребитель будет уверен в качестве приобретаемой продукции, в т. ч. овощной, соответствующей стандартам органического производства, что в мировой практике гарантируется жесткой системой сертификации как самой продукции, так и производства, то весомая доля покупателей сделает потребительский выбор в пользу экологически чистой продукции.

По итогам всероссийского опроса, проведенного аналитическим центром Национального агентства финансовых исследований (НАФИ) в апреле 2016 года, более половины россиян признают значимость экологичности производства и эксплуатации товара, однако цена покупки также имеет значение и переплачивать за это готовы немногие.

На экологичность производства продуктов питания обращают внимание 67% россиян, учитывают пользу для здоровья 50%, для не менее 48% россиян важна стоимость. Около трети россиян стараются покупать сезонные и фермерские продукты (38% и 32% соответственно). Большинство потребителей (61-71%) не готовы переплачивать за товары производителей, которые заботятся о снижении ущерба окружающей среды от деятельности своих предприятий или от своей продукции, и готовы рассмотреть возможность доплаты не более 5-10% от стоимости товара. Могли бы доплатить не более 10% цены за экологичность 12% опрошенных [10]. Расходы на покупку органических продуктов в России составляют менее 1 евро на душу населения в год, в то время как в среднем по миру – 10,8 евро [11].

Производство органической продукции требует отдельного правового регулирования, поскольку технологии, применяемые в её производстве, существенно отличаются от технологий, применяемых в традиционном сельском хозяйстве, а также в связи со специфической отношений, возникающих не только в процессе производства, но и реализации и сбыта продукции.

Выходу органической продукции на достаточно заметный коммерческий уровень производства и потребления способствует упорядочивание органического законодательства на международном и национальном уровнях, о чём свидетельствует мировая практика органического сельского хозяйства, являющееся в настоящее время мировым трендом. Сегодня международный рынок органического сельского хозяйства является одним из самых динамично развивающихся в мире. С 2000 по 2017 годы он вырос более чем в 5 раз (с 18 до 97 млрд долл. США). По прогнозам «Grand View Research» рост рынка составит 15-16% в год, и к 2025 году его объем достигнет 212 – 230 млрд долл., или 3-5% мирового рынка сельскохозяйственной продукции. Органическое сельское хозяйство практикуется в 181 стране мира, занимая 58 млн га сельскохозяйственных земель и 2,7 млн сельхозпроизводителей [12, 13]. При этом органической может считаться только та продукция, которая была произведена с соблюдением требований международных или национальных стандартов, и которая имеет сертификат, полученный у независимых органов по сертификации. Продукция без сертификата не имеет статуса «органик» [14].



Органическая продовольственная продукция на коммерческом уровне производится и реализуется во всех без исключения странах ЕС, США, Китая, во всех развитых странах и во многих из них органический сектор занял устойчивую нишу на внутренних рынках продовольственной продукции, обеспечивая потребителей широким спектром органических продуктов питания, включая органическую продовольственную, мясную, молочную и рыбную продукцию, хлебобулочные изделия, алкогольные и безалкогольные напитки.

Ряд стран на мировом уровне добились заметных достижений по таким важным показателям развития органического продовольственного сектора, как удельный вес площадей, занятых органическими сельскохозяйственными угодьями в общей площади сельскохозяйственных угодий (Лихтенштейн – 37,9%, Австрия – 24,0%, Эстония – 20,5%, Швеция – 18,8%, Италия – 15,4%, Латвия – 14,8%, Швейцария – 14,4%, Финляндия – 11,4%), среднечасовому объему розничной реализации органической продовольственной продукции населению (при среднемировом уровне 7,6 евро, в Швейцарии – 288, Дании – 278, Швеции – 237, Австрии – 196, США – 122, Германии – 122, Франции – 118, Канаде – 83 евро), экспорту органической продукции (на лидера в этой области – Италию – приходится 18,2% объема мирового экспорта, на Нидерланды – 11,3%, Испанию – 8,5%, Францию – 5,7%) [5, 14, 17].

Однако, органическое сельское хозяйство как особое направление сельскохозяйственного производства требует отдельного законодательного регулирования в связи со спецификой отношений, возникающих в процессе производства, реализации и сбыта продукции.

Регулирование органического производства в мировой практике берёт начало с частных стандартов, разработанных самими фермерами. В 1980 году Франция стала первой страной в Европе, принявшей национальное законодательство в сфере органического сельского хозяйства. Этот опыт применила и Дания, которая в 2015 году приняла план Organic Action Plan for Denmark и планирует стать стопроцентной органической страной. В Германии действует закон об органическом сельском хозяйстве (Okolandbaugesetz, OLG), принятый 15 июля 2002 года и адаптированный к требованиям нового законодательства ЕС по вопросам органического сельского хозяйства в 2009 году. В США в 1990 году был принят закон о производстве органических пищевых продуктов (Organic Foods Production Act, OFPA), а до этого органические стандарты разрабатывались и действовали по штатам, начиная с 1970 года. Мировой рынок органической продукции сегодня на постоянной основе исследуют несколько крупных компаний – FiBL, Euromonitor International, Organic Monitor. В 2016 году вышло крупное исследование рынка органического земледелия компании Discovery Research Group, куда вошел и Российский рынок.

Выходу органической продукции на достаточно заметный коммерческий уровень производства и потребления способствовало упорядочивание органического законодательства на международном и национальном уровнях, развитие системы сертификации органического производства, а также государственные меры поддержки производителей органики [15].

Большую роль в формировании межправительственных стандартов играет Международная федерация движений экологического сельского хозяйства (International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM) – международная неправитель-

ственная организация, объединяющая свыше 700 активных организаций из 100 стран мира, включая Россию. В 1980 году федерация сформировала «Базовые стандарты IFOAM относительно производства «биопродуктов и их переработки» и занимается их внедрением, а со временем начала осуществлять оценку сертификационных учреждений на предмет соблюдения ими указанных базовых стандартов, используя для этого разработанный ею «аккредитационный критерий IFOAM» [12, 13].

В Международной федерации движений органического сельского хозяйства (IFOAM International) зарегистрированы как соответствующие базовым 46 органических стандартов, из них 5 действительны на территории нескольких стран, 29 – национальные [13].

Первым шагом на пути официального международного согласования единых унифицированных требований к производству, маркировке органических продуктов питания, к достоверности предоставляемой информации о продуктах питания, поступающих на международные рынки, была разработка Комиссией Кодекса Алиментариус в 1999 году документа «Руководство по изготовлению, переработке, маркировке и реализации органических продуктов питания» [16]. В связи с развитием рынка органических продуктов такой документ был просто необходим.

Этот документ регламентирует базовые правила, действующие при выращивании органической продукции в сельскохозяйственных организациях на всех стадиях её производства и оборота, включая её подготовку, хранение, транспортировку, маркировку и реализацию. Определяет ограничения на допустимое количество препаратов и элементов, разрешённых для удобрения и подготовки почвы, борьбы с вредителями и болезнями растений (и животных), а также используемых в качестве технологических пищевых добавок.

Согласно руководству, органическое сельское хозяйство является единой системой производства и управления, которая сохраняет биоразнообразие и защищает биологическую активность почвы, улучшает агроэкосистему, а продукт считается «органическим», если произведен в соответствии с принципами экологического землеиспользования и это подтверждено сертификатом, выданным правомочным органом по сертификации.

Особое внимание в руководстве уделено вопросам гармонизации требований органики на международном уровне и потому часто является основой для развития соответствующего регулирования производства и экспорта органики в отдельных странах мира.

Большинство стран мирового сообщества имеет свои особенности развития сектора органической сельскохозяйственной продукции, его производства, сбыта и регулирования этих процессов.

Так, в США, являющимся лидером по объему рынка органической продукции, на долю которых приходится 43% (40011 млн евро) мирового рынка, [12, 28] в 2002 году на уровне закона была принята Национальная органическая программа (National Organic Program – NOP), в рамках реализации которой были согласованы различные национальные стандарты среди десятков государственных и частных сертификационных организаций. Согласно программе NOP, применение термина «organic» ограничено строгими рамками. Установлено три уровня соответствия этому термину. Знак «100% organic» может получить продукция, полностью состоящая из сертифицированных ингредиентов и изготов-

ленная с применением соответствующих методов. Продукция, содержащие не менее 95% органических ингредиентов, называется просто «organic». Эти две категории получают соответствующий знак Министерства сельского хозяйства США (the USDA Organic seal). Продукция, содержащая не менее 70% органических составляющих, классифицируются как содержащая органические ингредиенты (made with organic ingredients). В продуктах, содержащих менее 70% органических ингредиентов, можно указывать на органическое происхождение только этих ингредиентов, а весь продукт в целом как органический рекомендовать не может. Иногда встречающиеся термины вроде «natural» или «authentic» адаптивными не являются.

Однако выполнение официальных стандартов является делом хлопотным и затратным из-за необходимости вести подробную документацию о всех стадиях процесса производства органической продукции и оплаты периодических и внеочередных инспекций органами надзора, что весьма обременительно для небольших фермерских хозяйств. Поэтому, одновременно с NOP возникла альтернативная некоммерческая сертификационная система Certified Naturally Grown (CNG). Объединяемые её мелкие фермеры придерживаются официально установленных стандартов, однако, документация ими ведется в значительно меньшем объеме. Применение в этом случае термина «organic» и соответствующего знака не допускается, вместо него используется знак Certified Naturally Grown.

В США действует комплексная система поддержки сферы производства органической сельскохозяйственной продукции и связанной торговли. В соответствии с сельскохозяйственным Законом от 2014 года (Agricultural act 2014) объем финансирования в рамках программы обязательной поддержки малых фермерских хозяйств при получении органических сертификатов (National Organic Certification Program) составил 57,5 млн долл. США. При этом максимальная доля федеральных расходов может достигать до 75%. Правительство страны проводит активную политику по обеспечению доступа фермеров к современным технологиям ведения органического хозяйства, в том числе в области повышения урожайности, рентабельности и положительного воздействия на окружающую среду, продвижения и маркетинга органической продукции на внутреннем и зарубежных рынках. В случае перехода фермеров от традиционной модели ведения сельского хозяйства к органической также предусматривается финансовая поддержка в рамках Программы стимулирования качества окружающей среды (The Environmental Quality Incentives Program - EQIP). Налажен статистический учет торговли органической продукцией, что позволило повысить осведомленность экономических операторов мира о потенциале органического рынка США. При этом количество наименований отслеживаемой продукции органического экспорта увеличилось с 23 позиций в 2011 году до 33 позиций в 2016 году. Заключение международных соглашений в области торговли органическими продуктами способствует продвижению её на зарубежных рынках. Подобная практика обеспечивает продажи продукции США в странах Европейского Союза и Канаде [15].

**Страны Европейского союза (ЕС)** в настоящее время являются одним из ведущих центров развития мирового рынка продукции органического сельского хозяйства. Органическое сельское хозяйство в странах

- членах ЕС отличается наличием международно-признанных стандартов и процедур сертификации. Выходу органической продукции в странах ЕС на достаточно заметный коммерческий уровень производства (Германия – 10040 млн евро в год, Франция – 7921, Италия – 3137, Швеция – 2366, Испания – 1903 млн евро в год) и потребления (Швейцария – 288 евро на одного жителя в год, Дания – 278, Швеция – 237, Австралия – 196, Германия – 122, Франция – 188) способствовало упорядочивание органического законодательства и в первую очередь принятие базового Регламента Совета (ЕС) №834/2007 от 28.06. 2007 г. об экологическом производстве и маркировке экологической продукции, Регламента комиссии (ЕС) №889/2008 от 05.09.2008 г. с положениями о порядке использования Регламента Совета (ЕС) №834/2007 от 28.06. 2007 г. в отношении экологического производства, маркировки и контроля продукции, а также ряда смежных нормативно-правовых документов [18].

Статья 5 Регламента (ЕС) №834/2007 [50] об органическом производстве и маркировке органических продуктов гласит: «... органическое земледелие должно основываться на следующих конкретных принципах:

а) поддержание и улучшение жизни почвы и естественного плодородия почвы, стабильности почвы биоразнообразия почвы, предотвращение и борьба с уплотнением почвы и эрозией почвы, а также питание растений в первую очередь через почвенную экосистему;

б) сведение к минимуму использования не возобновляемых источников и несельскохозяйственных ресурсов;

с) переработка отходов и побочных продуктов растительного и животного происхождения в качестве сырья для производства растений и животных;

д) учет местного и регионального экологического баланса при принятии производственных решений;

е) поддержание здоровья растений с помощью профилактических мер, таких как выбор подходящих видов и сортов, устойчивых к вредителям и болезням, соответствующие севообороты, механические и физические методы и защита естественных врагов вредителей ...»

Эти и предшествующие им смежные и другие нормативно-правовые документы, принятые на уровне ЕС, позволили установить единые стандарты на производство и переработку органической продукции, правила маркировки реализуемой продукции, регламентировать импорт органической продукции из третьих стран, обеспечить эффективное развитие системы сертификации органического производства, прямую финансовую поддержку органических производителей в виде субсидий на уровне Евросоюза, национальном и региональном уровнях [19, 20, 21]. Однако, отсутствие конкретных правил выращивания сельскохозяйственных культур в защищенных условиях в существующих Регламентах по органическому производству (Регламент (ЕС) № 834/2007 и (ЕС) №889/2008 [50] побудило государства-члены адаптировать общие правила к своим собственным климатическим условиям и географическому положению, иногда применяя методы, запрещенные в других странах ЕС. Это приводило к обострению коммерческих конфликтов внутри ЕС и способствовало противопоставлению между фермерами и органическими ассоциациями различных европейских регионов. Новый Регламент (ЕС) 2018/848 об органическом производстве и маркировке органиче-



ских продуктов будет применяться с 1 января 2021 года. Общие правила нового Регламента были установлены для уменьшения интерпретации и адаптации общих правил органического земледелия к климатическим условиям каждого государства – члена ЕС. Более важные изменения в отношении предыдущего Регламента об органическом производстве коснулись производства продукции в условиях защищенного грунта.

Оценку соответствия Регламенту EC№834/2007 в растениеводстве и животноводстве, переработке продуктов, пчеловодстве, аквакультуре, производстве органических удобрений производит специальный Центр тестирования и европейской сертификации (Center for Testing and European Certification – CTEC) [19].

Производство и реализация органических продуктов с логотипом «organic» на внутреннем рынке осуществляется с довольно строгим процессом сертификации [19]. Для производства органической сертифицированной продукции фермерское хозяйство, как правило, должно пройти период преобразования в течение не менее 2 лет. В одном хозяйстве должно быть четкое разделение на всех стадиях производства обычный и органической продукции. Периодически осуществляются в фермерских хозяйствах и перерабатывающих предприятиях проверки на соответствия правилам, установленным законодательством ЕС. Некоторые страны ЕС разработали собственное законодательство об органическом сельском хозяйстве до того, как ЕС принял названные выше документы. Поэтому, в Австрии, Швеции, Дании и других странах существуют национальные маркировки, которые пользуются доверием потребителей. С момента вступления в силу европейских правил все национальные документы юридически не действуют, но национальная маркировка может наноситься в дополнение к установленной Евросоюзом.

Значительную роль в формировании экономической эффективности органического сельского хозяйства в странах ЕС играют субсидии, которые выделяются фермерам в рамках единой сельскохозяйственной политики (ЕСХП) ЕС. Однако их уровень и система распределения варьируют по странам. Так, страны, относящиеся к старым членам ЕС (15 стран), получают значительно больше, чем новые страны (13 стран). Однако и в пределах одной группы стран есть различия. Во Франции, например фермеры получают дополнительные субсидии только в течение 5 лет после перехода к органическому сельскому хозяйству. При этом первые два года уровень субсидий максимальный (при производстве овощей он составлял 511 евро на 1 га в год). Следующие два года государственная поддержка сокращается в два раза (255 евро на га в год) и в последний год только 170 евро [8]. В Швейцарии даже после переходного периода фермеры, производящие органические продукты, получают дополнительные выплаты. Для производителей овощей они составляют 625 евро на га в год. В Германии субсидии на производство органической овощной продукции составляют 500 евро на га в год [20].

Государственная поддержка органики в ЕС предусмотрена в рамках реализации Общей сельскохозяйственной политики ЕС (Common Agricultural Policy – CAP), а также в рамках Европейского фонда морского и рыбного хозяйства (European Maritime and Fisheries Fund – EMFF). Поддержка органического сельского хозяйства осуществляется путем компенсации затрат,

связанных с переходом с традиционной модели ведения сельского хозяйства на органический тип; финансирование рекламных компаний в прессе, радио, на телевидении или в интернете, участие в выставках, ярмарках и т.д.; организацию совместных фермерских хозяйств (кооперативов), в которых управляющая компания помогает фермерам решать проблемы производства и сбыта органической продукции; использования органического логотипа ЕС на упаковке своей продукции и др. Большинство же европейских стран также имеют свои особенности развития сектора органической продукции, его производства, сбыта и регулирования этих процессов [19].

**Дания.** Один из лидеров в продвижении органической продукции на международные рынки. Активную поддержку фермеров, пользующихся органическими методами, со стороны государства было предусмотрено соответствующим законодательством уже в 1987 году. Сегодня Дания относится к числу мировых лидеров по потреблению органических продуктов питания на душу населения (278 евро), а также к числу европейских лидеров по доли угодий, на которых ведется органическое сельское хозяйство (9%). Рынок органической продукции в стране хотя и не входит в десятку стран с наибольшим потреблением органической продукции, но всё равно достаточно высок (778 млн. евро в 2013 году). Правительство выделяет субсидии фермерам, переходящим на органический тип ведения хозяйства. Однако, требования к переходу более жесткие, чем в других странах ЕС. Чтобы считаться ведущим органическое сельское хозяйство, предприятие должно полностью перейти на новые методы работы. Среди наиболее популярных органических товаров немалую долю занимают фрукты и овощи. Средняя доплата за натуральные продукты составляет 25-35%. Натуральные продукты питания в датских магазинах легко найти благодаря наличию особой государственной маркировки. Государственная маркировка органической продукции введена в Дании с конца 80-х годов прошлого столетия. Она наносится на датские продукты и товары, привезенные из-за рубежа, но предварительно окончательно обработанные и переупакованные. Импортёры, переработчики и упаковщики обязаны пройти регистрацию. Их деятельность подвергается проверкам. В отличие от большинства европейских стран, в Дании функции инспекции и контроля осуществляются только государственными органами [15].

**Германия.** Первые предприятия, ведущие органическое сельское хозяйство, появились в начале прошлого столетия. Сегодня Германия – это крупнейший мировой и Европейский рынок для продукции органического сельского хозяйства (объем рынка – 10040 млн евро, второе место после США). Ценовая надбавка составляет от 18 до 142%. Столь высокая наценка объясняется недостаточным предложением определенных товаров и высокими транспортными расходами. Внутреннее производство обеспечивает приблизительно 60% спроса. Германия является крупнейшим европейским импортёром натуральных продуктов питания. Импортёруется около 40% всех натуральных продуктов. Главная статья импорта – это овощи и фрукты, свежие и переработанные (30% оборота и 50% потребления). В дополнение к европейским, фермерские ассоциации Германии разработали различные национальные стандарты. Ассоциации выдают сертификаты на продукцию, аккредитованные организации осуществляют инспекционные полномочия. Импортёруемая продукция должна соответствовать

требованиям частных стандартов, а не только законодательству ЕС. Стандарты немецких фермерских ассоциаций не допускают одновременного применения органических и обычных методов в одном хозяйстве. Ассоциации представляют своим участникам право наносить на товары соответствующую маркировку только по результатам проверки. Наиболее известные знаки – это Bioland, Demeter, Naturland [14, 20].

Во **Франции** рынок органического продовольствия начал развиваться в 70-е годы прошлого столетия. В 2017 году страна занимала третье место в мире по объему рынка органической продукции (7921 млн евро). Наиболее интенсивно развивается рынок свежих овощей и фруктов. Является одной из первых европейских стран, которые ввели национальную маркировку для натуральных продуктов питания. Был разработан логотип АВ (Agriculture biologique), который сменил частные системы маркировки и является собственностью Министерства сельского хозяйства Франции. Нанесение этого логотипа на товары разрешается после подписания договора с владельцем знака и выполнением всех требований, установленных законодательством ЕС. Знак может наноситься на натуральные продукты из других стран (европейских и иных) при условии выполнения требований французского законодательства к хозяйствам, применяющим органический тип ведения земледелия. Однако, продукты растительного происхождения должны быть произведены только в Евросоюзе (за исключением экзотических) [15].

В **Австрии** доля натуральных продуктов на продовольственном рынке примерно 80% (950-970 млн евро), из них на долю зерновых, картофеля, моркови и лука приходится 16,9%, доля фруктов и других овощей – примерно по 5-6%. Примерно треть продаваемых натуральных продуктов импортируется из других стран ЕС. Входит в десятку стран с наибольшим потреблением органической продукции в расчете на одного жителя (196 евро, 2017 год). Существует национальная маркировка AMA, находящиеся в собственности AgrarMarkt-Austria-GesmbH, и может наноситься на все товары, удовлетворяющие требованиям постановлений ЕС и Австрийскому продовольственному кодексу. Импорт регулируется правилами ЕС об органическом сельском хозяйстве. Импортные лицензии выдаются импортерам по их заявлению в агентство по продовольствию (eben mittelbehörde) той федеральной земли, где расположена компания-импортер [15].

Важной компонентой развития мирового рынка органической сельскохозяйственной продукции является международное сотрудничество в сфере сертификации, признание эквивалентности и соответствия (compliance). Как и в случае США, продукция, импортируемая в ЕС, должна соответствовать правилам ЕС. Эквивалентные стандарты будут признаваться только в рамках двусторонних торговых соглашений или других существующих соглашений [21, 22].

К настоящему времени ЕС признал эквивалентность норм органического производства и систем контроля с такими странами, как Австралия, Аргентина, Индия, Израиль, Канада, Коста-Рика, Новая Зеландия, США, Республика Корея, Чили, Тунис, Швейцария и Япония. Кроме того, ЕС имеет соглашения о взаимной эквивалентности с Израилем, Канадой, Новой Зеландией, Республикой Корея, США, Тунисом, Швейцарией и Японией. Это означает, что обе стороны признали правила органического производства друг друга и системы управления эквивалентны согласно их соответствующим правилам.

Все страны ЕС придерживаются позиций Международной федерации движений за органическое сельское хозяйство IFOAM и Исследовательского института органического сельского хозяйства (FiBL).

Для России особый интерес представляет система организации в странах ЕС многолетней эффективной государственной поддержки производителей в органическом сельском хозяйстве [33], действующие четкие государственные стандарты на методы производства органической продукции; развитая система сертификации; эффективная организации научных исследований и подготовка кадров; формирование менталитета населения, мотивированного на приобретение органической продукции; интеллектуально - информационное обеспечение органического рынка.

**Страны Латинской Америки** обеспечивают многие страны мира органическим кофе, какао, сахаром, мясом, мёдом, фруктами и овощами. Экспорт является основным стимулом развития органики в Латинской Америке, особенно для южных регионов с плохо развитыми национальными рынками и огромной потребностью в денежных средствах. Латиноамериканские государства, как и большинство стран мира, продают свои основные продукты с низкой добавленной стоимостью. «Органическим фермерам» в Латинской Америке очень сложно соответствовать стандартам и нормам качества импортирующих стран. Многие страны Латинской Америки не имеют субсидий или экономической поддержки со стороны государства для производства органической продукции. Субсидии выделяются только на её экспорт. В некоторых странах формы поддержки сельхозтоваропроизводителей органической продукции включают разработку программ по стимулированию производства такой продукции [15].

В **Индии** учреждена национальная программа развития производства органики (National Programme for Organic Production – NPOP). В рамках программы реализуются разнообразные меры поддержки производителей (362 компании) на внутреннем и зарубежном рынках. Оказываются услуги по сертификации производителей-экспортеров для реализации поставок на зарубежные рынки. Индия привлекает зарубежные агентства и организации на основе механизма аккредитации для сертификации национальных производителей-экспортеров органической продукции. Стандарты производства органики и системы сертификации Индии признаны США и ЕС.

По данным FiBL, в 2017 году из 230 стран мира в 181 культивируется органическое сельское хозяйство. Собственные законы в сфере производства и оборота органической продукции действуют в 93 странах, находятся в процессе разработки и принятия нормативно-правовой базы в сфере органического земледелия 13 стран. В IFOAM International 46 органических стандартов зарегистрированы как соответствующие базовым, из них 5 – действительны на территории нескольких стран, 29 – национальные. [15].

Наибольший интерес для России представляет изучение опыта в области развития рынков органической продукции стран ЕАЭС, учитывая потенциальные возможности создания в перспективе единого рынка органической продукции на основе гармонизации стандартов производства органической продукции.



**Армения** единственная страна ЕАЭС, которая организациями JFOAM и FiBL классифицируется как страна с полностью сформированным законодательством, регулирующим производство и оборот органической продукции. Основой является закон Республики Армения об органическом сельском хозяйстве (Law of the Republic of Armenia on Organic Agriculture) от 8 апреля 2008 года. Для рынка органической продукции России и создания национальных регуляторов производства и оборота органической продукции в рамках ЕАЭС представляет интерес ряд положений данного закона. Это прежде всего, ориентация на рынок органической продукции, регуляция переработки, транспортировки, хранения (для дикоросов), реализации, четкая регламентация маркировки органической продукции. При маркировке и рекламе органической продукции термин «органический» (а также используемые эквиваленты «экологический», «экологически-чистый», «биологический») может быть использован только если продукция произведена по органической технологии и соответствующим образом сертифицирована. Импортная органическая продукция должна иметь сертификационный документ, подтверждающий, что она произведена по органическим стандартам.

Армения является единственной страной ЕАЭС, имеющей международно-признанную и оперирующую на зарубежных рынках сертификационную организацию – Ecoglobe LLC. Организация является международным органическим сертификационным органом в соответствии с требованиями ISO Guide 17065 and EN 45011, аккредитованным сертифицирующим агентом Министерства сельского хозяйства США и получил признание европейской комиссии. Ecoglobe LLC осуществляет сертификацию органического производства, помимо Армении, в России в Белоруссии, Казахстане, Киргизии, Грузии, США и Иране. На внутреннем рынке органической продукции Армении оперирует также ISLA (Италия).

Армения – одна из стран на пространстве ЕАЭС, имеющая документы, посвященные исключительно перспективному развитию органического сельского хозяйства и рынка органической продукции. В Армении этим документом является Стратегия наращивания потенциала и План для органического сектора в Армении (Capacity Development Strategy and Plan for the Organic Agriculture Sector in Armenia), где установлены цели и индикаторы развития рынка органической продукции в Армении до 2025 года (увеличение доли органических пахотных земель в общей площади такого типа с 0,5 до 2%, площади сбора дикоросов с 6 тыс. га до 50 тыс. га, объема внутреннего рынка до 5 млн долл., экспорта до 10 млн долл.) [15].

**Казахстан** по оценкам JFOAM – FiBL относится к странам с не полностью сформированным нормативно-правовым регулированием производства и оборота органической продукции [35]. Основным достижением является принятый Закон Республики от 27 ноября 2015 года № 423-в ЗРК «О производстве органической продукции» [23]. Наиболее интересными для России в законе № 423-в являются: положения об обороте органической продукции и связи её с производством, условия перехода к производству органической продукции и разрешение реализовывать и маркировать как «переходную органическую продукцию» на стадии переходного периода; обеспечение защиты прав потребителей

органической продукции и санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Следует отметить слабое прописанное положение о поддержке и мерах стимулирования органических производителей.

Программное обеспечение развития производства и оборота органической продукции сосредоточено в Программе развития сельского хозяйства на 2013-2020 (Агробизнес – 2020), а также в Государственной программе развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы. В них отражены различные вопросы регулирования производства и оборота органической продукции, включая создание органических брендов, гармонизацию органических стандартов и сертификацию органического производства. На территории Казахстана аккредитованы иностранные сертифицирующие организации, инспектирующие операторы рынка органической продукции. Среди них: Bio inspecta AG (Швейцария), ICEA (Италия), Suolo E Salute Srl (Италия), Organic Food development & Certification Center of China (OFDC) (Китай), Ecoglobe LLC (Армения).

Большое значение для развития органического производства имеет официально зарегистрированная в 2013 году Казахстанская Федерация движений органического сельского хозяйства (KazFOAM) [29]. В число её задач входит формирование спроса и предложения на органическую продукцию; формирование культуры потребления органической продукции; содействие формированию законодательной базы; помощь фермерам по поиску «зеленых инвестиций» для реализации планируемых органических проектов.

**Республика Киргизия.** Специализация органического сельского хозяйства Республики отличается от всех стран постсоветского пространства. Доминируют текстильные культуры, среди которых выделяется производство органического хлопчатника. Киргизия занимает 1-е место в мире по доле органических посевов в общих площадях этой культуры (35%), 2-е место в мире по производству семян хлопчатника, идущих для изготовления хлопкового масла. Производство органической продукции зерновых, масличных, плодовоовощных культур играет в целом несравненно меньшую роль для национального рынка органической продукции и её экспорта. Однако их роль весьма значительна для поддержания экономики отдельных хозяйств и удовлетворения спроса локальных потребителей. Отличительной особенностью органического сельского хозяйства Киргизии является очень высокая для постсоветского пространства численность первичных организаций органических товаропроизводителей – 1,4 тыс. Органическим сельским хозяйством занимаются в основном небольшие фермерские хозяйства. Органические и фермерские хозяйства объединены в несколько кооперативов, а также представлены так называемыми, органическими аймаками. Это является отличительной особенностью организации органического сельского хозяйства Киргизии по сравнению с другими странами ЕАЭС. Органический аймак (ОА) – киргизская модель комплексного устойчивого развития сельских общин (сёл), сочетающая исторический опыт кочевой культуры и перспективные достижения современной цивилизации (синтеза современных органических и природосберегающих технологий).

По данным IFOAM – FiBL [12], объем экспорта органической продукции из Киргизии в 2016 году составил 410 млн долл., что намного выше, чем суммарный органический экспорт всех стран-членов ЕАЭС. Однако, по данным ФАО и ВТО, объем всего сельскохозяйственного экспорта из Киргизии меньше этой цифры.

Что касается нормативно-правовой базы, регулирующей производство и оборот органической продукции, по классификации IFOAM – FiBL Киргизия относится к странам, где эта база находится в стадии формирования. Соответствующего действующего базового закона пока не имеется, но имеется свой собственный органический стандарт, разработанный в 2014 году на базе органического стандарта JFOAM Федерацией органического движения Кыргызстана – ФОД «БИО-KG» [25]. С 2015 года стала осуществляться сертификация по стандарту ФОД. Используется гибридный подход, включающий методику систем коллективной гарантии (Participatory Guarantee Systems, PGS), широко используемую в настоящее время в различных странах мира. Это оправдано, поскольку в органическом сельском хозяйстве Киргизии роль кооперации весьма высока.

Кроме сертификации по стандарту ФОД используются и другие стандарты производства органической продукции, которые проводят независимые зарубежные частные организации, в том числе Bio. Inspecta AG (Швейцария), OFDC (Китай), CUGB (Турция), Ecoglobe LLC (Армения).

В Киргизии в настоящее время государство практически не поддерживает развитие производства органической продукции, как это практикуется в США и ЕС. Поддерживающие функции выполняют органические кооперативы и, так называемые, донорские, в основном частные зарубежные организации.

В 2017 году на государственном уровне была принята концепция развития органического сельского производства в Кыргызской Республике на 2017-2022 годы [26], на завершающей стадии находится разработка проекта закона об органическом сельскохозяйственном производстве, разработан национальный органический торговый знак органической продукции. Планируется проведение работ по гармонизации внутренних стандартов на органическую продукцию с международными стандартами, создание в пилотных органических аймаках производств по переработке и упаковке органической сельскохозяйственной продукции, отвечающей требованиям национальных и международных органических стандартов.

**Республика Беларусь.** Белорусский рынок органической продукции находится на самой ранней стадии своего становления. По статистике IFOAM – FiBL [12], Беларусь относится к числу стран, где органическое сельское хозяйство отсутствует и осуществляется только сбор дикоросов. Предметами сбора являются грибы, ягоды, березовый сок, который экспортируется в США, Японию и страны ЕС. Однако, по данным национальных источников, органическое сельское хозяйство в стране развивается, площадь органических сельскохозяйственных угодий составляет более 1300 га, из которых 71% являются уже полностью органическими. Точное число первичных производителей и переработчиков органической продукции в Беларуси неизвестно. В научных публи-

кациях и СМИ приводятся сведения по отдельным хозяйствам. В целом органическим сельским хозяйством в Беларуси пока в основном занимаются фермеры-энтузиасты в небольших по размеру хозяйствах.

Последние годы государство стало проявлять к развитию рынка органической продукции определенный интерес. Разработан Закон «О производстве и обращении органической продукции», введена в действие «Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь». Сертификация продукции органического производства. Основные положения (№ 36 ТКП 567-2015 (33540)). [27]. Пока в Беларуси действуют только зарубежные сертифицирующие организации, в том числе Kiwa BCS Oko-Garantie GmbH (Германия), Ekoagros (Литва), Organic Standart LTD (Украина), Ecoglobe LLC (Армения). В национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития республики Беларусь на период до 2030 года указывается, что рост доли органических земель в общей площади сельскохозяйственных земель до 3-4% к 2030 году и развитие рынка органической продукции должно стать одним из главных направлений развития сельского хозяйства Республики.

На международном семинаре «Перспективы развития органического сельского хозяйства в ЕАЭС» в ноябре 2017 года, организованном Департаментом агропромышленной политики Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) совместно с региональным бюро ФАО по Европе и Центральной Азии, было заявлено, что органическое сельское хозяйство в перспективе станет стабильным драйвером экономики агропромышленного комплекса стран ЕАЭС, а развитие органического производства во всех государствах-членах отнесено к числу стратегических и приоритетных задач. Для устойчивого развития органического производства необходимы согласованные подходы государств-членов ЕАЭС по вопросам производства и сертификации, налаживание эффективного механизма по межгосударственному взаимодействию в этой сфере. При этом следует максимально учесть опыт ЕС, Китая и других стран с развитым органическим рынком.

Таким образом, среди стран ЕАЭС наиболее развитые рынки органической продукции в России и Казахстане. В России наблюдается более значительное внутреннее потребление. Рынки Казахстана и Киргизии ориентированы в основном, на экспорт (соответственно зерно и хлопок), что позволило им добиться значительных успехов на мировом рынке органической продукции. С точки зрения нормативно-правового (действие закона об органическом сельском хозяйстве) и программного обеспечения (наличие стратегии и плана развития органического производства до 2025-2030 гг.) лидируют Казахстан, Киргизия и Армения. Армения единственная страна ЕАЭС, которая имеет международно признанный сертификационный орган. Наиболее актуальной проблемой сейчас является увеличение предложения, внутреннего спроса и экспорта для всех без исключения стран. Практически для всех стран в той или иной степени необходимо совершенствование нормативно-правовой базы, регулирующей рынок органической продукции, осуществление сбалансированного подхода, обеспечивающего внутреннее потребление (фактор здорового питания) и экспорт органической продукции. Необходимо развивать



процесс интеграции. Первоочередной задачей должна стать гармонизация органических стандартов на базе двухсторонних договоренностей с использованием положений ГОСТ 33980-2016, а также единая политика в области сертификационных организаций из стран, не входящих в ЕАЭС. В перспективе последующей задачей должно стать формирование национального закона или регламента (по аналогии с ЕС), регулирующего процессы, происходящие на рынке органической продукции, включая и сбор дикоросов.

С 1 января 2018 года введен в действие утвержденный на уровне ЕАЭС **Международный стандарт ГОСТ 33980-2016** «Продукция органического производства, правила производства, переработки, маркировки и реализации (САС) GL 32-1999, № GQ», принятый Евразийским советом по стандартизации, метрологии, сертификации (ЕАСС). ГОСТ был разработан Россией, к нему присоединились Кыргызстан, Таджикистан. В настоящее время ведется согласование межгосударственного стандарта с IFOAM International. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии РФ от 22 ноября 2016 года №1744-ст Межгосударственный стандарт ГОСТ 33980-2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2018 года. ГОСТ 33980-2016 был разработан в соответствии с рекомендациями Кодекса Алиментариус, нормами IFOAM и гармонизирован с базовыми Регламентами ЕС (№834/2007, №889/2008). Он охватывает как производство органической продукции, так и практически все этапы её товародвижения (хранение, транспортировка, реализация). Отдельный раздел посвящен детальному изложению правил перехода к органическому производству. Регламентируются такие направления, как органическое пчеловодство и органическая аквакультура. Однако, отсутствует регулирование сбора дикоросов, правил розничной реализации органической продукции через торговые точки (в части, касающейся правила размещения и хранения продукции), а также через сеть Интернет.

Что касается развития рынков органической продукции в других странах постсоветского пространства следует отметить, что в странах Балтии сложился относительно высокий уровень развития рынков органической продукции, особенно в части органического сельского хозяйства. Для них характерен высокий уровень разработанной профильной нормативно-правовой базы, координируемой по линии ЕС, поддержка производства органической продукции, в значительной степени обеспечиваемой финансированием из фондов ЕС [15].

Остальные страны характеризуются различным, но в целом невысоким уровнем развития рынка органической продукции. Наибольшее развитие эти рынки получили в Молдавии и Украине, где они имеют законодательное обеспечение, а также относительно заметные достижения в области экспорта органической продукции. Координация активности в данной области за исключением Таджикистана, признавшим рост ГОСТ 33980-2016, не прослеживается.

Сертификационные организации, имеющие право инспектировать операторов рынка органической продукции в странах ЕС, ЕАЭС и других странах есть в Литве (Ekoagros) и Украине (Organic Standart LTD).

Развитие производства органической продукции в **Российской Федерации** является важным аспек-

том развития отечественного сельского хозяйства как в плане обеспечения населения продуктами безопасного и здорового питания, так и развития экспорта. По данным российского Национального органического Союза (НОС) рынок органической продукции в РФ вырос с 16 млн евро в 2004 году до 160 млн евро в 2016 году. Если в начале 2000-х годов вся органическая продукция была импортной, то в 2016 уже 15-20% составляла отечественная сертифицированная продукция. Доля России в мировом рынке органической продукции составляет лишь 0,2% и несравнимо меньше, чем объемы потребления органических продуктов питания в США (43,1 млрд долл.), странах ЕС (34 млрд долл.), Китае (6,5 млрд долл.) и Канаде (3,3 млрд долл.) [14]. Исходя из данных НОС получается, что в среднем на душу населения потребление органической продукции в России составляет 1,1 доллар, тогда как в Швейцарии – 288, США – 133,8, Канаде – 91,5, странах ЕС – 66,9, Китае – 4,6 долл., в среднем по миру – 10,8 евро.

Россия имеет значительные возможности по внедрению органической системы хозяйствования и развития торговли органической продукции: разнообразные природные условия, низкий уровень загрязнения окружающей среды, наличие огромных площадей неиспользованных сельскохозяйственных земель, на которых в течение последних 10-30 лет не применялись химические вещества для обработки почвы и растений. В России сертифицированы как органические по международным стандартам 290 тыс. га сельскохозяйственных земель (в 2004 году – 34, 2008 году – 33,801, 2012 году – 146,251, 2014 году – 245,846, 2016 году – 289,89 тыс. га). Страна занимает 23 место в мире по количеству сертифицированной земли и одно из первых мест по её приросту. В европейских странах площадь сертифицированной земли практически равна обрабатываемой. По оценкам JFOAM и FiBL в период 2000-2016гг. размеры площадей органических сельскохозяйственных угодий полностью сертифицированных и находящихся в стадии трансформации от традиционного к органическому сельскому хозяйству изменились в России от 3 до 385 тыс. га с общей тенденцией в сторону роста. Среднегодовые темпы прироста площадей органических угодий в России в 2010-2016 годах составляли 38,9% и намного опережали соответствующий средний мировой уровень (8,4%) [12].

В настоящее время органическое сельскохозяйственное производство в России осуществляется в 32 регионах, 24 из которых приходятся на европейскую часть страны (Центральный, Южный и Приволжский федеральные округа). По данным НОС в России по международным и отечественным стандартам сертифицировано 92 органических сельскохозяйственных производителей, среди них занимающихся производством зерновых, круп и хлебоизделий – 23%, фруктов, овощей и напитков из них – 22%, молочные и мясные продукты – 11%, переработкой – 11%, дикоросами – 6%. Как видим, в России доминирует органическое растениеводство. Такая же ситуация характерна и по миру в целом. По многим структурным позициям отечественный рынок органической продукции похож на Европейский, например, в Европе, как в России, преимущественно производятся овощи, фрукты, крупы. На втором месте молочная продукция. Для наполнения отечественного рынка органических

продуктов наличия всего 92 сертифицированных органических производителей явно недостаточно. [29, 30]. Для сравнения, в 2017 году по данным FiBL количество сертифицированных органических производителей составило в Канаде – 1,7 тыс., Китае – 3,9, Италии – 64,2, Турции – 67,9, Индии – 835 тыс., Уганде и Мексике – 210, Филиппинах – 166, Перу – 91,7 тыс. Всего в мире сертифицировано более 2,9 млн производителей.

По данным НОС в России 27% сельхозпроизводителей готовы к переходу на органическую систему хозяйствования при организации гарантированного сбыта, установления ценовых надбавок порядка 30%, создания системы сертификации органической продукции. Отсутствие нормативно-правового регулирования препятствовало развитию рынка органики в России. Практически, за исключением последних 5-6 лет, российское органическое сельское хозяйство существовало в условиях нормативно-правового вакуума. Многие российские сельскохозяйственные компании и фермерские хозяйства не проводили органическую сертификацию в связи с отсутствием Федерального закона об органическом сельском хозяйстве.

Слабая осведомленность большинства населения об органическом сельском хозяйстве и органической продукции, её высокая цена (на 25-400% выше цены на обычную продукцию), узость производственной базы явились следствием отсутствия действенной государственной политики в области органического сельского хозяйства. И только в последние годы в этой области произошли определенные сдвиги и, прежде всего, они коснулись процесса формирования нормативно-правовой базы, регулирующей развитие рынка органической продукции. Так, в период 2014-2016 гг. были приняты 3 национальных стандарта и один норматив, которые регулировали производство и распространение органической продукции:

- Национальный стандарт ГОСТ Р S6104-2014 «Продукты пищевые органические. Термины и определения». Введён в действие 1 марта 2015 г. Содержит определения терминов органического сельского хозяйства, органического производства, видов органических продуктов и др. Соответствует требованиям европейских регламентов 834/7 и 889/08 и стандартам JFOAM. Наличие такого стандарта может способствовать признанию национальной маркировки на международном уровне.

- Национальный стандарт ГОСТ Р 56508-2015 «Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования». Введён в действие 1 января 2016 года.

- Национальный стандарт ГОСТ Р 57022-2016 «Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации органического производства». Введён в действие 1 января 2017 года.

- Санитарные правила, утвержденные Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14 ноября 2001 г. № 36, в которые в 2008 г. включён раздел «Санитарно-эпидемиологические требования к органическим продуктам».

Кроме того, в 2016 году разработан межгосударственный стандарт (ГОСТ 33980-2016/CAC/GL 32-1999, NEQ). Регулирует органическое производство в странах ЕАЭС и вступив в силу в январе 2018

года заменил все 3 российских национальных стандарта. Однако, кроме России, только Кыргызстан и Таджикистан приняли межгосударственный стандарт по органическому производству.

Законы об органическом сельском хозяйстве приняты в Армении, Грузии, Молдавии, Украине, Казахстане, Беларуси. Идёт подготовка законодательства в Кыргызстане. Россия одной из последних среди развитых стран приняла федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (принят Государственной Думой 25 июля 2018 г., одобрен Советом Федерации 28 июля 2018 г., подписан Президентом Российской Федерации В.В. Путиным 3 августа 2018 года [35].

С 1 января 2020 года **Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (№280 – ФЗ от 03.08.2018 г.)** (ФЗ) вступил в силу. Настоящий ФЗ регулирует отношения, связанные с производством, хранением, транспортировкой, маркировкой и реализацией органической продукции. Дается определение основных понятий - органическая продукция, органическое сельское хозяйство, производители органической продукции, устанавливает правовое регулирование отношений в области производства органической продукции, основные требования к её производству. Производство органической продукции должно быть обособлено от производства продукции, не относящейся к органической. Запрещается применение агрохимикатов, пестицидов, антибиотиков, стимуляторов роста, генно-инженерно-модифицированных и трансгенных организмов, гидропонного метода выращивания растений, ионизирующего излучения; смешивание органической продукции с продукцией, не относящейся к органической, при хранении и транспортировке; использование упаковки, потребительской и транспортной тары, которые могут привести к загрязнению органической продукции и окружающей среды, в том числе на использование поливинилхлорида для этих целей.

Подтверждение соответствия производства органической продукции действующим в РФ национальным, межгосударственным и международным стандартам в сфере производства органической продукции осуществляется в форме добровольной сертификации, которая проводится аккредитованными в области производства органической продукции органами сертификации [32].

В целях безвозмездного информирования потребителей о производителях органической продукции и видах производимой ими органической продукции предусмотрено создание Единого государственного реестра производителей органической продукции.

Производители органической продукции после подтверждения соответствия производства органической продукции имеют право размещать являющуюся отличительным признаком органической продукции маркировку в виде графического изображения (знака) органической продукции единого образца. До середины 2019 г. в России отсутствовало графическое изображение органической продукции. В мае 2019 года Национальный союз потребителей и производителей органической продукции (Национальный органический союз – НОС, представляющий интересы более 70% участников органического рынка России) передал



Минсельхозу России право на использование знака, ранее применявшегося в системе добровольной сертификации. В июле 2019 года Роспатент окончательно закрепил за Минсельхозом России право на использование знака, обозначающего органическую продукцию (рис.).

При переходе к органическому сельскому хозяйству и производству органической продукции устанавливается переходный период, в течение которого обеспечивается внедрение правил ведения органического сельского хозяйства и производства органической продукции. В переходный период не допускается размещать маркировку органической продукции на упаковке, таре.

Государственная поддержка производителей органической продукции обеспечивается в порядке и форме, предусмотренных ФЗ от 29 декабря 2006 г. №264 - ФЗ «О развитии сельского хозяйства».

Особая статья предусматривает информационное и методическое обеспечение в сфере производства органической продукции, в том числе информирование о научных исследованиях и экспериментальных разработках, касающихся способов, методов и технологий ведения органического сельского хозяйства и производства органической продукции.

Как видим ФЗ №280-ФЗ предусматривает обязательные условия, при которых закон вступает в силу. Принятые стандарты и Федеральный закон об органической продукции — это небольшая часть документов, которые должны быть приняты параллельно с принятием закона. Требуется подготовка еще серии нормативно-правовых актов и отработка технологий их применения на практике. Поэтому совершенно не случайно в настоящее время, например, разработан и проходит согласование первая редакция проекта национального стандарта Российской Федерации (ГОСТ) «Продукция органического производства. Маркировка: надписи, графическое изображение (знак), форма и порядок их использования». Разработан Автономной некоммерческой организацией «Российская система качества» (Роскачество). В настоящем проекте учтены положения Постановления (ЕС) 2018/848 Европейского парламента и Совета от 30 мая 2018 года об органическом производстве и маркировке органических продуктов и отмене Постановления Совета (ЕС) №834/2007. Настоящий проект стандарта распространяется на продукцию органического производства, произведенную в соответствии с требованиями Федерального закона от 03 августа 2018 г. №280 – ФЗ и ГОСТ 33980 и устанавливает требования к её маркировке. В проекте предусмотрены нормативные ссылки на ГОСТ 33980, ГОСТ 56104, ГОСТ Р 57022, общие требования к маркировке, графическое изображение (знак) [23], порядок и комбинацию надписей.

По данным Национального органического союза, все российские государственные стандарты, которые регулируют функционирование органического рынка в России (национальные стандарты ГОСТ Р 56104-2014, ГОСТ Р – 56508-2015, ГОСТ Р 57022-2016) базируются на переводах европейских стандартов и норм.

Однако, последующая адаптация их к российским условиям не всегда делает их эквивалентными европейским стандартам. Например, ГОСТ Р 56508-2015 оказался эквивалентным европейскому лишь в 70%. В будущем это может затруднить экспорт российской органической продукции на внешние рынки.

До утверждения и ввода в действие Федерального закона, который бы регулировал и контролировал про-

цедуру производства органической продукции, на региональном уровне несколько областей России разработали свои нормативно-правовые документы, которые позволяли их товаропроизводителям сельскохозяйственной продукции производить органическую продукцию, в том числе:

- **Белгородская область** – №14-пп «Кодекс добросовестного землепользователя Белгородской области» от 26.01.2015г. и №324-пп Долгосрочная целевая программа «Внедрение биологической системы земледелия на территории Белгородской области на 2011-2018 годы», от 29.08. 2011 г.

- **Ульяновская область** – №106 – 3О «О мерах государственной поддержки производителей органических продуктов в Ульяновской области», от 05.07.2013 г.

- **Краснодарский край** – №2826 – КЗ «О производстве органической сельскохозяйственной продукции в Краснодарском крае», от 01.11.2013 г.

- **Воронежская область** – №226 – ОЗ «О производстве органической сельскохозяйственной продукции Воронежской области», от 30.12.2014 г.

Самый ранний из региональных законов - закон Ульяновской области раскрывает два понятия - органические продукты и переработчики сельскохозяйственной продукции. Производителю органических продуктов на территории области, включенному в реестр производителей такой продукции, присваивается статус «Органик – производитель». К мерам государственной поддержки отнесены предоставление субсидий из областного бюджета производителям органических продуктов при наличии сведений о них и производимых ими продуктов в реестре и оказание производителям органических продуктов методической и информационной поддержки.

Законы Краснодарского края и Воронежской области принимались в период отсутствия в стране ГОСТов, а проект федерального закона проходил очередное обсуждение. Оба закона были направлены на создание благоприятных условий для развития производства органической продукции в регионах, в том числе и в малых формах хозяйствования, сохранения природных ресурсов и улучшения экологичности сельхозпроизводства, а также повышение качества и безопасности продуктов питания.

В законах даны определения основных понятий, применяемых при производстве органической продукции, основные направления государственной политики в сфере органического производства, полномочия региональных властей, основные требования к органической продукции др. Ведение реестра органических производителей было возложено на региональные власти. Во всех рассматриваемых документах был определен лишь порядок сертификации. Но только в законе Краснодарского края дано определение сертификации производства органической продукции, как процедуры подтверждения сельскохозяйственным товаропроизводителем соответствия хозяйственной деятельности требованиям органической продукции.

Правовое воздействие на формирование органического рынка страны происходит не только с помощью законов прямого действия, но и посредством общехозяйственных законов, постановлений, государственных программ, локальных нормативных актов. В качестве примера может служить **Стандарт Организации (СТО) некоммерческого партнерства (НП) «Агрософия»** «Об экологическом сельском

хозяйстве, экологическом природопользовании и соответствующей маркировке экологической продукции», действующий в России с 2003 года как частный стандарт организации.

**Стандарт организации СТО ЛЖ 2.03.9900-14-1.0** «Органическая сельскохозяйственная продукция. Требования к производству и переработке. Правила применения», разработан авторским коллективом НП «Экологический союз». В данном СТО приводится свое определение органического сельского хозяйства, раскрыт термин «сертификация», определение продукции из диких источников (дикий сбор) - сбор растений и их частей, самостоятельно растущих на природных или сельскохозяйственных территориях, в лесах.

**В Республике Татарстан** разработана подпрограмма по основным направлениям развития органического сельского хозяйства, которая предусматривает формирование нормативной правовой базы, государственную поддержку производителей органической продукции и развитие рынка органической продукции; развитие рынка средств производства для органического сельского хозяйства; оказание консультационных и образовательных услуг, внедрение информационных систем управления; формирование банка инновационных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции, рекомендованные к внедрению на территории Республики Татарстан для органического производства; подготовка к сертификации республиканских производителей органической продукции; создание Реестра республиканских потенциальных производителей органической продукции; создание системы обучения, повышения квалификации для нужд органического сельского хозяйства; развитие национальной системы сертификации органического производства [23].

Таким образом, в настоящее время органическое сельское хозяйство России может опираться на:

- международные акты по органическому сельскому хозяйству (JFOAM, FiBL, Codex Alimentarius Commission, FAO, EC);
- нормативно-правовые акты ЕАЭС и стран СНГ;
- Федеральный закон номер 280-ФЗ;
- региональные нормативно-правовые акты (общехозяйственные законы, постановления, государственные Программы и др.);
- национальные государственные стандарты (ГОСТы);
- частные стандарты организаций.

В настоящее время в России необходимо создание гармонизированной с общепринятыми международными требованиями российской нормативной базы, системы сертификации и маркировки в области органического сельского хозяйства и, в дальнейшем, признание её международными торговыми партнерами. Это позволит российским товарам преодолевать технические барьеры при экспортных операциях в соответствии с требованиями ВТО [36].

На начало 2019 года в России сложилась определенная **система органической сертификации**. Однако после принятия закона она не сможет работать по существующим требованиям. Обязательным условием работы станет аккредитация в национальном органе - Россаккредитация. В настоящее время такая аккредитация есть лишь у одного сертифициатора «Органик эксперт» из 3 российских сертифициаторов, работающих на территории России. На рынке сертификационных услуг России доминируют зарубежные организации. На территории России работают 16 зарубежных сертифициаторов, у которых есть разрешение ЕС сертифицировать

российских производителей, из них фактически работающих – 9, имеющих право на это в рамках законодательства РФ – 2, но ни одна из них не имеет аккредитации в нашей стране. Они представляют Германию, Нидерланды, Францию, Италию, Швейцарию, Грецию, Индию. Среди них можно отметить также известные организации как ICCA (Италия), Ecocert SA (Франция), Control Union Certifications (раннее Skal International, Нидерланды), bio inspecta AG (Швейцария). Присутствуют также и сертифицирующие организации из стран постсоветского пространства (Ecoagros, Латвия) и из стран-членов ЕАЭС (Ecoglobe LLC, Армения). Зарубежные сертифицирующие организации имеют право на инспекцию производства неодинакового количества различных групп продуктов. То, что в России на рынке органической продукции уже могут действовать в совокупности около 20 сертифицирующих организаций, является положительным моментом [26]. Однако, не все из них реально функционируют и практикуют системы добровольной сертификации, официально зарегистрированные Росстандартом. В нашей стране пока еще не сформировалась система аккредитации сертифицирующих организаций. Стоимость сертификационных услуг продолжает оставаться высокой (например, услуги JCEA оцениваются в 3-8 тыс. евро). Отсутствует частичная компенсация со стороны государства за оказание сертификационных и инспекционных услуг. Такая практика имеет место, в частности в США и странах ЕС (Германия, Италия). Следует отметить и отсутствие целенаправленной финансовой поддержки в виде субсидий производителям органической продукции. Такая поддержка особенно чувствительна для фермерства, хозяйства которых находятся на стадии трансформации от традиционного ведения сельского хозяйства к производству, использующему технологии органического сельского хозяйства.

Органическая продукция несмотря на то, что Президент говорит о её производстве как о государственном приоритете, в перечень приоритетных проектов Правительства Российской Федерации в 2016-2018 годах не попала. В госпрограмме, которая предусматривает выделение и развитие новых приоритетных направлений АПК на 2013-2020 годы, а также дополнительные объемы ресурсного обеспечения, органики также нет.

В большинстве случаев Российские компании выбирают сертификацию в зависимости от рынка сбыта своей продукции. Если компания ориентирована на экспорт, то она проходит международную сертификацию и получает органик-сертификат ЕС/США/Бразилия/Китай/Япония и так далее. В случае ориентации компании на внутренний рынок, то необходимо, чтобы продукция соответствовала стандартам и правилам отечественной органик-сертификации. Получение двух сертификатов - процедура для многих производителей является слишком дорогой. Поэтому, на формирующемся на российском рынке по производству и сбыту органической продукции, сельскохозяйственным товаропроизводителям приходится проходить сертификацию в отечественных системах добровольной сертификации или в зарубежных и международных организациях. Поэтому не все российские сельскохозяйственные товаропроизводители стремятся пройти сертификацию, поскольку к ней предъявляются очень жесткие требования, а помощи со стороны государства в виде финансовой и информационной поддержки не предоставлено. В результате, чтобы маркировать свои продукты как



органические и иметь возможность экспортировать их за пределы страны, российские товаропроизводители стремятся получить сертификацию от третьих лиц, например ЕС или США [36].

Для проведения добровольной сертификации органического производства на соответствие требованиям ГОСТ 33980-2016 в 2015 году создана и зарегистрирована в Росстандарте система добровольной сертификации (СДС) Национального органического союза «Органический продукт» (рег. номер РОСС RU. П1445.04ЦГТО). Сертификация производств в системе распространяется на всю производственную цепочку до получения конечного продукта, т.е. объектами проверки и оценки являются все процессы производства, переработки, хранения, упаковки, маркировки, транспортирования органической продукции. В системе установлены формы сертификатов соответствия и знака соответствия (свидетельство на товарный знак № 603180) [29].

Чтобы получить сертификат соответствия «Органик» в России, сельскохозяйственному производителю необходимо подать заявление в аккредитованную организацию. В России организаций, предоставляющих такие услуги, очень мало. После составления сметы и подписания договора производится инспекция на производстве, проверяются условия выращивания, переработки (по некоторым сведениям – до 200 параметров). Стоимость процедур сертификации колеблется от 1,5 до 8 тыс. евро в зависимости от объема работ. Процедура сертификации займет до 3 месяцев. Срок действия сертификата – 1 год [33].

При таком подходе к производству и сертификации органической продукции следует отметить наличие и очевидных недостатков: дороговизна; нахождение сертифицирующих организаций за рубежом; время на сертификацию; мелкотоварные хозяйства не располагают достаточными финансовыми возможностями; высокие цены на органическую продукцию; засилье на российских рынках импортных товаров «Органик»; введение потребителя в заблуждение терминологией и маркировкой и др.

Например, успешному развитию органического сельского хозяйства Германии способствовало три фактора: финансовая помощь сельскохозяйственным организациям и фермерам со стороны государства; подготовка профессиональных кадров за счет государства; широкое распространение информации среди населения. Сегодня Германия является одной из передовых стран по производству органической продукции в мире, имеет налаженную систему контроля производства органической продукции, уделяет особое внимание подготовке кадров в сфере органического сельского хозяйства [20, 22]. В России для развития органического сельского хозяйства можно применить успешный опыт Германии и других стран ЕС с учетом специфики нашей страны и отечественного сельского хозяйства.

Ученые и исследователи приводят разные данные по органическому сельскому хозяйству и органической продукции в России. Это связано с отсутствием официальных данных в этой области. Очень редко появляются публикации по развитию и состоянию органического овощеводства. Представляет интерес публикация председателя СППСК «Союз органических фермеров Кубани», совладельца и автора проекта «Биоферма Кубани» Воданюк С.А. Хозяйство «Биоферма Кубани» с 2013 года работает под серти-

фикационным контролем Италии и Германии по Европейскому органическому стандарту. С периодичностью 2 раза в год производится отбор и анализ почвы и продукции независимой немецкой лабораторией на более чем 420 действующих веществ и пестицидов, входящих в состав практически полного списка применяемых препаративных форм. Благодаря строгому соблюдению биофермой требований европейских стандартов (ЕС) за всё время работы по сертификации контролем не было обнаружено ни одной пробы, содержащей остатки пестицидов [37].

В связи с проблемами передвижения товаров из-за пандемии коронавируса, в России в 2020 году оказалось под угрозой дальнейшее развитие органического сельского хозяйства. Сегодня оно во многом зависит от импорта целого ряда компонентов, применяемых при производстве органической продукции. Органические семена для органического сельского хозяйства практически в России не производятся и многие поступают из ЕС. Препараты для защиты растений и компоненты для производства средств тоже, в основном, импортные. Большинство хозяйств, входящих в Национальный органический союз (НОС), имеют иностранные сертификаты, подтверждающие их право называть свою продукцию органической. Российский органический закон вступил в силу 1 января 2020 года, и в соответствии с ним хозяйства органического сельского хозяйства должны были перейти на российскую сертификацию. В России, по словам Олега Мироненко, 82 хозяйства имеют зарубежные сертификаты, подтверждение которых приходилось как раз на апрель-октябрь. Согласно действующим международным правилам, без выезда в поле подтверждать сертификаты нельзя. Поэтому ЕС на май-июль решил временно продлить имеющиеся сертификаты всем на основании лишь проверки документов. Основное количество российских сертификатов планировалось выдавать с 1 апреля, но к этому сроку было выдано лишь 23 сертификата, 9 хозяйств успели подать заявки на сертификацию и часть из них даже прошли документальную проверку [38].

### Выводы

Органическое сельское хозяйство является в России быстрорастущим востребованным «молодым» направлением в аграрном секторе и позволит выйти на новое рыночное пространство. В России только начинает формироваться единая система управления, нормативная и законодательная базы, контролирующая производство органической продукции, в то время как в странах ЕС и США эти этапы становления давно пройдены и успешно реализуются. Для нашей страны достаточно «молодой» сектор аграрной экономики, но достаточно перспективный в своём развитии, может обеспечить конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции. Для этого необходимо учесть опыт успешного развития органического сельского хозяйства и нормативно-правового обеспечения в других странах. Адаптировать имеющийся опыт с учетом особенностей ведения отечественного сельского хозяйства, скорректировать Государственные программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на ближайшую перспективу. Необходимо в короткие сроки систематизировать и довести до све-

дения всех заинтересованных сторон (производителей, переработчиков, реализаторов и др.) имеющие в стране нормативные и правовые акты. Для успешного развития органического сельского хозяйства в России необходимо оказать финансовую поддержку и помощь сельскохозяйственным организациям и фермерам, занимающимся выращиванием и производством органической продукции со стороны государства и региональных властей; разработать технологические основы производства, хранения и переработки органической продукции, экономиче-

ские модели и механизмы оптимизации рыночной стоимости органической продукции; подготовить профессиональные кадры в области органического сельского хозяйства; повысить интерес и знания в области экологически безопасных продуктов питания среди населения.

Развитие органического сельского хозяйства на территории Российской Федерации позволит повысить конкурентоспособность отечественной продукции, которая будет отвечать международным требованиям торговли органическим продовольствием.

## ПАМЯТИ АВТОРА



## АНАТОЛИЙ ФЕДОРОВИЧ РАЗИН

Коллектив Федерального научного центра овощеводства с прискорбием сообщает, что 8 января 2021 года на 67-ом году ушел из жизни руководитель ВНИИО – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО), кандидат сельскохозяйственных наук, доктор экономических наук, Заслуженный деятель науки Московской области, Член

Союза писателей России Московской областной организации Анатолий Федорович Разин.

Анатолий Федорович родился 3 сентября 1954 года в с. Невежино Белинского района Пензенской области. Прошел большой жизненный путь, успешно Пензенский лесной техникум (1977 год), Саратовский СХИ им. Н.И. Вавилова (1983 год). В его послужном списке практическая работа в структуре партийных органов и на передовом крае сельскохозяйственной нивы: инструктор организационного отдела, секретарь партийного комитета, заместитель председателя Пачелмского Райисполкома, директор совхоза в Пачелмском районе Пензенской области. В 2003-2004 годах – доцент кафедры плодовоовощеводства и виноградарства Донского ГАУ. С 2004 года - директор Организации научного обслуживания Опытно-производственного хозяйства «Быково», заместитель директора института, главный научный сотрудник, заведующий отделом экономики и прогнозов, руководитель ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО. В 2002 году защитил диссертацию на соискание кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.06 – луговое хозяйство и лекарственные, эфирно-масличные культуры; в 2011 году - докторскую диссертацию на соискание степени доктора экономических наук по специальности 05.02.22 – организация производства.

Анатолий Федорович благодаря своим человеческим качествам: целеустремленности, коммуникабельности и добродетельности, требовательности и принципиальности заслужил большое уважение коллектива института. Неиссякаемая энергия и неординарное мышление, жажда деятельности позволили сконцентрировать внимание ученого, доктора экономических наук, на решении важнейших научных и производственных проблем новейшего этапа экономического развития отрасли овощеводства. Под его руководством отдел экономики и прогнозов ВНИИО разработал рекомендации по агроэкологическому размещению выращивания основных овощных и бахчевых культур по зонам России с учетом природных и экономических условий. Ежегодные аналитические обзоры по вопросам экономической эффективности овощеводства были использованы в работе Аграрного комитета Государственной Думы, Министерства сельского хозяйства РФ и Российской Академии наук при обсуждении экономической ситуации отрасли. Анатолием Федоровичем опубликовано более 150 научных работ. Он автор 4 патентов на изобретения, был членом редколлегии журналов «Овощи России», «Известия ФНЦО» и «Картофель и овощи», рецензентом журнала «Аграрная Россия». Награжден Почетной грамотой РАСХН (2009 год), Ветеран труда (2014 год), занесен в книгу славы и достижений Раменского городского округа (2019 год).

**Анатолий Федорович Разин навсегда останется в нашей памяти, а его труды – в памяти наших потомков!**

### Об авторах:

**Виктор Федорович Пивоваров** – доктор с.-х. наук, академик РАН, научный руководитель, <http://orcid.org/0000-0001-9522-8072>  
**Анатолий Федорович Разин** – доктор экономических наук, [vniih@yandex.ru](mailto:vniih@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0003-4509-6774>  
**Мария Ивановна Иванова** – доктор с.-х. наук, профессор РАН, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, [ivanova\\_170@mail.ru](mailto:ivanova_170@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>  
**Раиса Анатольевна Мещерякова** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, [vniih@yandex.ru](mailto:vniih@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0002-9211-9505>  
**Олег Анатольевич Разин** – кандидат с.-х. наук, научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-4844-938X>  
**Татьяна Николаевна Сурихина** – младший научный сотрудник, [9153756862@mail.ru](mailto:9153756862@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9211-9505>  
**Наталья Николаевна Лебедева** – научный сотрудник, [netta.77@mail.ru](mailto:netta.77@mail.ru), [https://orcid.org/About the authors:](https://orcid.org/About%20the%20authors)

### About the authors:

**Victor F. Pivovarov** – doctor of agricultural sciences Sci., Academician of RAS, Scientific Director, <http://orcid.org/0000-0001-9522-8072>  
**Anatoly F. Razin** – Doctor of Economics, [vniih@yandex.ru](mailto:vniih@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4509-6774>  
**Maria I. Ivanova** – doctor of agricultural sciences Sci., Professor of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the Breeding and Seed Production Department, [ivanova\\_170@mail.ru](mailto:ivanova_170@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>  
**Raisa A. Meshcheryakova** – candidate of agricultural sciences Sci., Senior Researcher, [vniih@yandex.ru](mailto:vniih@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0002-9211-9505>  
**Oleg A. Razin** – candidate of agricultural sciences Sci., Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-4844-938X>  
**Tatiana N. Surikhina** – Junior Researcher, [9153756862@mail.ru](mailto:9153756862@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9211-9505>  
**Natalya N. Lebedeva** – Researcher, [netta.77@mail.ru](mailto:netta.77@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6431-34820000-0002-6431-3482>



## • Литература / References

1. Vogt, G. The Origins of Organic Farming. *Organic Farming: An International History*; ed. W. Lockereitz – Wallingford. UK: CAB, 2007, p. 9-39. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.dnsgb.com.ua/files/book/Agriculture/Organic-Agriculture/Organic-Farming-An-International-History.pdf>
2. Kupper, G. A Brief Overview of the History and Philosophy of Organic Agriculture. G. Kupper – Oklahoma: Kerr Center for Sustainable Agriculture: Poteau. 2010. 23 p. - [Electronic resource] - Access mode: <https://kerrcenter.com/publication/brief-overview-history-philosophy-organic-agriculture/>
3. Definition of organic agriculture. IFOAM, Retrieved August 15, 2017. - [Electronic resource] - Access mode: <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic>
4. Principles of Organic Agriculture - IFOAM, 2005. p.14. [Electronic resource] - Access mode: <https://www.ifoam.bio/why-organic/shaping-agriculture/four-principles-organic>
5. The World of Organic Agriculture - IFOAM, 2005. p.14. [Electronic resource] - Access mode: <https://www.organic-world.net/fileadmin/documents/yearbook/2011/world-of-organic-agriculture-2011-page-1-34.pdf>
6. Organic Glossary on organic agriculture [Electronic resource] - Access mode: <http://www.fao.org/>
7. Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства. М., изд. Россельхозакадемии. 2008. С.771. [Litvinov S.S. Scientific foundations of modern vegetable growing. M., Russian Agricultural Academy. 2008. P.771. (In Russ.)]
8. Органические продукты питания [Electronic resource] - Access mode: <https://kreferat.com/13/1879-1-organicheskie-produkty-pitaniya.html>
9. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года №20. [Doctrine of food security of the Russian Federation. Approved by the decree of the President of the Russian Federation dated January 21, 2020 No. 20. (In Russ.)]
10. Россияне не готовы переплачивать за экотовары. Материалы социологического опроса Национального агентства финансовых исследований (НАФИ) от 21 мая 2016 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nafii.ru/analitics/rossiyane-ne-gotovy-pereplachivat-za-ekotovary/> [Russians are not ready to overpay for eco-products. Materials of a sociological survey of the National Agency for Financial Research (NAFI) dated May 21, 2016 [Electronic resource]. Access mode: <https://nafii.ru/analitics/rossiyane-ne-gotovy-pereplachivat-za-ekotovary/> (In Russ.)]
11. Willer H., Lemoud J. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends. FIBL and IFOAM-organic International. 2017. Frick and Bonn.
12. FIBL & IFOAM: The World of organic Agriculture 2017. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2017/pdf.html>
13. Willer, H. IFOAM: Basic Definitions. *World Organic News*. 2009. Oktober. p.24-26.
14. Willer, H., Lemoud J. Organic Agriculture Worldwide 2017: Current Statistics. H. Willer – Research institute of organic Agriculture (FIBL), 2017.
15. Шеламова Н.А. Тенденция развития органического сельского хозяйства за рубежом. *Сб. научных трудов ВНИИО «Экологические проблемы современного овощеводства и качества овощной продукции»*. М., 2014. С.30-39. [Shelamova N.A. Development trend of organic agriculture abroad. Sat. scientific papers of VNIIO "Environmental problems of modern vegetable growing and the quality of vegetable products." M., 2014. P.30-39. (In Russ.)]
16. Комиссия Кодекса Алиментарии (Codex Alimentarius Commission) «Руководство по изготовлению, переработке, маркировке и реализации органических продуктов питания». Разработано в 1999 г. Исправлено в 2001г., 2004г., в 2007г. Дополнено в 2008 г., 2009 г., 2010 г. и в 2012 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://rosorganic.ru/files/codex\\_alimentarius\\_gl\\_32-1999.pdf](http://rosorganic.ru/files/codex_alimentarius_gl_32-1999.pdf) [Codex Alimentarius Commission "Guidelines for the manufacture, processing, labeling and marketing of organic foods." Developed in 1999. Revised in 2001, 2004, 2007. Supplemented in 2008, 2009, 2010 and 2012 [Electronic resource]. Access mode: [http://rosorganic.ru/files/codex\\_alimentarius\\_gl\\_32-1999.pdf](http://rosorganic.ru/files/codex_alimentarius_gl_32-1999.pdf)]
17. Достижения устойчивого прироста в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]: Департамент сельского хозяйства ФАО. Режим доступа: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/011/i0765r/i0765r08.pdf> [Achievements of sustainable growth in agriculture [Electronic resource]: FAO Department of Agriculture. Access mode: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/011/i0765r/i0765r08.pdf>]
18. Постановление о производстве и маркировке органической продукции Совета ЕС № 834/2007 от 28 июня 2007 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.biocert.ru/content/files/8342007.pdf> [Regulation on the production and labeling of organic products of the Council of the EU No. 834/2007 dated June 28, 2007 [Electronic resource]. Access mode: <https://www.biocert.ru/content/files/8342007.pdf>]
19. Organic agriculture in the European Union [Electronic resource]. Access mode: <http://livelook-better.com/index.php?newsid=1066> ]
20. Organic Europe. European section of organic world [Electronic resource]. Access mode: <https://www.organic-europe.net/home-europe.html>
21. Экспорт продукции органического сельского хозяйства на рынок ЕС [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vneshmarket.ru> [Export of organic agriculture products on the EU market [Electronic resource]. Access mode: <http://www.vneshmarket.ru>]
22. Аварский Н.Д., Соколова Ж.Е., Таран В.В., Гасанова Х.Н. Регулирование рынка органической продукции в странах Северной Европы. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2015;(4):68-72. [Avarskiy N.D., Sokolova J.E., Taran V.V., Hasanova Kh.N. Regulation of the organic market in the Nordic countries. The economy of agricultural and processing enterprises. 2015; (4): 68-72. (In Russ.)]
23. Закон № 423 V ЗРК от 27 ноября 2015 года «О производстве органической продукции», Республика Казахстан [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://kodeksy-kz.com/ka/o\\_proizvodstve\\_organicheskoy\\_produktsii.htm](https://kodeksy-kz.com/ka/o_proizvodstve_organicheskoy_produktsii.htm) [Law No. 423 V ZRK of November 27, 2015 "On the production of organic products", Republic of Kazakhstan [Electronic resource]. Access mode: [https://kodeksy-kz.com/ka/o\\_proizvodstve\\_organicheskoy\\_produktsii.htm](https://kodeksy-kz.com/ka/o_proizvodstve_organicheskoy_produktsii.htm)]
24. KazFOAM - Казахская Федерация движений органического сельского хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.inform.kz/ru/federaciya-dvizheniy-organicheskogo-sel-skogo-hozyaystva-kazfoam-official-no-zaregistirovana-v-kazahstane\\_a2577847](https://www.inform.kz/ru/federaciya-dvizheniy-organicheskogo-sel-skogo-hozyaystva-kazfoam-official-no-zaregistirovana-v-kazahstane_a2577847) [KazFOAM - Kazakh Federation of Organic Agriculture Movements [Electronic resource]. - Access mode: [https://www.inform.kz/ru/federaciya-dvizheniy-organicheskogo-sel-skogo-hozyaystva-kazfoam-official-no-zaregistirovana-v-kazahstane\\_a2577847](https://www.inform.kz/ru/federaciya-dvizheniy-organicheskogo-sel-skogo-hozyaystva-kazfoam-official-no-zaregistirovana-v-kazahstane_a2577847)]
25. Федерация органического движения "БИО-KG", Развитие органического сельского хозяйства в Кыргызской Республике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biokg.org/> [Federation of organic movement "BIO-KG", Development of organic agriculture in the Kyrgyz Republic [Electronic resource]. - Access mode: <http://biokg.org/>]
26. Концепция развития органического сельского хозяйства в Кыргызской Республике на 2017-2022 гг. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/100186> ]
27. «Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Сертификация продукции органического производства. Основные положения» (№36 ТКП 567-2015 (33540) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gosstandart.gov.by/the-basic-documents-of-the-national-system-of-conformity-confirmation-of-the-republic-of-belarus> [National system of conformity assessment of the Republic of Belarus. Certification of organic products. Basic provisions " (No. 36 TKP 567-2015 (33540) [Electronic resource]. Access mode: <https://gosstandart.gov.by/the-basic-documents-of-the-national-system-of-conformity-confirmation-of-the-republic-of-belarus>]
28. USA: Introduction of the National organic standards [Electronic resource]. Access mode: <https://organicmonitor.com/>
29. Мироненко О.В. Органический рынок мировой и России. // Органическое сельское хозяйство России в преддверии вступления в силу закона об органической продукции. 2019. С.1-22. [Mironenko O.V. The organic market of the world and Russia. // Organic agriculture in Russia on the eve of the entry into force of the law on organic products. 2019. P.1-22. (In Russ.)]
30. Разин А.Ф., Мещерякова Р.А., Шатилов М.В., Разин О.А., Сурихина Т.Н., Телегина Г.А. Состояние и перспективы развития овощеводства в странах Евразийского экономического союза. *Картофель и овощи*. 2020;(3):11-15. [Razin A.F., Meshcheryakova R.A., Shatilov M.V., Razin O.A., Surikhina T.N., Telegina G.A. The state and prospects for the development of vegetable growing in the countries of the Eurasian Economic Union. Potatoes and vegetables. 2020;(3):11-15. (In Russ.)]
31. Борисов В.А., Разин А.Ф., Разин О.А. Эффективность и перспективы развития органического овощеводства. *Доклады ТСХА*. 2019. С.648-655. [Borisov V.A., Razin A.F., Razin O.A. Efficiency and prospects for the development of organic vegetable growing. MTA reports. 2019. P.648-655. (In Russ.)]
32. Shott, J., Sanders J. Comparison of the organic farming sectors in Germany, Italy and Russia: Agri benchmark Organic Report. 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.openagrar.de/receive/openagrar\\_mods\\_00023213](https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00023213)
33. Guidelines for public support to organic agriculture: Report. IFOAM Organic international, September 2017. Chapter III [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://www.ifoam.bio/sites/default/files/policy\\_toolkit\\_main\\_report.pdf](https://www.ifoam.bio/sites/default/files/policy_toolkit_main_report.pdf)
34. Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Принят Государственной думой 25 июля 2018г., одобрен советом Федерации 28 июля 2018 г., подписан Президентом Российской Федерации В.В. Путиным 3 августа 2018г., вступил в силу 1 января 2020 года. [Federal Law of August 3, 2018 No. 280-F3 "On organic products and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation." Adopted by the State Duma on July 25, 2018, approved by the Federation Council on July 28, 2018, signed by the President of the Russian Federation V.V. Putin on August 3, 2018, entered into force on January 1, 2020.]
35. Григорчук В.В., Климов Е.В. Развитие органического сельского хозяйства в мире и Казахстане. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Анкара, 2016. 168 с. [Grigorchuk V.V., Klimov E.V. Development of organic agriculture in the world and in Kazakhstan. Food and agriculture organization of the united nations. Ankara, 2016, 168 p. (In Russ.)]
36. Рыжкова С.М., Кручинина В.М., Гасанова Х.Н., Новосёлов Э.А. Правовое регулирование рынка органических продуктов в России. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2017;(8):57-63. [Ryzhkova S.M., Kruchinina V.M., Hasanova Kh.N., Novoselov E.A. Legal regulation of the organic products market in Russia. The economy of agricultural and processing enterprises. 2017;(8):57-63. (In Russ.)]
37. Воданюк С.А. Органические овощи – основа здоровья нации. *Картофель и овощи*. 2019;(11):2-4. [Vodanyuk S.A. Organic vegetables are the foundation of a nation's health. Potatoes and vegetables. 2019;(11):2-4 (In Russ.)]
38. Дашковский И. Продуктовая стратегия. Сможет ли импортозамещение спасти от проблем в мировой торговле, вызванных пандемией коронавируса. // Агротехника и технологии. май-июнь 2020, [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/analitics/article/33713-produktovaya-strategiya-smozhet-li-importozameshchenie-spasi-ot-problem-v-mirovoy-torgovle-vyzvannyi/> [Dashkovskiy I. Product strategy. Will import substitution be able to save from problems in global trade caused by the coronavirus pandemic? // Agrotechnics and technologies. May-June 2020, [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.agroinvestor.ru/analitics/article/33713-produktovaya-strategiya-smozhet-li-importozameshchenie-spasi-ot-problem-v-mirovoy-torgovle-vyzvannyi/>]
39. The World of Organic Agriculture 2020. Available online: <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2020.html>
40. Mariyono J., Killitarningsih A., Suswati E. Quantity and monetary value of agrochemical pollution from intensive farming in Indonesia. *Manag. Environ. Qual*. 2018;(29):759-779.
41. Czyżewski B., Matuszczak A., Miśkiewicz R. Public goods versus the farm price-cost squeeze: Shaping the sustainability of the EU's common agricultural policy. *Technol. Econ. Dev. Eco*. 2019;(25):82-102.
42. Trukhachev V., Sklyarov I., Sklyarova Y., Gorlov S., Volkogonova A. Monitoring of Efficiency of Russian Agricultural Enterprises Functioning and Reserves for Their Sustainable Development. *Montenegrin J. Econ*. 2018;(14):95-108.
43. Carpenter-Boogs L.; Kennedy, A.C.; Reganold, Y.P. Organic and biodynamic management effects on soil biology. *Soil Sci. Soc. Am. Y*. 2020;(64):1651-1659 [CrossRef].
44. Birkhofer, K.; Bezemer, T.M.; Bloem, Y.; Bonkowski, M.; Christensen, S.; Duhois, D.; Ekelund, E.; Fließbach, A.; Gunst, L.; Hedlund, K.; et al. Long-term organic farming fosters below and above-ground biota: Implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biol Biochem*. 2008;(40):2297-2308 [CrossRef].
45. Mazzoncini, M., Canali, S.; Giovannetti, M.; Castagnoli, M.; Tittarelli, F.; Antichi, D.; Nannelli, R.; Cristiani, C.; Barberi, P. Comparison of organic and conventional stockless arable systems: A multidisciplinary approach to soil quality, biological control and productivity. *Soil Biol Biochem*. 2008;(40):2297-2308 [CrossRef].
46. Benqtsson, I.; Ahnström, I.; Weibull, A.C. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: A meta-analysis. *Y. Appl. Ecol*. 2005;(42):261-269 [CrossRef].
47. Retourneau, D.K.; Bothwell, S.G. Comparison of organic and conventional farms: Challenging ecologists to make biodiversity functional. *Front. Ecol. Environ*. 2008;(6):430-438 [CrossRef].
48. Skinner, C.; Gattinger, A.; Krauss, M.; Krauss, H. M.; Mayer, J.; van der Heijden, M.G.A.; Mäder, P. The impact of land – term organic farming on soil-derived greenhouse gas emissions. *Sci. Rep. UK*. 2019;(9):1702. [CrossRef].
49. Council regulation (EC) №834/2007 on organic production and labeling of organic products and repealing Regulation (EC) №2092/91, 189, 1-23.
50. Regulation (EC) №2018/848 of the European parliament and of the council of 30 May 2018 on organic production and labeling of organic products and repealing Council Regulation (EC) №834/2007. OY L 2018;(150):1-92.



## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-20-32>  
УДК 635.25/.26

**А.В. Солдатенко<sup>1</sup>,  
М.И. Иванова<sup>2</sup>, А.Ф. Бухаров<sup>2</sup>,  
А.И. Кашлева<sup>2</sup>, Т.М. Середин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14 alex-soldat@mail.ru, timofey-seredin@rambler.ru

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) Россия, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500 ivanova\_170@mail.ru, afb56@mail.ru

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Солдатенко А.В., Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И., Середин Т.М. Перспективы введения в культуру дикорастущих видов рода *Allium* L. пищевого направления. *Овощи России*. 2021;(1):20-32. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-20-32>

**Поступила в редакцию:** 16.07.2020

**Принята к печати:** 11.11.2020

**Опубликована:** 25.02.2021

**Alexey V. Soldatenko<sup>1</sup>,  
Maria I. Ivanova<sup>2</sup>, Aleksander F. Bukharov<sup>2</sup>,  
Anna I. Kashleva<sup>2</sup>, Timofei M. Seredin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072 alex-soldat@mail.ru, timofey-seredin@rambler.ru

<sup>2</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center 500, Vereya, Ramensky district, Moscow region, Russia ivanova\_170@mail.ru, afb56@mail.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed equally to the writing of the article.

**For citations:** Soldatenko A.V., Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I., Seredin T.M. Prospects for introducing into the culture wild species of the genus *Allium* L. food direction. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):20-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-20-32>

**Received:** 16.07.2020

**Accepted for publication:** 11.11.2020

**Accepted:** 25.02.2021

# Перспективы введения в культуру дикорастущих видов рода *Allium* L. пищевого направления



## Резюме

**Актуальность.** Почти все виды *Allium* L. происходят из основного центра разнообразия, который простирается от бассейна Средиземного моря до Центральной Азии и за ее пределами. Растения рода *Allium* L. содержат разнообразные биологически активные вещества, такие как флавоноиды, сероорганические соединения, сапонины и др., оказывающие благотворное действие на здоровье человека. Ресурсы *Allium* L. в России являются потенциальным источником генов для расширения генетической базы сельскохозяйственных культур. Цель работы состояла в сборе информации о многообразии видов *Allium* L., естественной среде их обитания, информацию о биохимическом составе и биологической активности, традиционных способах использования в пищу разными народами и перспективе введения их в культуру. Обзор сфокусирован на наиболее характерных фактах и важной современной научной информации о представителях *Allium* L. пищевого направления. В обзор были включены различные базы данных, как Google Scholar, PubMed, Science Direct, SciFinder, Web of Science, РИНЦ и др., использованы онлайн-источники (Research Gate, Национальный центр биотехнологической информации (NCBI), Springer Nature Open Access, Wiley Online Library и др.). Список изученных видов *Allium* L. представлен согласно стандартам, принятым в базе данных International Plant Names Index (IPNI) или The Plant List. Это исследование дает представление о естественной среде обитания съедобных луков, информацию о биохимическом составе и биологической активности, традиционных способах использования в пищу разными народами и перспективе введения их в культуру. В дальнейшей деятельности в области генетических ресурсов должны быть предприняты серьезные усилия по сохранению видов *Allium* L., так как нетрадиционная их часть находится под угрозой.

**Ключевые слова:** съедобные виды *Allium* L., интродукция, биологически активные соединения, биологическая активность

# Prospects for introducing into the culture wild species of the genus *Allium* L. food direction

## Abstract

**Relevance and methods.** Almost all species of *Allium* L. come from the main center of species diversity of *Allium* L., which extends from the Mediterranean basin to Central Asia and beyond. *Allium* species are rich sources of biologically active compounds such as flavonoids, organosulfur compounds and saponins with beneficial effects on human health. *Allium*'s genetic resources in Russia are a potential source of genes for expanding the genetic base of crops. The purpose of the work was to collect information on the diversity of food *Allium* L., their natural habitat, information on the biochemical composition and biological activity, traditional methods of use in food by different peoples and the prospect of introducing them into the culture. The review focuses on the most characteristic facts and important modern scientific information about representatives of the *Allium* L. food industry, which may even acquire pharmacological significance in the future. The review included databases such as Google Scholar, PubMed, Science Direct, SciFinder, WoS, RSCI, etc. Other online sources were used (Research Gate, National Center for Biotechnological Information (NCBI), Springer Nature Open Access, Wiley Online Library, etc.). The list of studied *Allium* species is presented according to the standards adopted in the International Plant Names Index (IPNI) or The Plant List. This study presents the natural habitat of edible onions, provides information on the biochemical composition and biological activity, traditional methods of food use by different peoples and the prospect of introducing them into the culture. For future activities in the field of genetic resources, serious efforts must be made to conserve *Allium* L., as part of the genus is at risk.

**Keywords:** edible species of *Allium* L., introduction, biologically active compounds, biological activity.

### Введение

По оценкам, около 2500 видов растений подверглись одомашниванию во всем мире, причем один или сразу несколько видов представителей более 160 семейств стали сельскохозяйственными культурами [1]. Являясь одним из самых многочисленных, род *Allium* L. (*Amaryllidaceae*) объединяет около 1200 видов и стабильно пополняется [2, 3]. Результаты последних классификаций предлагают 15 подродов и 56 секций для *Allium* L. [4].

Основными центрами разнообразия *Allium* L. является Центральная Азия, Средиземноморье, западная часть Северной Америки [5, 6]. Виды *Allium* L. в основном встречаются в умеренных, полузасушливых и засушливых районах северного полушария [7]. Ареал естественного произрастания и культивирования ограничен на юге тропиками, на севере 60 параллелью. Богата луками флора Азии. Неазиатские виды лука составляют лишь 38,2% [8]. Наиболее богаты области Передней Азии (Турция, Иран, Афганистан) – более 130 видов. Для Средней и Центральной Азии указывается более 190 видов.

Род *Allium* L. привлекает внимание исследователей вследствие наличия у его представителей ценных лекарственных, пищевых и декоративных свойств, приспособительных возможностей, устойчивости к вредителям и болезням, экологической пластичности, что способствует конкурентоспособности видов и проявлению высокой степени адаптации за пределами естественных ареалов и широким географическим распространением [4, 9].

С древних времен съедобные луки играли важную роль в питании человека, этому способствует наличие специфического острого вкуса, запаха и лечебных свойств. Съедобные виды *Allium* L. составляли важную часть ежедневного рациона древних египтян, занятых тяжелым трудом на строительстве пирамид. В Древней Греции лук и чеснок составляли важную часть рациона воинов [10]. Римляне считали, что луковые культуры, присутствующие в рационе солдат и моряков, повышают силу и выносливость [11]. В Средние Века знания о лекарственных свойствах луков сохранились преимущественно в монастырях, где их продолжали выращивать [12]. В древней китайской цивилизации различные виды луков являлись частью ежедневного рациона питания, особенно в сочетании с сырым мясом [12], а также часто использовали в качестве лекарственного средства [13].

Острота и вкус лука зависят от количества содержащихся в них эфирных масел, сахаров, органических кислот, соединений серы, карбонильных соединений. Виды *Allium* L., имеющие слабую остроту, кажутся на вкус сладкими из-за низкого содержания в них эфирных масел, серосодержащих соединений, обуславливающих горький вкус лука. Также горький вкус придают гликозиды. Горьким вкусом обладают *A. galanthum* Kar. & Kir., *A. altynolicum* N. Friesen, *A. altaicum* Pall., *A. pskemense* V. Fedtsch. Из числа интродуцированных луков высоким содержанием сахаров отличаются *A. altaicum* Pall., *A. galanthum* Kar. & Kir., *A. ramosum* L. К острым можно отнести: *A. altaicum* Pall., *A. angulosum* L., *A. ramosum* L., *A. obliquum* L., *A. rubens* Schrad. ex Willd., *A. schoenoprasum* L.

Чесночный вкус, обусловленный наличием эфирного масла, в котором содержится аллицин и другие органические соединения сульфидной группы, отмечается у *A. senescens* L., *A. thunbergii* G. Don, *A. globosum* M. Bieb. ex Redoute.

Человек употребляет в пищу более 40 дикорастущих видов лука, часть из которых используют при создании новых сортов и гибридных форм [14]. Наиболее распространенными и культивируемыми видами рода *Allium* L. являются *A. cepa* L., *A. sativum* L., *A. porrum* L., *A. schoenoprasum* L., *A. nutans* L., *A. fistulosum* L., *A. ascalonicum* L. Лук репчатый и чеснок выращивают по всему миру, лук порей – преимущественно в Европе, а лук батун японского подвида – в Восточной Азии [15].

В Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию, на 2020 год включено 2 сорта лука алтайского (*A. altaicum* Pall.), 1 – афлатунского (*A. aflatunense* V. Fedtsch.), 62 – батун (*A. fistulosum* L.), 9 – душистого (*A. ramosum* L.), 2 – косоного (*A. obliquum* L.), 1 – краснеющего (*A. erubescens* K. Koch), 3 – многоярусного (*A. x proliferum* (Moench) Schrad. ex Willd.), 1 – Ошанина (*A. oschaninii* O. Fedtsch.), 28 – порея (*A. porrum* L.), 2 – причесочно-го (*A. scorodoprasum* L.), 401 – репчатого (*A. cepa* L.), 9 – слизуна (*A. nutans* L.), 63 – шалота (*A. ascalonicum* L.), 20 – шнитта (*A. schoenoprasum* L.). Основные виды, имеющие отработанные формы и сорта для коммерческого использования, следующие: *A. altaicum* Pall., *A. fistulosum* L., *A. odorum* L., *A. obliquum* L., *A. ledebourianum* Schult. & Schult. f., *A. nutans* L., *A. ascalonicum* L., *A. schoenoprasum* L. [16]. Однако еще больше видов лука, которые недостаточно освоены и изучены, но представляют интерес для интродукции и окультуривания.

Цель исследования – дать представление о многообразии пищевых *Allium* L., естественной среде их обитания, информацию о биохимическом составе и биологической активности, традиционных способах использования в пищу разными народами и перспективе введения их в культуру

### Материал и методы исследования

В связи с исследованием и поддержанием зародышевой плазмы во ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО создана коллекция *Allium* L. из 12 подродов, 34 секций, 80 видов *ex situ*: а) семян; б) полевые «живые» коллекции в количестве 250 образцов отечественной и иностранной селекции, а также из различных ботанических садов РФ. Генетическая коллекция представителей рода *Allium* L. – совокупность собранных и созданных образцов растений, представляющих научную ценность, которые систематизированы и документированы в установленном порядке. Единица генетической коллекции представлена десятью или более растениями, произрастающими в открытом грунте на коллекционном участке. Полевые генные коллекции или «живые» коллекции *Allium* L. по видам и секциям размещены на микрополевых делянках до 3 м<sup>2</sup>, которые базируются на ручном труде.

Список изученных видов *Allium* L. пищевого направления представлен согласно стандартам, принятым в базе данных International Plant Names Index (IPNI) или The Plant List (табл. 1).

Таблица 1. Комплекс видов рода *Allium L.* пищевого направления из биокolleкции ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО  
 Table 1. The complex of species of the genus *Allium L.*, food direction, from the All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center

Подрод Subgenus	Секция Section	Вид Species	
		латинское название latin name	русское название russian name
<i>Allium</i>	<i>Allium</i> Wendelbo	<i>A. ascalonicum</i> L.	Л. шалот
<i>Reticulatobulbosa</i>	<i>Campanulata</i> Kamelin	<i>A. barszewskii</i> Lipsky	Л. Барщевского
	<i>Reticulatobulbosa</i> Kamelin	<i>A. leucocephalum</i> Turcz. Ex Vved.	Л. белоголовый
		<i>A. lineare</i> L.	Л. линейный
<i>Polyprason</i>	<i>Daghestanica</i> (Tscholok.) N. Friesen	<i>A. suaveolens</i> Jacq.	Л. пахучий
	<i>Falcatifolia</i> N. Friesen	<i>A. hymenorrhizum</i> Ledeb.	Л. плевокорневищный
	<i>Oreiprason</i> F. Herm.	<i>A. obliquum</i> L.	Л. косой
<i>Cepa</i>	<i>Cepa</i> (Mill.) Prokh.	<i>A. altaicum</i> Pall.	Л. алтайский
		<i>A. fistulosum</i> L.	Л. батун
		<i>A. galanthum</i> Kar. & Kir.	Л. молочнокветковый
		<i>A. oschaninii</i> O. Fedtsch.	Л. Ошанина
	<i>Schoenoprasum</i> Dum.	<i>A. pskemense</i> B. Fedtsch.	Л. пскемский
		<i>A. altynolicum</i> N. Friesen	Л. алтынкольский
		<i>A. ledebourianum</i> Schult. & Schult. f.	Л. Ледебур
		<i>A. oliganthum</i> Kar. & Kir.	Л. малоцветковый
		<i>A. schoenoprasum</i> L.	Л. шнитт
<i>Butomissa</i>	<i>Butomissa</i> (Salisb.) Kamelin	<i>A. ramosum</i> L.	Л. ветвистый, душистый
		<i>A. tuberosum</i> Rottler ex Spreng	Л. клубневой
<i>Amerallium</i>	<i>Narkissoprason</i> Hermann	<i>A. narcissiflorum</i> Vill.	Л. нарциссоцветный
<i>Cyathophora</i>	<i>Cyathophora</i> R.M. Fritsch	<i>A. chyathophorum</i> Bureau & Franch	Л. бокальценосный
<i>Melanocrommyum</i>	<i>Actropetala</i> R.M. Fritsch	<i>A. gultschense</i> O. Fedtsch.	Л. гульчинский
		<i>A. sewerzowii</i> Regel	Л. Северцова
		<i>A. aflatunense</i> B. Fedtsch.	Л. афлатунский
	<i>Melanocrommyum</i> Webb & Berthel. S.S.	<i>A. libani</i> Boiss.	Л. ливанский
		<i>A. cyrillii</i> Ten.	Л. Кирилла
	<i>Procerallium</i> R. M. Fritsch	<i>A. altissimum</i> Regel	Л. высочайший
	<i>Compactoprason</i> R.M. Fritsch	<i>A. komarowii</i> Lipsky	Л. Комарова
<i>Megaloprason</i> Wendelbo	<i>A. suworowii</i> Regel	Л. Суворова	
<i>Amerallium</i>	<i>Chamaeprason</i> Hermann	<i>A. chamaemoly</i> L.	Л. приземный
<i>Rhizirideum</i>	<i>Rhizirideum</i> G. Don ex Koch	<i>A. angulosum</i> L.	Л. угловатый
		<i>A. montanum</i> F.W. Schmidt	Л. горный
		<i>A. nutans</i> L.	Л. слизун
		<i>A. senescens</i> L.	Л. стареющий
<i>Anguinum</i>	<i>Anguinum</i> G. Don ex Koch.	<i>A. victoralis</i> L.	Л. победный

Методы исследований – интродукция, мобилизация существующих генетических ресурсов растений. Сохранение и поддержание генетической коллекции представителей рода *Allium L.* осуществляли в рамках выполнения Государственного задания.

Пополнение коллекции видов осуществлялся путем обмена посадочным материалом (семена и луковицы) с ботаническими садами, научно-исследовательскими и учебными учреждениями, садоводами-любителями.

Средние фенодаты представителей рода *Allium L.* пищевого направления представлены в таблице 2.

Содержание сухого вещества, моносахаров, витамина С, нитратов и каротина определяли по общепринятым методикам [17]. Суммы флавоноидов и гидроксикоричных кислот определяли в соответ-

ствии с апробированной и рекомендованной методикой [18].

Определение суммы гидроксикоричных кислот (ГКК) проводили при длине волны 328 нм. В качестве холостого опыта использовали 96 % спирт. Долю определяемого компонента устанавливали по формулам:

$$X_{\text{ГКК}} = D \cdot V \cdot p / (m \cdot 507) \quad (1)$$

где D – оптическая плотность; V – объем экстракта, мл (100 мл); p – разведение (в 10 раз); m – масса навески, г; величина 507 – удельный показатель поглощения гидроксикоричных кислот в растворах.

Определение суммы флавоноидов проводили в спиртовых экстрактах. Аналитическую пробу измельчали до частиц не более 1 мм. Около 1 г (точная навеска) обрабатывали 50 мл этилового спирта (70%): нагрева-



ли в колбе с обратным холодильником в течение 30 мин., периодически встряхивая для смывания частиц сырья со стенок. Колбу охлаждали и доводили до метки тем же раствором. Извлечение фильтровали в колбу на 100 мл и доводили до метки этиловым спиртом (70%). Оптическую плотность измеряли при  $\lambda = 338$  нм. Холостой опыт – этиловый спирт (70%). Содержание (в %) суммы флавоноидов в пересчете на 2'-О-арабинозид изоветиксина устанавливали по формуле:

$$X = D \cdot 100 / (m \cdot 353), \quad (2)$$

где D – оптическая плотность раствора; m – масса навески, г; 100 – объем мерной колбы, мл; 353 – удельный показатель поглощения.

Метод определения хлорофиллов в ацетоновых экстрактах основан на измерении оптической плотности ацетоновой вытяжки при  $\lambda = 662$  нм (хлорофилл а),  $\lambda = 645$  нм (хлорофилл b) с последующим расчетом концентрации пигментов по уравнениям Ветштейна и Хольма для 100 % ацетона. Навеску (0,25...0,50 г) растирали с песком и мелом в небольшом количестве ацетона, к растертому материалу приливали 20...25 мл ацетона, далее фильтровали и спектрофотометрирова-

ли. Концентрацию пигментов в растворе устанавливали по формулам:

$$C_a = 9,784 \times D_{662} - 0,99 \times D_{644} \quad (3)$$

$$C_b = 21,426 \times D_{644} - 4,650 \times D_{662} \quad (4)$$

$$C_{a+b} = 5,134 \times D_{622} + 20,436 \times D_{644} \quad (5)$$

$$C = 4,695 \times D_{440,5} - 0,268(C_a + C_b), \quad (6)$$

где  $C_a$  – концентрация хлорофилла а, мкг/мл;  $C_b$  – концентрация хлорофилла b, мкг/мл;

Содержание пигментов в образце (мкг/г) находили по формуле:

$$X = C \times V / m, \quad (7)$$

где C – концентрация пигмента в растворе, мкг/мл; V – объем вытяжки, мл; m – масса навески, г.

Повторность опытов трехкратная. По каждому виду лука учитывали среднюю арифметическую величины показателя изучаемого вещества. Определяли средние величины показателей изученных веществ (M) разных видов луков и стандартное отклонение выборки от среднего ( $\sigma$ ). Статистическую обработку проводили с использованием программы Microsoft Excel 2007.

Таблица 2. Средние фенодаты представителей рода *Allium* L. пищевого назначения в питомнике интродукции ВНИИО – филиала ФГБУ ФНЦО, Московская область, Раменский район, (2016–2017 годы)

Table 2. Average phenodates of representatives of the genus *Allium* L. of the food direction in the introduction nursery All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Moscow Region, Ramensky District, (2016–2017)

Вид Species	Начало весеннего отрастания The beginning of spring regrowth	Начало отрастания цветоноса The beginning of the growth of the peduncle	Начало раскрытия чехлика The beginning of the disclosure of the case	Начало цветения Beginning of flowering	Начало созревания семян Seed ripening start	Уборочная спелость семян Harvesting ripeness of seeds
<i>A. ascalonicum</i>	07.04	13.05	03.06	10.06	20.06	16.07
<i>A. barsczewskii</i>	13.04	30.04	14.05	24.05	10.06	24.06
<i>A. leucocephalum</i>	12.04	31.05	05.07	14.07	11.08	18.09
<i>A. lineare</i>	12.04	08.05	28.05	31.05	14.06	03.07
<i>A. suaveolens</i>	14.04	20.05	12.06	14.06	08.07	12.08
<i>A. hymenorrhizum</i>	12.04	25.05	13.06	22.06	01.07	27.07
<i>A. obliquum</i>	14.04	04.05	30.05	02.06	06.06	16.07
<i>A. altaicum</i>	07.04	15.05	02.06	06.06	18.06	16.07
<i>A. fistulosum</i>	07.04	15.05	29.05	06.06	17.06	16.07
<i>A. galanthum</i>	07.04	15.05	27.05	06.06	17.06	16.07
<i>A. oschaninii</i>	07.04	13.05	03.06	10.06	21.06	24.07
<i>A. pskemense</i>	07.04	25.05	20.06	25.06	05.07	18.07
<i>A. altynolicum</i>	15.04	08.05	04.06	07.06	18.06	03.07
<i>A. ledebourianum</i>	15.04	21.05	12.06	02.07	15.07	03.09
<i>A. oliganthum</i>	15.04	26.04	08.05	16.05	03.06	24.06
<i>A. schoenoprasum</i>	07.04	26.04	08.05	16.05	03.06	20.06
<i>A. ramosum</i>	13.04	31.05	01.07	08.07	8.08	18.09
<i>A. tuberosum</i>	15.04	23.06	10.07	24.07	10.08	18.09
<i>A. narcissiflorum</i>	10.04	20.05	24.06	08.07	02.08	03.09
<i>A. cyathophorum</i>	12.04	27.05	28.06	10.07	02.08	03.09
<i>A. gulczense</i>	13.04	07.05	30.05	01.06	14.06	03.07
<i>A. sewerzowii</i>	12.04	07.05	31.05	03.06	14.06	03.07
<i>A. aflatunense</i>	27.03	17.04	08.05	12.05	30.05	01.07
<i>A. libani</i>	12.04	27.05	27.06	19.07	10.08	11.09
<i>A. cyrillii</i>	12.04	27.05	18.06	08.07	03.08	03.09
<i>A. altissimum</i>	13.04	20.05	11.06	17.06	08.07	12.08
<i>A. komarowii</i>	12.04	25.05	05.06	10.06	22.06	24.07
<i>A. suworowii</i>	02.04	26.04	10.05	12.05	30.05	01.07
<i>A. chamaemoly</i>	10.04	23.05	01.07	13.07	02.08	03.09
<i>A. angulosum</i>	12.04	27.05	20.06	01.07	23.07	26.08
<i>A. montanum</i>	11.04	19.05	12.06	08.07	02.08	03.09
<i>A. nutans</i>	12.04	08.06	08.07	21.07	9.08	11.09
<i>A. senescens</i>	10.04	20.05	18.06	08.07	02.08	03.09
<i>A. victorialis</i>	10.04	17.04	09.05	12.05	30.05	24.06

## Результаты и обсуждение

Все многообразие дикорастущих видов луков остается невостребованным современной медициной, что, по-видимому, обусловлено слабой изученностью их химического состава. В условиях Московской области в группе исследованных луковых культур содержание сухих веществ варьировало от 8,6 (*A. leucocephalum* Turcz. Ex Vved.) до 19,3 (*A. narcissiflorum* Vill.), в среднем – 23,6±2,9 %; нитратов – от 110 (*A. ramosum* L.) до 256 (*A. tuberosum* L.), в среднем – 175,3±37,5 мг/кг сырой массы; моносахаров – от 2,6 (*A. oschaninii* O. Fedtsch., *A. altyncolicum* N. Friesen, *A. ledebourianum* Schult. & Schult. f.) до 4,2 (*A. ascalonicum* L., *A. ramosum* L., *A. cyrilli* Ten.), в среднем – 3,3±0,6 % сырой массы; аскорбиновой кислоты – от 119,2 (*A. pskemense* B. Fedtsch.)

до 133,5 (*A. suworowii* Regel), в среднем – 126,0±4,1 мг% сырой массы; хлорофилла от 138 (*A. pskemense* B. Fedtsch.) до 289 (*A. gultschense* B. Fedtsch., *A. ascalonicum* L.) мг/100 г сухой массы, в среднем – 219,1±46,8 мг%; каротина – от 14,5 (*A. pskemense* B. Fedtsch.) до 33,1 (*A. barsczewskii* Lipsky), в среднем – 24,2±4,9 мг/кг сырой массы; гидроксикоричных кислот – от 169,8×10<sup>-3</sup> (*A. oliganthum* Kar. & Kir.) до 185,0×10<sup>-3</sup> (*A. sewerzowii* Regel), в среднем – 174,4±3,9×10<sup>-3</sup>% сухой массы; флавоноидов – от 289,8×10<sup>-3</sup> (*A. oliganthum* Kar. & Kir.) до 311,3×10<sup>-3</sup> (*A. sewerzowii* Regel), в среднем – 296,0±5,0×10<sup>-3</sup>% сухой массы (табл. 3). Исследованных представителей рода *Allium* L. можно рассматривать как потенциальные источники биологически активных соединений [19].

Таблица 3. Биохимические показатели представителей рода *Allium* L. пищевого направления из биоколлекции ВНИИО – филиал ФГБУ ФНЦО (2016–2017 гг.) [18]

Table 3. Biochemical indicators of representatives of the genus *Allium* L. food direction from the biolection of All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center (2016–2017) [18]

Вид Species	Сухое вещество, % Dry matter, %	Нитраты, мг/кг сырой массы Nitrates, mg / kg (wet weight)	Моносахара, % (сырая масса) Monosugar, % (wet weight)	Аскорбиновая кислота, мг % (сырая масса) Ascorbic acid, mg % (wet weight)	Хлорофилл, мг /100 г (сырая масса) Chlorophyll, mg / 100 g (dry weight)	Каротин, мг/кг (сырая масса) Carotene, mg / kg (wet weight)	Гидроксикоричные кислоты, 10-3% (сырая масса) Hydroxycinnamic acids, 10-3% (dry weight)	Флавоноиды, 10-3% (сырая масса) Flavonoids, 10-3% (dry weight)
<i>A. ascalonicum</i>	15,3	194	4,2	129,1	289	30,1	170,0	290,4
<i>A. barsczewskii</i>	11,9	245	4,1	129,7	236	33,1	173,6	294,2
<i>A. leucocephalum</i>	8,6	234	3,5	129,5	212	19,2	177,7	300,8
<i>A. lineare</i>	9,01	190	2,9	127,5	212	29,5	177,3	298,7
<i>A. suaveolens</i>	18,9	167	3,9	127,5	267	32,7	176,9	301,7
<i>A. hymenorrhizum</i>	14,4	220	3,1	127,9	235	28,3	178,8	300,4
<i>A. obliquum</i>	15,7	117	3,8	128,4	198	23,4	180,9	306,2
<i>A. altaicum</i>	11,6	111	3,8	122,6	139	19,9	172,5	293,6
<i>A. fistulosum</i>	17,3	111	2,8	127,9	197	24,4	172,4	293,2
<i>A. galanthum</i>	12,8	215	3,4	124,8	283	29,1	172,3	294,1
<i>A. oschaninii</i>	13,9	178	2,6	122,9	146	16,8	172,6	302,5
<i>A. pskemense</i>	11,7	170	2,7	119,2	138	14,5	172,2	292,9
<i>A. altyncolicum</i>	17,9	169	2,6	128,8	252	23,7	174,0	295,2
<i>A. ledebourianum</i>	9,3	237	2,6	121,1	233	21,2	170,6	293,8
<i>A. oliganthum</i>	11,9	187	2,7	122,4	218	19,6	169,8	289,8
<i>A. schoenoprasum</i>	13,6	200	2,8	123,6	204	18,4	173,0	294,6
<i>A. ramosum</i>	14,5	110	4,2	119,4	157	18,6	180,1	304,5
<i>A. tuberosum</i>	12,4	256	2,9	133,4	254	31,7	176,7	294,2
<i>A. narcissiflorum</i>	19,3	139	2,9	128,7	167	19,4	171,8	292,9
<i>A. chyatophorum</i>	17,8	227	3,2	125,5	250	26,5	171,4	291,2
<i>A. gultschense</i>	10,1	158	2,9	130,4	289	19,4	172,2	293,8
<i>A. sewerzowii</i>	14,1	170	3,9	122,8	213	23,8	185,0	311,3
<i>A. aflatunense</i>	12,9	187	3,1	130,8	287	24,2	181,6	298,5
<i>A. libani</i>	8,6	145	2,7	119,4	159	20,1	170,8	291,2
<i>A. cyrilli</i>	10,9	189	4,2	127,9	147	24,5	172,8	294,1
<i>A. altissimum</i>	12,6	162	2,8	126,5	248	27,6	174,9	296,9
<i>A. komarowii</i>	12,9	175	2,9	129,8	256	25,8	171,4	291,2
<i>A. suworowii</i>	13,7	151	3,8	133,5	261	28,9	181,3	298,6
<i>A. chamaemoly</i>	12,8	146	3,8	123,7	258	22,4	173,3	294,6
<i>A. angulosum</i>	12,0	158	3,7	122,4	187	23,1	172,2	293,5
<i>A. montanum</i>	11,8	156	3,9	125,6	198	29,0	172,4	293,5
<i>A. nutans</i>	13,9	163	3,7	128,7	195	25,3	173,2	294,9
<i>A. senescens</i>	14,0	167	3,0	120,0	200	26,9	171,5	292,1
<i>A. victorialis</i>	18,6	154	3,8	131,8	254	27,4	179,9	304,0
Среднее (M)	13,6	175,3	3,3	126,0	219,1	24,2	174,4	296,0
Стандартное отклонение (σ)	2,9	37,5	0,6	4,1	46,8	4,9	3,9	5,0

Таблица 4. Биологическая активность представителей рода *Allium L.*  
Table 4. Biological activity of representatives of the genus *Allium L.*

Биологическая активность Biological activity	Citation Ссылка
Антиоксидантная	[20-24]
Антимикробная	[25-34]
Противовоспалительная	[35-37]
Антипролиферативная и противоопухолевая	[38-46]
Антидиабетическая	[47]

За последние годы были проведены интенсивные исследования по оценке биологической активности *Allium L.* (табл. 4), их экстрактов и эфирного масла. Чеснок и лук репчатый - самые известные и два наиболее проверенных вида *Allium L.* В народной медицине луки многолетние также используются для лечения бактериальных инфекций, таких как дизентерия, язвы, раны, шрамы, астма. Использовали адьювантную терапию при диабете, для профилактики высокого кровяного давления и потери аппетита.

В горах Центральной Азии произрастают виды *Allium L.*, объединенные в общую группу, за которой закрепилось название «анзур» (горный лук), которое народы Востока использовали по отношению к этим растениям с древнейших времен [48]. Луки «анзур» принадлежат к эфемероидам и характеризуются коротким периодом вегетации: он начинается с таяния снега и заканчивается еще до наступления жары. Отличаются они и высокой зимостойкостью, длительным периодом цветения. Луковицы группы «анзур» крупные, плоскоокруглые. Весной розоватые упругие ростки появляются из-под снега, отрастая, они становятся зелеными либо широкими, эллиптическими, либо длинными, линейными, заостренными листьями [49].

Обитают среднеазиатские эндеми в различных экологических условиях, часто в верхнем и среднем поясах гор, на травянистых склонах – *A. aflatumense* B. Fedtsch.; в ущельях – *A. altissimum* Regel и *A. longicuspis* Regel, на каменистых сухих склонах – *A. elatum* Regel, *A. gultschense* B. Fedtsch., *A. oschaninii* O. Fedtsch. и *A. vavilovii* M. Pop. et Vved.; иногда в нижнем поясе гор на мягких склонах – *A. cristophii* Trautv., *A. giganteum* Regel, *A. stipitatum* Regel или здесь же, но в известняковых осыпях – *A. karataviense* Regel, в тени скал и деревьев – *A. rosenbachianum* Regel, на песках и щебнистых склонах – *A. schubertii* Zucc.; на мелкоземистых склонах от предгорий до среднего горного пояса – *A. suworowii* Regel, даже в пустынях на выходах пестроцветных пород – *A. turkestanicum* Regel и др. [50].

*A. rosenbachianum* Regel и *A. giganteum* Regel в основном произрастают в горных местах и долинах юго-западного Памира, встречаются на мягких склонах в среднем поясе Гиссарского хребта. Они могут расти по берегам рек, в кленовых, ореховых лесах, среди кустарников. Листья собирают весной, до начала цветения. Место среза окрашивается в фиолетовый цвет [51]. В листьях *A. rosenbachianum* Regel на абсолютно сухой вес содержится витамина С до 830 мг%, провитамина А – 10 мг%, углеводов – 5,3 мг%, белков – 3,9 мг%, эфирных масел – 28 мг%. В листьях *A. giganteum* Regel

на абсолютно сухой вес содержится витамина С до 670 мг%, провитамина А – 4 мг%, углеводов – 6,5 мг%, белков – 2,6 мг%, эфирных масел – 16 мг% [52]. В сезон сбора из листьев приготавливают традиционный вегетарианский суп, который в начале варки становится оранжево-розоватым, а потом, по готовности, темно-фиолетовым. Этими свойствами листья луков обладают благодаря содержанию каротина, следов йода, флавоноидов, эфирных масел и др. Многие едят его с чакой – национальным продуктом, являющим собой кислое молоко. Этот суп полезен при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, особенно больным, страдающим запорами. Помогает нормализовать повышенное артериальное давление, справиться с авитаминозом после зимнего периода, когда естественные природные витамины особенно в дефиците. В жару потребляют в виде охлажденного супа [53].

В надземной зеленой части растений *A. aflatumense* B. Fedtsch. в фазу потребительской спелости в расчете на сырое вещество содержалось 9,9 % сухого вещества, 87 мг% витамина С, 11,7 мг/кг каротиноидов, суммы флавоноидов –  $148,5 \times 10^{-3}\%$ , гидроксикоричных кислот –  $81,6 \times 10^{-3}\%$ , хлорофилла а –  $20,7 \times 10^{-3}\%$ , и хлорофилла b –  $8,0 \times 10^{-3}\%$  [54]. По вкусу лук афлатунский, как и все анзуры, напоминает больше редис, чем лук. Несколько неприятный запах и вкус обусловлены наличием эфирных масел и сапонинов. Луковицы съедобны в вареном и печеном виде. Целебные свойства народными Азии известны давно, однако ввиду присутствия в нем стероидных сапонинов народная практика лечения требует определенной осторожности при применении этого лука. Ввиду малой изученности этого вида лука официальной медициной рекомендаций пока нет [55].

Пищевая ценность листьев *A. suworowii* Regel показывает, что в фазу потребительской спелости в расчете на сырое вещество содержалось 13,7% сухого вещества, 123 мг% витамина С, 14,7 мг/кг каротиноидов, суммы флавоноидов –  $148,6 \times 10^{-3}\%$ , гидроксикоричных кислот –  $81,3 \times 10^{-3}\%$ , хлорофилла а –  $25,9 \times 10^{-3}\%$ , хлорофилла b –  $10,2 \times 10^{-3}\%$  [54].

В Казахстане наиболее ценится *A. galanthum* Kar. & Kir., дающий большую вегетативную массу, по вкусу не уступающую луку репчатому, и начинающий вегетацию на три недели раньше него. Он широко распространен по мелкопочкам, щебнистым и каменистым степям и склонам гор [56]. Местное население Заилийского Алатау (северный Тянь-Шань) заготавливает этот лук на продажу в огромных количествах, что сказывается на состоянии популяций [57]. Плотность



популяции *A. galanthum* Kar. & Kir. в Сюгатинских горах, не подвергнутых антропогену, составляла в 2012 году в среднем 300, в 2013 году – 335, в 2014 году – 350 особей на 1 га. Средняя урожайность популяции *A. galanthum* Kar. & Kir. в 2012 году на площадках мониторинга в г. Сюгаты вследствие интенсивного сбора лука населением для продажи составляла 0,8 ц/га сырой массы, зеленое перо без луковиц – 0,7 ц/га, прикорневые луковицы – 0,06 ц/га. В 2013 году средняя урожайность популяции *A. galanthum* Kar. & Kir. на площадках мониторинга составила 0,9 ц/га сырой массы (зеленое перо без луковиц) – 0,8 ц/га, прикорневые луковицы – 0,08 ц/га, в 2014 году средняя урожайность популяции на площадках мониторинга составила 1,5 ц/га сырой массы (зеленое перо без луковиц) – 1,4 ц/га, прикорневые луковицы – 0,15 ц/га. Повышение урожайности происходит за счет увеличения числа генеративных особей, умножения численности растений и луковиц в клонах. Происходит деградация данного участка, поскольку крупные клоны были выкопаны сборщиками лука полностью [56].

До 54 видов лука встречается в Сибири [58], из них 28 – в условиях Алтайского края [16]. Для Дальнего Востока и Якутии описано всего 9 видов [59].

*A. altaicum* Pall. произрастает в высокогорных условиях на каменистых обнажениях и скалах Южного Алтая, Южной Сибири, Прибайкалье и Забайкалье до Амурской области. За пределами СНГ встречается в Монголии [60]. Выносит морозы до  $-50^{\circ}\text{C}$ . Благодаря крупной луковице лук алтайский служит основным заменителем репчатого лука в тех районах, где суровые климатические условия и короткий вегетационный период не позволяют заниматься огородничеством. Интенсивный промысел луковиц в ареалах его распространения приводит к уничтожению вида, поэтому лук алтайский занесен в Красную Книгу Российской Федерации, Республик Алтай и Тыва [16]. Наибольшей практической значимостью для срезки зелени (основное направление использования лука алтайского) обладают рано отрастающие образцы, с продолжительным периодом от отрастания до фазы стрелкования [61].

*A. pskemense* V. Fedtsch. встречается на скалах и осыпях среднегорного пояса Тянь-Шаня [62]. Его используют для получения гибридных форм, устойчивых к жаре, засухе, патогенам, отличающихся высокой урожайностью [14]. Растения менее склонны к ветвлению, часто однолуковичные. Пищевая ценность лука пскемского обусловлена наличием витаминов, таких как аскорбиновая кислота, каротина и биологически активных веществ, в том числе флавоноидов и гидроксикоричных кислот [63].

*A. oschaninii* O. Fedtsch. – эндемик, распространен в среднем поясе гор Памира и Алтая. Растения, как правило, располагаются в трещинах скал или на каменистых склонах. Местное население использует листья и луковицы в пищу в свежем и консервированном виде. Ранней весной и осенью его зеленые листья являются важным источником витаминов. Листья богаты витаминами, флавоноидами и гидроксикоричными кислотами [64].

*A. x proliferum* (Moench) Schrad. ex Willd. – предполагается, что это стерильный гибрид *A. sera* x *A.*

*fistulosum*. На цветочной стрелке вместо цветков формируются воздушные луковицы в 1–4 яруса, с помощью которых происходит вегетативное размножение. Подземная луковица в течение вегетационного сезона делится на две. Используются листья на зелень и воздушные луковицы.

*A. fistulosum* L. – используется в пищу листья в качестве приправы на зелень и отбеленные основания листьев (ложный стебель). В китайской медицине популярное укрепляющее и болеутоляющее средство. В культуре в Японии и Китае выращивался на протяжении более 2000 лет, в России интенсивно разводится на Дальнем Востоке и Сибири [65]. Может произрастать как в довольно холодных регионах с морозными зимами (Сибирь), так и в условиях повышенных температур с высокой влажностью (Браззавиль, Киншаса в Центральной Африке), наиболее часто встречающаяся высота н. ур. м. – 500 м. Однако на Яве (Индонезия) произрастает на высоте около 200 м н.ур.м. [66], а в условиях культуры выдерживает высоты до 3100–3850 м н. ур. м. [67]. Дикие родственники лука батун распространены в районах Западного Китая и некоторых соседних странах Средней Азии, и где его культивировали в течение более 2000 лет [68], здесь происходил активный формообразовательный процесс этого вида [69]. Лук батун ценят за высокую питательную ценность из-за значительного количества витаминов, макро- и микроэлементов, эфирных масел, а также флавоноидов, обладающих антиоксидантными свойствами. В странах Восточной Азии лук батун выращивают для получения листовой зеленой массы, однако основное направление культивирования этого растения – получение высокого, мясистого, сочного ложного стебля. В условиях Московской области средняя урожайность лука батун при весеннем посеве составляет 2,4–4,6 кг/м<sup>2</sup>. Зелень пригодна для транспортировки на дальние расстояния, хорошо хранится в нерегулируемых условиях [70, 71]. В последние годы на рынке стали популярны новые сорта лука-батун разновидности японской, формирующие один ложный стебель [72], которые пригодны для уборки целого растения [73]. Такие сорта, имеющие короткий вегетационный период, значительную длину ложного стебля, прямостоячее положение и небольшое число длинных листьев, сильный аромат, могут быть альтернативой срезанному зеленому перу лука репчатого [74]. Преимуществами японской разновидности батун являются его высокая устойчивость к низким температурам, небольшие требования к почве, высокая пищевая ценность и уникальный вкус [75]. Богат витамином С, но также содержит другие ценные соединения, такие как каротиноиды, макро- и микроэлементы, особенно Са и К, а также флавоноиды, которые являются сильными антиоксидантами [76].

*A. longicuspis* Regel представляет интерес для селекции. Этот вид распространен по горным районам юго-востока Казахстана. Вид отмечен в Шу-Илейских горах, встречается редко, образуя небольшие популяции вблизи речек и ручьев [57].

*A. nutans* L. – южносибирско-североказахстанский вид, распространен от верховьев Енисея на востоке и до Южного Урала в Республике Башкортостан на западе. На Южном Урале проходит западная граница его

ареала. В западной части ареала вид повсюду редок и нуждается в охране, включен в Красную книгу Республики Башкортостан (2011) [77] (2 категория – вид, сокращающийся в численности) и Красную книгу Челябинской обл. (2005) [78] (3 категория – редкий вид). Охраняется в ряде других регионов азиатской части Российской Федерации (Курганская, Тюменская, Томская обл.) [79]. *A. nutans* L. включен в список приоритетных редких и исчезающих видов степной зоны РБ, нуждающихся в специальных мероприятиях для их охраны (включая интродукцию и реинтродукцию) [80]. На хребте Калбинский в Казахстанской части Алтая биологический запас надземной и подземной массы в ценопопуляции ковыльно-луково-иссопового фитоценоза колеблется от 0,94 до 1,05 кг/м<sup>2</sup>. Масса листьев, пригодных для заготовки, колеблется от 0,24 до 0,32 кг/м<sup>2</sup>. Общая масса товарных побегов и листьев, пригодных для изъятия, составляет 0,37-0,5 кг/м<sup>2</sup>. Ориентировочная периодичность заготовки 1 раз в 4 года [81]. Имеет салатное значение, так как листья содержат витамины, минеральные соли, железо. Используют для лечения авитаминоза и малокровия. За лето делают до 5 срезок листьев на зелень при условии высокого агрофона.

*A. senescens* L. в Сибири разделен на 4 вида [58]. *A. austrosibiricum* N. Friesen – растение высотой до 35 см, с узкими линейными листьями, которые намного короче цветоноса, и густым полушаровидным соцветием. Произрастает в каменистых степях Юго-Восточного Алтая и Тувы. *A. burjaticum* N. Friesen, высотой до 20 см, с узкими слегка желобчатыми листьями, равными высоте цветоноса и шаровидным густым соцветием. Произрастает на степных каменистых склонах, в остепененных сосновых лесах, на песках в Средней и Восточной Сибири. *A. dahuricum* Friesen имеет узкие листья, длина которых не достигает середины высоты цветоноса, и полушаровидное соцветие. Произрастает в разнотравных степях, на остепененных пойменных лугах, среди кустарников в Восточной Сибири. *A. senescens* s. str. L. отличается широкими, короткими, часто серповидно изогнутыми листьями, густым многоцветковым соцветием и крупными размерами. Произрастает по степным, каменистым и щебнистым склонам в Восточной Сибири. *A. senescens* subsp. *glauca* (Regel) Dostál – растение с плоскими линейными сизыми листьями короче цветоноса и шаровидным соцветием. Этот подвид произрастает на сухих лугах, в степях, на степных каменистых склонах в Западной и Восточной Сибири. Близкородственные виды часто гибридизируют. На территории юго-восточного Забайкалья на одной особи формируется до 6,3 листьев, длина которых 18,8 см, ширина 0,4 см; наибольший коэффициент обилия *A. senescens* L. отмечен в луково-разнотравной степи [82].

*A. schoenoprasum* L. – очень распространенный вид. Широко известен как культивируемое пищевое растение. Встречается практически по всей Северной Евразии от Британии до Камчатки, а также в Северной Америке на лугах, в долинах рек, реже – на каменистых склонах [65]. Приурочен в основном к нелесным участкам с бедными минеральными почвами и достаточным увлажнением, обычен на мерзлотных грунтах, полностью отсутствует в аридных областях. Благодаря

способности выдерживать низкие температуры растет в Арктических регионах до 70°N. На низких высотах растет в горных районах, например, в Северной Индии, в субальпийском и альпийском поясе, на высоте 1600–2200 м [83] и до 3300 м над ур. м. [84]. В условиях культуры выдерживает высоты до 4060 м над ур. м. [66].

В Забайкалье известно до 29 видов и подвидов луковых [85]. Во флоре Кемеровской области насчитывается 9 видов луков [86].

Флора Республики Коми включает 3 вида лука, один из которых – *A. schoenoprasum* L. – издавна используемый населением в качестве пищевого и лекарственного растения, произрастает по всей территории и заходит в Арктику до 75° с.ш. Два других вида – *A. angulosum* L. и *A. strictum* Schrad. – встречаются гораздо реже и занесены в Красную книгу [87].

Во флоре Башкортостана встречаются 16 видов лука, из них 7 видов (*A. delicatulum* Siev. ex Schult. & Schult. f., *A. flavescens* Besser, *A. hymenorhizum* Ledeb., *A. microdictyon* Prokh., *A. nutans* L., *A. obliquum* L., *A. praescissum* Rchb.) включены в «Красную книгу Республики Башкортостан» [77]. Среди башкир самым излюбленным видом дикого лука является горный лук (*A. oreoprasum*). Не менее известен *A. angulosum* L. (л. угловатый или мышный чеснок, «болотный лук», «сладкий лук», который имеет трубчатую форму листьев и растет в болотистой местности. Популярен у башкир *A. inaequale* Janka, который обычно растет по степным и песчаным склонам. *A. obliquum* L. также является распространенным ингредиентом в пище башкир, который произрастает в степях или на лугах Урала. Его употребляют до поздней осени [88].

Наибольшую популярность и известность среди дикорастущих луков завоевала черемша – мезофильные теневыносливые лесные виды (*A. ursinum* L. и *A. victorialis* L.). Численность этих видов в природе резко снижается в связи с хозяйственной деятельностью в местах обитания (вырубка лесов, распашка, увеличение рекреационной нагрузки, выпас скота) и чрезмерным сбором растений в пищевых целях.

Особого внимания заслуживает *A. ursinum* L. Данный вид лука на Урале и в Сибири является самым крупным диким видом после *A. victorialis* L. Свое название получил благодаря тому, что проснувшийся после зимней спячки медведь лакомится этим луком и быстро восстанавливает свои силы. Свежие, сладкие листья черемши на вкус напоминают зелень чеснока и лука, они богаты витамином С. *A. ursinum* L. произрастает в Европе практически повсеместно, в том числе и в России [89]. Считается, что лук медвежий был одним из древнейших растений, используемым охотниками-собирающими. *A. ursinum* L. был известен ранним кельтам и древним римлянам. Диоскорид приписал растению *A. ursinum* L. эффект детоксикации. Король Карл Великий включил *A. ursinum* L. в свой свод растений, обладающих лекарственными свойствами. В настоящее время является компонентом пищевых добавок, широкодоступных на европейском рынке. Свежие листья можно есть в сыром или вареном виде, их часто добавляют в качестве специи для придания аромата в супы, клецки, ризотто, равиоли, твердые сыры. Предполагают, что высокая антиоксидантная актив-

ность *A. ursinum* L. обусловлена высоким содержанием флавоноидов [20].

Ростки *A. ursinum* L., выращенные в десяти населенных пунктах восьми регионов Чеченской республики, сравнивались по качеству и антиоксидантным характеристикам. Ростки показали значительные различия в антиоксидантной активности (39,6-67,1 мг GAE на 1 г сухого вещества), титруемой кислотности (12,2-40,0 г яблочной кислоты на 1 кг сухого вещества), общем количестве растворенных сухих веществ (3,37-9,20 г/кг сухого вещества), дисахаридах (25-82 г/кг сухого вещества) и содержание селена (41-1775 мкг/кг сухого вещества). Были зарегистрированы положительная корреляция между селеном и общим количеством растворенных сухих веществ в ростках ( $r = 0,836$ ;  $P \leq 0,001$ ) и отрицательная корреляция с содержанием аскорбиновой кислоты ( $r = -0,867$ ;  $P \leq 0,001$ ). Антиоксидантная активность, содержание полифенолов и аскорбиновой кислоты в ростках были соответственно в 1,8, 1,3 и 2,0 раза выше, чем в листьях зрелых растений [90].

*A. victorialis* L. – ценное пищевое и витаминное растение, ресурсы которого имеют большое экономическое значение в южной части Сибири. Лук победный в ряде регионов включен в Красную книгу [91-93]. В надземной фитомассе лука победного содержится аскорбиновая кислота, эфирное масло с резким чесночным запахом, белок, лизоцим и фитонциды, обладающие сильным антибиотическим действием, много сахаров [94]. Сдерживающим фактором широкого потребления лука победного является малый срок хранения, ограничивающийся 3-5 днями. Известно два способа промышленной переработки лука победного: соление и маринование. Альтернативным путем сохранения биологически активных веществ является его замораживание и хранения до 12 месяцев при  $-25^{\circ}\text{C}$  в полимерных контейнерах [95].

В Монголии утверждают, что *A. ramosum* L. эффективен как тоник при болезнях желудка, собирают в диком виде и выращивают в садах [96]. По сравнению с другими многолетними видами лука листья *A. ramosum* L. наиболее богаты эфирными маслами с интенсивным луково-чесночным запахом. Листья не грубеют и сохраняют вкус в течение всего вегетационного периода и могут быть использованы до глубокой осени [97].

В Китае существует 68 видов и 6 сортов *Allium* L., из которых 7 видов и 2 сорта используют в качестве культуры, 49 видов и 3 сорта – в качестве дикого овоща, 11 видов – в качестве приправы и дикого овоща, 1 вид и 1 сорт – в качестве приправы [98].

В Иране встречается более 139 видов *Allium* L., около 30 из них эндемичны [99]. *A. hirtifolium* Boissier является одним из важных съедобных луков. Это эндемик Ирана растет как дикое растение в горах Загросс. С медицинской точки зрения, *A. hirtifolium* Boissier является важным лекарственным растением, съедобными частями которого являются листья и луковицы. *A. hirtifolium* Boissier вызывает аппетит и способствует укреплению пищеварительной системы. Луковица содержит до 30% сухого вещества и является очень ценным овощем для производства сухих продуктов и порошка. Порошок в Иране является как вкусная добавка или приправа для пищевых продуктов [100]. Некоторые сапонины, которые в изобилии содержатся в *A. hirtifolium* Boissier,

могут снижать синтез холестерина и жирных кислот в ткани печени. Луковица *A. hirtifolium* Boissier ингибирует пролиферацию раковых клеток и используется для лечения ревматизма, поверхностных ран, камней в почках, кровяного давления и диареи [101]. Некоторые сапонины в *A. hirtifolium* Boissier проявляют значительные антиоксидантные и антибактериальные свойства из-за содержания флавоноидов, таких как кверцетин и соединения серы, включая диалдисульфид, ингибирующие передачу значительных бактерий, включая *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* и *Escherichia coli* [102].

В Турции *Allium* L. – это один из крупнейших родов с 188 таксонами, 3 культивируются и 73 являются эндемичными [103]. Многие виды рода *Allium* L. собирают в провинции Хаккари весной и потребляют в пищу. Ежегодно в дикой природе собирают свежие листья для потребления в свежем виде и заготовки на зиму до 200 т свежего лука, в том числе *A. akaka* S.G.Gmel. ex Schult. & Schult.f., *A. calocephalum* Wendelbo, *A. noeanum* Reut. ex Regel, *A. rhetoreanum* Nábelek, *A. schoenoprasum* L., *A. shatakiense* Rech.f., *A. szovitsii* Regel, *A. vineale* L., *A. scorodoprasum* subsp. *rotundum* [104]. Листья и луковицы *A. akaka* S.G.Gmel. ex Schult. & Schult.f. используют вместо лука репчатого, зелень добавляют в сыр [105]. У *A. ampeloprasum* L. молодые листья используют как чеснок [103], в свежем виде [106], добавляют в йогурт [107], а луковицы едят вареными [108]. У *A. scorodoprasum* subsp. *rotundum* луковицы и листья едят с йогуртом, сыром и хлебом, они обладают антисептическим и диуретическим свойствами, вызывает аппетит. Используют как пряность при изготовлении сыра [103]. Листья *A. noeanum* Reut. ex Regel широко выращивают в сельскохозяйственных районах. Листья *A. calocephalum* Wendelbo едят в свежем виде, на зиму сушат. Этот вид лука является самым потребляемым растением [104]. Молодые очень широкие листья *A. rhetoreanum* Nábelek весной широко потребляют как ежедневный овощ, очень популярный из-за его аромата. Собранные свежие листья измельчают, сушат и закладывают на хранение [104]. Свежие листья *A. schoenoprasum* L. употребляют в качестве овоща. Их смешивают с тестом и сыром. Население собирает в дикой природе и сажает в садах. На рынке это один из самых продаваемых видов, потому что его легко собирать, и он интенсивно встречается [104]. Свежие листья *A. shatakiense* Rech.f. потребляют как овощ, их измельчают и смешивают с тестом. Население собирает в дикой природе, сажает в своих садах. Этот вид является региональным эндемиком, одним из самых продаваемых растений на рынке [104]. Свежие листья *A. szovitsii* Regel потребляют как овощ. Кроме того, это лучший подсластитель, который смешивают с известным сыром Otlu в Ване. Люди сажают их в своих садах из дикой природы, а весной потребляют свежие листья в качестве ежедневного овоща. Продается на рынке [104]. Соленые побеги *A. vineale* L. смешивают с сыром. Люди региона употребляют его как антибактериальное средство в сыре. Продается на рынке. Аромат растения очень сильный. Местное название – "Sirmo" [104]. *A. scorodoprasum* subsp. *rotundum* собирают в горах, когда листья и побеги молодые. Нарезают на мелкие кусочки и засаливают путем медленного кипячения в



воде. Также его смешивают в "Herby cheese". Местное название – "Kurat" [104]. *A. tuncelianum* (Kollmann) Özhatay, B.Mathew & Şiraneci используют в качестве чеснока в восточном регионе Турции [109]. Хотя он является родным для провинции Тунчели Турции (особенно в горах Платос Мунзур в районе Овачик), естественно растет в ограниченном регионе, расположенном между Сивас и Эрзурум. Из-за его сходства с культивируемым чесноком, его местно называют 'Tunceli garlic' или 'Ovacik garlic'. Наиболее выраженным видом *Allium* L. на некоторых рынках является *A. tuncelianum* (Kollmann) Özhatay, B.Mathew & Şiraneci, эндемичный в восточной Турции, который собирают в дикой природе в течение многих лет, и находится на грани исчезновения. *A. rotundum* L. и *A. zebdanense* Boiss. & Noë – два других важных вида *Allium* L., молодые листья которых едят в качестве закуски или добавляют в салаты [110].

*A. macrochaetum* Boiss. & Hausskn. – дикий и съедобный вид, который выращивают в Турции, Иране, Ираке и Сирии. Используют местные жители в народной медицине в качестве антибиотика и для лечения апотеции. Является одним из самых популярных съедобных видов *Allium* L. в Корее и северо-восточном Китае, где его употребляют в пищу в качестве овоща, а также часто собирают в России, где его чаще маринуют. Растение собирают из дикой природы для местного использования в качестве пищи и лекарственного средства, иногда его выращивают в садах и часто продают на местных продовольственных рынках.

В Тунисе свежие молодые листья и луковички *A. roseum* L. употребляют в салатах и используют в качестве специи для приготовления традиционных рецептов. Помимо кулинарного применения, также используют в народной медицине для лечения головных болей и ревматизма. На Ямайке распространен *A. vineale* L., который добавляют в супы, салаты, мясо, рыбу, рис, макароны, сэндвич, соусы, бисквит, булочки, хлеб и другие блюда [111].

*Allium ampeloprasum* var. *porrum* – луковичное многолетнее растение, которое потребляется ежедневно. Используют для лечения воспалительных симптомов. Измельченные луковички используют для лечения начальных стадий кашля, слизистых выделений и боли в горле. Листья и ложный стебель потребляют либо как овощ, либо как приправы во многих средиземноморских странах [112]. Как овощ, его иногда употребляют в сыром виде, но чаще варят, приправляют оливковым маслом и уксусом, жарят или смешивают с другими ингредиентами [113].

На Кавказе насчитывается от 51 [114] до 70 [115] видов. Видовое разнообразие луков Восточного Кавказа представлено 36 видами, относящимися к 14 секциям и 4 подродам, что составляет примерно 5–7% всего разнообразия рода и 10–11% от видов известных в административных границах Российской Федерации и стран СНГ [116]. Оценивая хозяйственную значимость луков дикорастущих Кавказа А.А. Гроссгейм (1952), отнес все виды к пищевым, особенно выделив в качестве овощных *A. victorialis* L. *A. rotundum* L., *A. fuscoviolaceum* Fomin и др. [117].

Род *Allium* L. во флоре Крыма насчитывает 25 видов [118]. Количество видов периодически меняется как в результате таксономических ревизий, так и в связи с

описанием новых [119] и находкой видов, ранее неизвестных с территории Крыма. В настоящее время с территории полуострова известны следующие виды лука: *A. albiflorum* Omelczuk, *A. angulosum* L., *A. atrovio-laceum* Boiss., *A. cyrillii* Ten., *A. decipiens* subsp. *quercetorum* Seregin, *A. denudatum* F. Delaroché, *A. flavum* subsp. *tauricum* (Rchb.) K. Richt., *A. globosum* M. Bieb. ex Redoute, *A. guttatum* Steven, *A. inaequale* Janka, *A. jailae* Vved., *A. nathaliae* Seregin, *A. moschatum* L., *A. pallens* L., *A. paniculatum* L., *A. pervestitum* Klokov, *A. regelianum* A.K. Becker, *A. rotundum* L., *A. saxatile* s. l. M. Bieb., *A. scorodoprasum* L., *A. siculum* subsp. *dioscoridis* Ucria, *A. sphaerocephalon* L., *A. victorialis* L., *A. vineale* L. [120].

*A. scorodoprasum* в естественных условиях произрастает в Южной Европе, Крыму и на Северном Кавказе. Его культивируют в Западной Европе, Китае, Корее и Японии. От чеснока рокамболь отличается менее острым вкусом, не столь резким запахом, более широкой листовой пластинкой и способностью к образованию деток, которых у чеснока не бывает [55].

На территории Республики Калмыкия, включающей Прикаспийскую низменность, в пищу используют луковички лука каспийского (*A. caspium* (Pall.) M.Bieb) [121].

*A. ochotense* Prokh. и *A. microdictyon* Prokh. широко известны как «горный чеснок» и являются популярными, экономически важными видами во многих странах, таких как Корея, Китай и Монголия. Их листья используются в качестве кулинарных гарниров и в народных лекарствах. В Корее эти два вида находятся под угрозой исчезновения из-за ущерба, нанесенного их естественной среде обитания, и поэтому необходимы программы сохранения и размножения [46].

В субтропических и тропических областях Индии и Японии встречается до 10 видов [58]. У *A. tuberosum* Rottler ex Spreng. съедобные части – это зеленые листья и молодые цветущие побеги, а также луковички с высоким содержанием минеральных соединений [122, 123]. Более тонкий аромат можно получить, когда побеги с неразвитыми соцветиями отбеливают. В больших масштабах выращивают в Китае, Японии, Корее, в странах Южной Азии, Таиланде, Непале и на Филиппинах, где это оправданно ценится как овощ и лекарственное растение [124].

### Заключение

Несмотря на богатое разнообразие рода *Allium* L., его генетические ресурсы используются еще недостаточно. Продуктивность *Allium* L. в природе очень низкая из-за агроэкологических вариаций и стрессовых факторов. Университеты, научно-исследовательские институты, селекционеры и фармацевтические компании должны развивать исследования в области генетических ресурсов, селекции, систем культивирования, биохимии серосодержащих соединений, изучения лекарственных средств и их влияния на различные заболевания человека. Многонациональный и комплексный экосистемный подход важен для отслеживания и понимания экологических изменений и их влияния на выращивание *Allium* L. Лучшее понимание питательных свойств многолетних луков пищевого направления поможет разработать более эффективную пропаганду на основе фактических данных и разработать соответствующие диетические стратегии.

**Об авторах:**

**Алексей Васильевич Солдатенко** – доктор с.-х. наук, член-корр. РАН, гл.н.с., <http://orcid.org/0000-0002-9492-6845>

**Мария Ивановна Иванова** – доктор с.-х. наук, проф. РАН, зав. лаб. селекции и семеноводства зеленных культур, <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>

**Александр Федорович Бухаров** – доктор с.-х. наук, зав. лаб. семеноводства, <https://orcid.org/0000-0003-1910-5390>

**Анна Ивановна Кашлева** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зеленных культур

**Тимофей Михайлович Середин** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур

**About the authors:**

**Alexey V. Soldatenko** – Dc. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS, Chief Researcher, <http://orcid.org/0000-0002-9492-6845>

**Maria I. Ivanova** – Doc. Sci. (Agriculture), Professor of the Russian Academy of Sciences, Head. Laboratory of selection and seed production of green crops, <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>

**Aleksander F. Bukharov** – Doc. Sci. (Agriculture), Head of the Laboratory of Seed Science, <https://orcid.org/0000-0003-1910-5390>

**Anna I. Kashleva** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher at the laboratory of selection and seed production of green crops

**Timofei M. Seredin** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Onion Crop Breeding and Seed Laboratory

## • Литература

- Dirzo R., Raven P.H. Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Resources*. 2003;(28):137-167. doi:10.1146/annurev.energy.28.050302.105532.
- Herdén T., Hanelt P., Friesen N. Phylogeny of *Allium* L. subgenus *Anguinum* (G. Don. ex W.D.J. Koch) N. Friesen (Amaryllidaceae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 2016;(95):79–93. PMID:26639102.
- Govaerts R., Kington S., Friesen N., Fritsch R., Snijman D.A., Marcucci R., Silverstone-Sopkin P.A., Brullo S. World checklist of Amaryllidaceae. *Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew*. 2018. <http://wcp.science.kew.org>
- Brullo S., Brullo C., Cambria S., del Galdo G.G., Salmeri C. *Allium albanicum* (Amaryllidaceae), a new species from Balkans and its relationships with *A. meteoricum* Heldr. & Hausskn. ex Halácsy. *PhytoKeys*. 2019;(119):117-136. doi: 10.3897/phytokeys.119.30790.
- Friesen N., Fritsch R.M., Blattner F.R. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. *Aliso*. 2006;(22):372–395.
- Jabbes N., Geoffriau E., Le Clerc V., Dridi B., Hannechi C. Inter simple sequence repeat fingerprints for assess genetic diversity of tunisian garlic populations. *J Agric Sci*. 2011;(3):77–85.
- Fritsch R.M., Friesen N. Evolution, domestication and taxonomy. In: Rabinowitch HD and Currah L, editor. *Allium Crop Science: Recent Advances*. CABI Publ, Wallingford; 2002. pp.5–30.
- Волкова Г.А. Биоморфологические особенности видов рода *Allium* L. при интродукции на европейский Северо-Восток. *Сыктывкар*. 2007. 200 с.
- Солдатенко А.В., Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И., Балеев Д.Н., Разин О.А. Зимостойкость представителей рода *Allium* L. в условиях Московской области в зависимости от степени суровости зимнего периода. *Овощи России*. 2018;(3):22-26. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-22-26>
- Moyers S. Garlic in health, history, and world cuisine. *St Petersburg: Suncoast Press*. 1996. pp. 1-36.
- Green O.C., Polydoros N.G. 'Garlic, cancer and heart diseases: Review and recommendations'. *Chicago: GN Communications*, 1993. pp. 21-41.
- Khan G. 'History of garlic', in Koch, H. P. and Lawson, L. D. (eds.), *Garlic: The science and therapeutic application of Allium sativum and related species*, New York: Williams and Wilkins, 1996. pp.25-36.
- Woodward, P.W. Garlic and friends: The history, growth and use of edible Alliums. *Melbourne: Hyland House Publishe*. 1996.
- Байтулин И.О., Нурушева А.М., Садырова Г.А., Лысенко В.В. Дикорастущий пищевой лук Казахстана. *Известия АН Республики Казахстан, сер. Биология и медицина*. 2012;(6):3-9.
- Kik C. Exploitation of wild relatives for the breeding of cultivated *Allium* species. In: *Allium Crop Science: recent advances*. Rabinowitch H.D. & Currah L., 2002. pp. 81-100, CABI Publishing, ISBN 0851995101, UK
- Гринберг Е.Г., Сузан В.Г. Луковые растения в Сибири и на Урале (батун, шнитт, слизун, ветвистый, алтайский, косой, многоярусный). *РАСХН. Сиб.отд-ние. ГНУ СибНИИРС. ЗАО УЦПТ «Овощевод». Новосибирск*, 2007. 224 с.
- Ермаков, А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., Ярош Н.П., Луквоникова Г.А. Методы биохимического исследования растений. *Л.: Колос*, 1972. С.88-92.
- Абрамова Я.И., Калинкина Г.И., Чучалин В.С. Разработка методики количественного определения фенольных соединений в желчегонном сборе № 2. *Химия растительного сырья*. 2011;(15(4)):265-268.
- Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р., Кашлева А.И., Середин Т.М., Разин О.А. Биохимический состав листьев видов *Allium* L. в условиях Московской области. *Достижения науки и техники АПК*. 2019;33(5):47-50.
- Stajner D., Popović B.M., Canadano-Brunet J., Stajner M. Antioxidant and scavenger activities of *Allium ursinum*. *Fitoterapia*. 2008;(79):303–305.
- Коса I., Tekguler B. and Odabas H.I. Comparison of antioxidant properties of some onion and garlic cultivars grown in Turkey. *Acta Hort.* 2016;(1143):207-214.
- Kaur G., Gupta V., Chistopher A.F. and Bansal P. Antioxidant potential of commonly used vegetable - onion (*Allium cepa* L.). *J. Altern. Complement. Med. Res*. 2016;(1(1)):1-5.
- Fredotović Ž., Puizina J. Edible *Allium* species: chemical composition, biological activity and health effects. *Ital. J. Food Sci.* 2019;(31).
- Kim Y.B., Choi S.J., Choi B.G., Kim S.W., Moon Y.K., Noh H.S., Ramekar R.V., Lee J.K., Hong J.S., Park N.I., Choi I.Y., Choi S.K., Park K.C. Molecular identification of *Allium ochotense* and *Allium microdictyon* using multiplex-PCR based on single nucleotide polymorphisms. *Horticulture Environment and Biotechnology*. 2018;59(6):865-873. DOI: 10.1007/s13580-018-0069-0.
- Bakht J., Khan S. and Shafi M. Antimicrobial potential of fresh *Allium cepa* against gram positive and gram negative bacteria and fungi. *Pak. J. Bot.* 2013;(45):1-6.
- Wallock-Richards D., Doherty C.J., Doherty L., Clarke D.J., Place M., Govan J.R.W., Campopiano D.J. Garlic Revisited: Antimicrobial Activity of Allicin-Containing Garlic Extracts against Burkholderia cepacia Complex. *PLoS One*. 2014;9(12):e112726.
- Jain I., Jain P., Bisht D., Sharma A., Srivastava B. and Gupta N. Comparative Evaluation of Antibacterial Efficacy of Six Indian Plant Extracts against Streptococcus Mutans. *J. Clin. Diagn. Res*. 2015;9(2):ZC50-3.
- Ortiz M. Antimicrobial Activity of Onion and Ginger against two Food Borne Pathogens *Escherichia Coli* and *Staphylococcus Aureus*. *MOJ Food process Technol*. 2015;1(4):00021.
- Johnson M., Olaleye O.N. and Kolawole O.S. Antimicrobial and Antioxidant Properties of Aqueous Garlic (*Allium sativum*) Extract against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Br. Microbiol. Res. J*. 2016;14(1):1-11.
- Ahiabor C., Gordon A., Ayittey K. and Agyare R. In vitro assessment of antibacterial activity of crude extracts of onion (*Allium cepa* L.) and shallot (*Allium aescalonium* L.) on isolates of *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), and *Salmonella typhi* (ATCC 19430). *Int. J. Appl. Res*. 2016;2(5):1029-1032.
- Mishra P.S.M., Kol S., Arnold R. and Mishra R.M. Pathogenicity of Dental Caries; Isolation and Antimicrobial Efficacy by Herbal Plants. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 2016;5(8): 929-935.
- Li W.-R., Shi Q.-S., Dai H.-Q., Liang Q., Xie X.-B., Huang X.-M., Zhao G.-Z. and Zhang L.-X. Antifungal activity, kinetics and molecular mechanism of action of garlic oil against *Candida albicans*. *Sci. Rep*. 2016;(6):22805.
- Venâncio P.C., Figueiroa S.R., Nani B.D., Ferreira L.E.N., Muniz B.V., de Sá Del Fiol F., Sartoratto A., Rosa E.A.R., Groppo F.C. Antimicrobial activity of two garlic species (*Allium sativum* and *A. tuberosum*) against Staphylococci Infection. In Vivo Study in Rats. *Adv. Pharm. Bull*. 2017;7(1):151.
- Thomas A., Thakur S. and Habib R. Comparison of Antimicrobial Efficacy of Green Tea, Garlic with Lime, and Sodium Fluoride Mouth Rinses against Streptococcus mutans, Lactobacilli species, and Candida albicans in Children: A Randomized Double - blind Controlled Clinical Trial. *Int. J. Clin. Pediatr. Dent*. 2017;10(3):234-239.
- Albishia T., John J.A., Al-Khalifa A.S., Shahidi F. Antioxidant, anti-inflammatory and DNA scission inhibitory activities of phenolic compounds in selected onion and potato varieties. *J. Funct. Foods*. 2013;5(2):930-939.
- Shin I.S., Hong J., Jeon C.M., Shin N.R., Kwon O.K., Kim H.S., Kim J.C., Oh S.R., Ahn K.S. Diallyl-disulfide, an organosulfur compound of garlic, attenuates airway inflammation via activation of the Nrf-2/HO-1 pathway and NF-kappaB suppression. *Food Chem. Toxicol*. 2013;(62):506-513.
- Jaiswal N. and Rizvi S.I. Onion extract (*Allium cepa* L.), quercetin and catechin up-regulate paraoxonase 1 activity with concomitant protection against low density lipoprotein oxidation in male Wistar rats subjected to oxidative stress. *J. Sci. Food Agric*. 2014;94(13):2752-2757.
- Li S., Ma C., Gong G., Liu Z., Chang C. and Xu Z. The impact of onion juice on milk fermentation by *Lactobacillus acidophilus*. *LWT - Food Sci. Technol*. 2016;(65):543-548.
- Guercio V., Galeone C., Turati F. and La Vecchia C. Gastric cancer and *Allium* vegetable intake: a critical review of the experimental and epidemiologic evidence. *Nutr Cancer*. 2014;66(5):757-773.
- Turati F., Pelucchi C., Guercio V., La Vecchia C. and Galeone C. *Allium* vegetable intake and gastric cancer: a case - control study and meta-analysis. *Mol. Nutr. Food Res*. 2015;59(1):171-179.
- Tsuboki J., Fujiwara Y., Horlad H., Shiraishi D., Nohara T., Tayama S., Motohara T., Saito Y., Ikeda T., Takaishi K., Tashiro H., Yonemoto Y., Katabuchi H., Takeya M. and Komohara Y. Onionin A inhibits ovarian cancer progression by suppressing cancer cell proliferation and the protumour function of macrophages. *Sci. Rep*. 2016;(6):29588.
- Pourzand A., Tajaddini A., Piroozpanah S., Asghari-Jafarabadi M., Samadi N., Ostadrahimi A.R., Sanaat Z. Associations between Dietary *Allium* Vegetables and Risk of Breast Cancer: A Hospital - Based Matched Case - Control Study. *J. Breast Cancer*. 2016;19(3):292-300.
- Fredotović Ž., Šprung M., Soldo B., Ljubenkov I., Budić-Leto I., Bilušić T., Čikeš-Čulić V. and Puizina J. Chemical Composition and Biological Activity of *Allium cepa* L. and *Allium × comutum* (Clementi ex Visiani, 1842) Methanolic Extracts. *Molecules*. 2017;22(3):448.
- Khazaei S., Ramachandran V., Abdul Hamid R., Mohd Esa N., Etemad A., Moradipoor S. and Ismail P. Flower extract of *Allium atrovioletaceum* triggered apoptosis, activated caspase - 3 and down - regulated antiapoptotic Bcl-2 gene in HeLa cancer cell line. *Biomed. Pharmacother*. 2017;(89):1216-1226.
- Pan Y., Zheng Y.M. and Ho W.S. Effect of quercetin glucosides from extracts on HepG2, PC 3 and HT 29 cancer cell lines. *Oncol. Lett*. 2018;(15):4657-4666.
- Kim S., Kima D.B., Jina W., Parka J., Yoona W., Leea Y., Kima S., Leea S., Leeb O.-H., Shina D. and Yoona M. Comparative studies of bioactive organosulphur com-



- pounds and antioxidant activities in garlic (*Allium sativum* L.), elephant garlic (*Allium ampeloprasum* L.) and onion (*Allium cepa* L.). *Nat. Prod. Res.* 2018;32(10):1193-1197.
47. Ashraf R., Khan R.A. and Ashraf I. Garlic (*Allium sativum*) supplementation with standard antidiabetic agent provides better diabetic control in type 2 diabetes patients. *Pak. J. Pharm. Sci.* 2011;(24):565-570.
48. Wendelbo P. Alliaceae. In: Rechinger KH, editor. *Flora Iranica No 76 Graz.* 1971.
49. Лудилов В.А., Иванова М.И. Редкие и малораспространенные овощные культуры (биология, выращивание, семеноводство): производственно-практическое издание. Москва, 2009. 196 с.
50. Полетико О.М., Мищенко А.П. Декоративные травянистые растения открытого грунта. Л.: Наука, 1967. 208 с.
51. Турешев А.Ю., Яковлев А.Б., Белоногова В.Д. Изучение возможности использования геоинформационных технологий в лекарственном ресурсоиспользовании. *Фармация.* 2007;(1):14-6.
52. Ишанкулова Б.А., Халилова Ш.Н. Значение лука Розенбаха (сиёхалаф) и лука гигантского Ретеля (модхил) в укреплении здоровья населения. *Вестник Авиценны.* 2017;19(1):109-112.
53. Ишанкулова Б.А., Урунова М.В., Юлдошева У.П. Сравнительная характеристика некоторых сахароснижающих препаратов и сборов из растений Таджикистана (в эксперименте). *Вестник Авиценны.* 2013;(1):121-125.
54. Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р., Кашлева А.И., Степанюк Н.В. Виды лука группы "анзур" - источники ранней зелени. *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии.* 2018;1(4):10-15.
55. Агафонов А.Ф., Дудченко Н.С., Голубкина Н.А. Многолетние луки - пища и лекарство. *Овощи России.* 2009;(1):25-30.
56. Нурушева А.Н., Байтулин И.О., Лысенко В.В. Эколого-ценотические особенности природных популяций *Allium galanthum*. В сборнике: Актуальные проблемы экологии и сохранения биоразнообразия России и сопредельных стран Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Под ред. канд. биол. наук, доц. И.А. Николаева; Сев.-Осет. гос. ун-т им. К.Л. Хетагурова. 2015. С.29-34.
57. Корева И.И., Отрадных И.Г., Съедина И.А. Современное распространение видов рода *Allium* L. в Заилийском Алатау (северный Тянь-Шань). *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии.* 2015;(14):273-275.
58. Фризен Н.В. Луковые Сибири. Новосибирск: Наука, 1988. 118 с.
59. Черемушкина В.А. Биология луков Евразии. Новосибирск: Наука, 2004. 280 с.
60. Данилова А.Н., Котухов Ю.А. Эколого-биологические особенности лука алтайского (*Allium altaicum* Pall.) высокогорных условиях Южного Алтая. *Труды Тигирекского заповедника.* 2010;(3):154-156.
61. Шишкина Е.В., Жаркова С.В. Изменчивость длительности фенологических периодов популяций лука алтайского при выращивании в культуре. В сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству. Сборник статей: в 3 книгах. *Алтайский государственный аграрный университет.* 2017. С.349-350.
62. Бурунин В.И., Шумилина В.В. Отдаленная гибридизация видов рода *Allium* L. *Овощи России.* 2016;(1):10-13. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-10-13>
63. Бухаров А.Ф., Иванова М.И., Степанюк Н.В., Кашлева А.И., Бухарова А.Р., Балеев Д.Н. Урожайность и качество продукции лука Ошанина (*Allium oschaninii* O. Fedtsch.) и лука пскемского (*Allium pskemense* V. Fedtsch.) при выращивании в центральном регионе. *Овощи России.* 2018;(3):32-35. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-32-35>
64. Солдатенко А.В., Бухарова А.Р., Бухаров А.Ф., Иванова М.И., Балеев Д.Н., Кашлева А.И. Комплекс признаков лука Ошанина (*Allium oschaninii* O. Fedtsch.) для испытания на отличимость, однородность и стабильность. *Овощи России.* 2018;(3):36-39. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-36-39>
65. Введенский А.И. *Allium* L. Флора СССР: В 30 т. Л.: Изд-во АН СССР, 1935;(4):112-280.
66. Grubben G.J.H. Plant resources of tropical Africa, Vegetables. *PROTA.* 2004;(2):55.
67. Verma V.D., Pradheep K., Khar A., Negi K., Rana J. C. Collection and characterization of *Allium* species from Himachal Pradesh. *Ind. J. Plant Genet. Resour.* 2008;21(3):225-228.
68. Liu S., He N., Feng G. Effects of nitrogen and sulphur interaction on growth and pungency of different pseudostem types of Chinese spring onion (*Allium fistulosum* L.). *Sci. Hort.* 2009;(121):12-18.
69. Вавилов Н.И. Новая систематика культурных растений. М. 1966. 360 с.
70. Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И., Балеев Д.Н. Комплекс признаков лука батун в однолетней культуре. *Овощи России.* 2015;(2):36-39. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-2-36-39>
71. Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Лук-батун в двухлетней культуре. *Картофель и овощи.* 2016;(5):19-22.
72. Tendaj M., Mysiak B. Growth characteristic of Welsh onion (*Allium fistulosum* L.) grown from seeds and transplants. *Folia Hort.* 2011;(23):1-8.
73. Kotlińska T., Kaniszewski S., Kwiecień A. Porównanie metod uprawy siedmiolatki (*Allium fistulosum* L.). *Now. Warzyw.* 2005;(40):25-32.
74. Wang D., Gao J., Liu G. General situation of *Allium* crops in China. *Acta Hort.* 2005;(688):327-332.
75. Tendaj M., Mysiak B. Usefulness of Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.) for forcing in greenhouse. *Acta Agrobot.* 2007;60(1):143-146.
76. Mysiak B., Tendaj M. Content of phenolic acids in edible parts of some *Allium* species grown for the green bunching. *Acta Sci. Pol.* 2008;7(4):57-62.
77. Красная книга Республики Башкортостан: в 2-х т. Т. 1: Растения и грибы. Уфа: МедиаПринт, 2011. 384 с.
78. Красная книга Челябинской области: Животные, растения, грибы. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2005. 450 с.
79. Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. Ч. 3.1 (Семенные растения). М., 2004(2005). 352 с.
80. Мулдашев А.А., Абрамова Л.М., Шигапов З.Х., Мартыненко В.Б., Галева А.Х., Маслова Н.В. Приоритеты, методы и опыт реинтродукции редких видов растений в степной зоне Республики Башкортостан. Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Материалы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием. *Йошкар-Ола.* 2010. С.41-44.
81. Котухов Ю.А., Данилова А.Н., Ануфриева О.А., Кубентаев С.А. Фитоценотическая характеристика и ресурсная оценка *Allium nutans* L. на хребте Калбинском в Казахском Алтае. *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии.* 2015;(14):198-204.
82. Жапова О.И., Анцупова Т.П. Морфология и анатомия *Allium senescens* L., произрастающего на территории юго-восточного Забайкалья. *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии.* 2015;(14):259-264.
83. Terpin R. D. I. A new locality of *Allium schoenoprasum* subsp. *alpinum* in the idrija hills. *Folia Biologica et Geologica.* 2012;(53):1-2.
84. Tuncer B., Firat M., Yerali F., Sarikamis G. Morphology and utilization of *Allium* L. species used as herbs in cheese around Van province in Turkey. *Acta Hort.* 2016;(1143):171-178.
85. Галанин А.В., Беликович А.В. Флора Даурии. Осоковые, Лилейные. *Владивосток: Мор. гос. ун-т им. адм. Г.И. Невельского.* 2011;(3):235.
86. Определитель растений Кемеровской области. Под ред. И.М. Краснорова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 477 с.
87. Ширшова Т.И., Матистов Н.В., Бешлей И.В. Макро- и микроэлементный состав дикорастущих и интродуцированных растений *Allium schoenoprasum* (Alliaceae) в Республике Коми. *Растительные ресурсы.* 2011;47(3):111-122.
88. Валиева М.Р. К вопросу этимологии названий съедобных луковичных растений башкирского языка. *Вестник Челябинского государственного университета.* 2015;(10(365)):25-31.
89. Rola K. Taxonomy and distribution of *Allium ursinum* (Liliaceae) in Poland and adjacent countries. *Biol. Sect. Bot.* 2012;67(6):1080-1087.
90. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Животные, растения, грибы. Екатеринбург: Баско, 2013. 460 с.
91. Amagova Z., Golubkina N., Matsadze V., Elmurzaeva F., Muligova R., Caruso G. Biochemical characteristics of *Allium ursinum* L. sprouts as affected by the growing location in Chechen republic. *Italus Hortus.* 2020;27(2):66-81. doi: 10.26353/j.italhort/2020.2.6681
92. Красная книга Тюменской области. Животные. Растения. Грибы. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2004. 496 с.
93. Красная книга Омской области. Омск: ОмГТУ, 2015. 636 с.
94. Гаммерман А. Ф., Кадаев Г. Н., Шупинская М. Д., Яценко-Хмельевский А. А. Лекарственные растения. М.: Высш. шк., 1976. 400 с.
95. Кузнецова Е.Г. Исследование возможности быстрого замораживания лука победного розсыпью для решения вопроса о сезонности потребления продукта / Торгово-экономические проблемы регионального бизнео-пространства: Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции, 30 июня 2006 г. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006;(2):151-153.
96. Khasbagan, Narisu, Stuart K. Ethnobotanical overview of gogd (*Allium ramasum* L.): a traditional edible wild plant used by inner Mongolians. *Journal of Ethnobiology.* 1999;19(2):221-225.
97. Горлачева З.С., Кустова О.К. Выращиваем зеленные культуры. М.: ООО ТД «Издательство Мир книги», 2007. 240 с.
98. Li Qin-Qin. Study on Edible Plant Resources Species of *Allium* L. in China. *Journal of Anhui Agricultural Sciences.* 2015;(13).
99. Aleebrahim-Dehkordy E., Ghasemi-Pirbalouti A. and Mirhoseini M. A comprehensive review on *Allium hitfofolium* Boiss as a medicinal and edible plant. *Der Pharmacia Lettre.* 2016;(8(1)):188-196.
100. Ebrahimi R., Zamani Z., A kasha. Jabbari. *Iranian Journal of Food Science and Technology.* 2008;5(1):61-68.
101. Nasri H., Nematbakhsh M., Rafeian-Kopaei M. Medicinal Plants for the Treatment of Acne Vulgaris: A Review of Recent Evidences. *Iran J Kidney Dis.* 2013;7(5):376-82.
102. Leelarungrayub N., Rattanapanone V., Chanarat N., Gebicki J.M. Quantitative evaluation of the antioxidant properties of garlic and shallot preparations. *Nutrition.* 2006;22(3):74-266.
103. Öztürk A., Öztürk S., Kartal S. The Properties and Uses of Plants in Van Herby Cheese (Van Otlu Peynirlerine Katılan Bitkilerin Özellikleri ve Kullanılışları). *OT Sist. Bot. Der.* 2000;(7):167-179. (In Turkish).
104. Firat M., Aziret A. Edible *Allium* L. species that are sold as fresh vegetables in public bazaars of Hakkâri province and its surroundings in Turkey. *Acta Biologica Turcica.* 2016;29(1):14-19.
105. Güner A., Aslan S., Ekim T., Vural M., Babaç M.T. (eds.). Turkey's Plant List (Vascular Plants) (Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)). Nezahat Gökyiğit Botanic Garden and Flora Research Society Publication, İstanbul. 2012. (In Turkish).
106. Mart S. Ethnobotanic Investigation of Natural Plants of Bahçe and Hasanbeyli (Osmaniye) (Bahçe ve Hasanbeyli (Osmaniye) Halkın Kullandığı Doğal Bitkilerin Etnobotanik Yönden Araştırılması). Çukurova University. *Institute of Natural and Applied Sciences, MSc Thesis, Adana.* 2006. (In Turkish).
107. Koyuncu O. Floristic and Ethnobotanic Investigation of Geyve (Sakarya) (Geyve (Sakarya) Floristik ve Etnobotanik Açından İncelenmesi). Eskişehir Osmangazi University, *Institute of Natural and Applied Sciences PhD Thesis.* 2005. (In Turkish).
108. Tuzlacı E., Yazıcıoğlu A. Folk Medicinal of Trabzon (Turkey). *Fitoterapia.* 1996;(67):307-318.
109. Ipek M., Ipek A., Simon Ph.W. Genetic characterization of *Allium tuncelianum*: An



- endemic edible *Allium* species with garlic odor. *Scientia Horticulturae*. 2008;(115):409–415.
110. Baktir I., Tunceli sarimsag'ının (*Allium tuncelianum*) in vitro koşullarında cog'altılması. In: Proceeding of GAP IV. *Tarım Kongresi*. 2005. 206–208 p. (in Turkish).
111. Le Floch E. Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. Programme Flore et Végétation tunisienne. Ed., *Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique: Tunis*, 1983. 387 pp.
112. Al-Qura'n S. A. Ethnobotanical and Ecological Studies of Wild Edible Plants in Jordan. *Libyan Agriculture Research Center Journal International*. 2010;1(4):231–243.
113. Dogan Y., Traditionally used wild edible greens in the Aegean Region of Turkey. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2012;81(4):329–342.
114. Кудряшова Г.Л. Конспект видов рода *Allium* (Alliaceae) Кавказа. *Бот. журн.* 1992;(77):86–88.
115. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. *СПб.*, 1995. 991 с.
116. Умаева А.М., Шахгиреева З.И., Абдуракзакова А.С., Астамирова М.А.М., Дудагова Э.Ш. Краснокнижные виды рода *Allium* L. Восточного Кавказа. *Вестник Академии наук Чеченской Республики*. 2010;1(12):34–38.
117. Гроссгейм А.А. Растительные богатства Кавказа. М., 1952. 632 с.
118. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова: монография. Симферополь: Н.Орианда. 2012. 232 с.
119. Серегин А.П. Новые и редкие виды рода *Allium* L. (Alliaceae) флоры Крыма и некоторые вопросы систематики представителей рода. *Бюл. МОИП. Отд. биол.* 2004;109(5):43–47.
120. Корженевский В.В., Исиков В.П. Медвежий лук (*Allium ursinum* L. subsp. *Ucrainicum* Kleop. et Oxner) в Крыму. *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 2017;(125):72–79.
121. Джапова Р.Р., Бембеева О.Г., Наранова М.А., Драненко М.Л. дикорастущие пищевые растения пустынной зоны Республики Калмыкия. *Полевые исследования*. 2018;(5):16–26.
122. Brewster J.L. 2008. Onions and Other Vegetable Alliums. CAB International, Wallingford, U.K., 20, DOI: 10.1079/9781845933999.0000.
123. Żurawik A., Jadcak D. The quantity and quality of the yield of garlic chives (*Allium tuberosum* Rottler ex Spreng.), depending on the cultivation method and the number of the seeds (sown) or the seedlings planted in a nest. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2008;(527):343–349. <http://www.zeszytyproblemowe.pan.pl>
124. Guohua H., Yanhua L., Rengang M., Dongzhi W., Zhengzhi M., Hua Z. Aphrodisiac properties of *Allium tuberosum* seed extract. *J. Ethnopharmacol.* 2009;(122):579–582. DOI: 10.1016/j.jep.2009.01.018
- **References (In Russian)**
8. Volkova G.A. Biomorphological features of species of the genus *Allium* L. when introduced to the European North-East. *Sytkyvkhar*, 2007. 200 p. (In Russ.)
9. Soldatenko A.V., Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I., Baleev D.N., Razin O.A. Winter hardiness of representatives of the genus *Allium* L. in the Moscow region, depending on the severity of the winter period. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(3):22–26. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-22-2649>.
14. Baytulina I.O., Nurusheva A.M., Sadyrova G.A., Lysenko V.V. Wild food onion of Kazakhstan. *Izvestia of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, ser. Biology. and medicine*. 2012;(6):3–9. (In Russ.)
16. Grinberg E.G., Suzan V.G. Onion plants in Siberia and the Urals (batun, shnitt, slime, branched, Altai, oblique, multi-tiered). RAAS. Siberian department. GNU SibNIIRS. "Vegetable grower". *Novosibirsk*, 2007. 224 p. (In Russ.)
17. Ermakov, A.I., Arasimovich V.V., Smirnova-Ikonnikova M.I., Yarosh N.P., Lukovnikova G.A. Biochemical research methods of plants. L.: Kolos, 1972. P.88–92. (In Russ.)
18. Abramova Ya.I., Kalinkina G.I., Chuchalin V.S. Development of a method for the quantitative determination of phenolic compounds in choleric collection No. 2. *Chemistry of plant raw materials*. 2011; 15(4):265–268. (In Russ.)
19. Ivanova M.I., Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R., Kashleva A.I., Seredin T.M., Razin O.A. Biochemical composition of leaves of *Allium* L. species under conditions of the Moscow region. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2019;33(5):47–50. (In Russ.)
49. Ludilov V.A., Ivanova M.I. Rare and less common vegetable crops (biology, cultivation, seed production): production and practical edition. *Moscow*, 2009. 196 p. (In Russ.)
50. Poletiko O.M., Mishenkova A.P. Ornamental herbaceous plants in open ground. L.: Nauka, 1967. 208 p. (In Russ.)
51. Turyshv A.Yu., Yakovlev A.B., Belonogova V.D. Study of the possibility of using geoinformation technologies in medicinal resource science. *Pharmacy*. 2007;(1):14–16. (In Russ.)
52. Ishankulova BA, Khalilova Sh.N. The value of the Rosenbach onion (sivyokhalaf) and the giant Regel's bow (mohdil) in strengthening the health of the population. *Avicenna Bulletin*. 2017;19(1):109–112. (In Russ.)
53. Ishankulova B.A., Urunova M.V., Yuldosheva U.P. Comparative characteristics of some glucose-lowering drugs and collections from plants in Tajikistan (in experiment). *Avicenna Bulletin*. 2013;(1):121–125. (In Russ.)
54. Ivanova M.I., Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R., Kashleva A.I., Stepanyuk N.V. Onions of the "Anzur" group are sources of early greenery. *Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy*. 2018;1(4):10–15. (In Russ.)
55. Agafonov A.F., Dudchenko N.S., Golubkina N.A. Perennial onions are food and medicine. *Vegetable crops of Russia*. 2009;(1):25–30. (In Russ.)
56. Nurusheva A.N., Baytulina I.O., Lysenko V.V. Ecological and cenotic features of natural populations of *Allium galanthum*. In the collection: Actual problems of ecology and biodiversity conservation in Russia and neighboring countries Materials of the All-Russian scientific conference with international participation. *North-Osset. state un-t them. K.L. Khetagurov*. 2015. P.29–34. (In Russ.)
61. Shishkina E.V., Zharkova S.V. Variability of the duration of phenological periods of Altai onion populations when grown in culture. In the collection: Agrarian science - agriculture. Collection of articles: in 3 books. *Altai State Agrarian University*. 2017. P.349–350. (In Russ.)
62. Burenin V.I., Shumilina V.V. Distant hybridization of plants of *Allium* L. *Vegetable crops of Russia*. 2016;(1):10–13. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-10-13>
63. Bukharov A.F., Ivanova M.I., Stepanyuk N.V., Kashleva A.I., Bukharova A.R., Baleev D.N. Yield and quality of *Allium oschaninii* O. Fedtsch. and *Allium pskemense* B. Fedtsch. when growing in the central region. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(3):32–35. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-32-35>.
64. Soldatenko A.V., Bukharova A.R., Bukharov A.F., Ivanova M.I., Baleev D.N., Kashleva A.I. Complex features of *Allium oschaninii* O. Fedtsch. for testing for distinctness, uniformity and stability. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(3):36–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-36-39>
65. Vvedensky A.I. *Allium* L. *Flora of the USSR: In 30 volumes. Leningrad: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR*, 1935;(4):112–280. (In Russ.)
69. Vavilov N.I. New taxonomy of cultivated plants. M. 1966. 360 p. (In Russ.)
70. Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I., Baleev D.N. Complex of traits of welsch onion in the annual culture. *Vegetable crops of Russia*. 2015;(2):36–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-2-36-39>.
71. Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I., Baleev D.N., Bukharova A.R. Batun onion in a biennial culture. *Potatoes and vegetables*. 2016;(5):19–22. (In Russ.)
77. Red Data Book of the Republic of Bashkortostan: in 2 volumes. Vol. 1: Plants and mushrooms. *Ufa: MediaPrint*, 2011. 384 p. (In Russ.)
78. Red Book of the Chelyabinsk region: Animals, plants, mushrooms. *Yekaterinburg: Ural Publishing House. University*, 2005. 450 p. (In Russ.)
79. Red List of Specially Protected Rare and Endangered Animals and Plants. Part 3.1 (Seed plants). M., 2004 (2005). 352 p. (In Russ.)
80. Muldashev A.A., Abramova L.M., Shigapov Z.Kh., Martynenko V.B., Galeeva A.Kh., Maslova N.V. Priorities, methods and experience of reintroduction of rare plant species in the steppe zone of the Republic of Bashkortostan. Principles and methods of biodiversity conservation. Materials of the IV All-Russia. scientific. conf. with int. participation. *Yoshkar-Ola*, 2010. P.41–44. (In Russ.)
81. Kotukhov Yu.A., Danilova A.N., Anufrieva O.A., Kubentaev S.A. Phytocenotic characteristics and resource assessment of *Allium nutans* L. on the Kalbinsky ridge in the Kazakhstan Altai. *Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia*. 2015;(14):198–204. (In Russ.)
82. Zhapova O.I., Antsupova T.P. Morphology and anatomy of *Allium senescens* L. growing in the southeastern Transbaikalia. *Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia*. 2015;(14):259–264. (In Russ.)
85. Galanin A.V., Belikov A.V. Flora of Dauria. Sedge, Liliaceae. Vladivostok: Mor. state un-t them. adm. G.I. Nevelsky, 2011;(3):235. (In Russ.)
86. Keys to plants of the Kemerovo region. *Novosibirsk: Publishing house of SB RAS*, 2001. 477 p. (In Russ.)
87. Shirshova T.I., Matistov N.V., Beshley I.V. Macro- and microelement composition of wild-growing and introduced plants of *Allium schoenoprasum* (Alliaceae) in the Komi Republic. *Plant resources*. 2011;47(3):111–122. (In Russ.)
88. Valieva M.R. On the etymology of the names of edible bulbous plants in the Bashkir language. *Bulletin of the Chelyabinsk State University*. 2015;10(365):25–31. (In Russ.)
90. Red Data Book of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Ugra. Animals, plants, mushrooms. *Yekaterinburg: Basko*, 2013. 460 p. (In Russ.)
92. Red Data Book of the Tyumen Region. Animals. Plants. Mushrooms. *Yekaterinburg: Ural Publishing House. University*, 2004. 496 p. (In Russ.)
93. Red Data Book of the Omsk Region. *Omsk: OmGPU*, 2015. 636 p. (In Russ.)
94. Gammerman A.F., Kadaev G.N., Shupinskaya M.D., Yatsenko-Khmelevsky A.A. Medicinal plants. M., 1976. 400 p. (In Russ.)
95. Kuznetsova E.G. Investigation of the possibility of quick freezing of victorious onions in bulk to resolve the issue of the seasonality of product consumption. Trade and economic problems of the regional business space: Collection of materials of the IV International scientific and practical conference, June 30, 2006. *Chelyabinsk*, 2006;(2):151–153. (In Russ.)
97. Gorlacheva Z.S., Kustova O.K. We grow green crops. M.: OOO TD "Publishing House of the World of Books", 2007. 240 p. (In Russ.)
114. Kudryashova G.L. Abstract of species of the genus *Allium* (Alliaceae) of the Caucasus. *Bot. J.* 1992;(77):86–88. (In Russ.)
115. Cherepanov S.K. Vascular Plants of Russia and Neighboring States. *SPb.*, 1995. 991 p. (In Russ.)
116. Umaeva A.M., Shakhgireeva Z.I., Abdurzakova A.S., Astamirova M.A.M., Dudaгова E.Sh. Red Data Book species of the genus *Allium* L. Eastern Caucasus. *Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic*. 2010;1(12):34–38. (In Russ.)
117. Grossheim A.A. Vegetable wealth of the Caucasus. M., 1952. 632 p. (In Russ.)
118. Ена А.В. Natural flora of the Crimean peninsula: monograph. Simferopol: N. Orianda. 2012. 232 p. (In Russ.)
119. Seregin A.P. New and rare species of the genus *Allium* L. (Alliaceae) of the Crimean flora and some questions of taxonomy of representatives of the genus. *Bul. MOIP. Dept. biol.* 2004;109(5):43–47. (In Russ.)
120. Korzhenevsky V.V., Isikov V.P. Bear onion (*Allium ursinum* L. subsp. *ucrainicum* Kleop. Et Oxner) in Crimea. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2017;(125):72–79. (In Russ.)
121. Dzhapova R.R., Bembееva O.G., Наранова М.А., Драненко М.Л. wild food plants of the desert zone of the Republic of Kalmykia. *Field studies*. 2018;(5):16–26. (In Russ.)

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-33-38>  
УДК 635.5:631.588.5

О.Р. Удалова, Л.М. Аникина,  
Ю.В. Хомяков, В.Г. Вертебный,  
В.И. Дубовицкая, Г.Г. Панова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Агрофизический научно-исследовательский институт» (ФГБНУ АФИ) 195220, Россия, г. Санкт-Петербург, Гражданский пр., д. 14  
lanikina\_@yandex.ru

**Благодарности**

Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Агрофизический научно-исследовательский институт» из средств Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, этап № 0667-2019-0013.

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

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в написании статьи: Удалова О.Р. – 35%; Аникина Л.М. – 30%; Хомяков Ю.В. – 10%; Вертебный В.Е. – 10%; Дубовицкая В.И. – 10%; Панова Г.Г. – 5%.

**Для цитирования:** Удалова О.Р., Аникина Л.М., Хомяков Ю.В., Вертебный В.Г., Дубовицкая В.И., Панова Г.Г. Влияние тонкослойных аналогов почвы на продукционный процесс растений салата в интенсивной светокультуре. *Овощи России*. 2021; (1):33-38. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-33-38>

**Поступила в редакцию:** 23.10.2020

**Принята к печати:** 25.11.2020

**Опубликована:** 25.02.2021

Olga R. Udalova, Lyudmila M. Anikina,  
Yuriy V. Khomyakov, Vitalii E. Vertebnyy,  
Viktoria I. Dubovitskaya, Gayane G. Panova

Agrophysical Research Institute  
14, Grazhdanskiy pr.,  
St.-Petersburg, 195220, Russia  
lanikina\_@yandex.ru

**Acknowledgments**

This work was carried out with financial support from the Federal State Budgetary Scientific Institution "Agrophysical Research Institute" from the funds of the Fundamental Scientific Research Program of the State Academies of Sciences for 2013-2020, stage No. 0667-2019-0013.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed to the writing of the article: Udalova O.R. – 35%, Anikina L.M. – 30%, Khomyakov Yu.V. – 10%, Vertebnyy V.E. – 10%, Dubovitskaya V.I. – 10%, Panova G.G. – 5%.

**For citations:** Udalova O.R., Anikina L.M., Khomyakov Yu.V., Vertebnyy V.E., Dubovitskaya V.I., Panova G.G. Influence of thin-layer soil analogues on the production process of lettuce plants in intensive artificial-light culture. *Vegetable crops of Russia*. 2021; (1):33-38. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-33-38>

**Received:** 23.10.2020

**Accepted for publication:** 25.11.2020

**Accepted:** 25.02.2021

# Влияние тонкослойных аналогов почвы на продукционный процесс растений салата в интенсивной светокультуре

**Резюме**

**Актуальность.** Решение задачи круглогодичного обеспечения населения нашей страны высококачественной растительной продукцией возможно при создании наукоемких автоматизированных фитотехнокомплексов на основе инновационных, ресурсосберегающих технологий выращивания растений в условиях искусственного климата, включающих разработку корнеобитаемых сред нового поколения – тонкослойных аналогов почвы.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в регулируемых условиях интенсивной светокультуры, при выращивании растений салата сорта Тайфун на тонкослойных аналогах почвы различного состава и малообъемном аналоге почвы «Агрофит», выбранного в качестве эталона сравнения, в вегетационных светоустановках, разработанных в ФГБНУ АФИ.

**Результаты.** Оценка влияния тонкослойных аналогов почвы на основе суспензий с кембрийской глиной и/или сапропелем в различных соотношениях на продукционный процесс растений салата по сравнению с контролем (гидрофильная ткань) показала положительную тенденцию увеличения высоты, числа листьев с растения; достоверный рост сырой массы на 25-35%, сухой массы – на 54-80%, сухого вещества – на 16-36%; увеличение площади листьев и фотосинтетического потенциала – на 20-36%, чистой продуктивности фотосинтеза – на 16-45%; достоверное или в виде положительной тенденции увеличение содержания калия – на 14-17%, кальция – на 27-35%, цинка – на 29-53% и дисахаров – на 28-68%. По сравнению с малообъемным аналогом почвы на основе верхового торфа низкой степени разложения «Агрофит» (эталон) установлено увеличение в виде выраженной положительной тенденции показателей: высоты и числа листьев, продуктивности, содержания сухого вещества; чистой продуктивности фотосинтеза, достоверное или в виде положительной тенденции увеличение площади листьев, фотосинтетического потенциала – на 20-30%; увеличение содержания минеральных элементов. Определены возможные причины более низкой продуктивности растений салата в контроле, связанные с увеличением поступления воды в ткани листьев на фоне отсутствия дополнительного минерального и/или органического питания. Содержание тяжелых металлов и нитратов не превышало ПДК во всех вариантах. Все тонкослойные аналоги почвы с нанесением суспензий различного состава могут быть рекомендованы для выращивания салата в любых культивационных сооружениях в условиях интенсивной светокультуры.

**Ключевые слова:** интенсивная светокультура, корнеобитаемая среда, тонкослойный аналог почвы, малообъемный аналог почвы, продуктивность, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, биохимический состав

## Influence of thin-layer soil analogues on the production process of lettuce plants in intensive artificial-light culture

**Abstract**

**Relevance.** The solution to the problem of providing the population of our country with high-quality plant production all year round is possible when creating high-tech automated phytotechnological complexes based on innovative, resource-saving technologies for growing plants in an artificial climate, including the development of a new generation of root inhabited thin-layer analogues of soils.

**Materials and methods.** The research was carried out under controlled conditions of intensive artificial-light culture, when growing lettuce plants of the Typhoon variety on thin-layer analogs of soil of various composition and a low-volume soil analogue based on high-moor peat with a low degree of decomposition "Agrofit", selected as a reference for comparison, in plant growing light equipment developed at Agrophysical Institute.

**Results.** Evaluation of the influence of thin-film analogues of the soil based on the suspensions Cambrian clay, and /or sapropel in different ratios on the production process of lettuces showed when compared with control (hydrophilic fabric): a positive tendency to increase of height, number of leaves per plant; a significant increase in wet mass by 25-35%, dry mass in 54-80%, percent dry matter in 16-36%; increase of leaf area and photosynthetic capacity at 20-36%, net productivity of photosynthesis by 16-45%; a significant or in a form of tendency to increase in the content of potassium by 14-17%, calcium by 27-35%, zinc by 29-53% and disaccharides by 28-68%. In comparison with the low-volume analogue of the soil based on high-moor peat of a low degree of decomposition "Agrophyte" (standard), it was found an increase in the form of a pronounced positive trend in growth indicators - the height and number of leaves, wet, dry mass of plants, percentage of dry matter; net productivity of photosynthesis, a reliable or in form of trend to increase in leaf area, photosynthetic potential by 20-30%; an increase in the content of mineral elements in lettuce leaves. Possible reasons for the lower productivity of lettuce plants in the control were determined, and it associated with an increase in water intake in leaf tissues against the background of the absence of additional mineral and / or organic nutrition. The content of heavy metals and nitrates did not exceed the maximum permissible concentration (MPC) in all variants. All thin-layer analogs of the soil with the application of suspensions of various compositions can be recommended for growing lettuce in any cultivation facilities in conditions of intensive artificial-light culture.

**Keywords:** intensive artificial-light culture, root inhabited environment, thin-layer analog of soil, low-volume analog of soil, productivity, leaf surface area, photosynthetic potential, biochemical composition



**Введение**

Острая проблема круглогодичного обеспечения населения нашей страны свежей растительной продукцией с заданными качественными и функциональными характеристиками имеет приоритетный характер и требует инновационных подходов к ее решению.

Один из перспективных путей решения указанной проблемы – организация круглогодичного производства высококачественной растительной продукции на основе ресурсосберегающих технологий в условиях интенсивной светокультуры. Учитывая требование экологической безопасности и ресурсосбережения, выращивание растений на тонкослойных корнеобитаемых средах является более предпочтительным при производстве зеленых культур в сооружениях защищенного грунта (включая растительные фабрики, фитотехкомплексы различного типа и др.), в том числе в районах Арктики и Антарктики, так как исключается необходимость утилизации использованных субстратов, загрязняющих окружающую среду [1-3].

В ФГБНУ АФИ разработана ресурсо- и энергосберегающая технология культивирования растений на тонкослойных (ТАП) и малообъемных аналогах почвы (МАП) для фитотехкомплексов – культивационных сооружений или помещений с искусственным климатом [4].

Основой для создания указанной технологии послужила методология формирования световой, воздушной и корнеобитаемой среды (КС) в регулируемой агроэкосистеме (РАЭС), а также предложенный Е.И. Ермаковым [5] принцип интенсивного выращивания растений на тонкослойных (ТАП) или малообъемных аналогах почв (МАП) с циркулирующим питательным раствором (ПР). Обеспечение корневой системы питательным раствором осуществляется по плоским щелевым капиллярам.

**Цель** данной работы – оценка влияния различных по составу тонкослойных и малообъемных аналогов почв на продукционный процесс листового салата в регулируемых условиях интенсивной светокультуры.

**Материалы и методы**

Исследования проводили на базе биополигона ФГБНУ АФИ в регулируемых условиях интенсивной светокультуры.

Объектом исследований служил листовый салат (*Lactuca sativa* L.) сорта Тайфун (селекция АО ССПП «Сортсеменовощ»), предназначенный для производства, как в открытом, так и защищенном грунте, в том числе и методом гидропоники.

Для оценки влияния корнеобитаемых сред различного состава на продукционный процесс салата, растения выращивали методом тонкослойной [4] и малообъемной панопоники [1].

В качестве корнеобитаемой среды использовали тонкослойный аналог почвы – ТАП в виде пористой гидрофильной ткани [1], а также с нанесением на нее суспензии на основе кембрийской глины (КГ) [4] и/или сапропеля (С) [6] в различных соотношениях. Применение тонкодисперсной суспензии кембрийской глины, сапропеля, а также их сочетание, приводило к увеличению удельной поверхности КС и созданию донорно-акцепторных центров [5], обеспечивая тем самым, условия взаимодействия корневой системы вегетирующих растений с КС, приближенные к природным условиям взаимодействия «корни – почвенная частица» [7]. Кроме того, наличие тонкодисперсного слоя различного состава

дополнительно обогащало трофическую среду растений микроэлементами и физиологически активными веществами, способствуя повышению продуктивности [8]. Как эталон сравнения применяли органоминеральный, малообъемный аналог почвы – МАП – Агрофит [9] из расчета 0,5 л на растение.

Были использованы следующие варианты корнеобитаемых сред:

Вариант 1. ТАП – гидрофильная ткань (ГТ), (контроль)

Вариант 2. ТАП – ГТ с суспензией на основе кембрийской глины (ГТ+КГ)

Вариант 3. ТАП – ГТ с суспензией на основе сапропеля (ГТ+С)

Вариант 4. ТАП – ГТ с суспензией на основе кембрийской глины и сапропеля (ГТ+КГ+С) в соотношении 1:1

Вариант 5. ТАП – ГТ с суспензией на основе кембрийской глины и сапропеля (ГТ+КГ+С) в соотношении 3:1

Вариант 6. ТАП – ГТ с суспензией на основе кембрийской глины и сапропеля (ГТ+КГ+С) в соотношении 1:3

Вариант 7. МАП – «Агрофит» (эталон).

Растения салата выращивали в вегетационных светостановках (ВСУ), оснащенных световыми блоками с натриевыми лампами ДНаЗ-400 (ООО Рефлекс, РФ). Облученность растений составляла 65-75 Вт/м<sup>2</sup> ФАР, продолжительность светового периода 14 часов в сутки. Температуру воздуха поддерживали в пределах +20-+22°С днем и +18-+20°С ночью, относительную влажность воздуха –65-70%.

Салат высевали сухими семенами в лотки, размерами 100х20х15 см. По достижении растениями 2-х настоящих листа, проводили выборочное прореживание посевов, оставляя 100 шт./м<sup>2</sup> ВСУ.

Для обеспечения минерального питания применяли раствор Кнопа [10]. Подачу питательного раствора в лотки осуществляли автоматически от 1 до 3 раз в сутки в зависимости от возраста растений. Поступление питательного раствора к корневой системе растений салата происходило по щелевому капилляру гидрофильной ткани. Количество растений салата составляло 10 штук на лоток, повторность – 20 растений в варианте опыта. Вегетационные эксперименты проводили дважды.

Уборку растений салата проводили на 30-е сутки. При уборке учитывали высоту растений, число листьев, сырую и сухую массу надземной части, содержание сухого вещества [11]. Площадь листовой поверхности, удельную поверхностную плотность листа (УППЛ) определяли по [12]. Фотосинтетический потенциал, чистую продуктивность фотосинтеза, обводненность листьев по существующим методикам [12, 13]. Биохимический и химический состав растений определяли в испытательной лаборатории ФГБНУ АФИ по стандартным методикам [14].

Статистическая обработка данных выполнены с помощью программного обеспечения Excel 2010 и Statistica 8. В тексте и таблицах приведены средние арифметические значения параметров и их доверительные интервалы при 95% уровне вероятности по t-критерию. Достоверность различий между вариантами оценивали методами параметрической статистики (t-критерий Стьюдента). Различия между вариантами считали достоверными при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты и обсуждение**

Проведенные исследования показали, что применение ТАП в качестве корнеобитаемой среды оказало значительное влияние на рост и продуктивность растений салата (табл. 1).



Таблица 1. Показатели роста и продуктивности растений салата сорта Тайфун при выращивании на различных по составу тонкослойных и малообъемном аналогах почвы в регулируемых условиях интенсивной светокультуры  
 Table 1. Growth and productivity indices of Taifun lettuce when grown on thin-layer and low-volume soil analogs of different composition under controlled conditions of intensive artificial-light culture

Вариант опыта**	Высота, см	Число листьев, шт.	Сырая масса растения, г	Сухая масса растения, г	Сухое вещество, %	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>
1. ГТ (контроль)	22,4±4,0	11,8±4,0	36,6±3,2	1,48±0,25	4,04±0,08	3,66±0,32
2. (ГТ+КГ)	27,2±3,0	13,8±2,0	48,3±5,8*	2,28±0,27*	4,72±0,05*	4,83±0,57*
3. (ГТ+С)	25,1±5,0	12,6±2,0	45,8±5,6*	2,66±0,32*	5,80±0,06*	4,58±0,55*
4. (ГТ+КГ+С 1:1)	26,9±4,0	12,5±2,0	45,7±5,3*	2,50±0,29*	5,47±0,05*	4,57±0,53*
5. (ГТ+КГ+С 3:1)	27,5±5,0	13,7±2,0	49,5±4,1*	2,32±0,30*	4,69±0,07*	4,95±0,41*
6. (ГТ+КГ+С1:3)	26,3±3,0	12,3±2,0	46,8±5,7*	2,33±0,28*	4,98±0,05*	4,68±0,52*
7. Агрофит - эталон	25±2,0	12,5±2,0	43,7±2,7*	1,89±0,24	4,32±0,09*	4,37±0,27*

Примечание: \* значение достоверно отличается от контрольного на 5% уровне значимости;  
 \*\* названия вариантов указаны в разделе «Материалы и методы»

Установлено, что на ТАП-ГТ с нанесением суспензий различного состава (варианты 2-6), показатели роста – высота и число листьев с растения имели тенденцию к увеличению, с максимумами в вариантах 2 (ГТ+КГ) и 5(ГТ+КГ+С 3:1) по сравнению с контролем. В этих же вариантах (2-6) отмечалось достоверное увеличение сырой массы – на 25-35%, сухой массы – на 54-80% и процента сухого вещества на 16-36% относительно контроля. При этом, наибольший процент сухого вещества наблюдался в вариантах 3 (ГТ+С) и 4 (ГТ+КГ+С 1:1), где основным компонентом суспензии в ТАП являлся сапропель, что свидетельствовало о его положительной роли, как органической составляющей ТАП, в процессе накопления ассимилятов в листьях салата [15].

При сравнении показателей продуктивности растений салата, выращенных на ТАП различного состава, наибольшее ее значение установлено в вариантах 5(ГТ+КГ+С 3:1) и 2 (ГТ+КГ).

Вероятно, эффективность применения ТАП-ГТ с суспензией на основе кембрийской глины отдельно или в сочетании с сапропелем, обусловлена входящим в ее состав широким спектром микроэлементов [7,16]. В процессе выращивания растений на КС, содержащих кембрийскую глину, под действием метаболитов выделяемых корневой системой растений, происходит дополнительное обогащение трофической среды растений элементами питания [7].

В целом, во всех вариантах с нанесением суспензий КС различного состава, продуктивность по сравнению с контролем, была достоверно выше (табл.1).

Анализ результатов выращивания салата сорта Тайфун на МАП – Агрофит (эталон) показал, что высота растений и число листьев с растения преимущественно существенно не отличались от таковых у растений, выращенных на ТАП. Достоверно более высокие значения надземной массы (на 19%) и сухого вещества (на 7%) у растений на МАП наблю-

дались только по отношению к таковым в контрольном ТАП.

При сравнении с остальными исследуемыми вариантами более низкие значения отмечались у растений на МАП – Агрофит (эталон) по продуктивности (тенденция - на 4-12%), сухой массе (на 17-29%) и содержанию сухого вещества (на 8-26%). Наиболее выражены указанные отличия в продуктивности – по отношению к вариантам 2(ГТ+КГ) и 5(ГТ+КГ+С 3:1), в сухой массе и содержанию сухого вещества – к вариантам 3 (ГТ+С) и 4(ГТ+КГ+С1:1).

Вероятно, выявленные изменения в растениях, выращенных на МАП – Агрофит (эталон), связаны с тем, что в процессе выращивания салата происходит трансформация КС и аккумуляция водорастворимых органических соединений, обладающих высокой биологической активностью в питательном растворе.

Чрезмерное накопление данных органических веществ (более 30мг/л в пересчете на углерод), может приводить к снижению продуктивности растений, культивируемых на органических и органоминеральных КС [17].

В состав ТАП, с нанесением суспензии на основе сапропеля отдельно или в сочетании с кембрийской глиной (варианты 3-6) входят, кроме гумусовых веществ, углеводные и липидные комплексы, обладающие антиоксидантными свойствами, аминокислоты, витамины, ферменты, гормоноподобные вещества, которые, очевидно, благоприятным образом отражаются на продуктивности растений [15].

Известно, что развитие растений и их продуктивность тесно связаны с процессами фотосинтеза [13]. Анализ фотосинтетической деятельности растений салата показал, что наибольшая площадь листьев формировалась при выращивании салата на ТАП, с нанесением суспензий различного состава, по сравнению с контролем и МАП – Агрофит (эталон) (табл.2)

Таблица 2. Показатели фотосинтетической активности листьев салата сорта Тайфун при выращивании на различных по составу тонкослойных аналогах почвы и малообъемном аналоге почвы Агрофит в регулируемых условиях интенсивной светокультуры  
 Table 2. Indicators of photosynthetic activity of lettuce leaves of the Taifun variety when grown on thin-layer soil analogs of different composition and a low-volume soil analogue «Agrophyte» under controlled conditions of intensive artificial-light culture

Вариант опыта**	Площадь листьев, дм <sup>2</sup> /растение	Фотосинтетический потенциал, дм <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> /дн.	Чистая продуктивность, г/м <sup>2</sup> сутки	Удельная поверхностная плотность, г/дм <sup>2</sup>	Обводненность листьев
1. ГТ (контроль)	16,9±2,9	5,07±0,87	0,58±0,02	0,088±0,000	23,73±0,07
2. (ГТ+КГ)	22,3±2,7*	6,69±0,71*	0,68±0,06*	0,102±0,001*	20,18±0,08*
3. (ГТ+С),	21,2±2,6	6,36±0,78	0,84±0,07*	0,125±0,001*	16,21±0,08*
4. (ГТ+КГ+С 1:1)	21,1±2,4	6,33±0,72	0,79±0,08*	0,118±0,001*	17,28±0,09*
5. (ГТ+КГ+С :1),	22,9±2,9*	6,87±0,87*	0,67±0,07*	0,101±0,001*	20,33±0,08*
6. (ГТ+КГ+С1:3)	20,3±2,6	6,09±0,78	0,77±0,07*	0,115±0,000*	19,09±0,8*
7. Агрофит - эталон	16,9±2,5	5,07±0,75	0,74±0,06*	0,112±0,001*	22,12±0,07*

Примечание: \* значение достоверно отличается от контрольного на 5-ном уровне значимости;  
 \*\* названия вариантов указаны в разделе «Материалы и методы».

При этом в вариантах 2 (ГТ+КГ) и 5 (ГТ+КГ+С 3:1) данный показатель был достоверно выше на 20-36% по сравнению с таковым в контрольном варианте и МАП – Агрофит (эталон).

Рост ассимиляционной поверхности листьев салата в вариантах 2-6 привел к увеличению фотосинтетического потенциала на 20-36% по сравнению с контролем и МАП – Агрофит (эталон), достоверному в вариантах 2 (ГТ+КГ) и 5 (ГТ+КГ+С 3:1), и чистой продуктивности фотосинтеза на 16%-45%, достоверной по отношению к контролю во всех вариантах и в виде выраженной положительной тенденции – в вариантах 3 (ГТ+С), 4 (ГТ+КГ+С 1:1) и 6 (ГТ+КГ+С1:3) по отношению МАП – Агрофит (эталон).

Следует отметить, что растения салата в вариантах 2 (ГТ+КГ) и 5 (ГТ+КГ+С 3:1) имели более низкие показатели чистой продуктивности фотосинтеза, по сравнению с остальными вариантами, кроме контрольного. Известно, что растения с менее интенсивным фотосинтезом могут быть более продуктивными и формировать более развитую ассимиляционную поверхность [18].

Вероятно, увеличение площади листовой поверхности и продуктивности в данных вариантах происходило как за счет усиления минерального питания, так и вследствие большей обводненности тканей листьев по сравнению с вариантами ТАП с нанесением суспензий других составов (табл.2).

Кроме того, растения салата в вариантах 2 (ГТ+КГ) и 5 (ГТ+КГ+С 3:1) имели более низкие показатели удельной поверхностной площади листа (УППЛ) по отношению к таковым в вариантах 3 (ГТ+С), 4 (ГТ+КГ+С 1:1) и 6 (ГТ+КГ+С 1:3) (табл.1).

Известно, что УППЛ и обводненность листьев находятся в обратной зависимости. Чем ниже УППЛ и выше обводненность, тем меньше затраты органического вещества на построение единицы площади листа [19].

Таким образом, листья растений салата на ТАП в вариантах 2 (ГТ+КГ) и 5 (ГТ+КГ+С 3:1) отличались большей суммарной площадью, лучшей обводненностью тканей, более низкой УППЛ и более высокой продуктив-

ностью среди вариантов ТАП с нанесением суспензий различного состава.

Увеличение значений УППЛ и снижение обводненности листьев салата при его выращивании на ТАП с максимальным содержанием органической компоненты – сапропеля (ГТ+С, ГТ+КГ+С 1:1 и ГТ+КГ+С 1:3) не оказало отрицательного воздействия на ростовые процессы и фотосинтез.

Именно в этих вариантах установлены наиболее высокие значения содержания сухого вещества в листьях и чистой продуктивности фотосинтеза (табл.1, 2). Очевидно, стимуляция роста растений в вариантах 3 (ГТ+С), 4 (ГТ+КГ+С 1:1) и 6 (ГТ+КГ+С 1:3) преимущественно обусловлена усилением процессов обмена и поступления необходимых растениям элементов питания в надземную часть (табл.3).

При анализе элементного состава растений салата установлено достоверное увеличение содержания по отношению к контролю:

- калия на 14-17% и кальция на 27-35% в вариантах 2 (ГТ+КГ), 4 (ГТ+КГ+С 1:1) и 5 (ГТ+КГ+С3:1);
- цинка на 29-53% в вариантах 3 (ГТ+С) и 6 (ГТ+КГ+С 1:3);
- фосфора на 17% и цинка на 17% в варианте МАП Агрофит (эталон).

Наблюдалась тенденция к увеличению содержания меди на 7% в варианте 3 (ГТ+С).

По содержанию азота, фосфора и магния значимых различий между вариантами с ТАП не выявлено. Следует выделить достоверно отличающееся, более низкое содержание меди на 12-27% в вариантах 2 (ГТ+КГ), 4 (ГТ+КГ+С 1:1), 5 (ГТ+КГ+С 3:1) и 7 Агрофит (эталон) и марганца - на 17%-62% в вариантах 3-7.

Максимальное содержание железа отмечалось в контроле и МАП – Агрофит (эталон). Показано, что поступление железа в растения способствует увеличению их осмотического потенциала, и, как следствие, обводненности тканей листьев за счет поступления воды в клетки с повышенным осмотическим потенциа-

Таблица 3. Показатели качества растительной продукции салата сорта Тайфун при выращивании на различных по составу тонкослойных аналогах почвы и малообъемном аналоге почвы Агрофит в регулируемых условиях интенсивной светокультуры  
 Table 3. Indicators of the quality of plant production of lettuce of the Taifun variety when grown on thin-layer soil analogs of different composition and a low-volume soil analogue «Agrophyte» in controlled conditions of intensive artificial-light culture

Вариант КС**	1 (ГТ)	2 (ГТ+КГ)	3 (ГТ+С)	4 (ГТ+КГ+С 1:1)	5 (ГТ+КГ+С 3:1)	6 (ГТ+КГ+С 1:3)	7 Агрофит (эталон)
Азот, % а.с.в.	4,01	3,68	3,81	3,82	3,69	3,66	3,88
Фосфор, % а.с.в.	0,69	0,69	0,66	0,66	0,67	0,61	0,81
Калий, % а.с.в.	6,83	7,98*	6,60	6,95	7,81*	6,38	7,01
Кальций, % а.с.в.	1,72	2,32*	1,67	2,18*	2,28*	1,61	1,88
Магний, % а.с.в.	0,53	0,56	0,50	0,57	0,56	0,49*	0,35
Медь, мг/кг а.с.в.	3,56	2,60*	3,81	3,13	2,61*	3,36	3,04
Цинк, мг/кг а.с.в.	48,20	35,50*	73,50*	42,30	32,40*	62,40*	56,2
Кобальт, мг/кг а.с.в.	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Железо, мг/кг а.с.в.	241,00	235,20	185,9	219,10	231,90	196,90	230,1
Марганец, мг/кг а.с.в.	90,50	86,20	61,70*	73,8	75,0	66,40*	56,5*
Свинец, мг/кг а.с.в.	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Кадмий, мг/кг а.с.в.	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Моносахариды, % а.с.в.	7,86	7,55	7,69	7,65	7,62	7,63	8,38
Дисахариды, % а.с.в.	2,90	3,72*	4,07*	4,14*	3,87*	4,20*	4,88*
Сумма сахаров, % а.с.в.	10,76	11,27	11,76*	11,55	11,49	11,83*	13,26*
Нитраты, мг/кг	2005,00	1689,00*	1843,00*	1813,00*	1745,00*	1858,00*	1751*

Примечание: \* - значение достоверно отличается от контрольного на 5-ном уровне значимости;  
 \*\* - названия вариантов указаны в разделе «Материалы и методы».

лом [20]. Данные выводы согласуются с результатами исследований (табл.2, 3).

Очевидно, что установленные в контрольном варианте ТАП (гидрофильная ткань) более низкие значения по росту и продуктивности (табл.1) связаны с отсутствием дополнительного минерального и/или органического питания по сравнению с вариантами ТАП, где имеются источники таких веществ – КГ и/или С.

Различия в КС отразились на накоплении сахаров растениями салата. Так, по сумме сахаров достоверное увеличение на 23% по сравнению с контролем установлено в варианте 7 - МАП – Агрофит (эталон), по содержанию дисахаров – во всех исследуемых вариантах (на 28-68%). Содержание тяжелых металлов и нитратов не превышало ПДК во всех вариантах.

#### Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что применение тонкослойных аналогов почвы различного состава оказало значимое влияние на продукционный процесс растений салата в условиях интенсивной светокультуры.

Установлена положительная тенденция увеличения высоты растений, числа листьев и достоверный рост сырой массы на 25-35%, сухой массы на 54-80% и процента сухого вещества на 16-36% по сравнению с контролем (ТАП гидрофильная ткань).

Выявлено увеличение площади листьев и фотосинте-

тического потенциала на 20-36%, с максимумами значений в вариантах ТАП с нанесением суспензий на основе кембрийской глины (ГТ+ГК; ГТ+КГ+С+3:1) по отношению к контролю и МАП – Агрофит,

Отмечены достоверный рост (на 16-45%) чистой продуктивности фотосинтеза во всех исследуемых вариантах выращивания растений на ТАП с суспензиями КГ и /или С по сравнению с контрольным ТАП и выраженная положительная тенденция к более высоким значениям данного показателя в вариантах ТАП на основе сапропеля, 3 (ГТ+ГК; ГТ+КГ+С+ 3:1); 4 (ГТ+КГ+С 1:1) и 6 (ГТ+КГ+С 1:3) по сравнению с МАП – Агрофит (эталон).

Показано, что стимуляция роста растений салата и увеличение его продуктивности преимущественно обусловлены: в вариантах ТАП на основе кембрийской глины и с максимальным ее содержанием в суспензиях (ГТ+ГК; ГТ+КГ+С+ 3:1) – дополнительным обогащением трофической среды растений элементами минерального питания; в вариантах ТАП на основе сапропеля и с максимальным его содержанием в суспензиях (ГТ+С, ГТ+КГ+С 1:1, ГТ+КГ+С 1:3) – усилением процессов обмена.

Установлены более низкие значения роста и продуктивности растений салата в варианте МАП – Агрофит (эталон) по сравнению с вариантами ТАП с нанесением суспензий различного состава.

Определены вероятные причины более низкой продуктивности растений салата в контрольном варианте



ТАП, связанные с отсутствием обогащения трофической среды дополнительным минеральным и/или органическим питанием.

Установлено, достоверное или в виде положительной тенденции увеличение калия на 14–17%, кальция на 27–35% в растениях салата, выращенных на ТАП в вариантах 2 (ГТ+КГ), 4 (ГТ+КГ+С1:1) и 5 (ГТ+КГ+С3:1); цинка на 29–53% – в вариантах 3 (ГТ+С) и 6 (ГТ+КГ+С1:3); фосфора на 17% и цинка на 17% – в варианте МАП – Агрофит(эталон) по отношению к контролю (ТАП ГТ).

Показано достоверное увеличение дисахаров на 28–68% в листьях салата во всех вариантах по сравнению с контролем. Содержание тяжелых металлов и нитратов

не превышало ПДК в растениях во всех исследованных вариантах.

Учитывая требование экологической безопасности и ресурсосбережения, выращивание растений салата на тонкослойных корнеобитаемых средах является более предпочтительным при производстве зеленых культур в фитотехкомплексах различного типа с искусственным климатом, включая районы Арктики и Антарктики, так как исключается необходимость утилизации использованных субстратов, загрязняющих окружающую среду.

Все исследуемые тонкослойные аналоги почвы могут быть рекомендованы для выращивания листового салата в культивационных сооружениях защищенного грунта, в том числе при искусственном освещении.

#### Об авторах:

**Ольга Рудольфовна Удалова** – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ АФИ, <https://orcid.org/0000-0003-3521-0254>

**Людмила Матвеевна Аникина** – кандидат биологических наук, ведущий инженер ФГБНУ АФИ, <https://orcid.org/0000-0001-5217-174x>, [lanikina\\_yandex.ru](mailto:lanikina_yandex.ru)

**Юрий Викторович Хомяков** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории биохимии почвенно-растительных систем ФГБНУ АФИ, <https://orcid.org/0000-0002-9149-3247>

**Виталий Евгеньевич Вертебный** – старший научный сотрудник ФГБНУ АФИ, <https://orcid.org/0000-0002-2936-5949>

**Виктория Игоревна Дубовицкая** – научный сотрудник ФГБНУ АФИ, <https://orcid.org/0000-0003-2410-5547>

**Гаянэ Геннадьевна Панова** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом ФГБНУ АФИ, <https://orcid.org/0000-0002-1132-9915>

#### About the authors:

**Olga R. Udalova** – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-3521-0254>

**Lyudmila M. Anikina** – Cand. Sci. (Biology), Leading Engineer, <https://orcid.org/0000-0001-5217-174x>

**Yuriy V. Khomyakov** – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-9149-3247>

**Vitalii E. Veretebny** – Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-2936-5949>

**Viktoria I. Dubovitskaya** – Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-2410-5547>

**Gayane G. Panova** – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-1132-9915>

#### • Литература

- Panova G.G., Chernousov I.N., Udalova O.R., Alexandrov A.V., Karmanov I.V., Anikina L.M., Sudakov V.L., Yakushev V.P. Scientific and technical basis year-round obtaining high yields of quality plant products under artificial light. *Reports of the Academy of Agricultural Sciences*. 2015;(4):17-21.
- Kozai, T., Niu, G., Takagaki, M. (ed.). Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production. *Academic press*, 2019. 489 p.
- Al-Kodmany Kh. The Vertical Farm: A Review of Developments and Implications for the Vertical City. *Buildings*. 2018;(8):24.
- Черноусов И.Н., Панова Г.Г., Удалова О.Р., Александров А.В. Патент РФ на полезную модель № 189309 «Фитотехкомплекс для выращивания растений». 2019. Бюл. №15.
- Ермаков Е.И. Методология панопоники как основы защищенного грунта ноосферного уровня. *Аграрная наука*. 2001;(2):46-49.
- Sposito G. The Chemistry of Soils. *New York: Oxford University Press*, 2008. 342 p.
- Новикова Ю.А., Корсаков В.Г. Влияние условий модификации на структуру и функциональный состав поверхности кембрийской глины. *Журнал прикладной химии*. 2003;76(4):556-560.
- Аникина Л.М., Мухоморов В.К., Удалова О.Р. Выращивание растений томата на тонкослойном аналоге почвы и исследование колебательных процессов водноминерального обмена растений в онтогенезе. *Агрофизика*. 2014;4(16):11-27.
- Ермаков Е.И., Желтов Ю.И., Мильто Н.Е., Кучеров В.И. Почвогрунт для выращивания растений «Агрофит». Патент №2081555 РФ. БИ №17. 1997.
- Чесноков В.А., Базырина Е.Н., Бушуева Т.М. Выращивание растений без почвы. *Изд. ЛГУ*, 1960. 170 с.
- Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. *Л. Агропромиздат* 1987. 429 с.
- Третьяков Н.Н. Практикум по физиологии растений. *М., Агропромиздат*, 1990. 271 с.
- Ничипорович А.А. Фотосинтез и продуктивный процесс. *М: Наука*, 1988. 276 с.
- Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01", 06.11.2001.
- Шлепетинский А.Ю., Федорова-Семенова Т.Е., Мельник Е.А. Сапропель – природный ресурс экологически чистого органического сырья. *Журнал. Фундаментальные исследования*. 2006;(10):80-80.
- Суханова И.М., Яппаров И.А., Газизов Р.Р., Бикинина Л.М., Сидоров В.В., Нуртдинова Г.Х. Действие органо-минеральных суспензий и наносуспензий на структуру урожая и содержания зольных элементов. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология*. 2018;(2):23-34.
- Аникина Л.М., Удалова О.Р., Судakov В.Л., Шибанов Д.В., Эзерина О.В. Исследование влияния водорастворимого органического вещества на эффективность использования в регулируемых условиях почвоподобных сред нового типа. *Овощеводство: сб. науч. трудов. НАН Беларуси; РУП «Институт овощеводства»*. Минск. 2008;(15):112-118.
- Мокронос А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. *М.: Наука*, 1981. 196 с.
- Иванов Л.А., Иванова Л.А., Ронжина Д.А. Закономерности изменения удельной плотности листьев у растений Евразии вдоль градиента аридности. *Доклады Академии наук*. 2009;428(1):135-138.
- Панова Г.Г., Шилова О.А., Николаев А.М., Коваленко А.С., Удалова О.Р., Аникина Л.М., Журавлева А.С., Хомяков Ю.В., Вертебный В.Е., Дубовицкая В. И. О влиянии наночастиц оксида железа на растения в вегетативный период развития. *Агрофизика*. 2019;(3):40-49.

#### • References

- Panova G.G., Chernousov I.N., Udalova O.R., Alexandrov A.V., Karmanov I.V., Anikina L.M., Sudakov V.L., Yakushev V.P. Scientific and technical basis year-round obtaining high yields of quality plant products under artificial light. *Reports of the Academy of Agricultural Sciences*. 2015;(4):17-21.
- Kozai, T., Niu, G., Takagaki, M. (ed.). Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production. *Academic press*, 2019. 489 p.
- Al-Kodmany Kh. The Vertical Farm: A Review of Developments and Implications for the Vertical City. *Buildings*. 2018;(8):24.
- Chernousov I.N., Panova G.G., Udalova O.R., Aleksandrov A.V.. Patent for useful model No. 189309 "Phytotechcomplex for growing plants". 2019. *Bul. No. 15*. (In Russ.)
- Ermakov E.I. Methodology of panoponics as the basis of protected soil of the noosphere level. *Agrarian science*. 2001;(2):46-49. (In Russ.)
- Sposito G. The Chemistry of Soils. *New York: Oxford University Press*, 2008. 342 p.
- Novikova Yu.A., Korsakov V.G. Influence of modification conditions on the structure and functional composition of the Cambrian clay surface. *Journal of applied chemistry*. 2003;76(4):556-560 (In Russ.)
- Anikina L.M. Mukhomorov V.K., Udalova O.R. Growing tomato plants on thin-layer soil analogues and research of vibrational processes of water-mineral exchange of plants in ontogenesis. *Agrophysics*. 2014;4(16):11-27. (In Russ.)
- Ermakov E.I., Zheltov Yu.I., Miltto N.E., Kucherov V.I. Soil for growing plants "Agrofit"// Patent No. 2081555 of the Russian Federation. BI #17. 1997. (In Russ.)
- Chesnokov V.A., Bazyrina, E.N., Bushueva, T.M. Growing plants without soil. *Publishing house LSU*, 1960. 170 p. (In Russ.)
- Ermakov A.I. Methods of biochemical research of plants. *L. Agropromizdat*. 1987. 429 p. (In Russ.)
- Tretyakov N.N. Workshop on plant physiology. *M., Agropromizdat*, 1990. 271 p. (In Russ.)
- Nichiporovich A.A. Photosynthesis and productive process. *M: Science*, 1988. 276 p. (In Russ.)
- Hygienic requirements for food safety and nutritional value. SanPiN 2.3.2.1078-01", 06.11.2001. (In Russ.)
- Shlepetinsky A.Yu., Fedorova-Semenova T.E., Melnik E.A. Sapropel – a natural resource of environmentally friendly organic raw materials. *Journal Fundamental study*. 2006;(10):80-80. (In Russ.)
- Sukhanova I.M., Yapparov I.A., Gazizov R.R., Bikinina L.M., Sidorov V.V., Nurtidinova G.H. Effect of organo-mineral suspensions and nanosuspensions on the structure of the crop and the content of ash elements. *Bulletin of Perm regional research Polytechnic University. Chemical technology and biotechnology*. 2018;(2):23-34. (In Russ.)
- Anikina L.M., Udalova O.R., Sudakov V.L., Shibanov D.V., Ezerina O.V. investigation of the influence of water-soluble organic matter on the efficiency of using new-Type soil-like media under regulated conditions. *Vegetable growing: collection of scientific works. National Academy of Sciences of Belarus; RUE "Institute of vegetable growing"*. Minsk. 2008;(15):112-118. (In Russ.)
- Mokronosov A.T. Ontogenetic aspect of photosynthesis. *Moscow: Nauka*, 1981. 196 p. (In Russ.)
- Ivanov L.A., Ivanova L.A., Ronzhina D.A. Regularities of changes in the specific density of leaves in plants of Eurasia along the aridity gradient. *Reports of the Academy of Sciences*. 2009;428(1):135-138. (In Russ.)
- Panova G.G., Shilova O.A., Nikolaev A.M., Kovalenko A.S., Udalova O.R., Anikina L.M., Zhuravleva A.S., Khomyakov Yu.V., Veretebny V.E., Dubovitskaya V.I. on the effect of iron oxide nanoparticles on plants during the vegetative period of development. *Agrophysics*. 2019;(3):40-49. (In Russ.)

## Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-39-42>  
УДК (635.621.3+635.611):664.858

А.В. Гулин<sup>1</sup>, Л.В. Павлов<sup>2</sup>,  
Т.А. Санникова<sup>1</sup>, В.А. Мачулкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиал ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук» ВНИИООБ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» 416341 Астраханская область, г. Камызяк, ул. Любича, 16 tani.1957@bk.ru

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

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Гулин А.В., Павлов Л.В., Санникова Т.А., Мачулкина В.А. Функциональный продукт – варенье из кабачков и дыни. *Овощи России*. 2021;(1):39-42. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-39-42>

**Поступила в редакцию:** 28.07.2020  
**Принята к печати:** 07.12.2020  
**Опубликована:** 25.02.2021

Alexander V. Gulin<sup>1</sup>, Leonid V. Pavlov<sup>2</sup>,  
Tatyana A. Sannikova<sup>1</sup>, Vera A. Machulkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Precaasian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences FSBSI «PAFSC RAS» 16, Lubich st., Kamyzyak, Astrakhan region, Russia, 416341 tani.1957@bk.ru

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed equally to the writing of the article.

**For citations:** Gulin A.V., Pavlov L.V., Sannikova T.A., Machulkina V.A. Functional product – squash and melon jam. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):39-42. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-39-42>

**Received:** 28.07.2020  
**Accepted for publication:** 07.12.2020  
**Accepted:** 25.02.2021

# Функциональный продукт – варенье из кабачков и дыни



## Резюме

**Актуальность.** Обеспечение населения функциональными, экологически чистыми и качественными продуктами питания – актуальная научная и государственная проблема. При длительном использовании загрязнённых продуктов повышается риск появления различных болезней. Поэтому рацион человека должен состоять из функциональных экологически чистых продуктов. Основной целью данной исследовательской работы стало производство качественного варенья из экологически чистого сырья растительного происхождения.

**Материал и методика.** Для приготовления варенья использовали плоды кабачков сорта Сосновский и дыни сорта Лада технической и биологической степени зрелости. Технологический процесс приготовления варенья проходил в соответствии с технологическими требованиями на данный вид продукта. Определяли содержание биохимических показателей: сухое вещество, сумма сахаров, аскорбиновая кислота, пектин и нитраты в свежей и готовой (после прохождения срока ферментации) продукции, а также органолептическую оценку готового продукта.

**Результаты.** Получено варенье с ароматом дыни с содержанием глюкозы 4,5-6,73%, фруктозы – 4,66-7,17% при аккумуляции нитратов в пределах 127,1 мг/кг (плоды биологической зрелости) и 131,6 мг/кг (плоды технической зрелости), что в 3,0-3,1 раза ниже предельно-допустимой концентрации. Дегустационная комиссия оценила варенье из плодов технической зрелости в 4,3 балла, а биологической в 4,8 балла. Таким образом, обобщая результаты наших исследований можно заключить, что варенье, приготовленное из плодов кабачков с добавлением дыни, является функциональным, высоковитаминным, экологически чистым продуктом питания с высокими вкусовыми качествами.

**Ключевые слова:** варенье, плоды кабачков и дыни, содержание основных веществ, функциональный продукт

# Functional product – squash and melon jam

## Abstract

**Relevance.** Providing the population with functional, environmentally friendly and high-quality food is an urgent scientific and state problem. With prolonged use of contaminated products, the risk of various diseases increases. Therefore, the human diet should consist of functional, environmentally friendly products. The main goal of this research work was the production of high-quality jam from environmentally friendly raw materials of plant origin.

**Methods.** For the preparation of the jam, the fruits of the Sosnovsky zucchini variety and the Lada melon of the technical and biological degree of maturity were used. The technological process of making jam took place in accordance with the technological requirements for this type of product. The content of biochemical parameters: dry matter, the amount of sugars, pectin and nitrates) were determined in fresh and finished (after the fermentation period) products.

**Results.** Jam with a melon aroma was obtained with a glucose content of 4.5-6.73%, fructose - 4.66-7.17% with an accumulation of nitrates in the range of 127.1 mg / kg (fruits of biological maturity) and 131.6 mg / kg (fruits of technical maturity), which is 3.0-3.1 times lower than the maximum permissible concentration. The tasting committee rated the jam made from fruits of technical maturity at 4.3 points, and biological at 4.8 points. Thus, summarizing the results of our research, we can conclude that the jam made from zucchini fruits with the addition of melon is a functional, high-vitamin, environmentally friendly food product with high taste.

**Keywords:** jam, fruits of zucchini and melon, content of basic substances, functional product

**Введение**

Важнейшим фактором, обеспечивающим здоровье человека и умение противостоять внешним неблагоприятным воздействиям, является его образ жизни, именно он в конечном счёте определяет ее качество и продолжительность. Решение проблемы обеспечения населения полноценными, физиологически сбалансированными, экологически безопасными функциональными продуктами питания отечественного производства – актуальная задача на данном этапе развития страны [1]. Ставший популярным здоровый образ жизни и увеличение спроса на экологически чистые продукты питания дают возможность производителям предложить населению конкурентоспособную продукцию.

Согласно Государственной программе «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», основным мероприятием является реализация экономических значимых региональных программ развития отрасли растениеводства. Цель региональной программы Астраханской области – повышение роли региона в обеспечении продовольственной безопасности страны за счёт производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции. Выполнение этой задачи возможно при социально-экономическом развитии агропромышленного комплекса (АПК) на основе его модернизации и устойчивого развития сельских территорий региона [1]. Агропромышленный комплекс Астраханской области, включающий растениеводство, перерабатывающую и пищевую отрасли, сохраняет ведущие позиции в экономике региона и имеет серьёзные перспективы по наращиванию объёмов производства растениеводческой продукции. Развитие АПК невозможно без овощеперерабатывающей промышленности. Несмотря на то, что область имеет богатую сырьевую базу овощебабчевой продукции, доля сырья, направляемая на переработку, достаточно низкая. Овощеперерабатывающие предприятия активно осваивают выпуск новых видов продуктов и предлагают покупателю экологически безопасную продукцию, которая по своему качеству не уступает зарубежным аналогам, что вполне может решить проблему импортозамещения [2,3].

В последнее время много внимания уделяется биохимическим исследованиям функциональных ингредиентов, в нашем опыте это кабачки и дыня. Изучаемое сырьё показало высокую биологическую и пищевую ценность, перспективность использования в производстве функциональных пищевых продуктов с учётом количества потребления пищевых и биологически активных веществ, рекомендованных Федеральным центром Госэпиднадзора Минздрава России [4,5,6].

Принимая во внимание пищевую и биологическую ценность кабачка и возможности производства на его основе натуральных экологически безопасных пищевых продуктов функционального назначения и потребность населения, целесообразно проводить комплексную переработку с получением различных видов продукции: икры, варенья, цукатов, и т.д. [7,8,9,10].

Проанализировав литературные источники, мы пришли к выводу, что существующий ассортимент продукции функционального назначения из плодов кабачка не отражён полностью и может быть дополнен новым продуктом – варенье из кабачка биологической и технической степени зрелости с добавлением плодов дыни.

**Цель и задачи**

Цель разработки – создать новый вид продукта из плодов кабачка и дыни функционального назначения: экологически безопасного, с хорошими органолептическими свойствами.

В задачу исследований входило:

- получить экологически чистый новый продукт питания – варенье из плодов кабачка и дыни разной степени зрелости;
- дать биохимическую оценку готовой продукции по окончании срока ферментации (3 месяца хранения).

**Материалы и методы**

Для проведения исследований использовали плоды биологической и технической зрелости кабачков сорта Сосновский и дыни сорта Лада, выращенных по общепринятой технологии для Астраханской области.

Технологический процесс приготовления варенья состоял из подготовки сырья (мойка, ополаскивание, подсушка, очистка от корки, повторное ополаскивание, резка на кубики размером 2x2x2 см). Подготовленное сырьё помещали в ёмкость для варки, заливали кипящим 60% сахарным сиропом и оставляли на 4 часа для пропитки кусочков сиропом. Затем варенье уваривали до готовности, которую определяли по крепости сиропа и температуре кипящего варенья. При температуре 103,5°C варку прекращали. Готовый продукт расфасовывали в стерилизованную стандартную тару с немедленной укупоркой, охлаждали и ставили на хранение. Хранение готового продукта проводили в холодильнике с естественно-сложившимися условиями. Ежедневно велось наблюдение за качеством варенья. Проводили визуальную оценку готового продукта (внешний вид, цвет, наличие микробиологической порчи, герметичность укупорки). При обнаружении явных дефектов герметичности укупорки, наличия жизнедеятельности микроорганизмов продукция отбраковывалась и в последующем уничтожалась.

Повторность опыта трёхкратная, количество банок в одной повторности 3 условных единицы.

Содержание биохимических показателей: сухое вещество (методом высушивания), сумма сахаров (цианидным методом), аскорбиновая кислота (по Мурри), пектин (по пектату кальция) и нитраты (ионометрический метод) определяли в свежей и готовой (после прохождения срока ферментации) продукции.

Органолептическую оценку готового продукта определяла дегустационная комиссия в соответствии ГОСТ ISO 6658-2016 «Органолептический анализ. Методология. Общее руководство».

**Результаты исследований**

Проведёнными исследованиями доказано, что качество готового продукта зависит от культуры, степени зрелости плодов, почвы, климатических условий, а также от способности накапливать как полезные, так и вредные вещества.

Плоды кабачков и дыни обладают ценными питательными свойствами и являются прекрасным сырьём для производства функционального диетического питания. Энергетическая ценность кабачка составляет 113 кДж в 100 г, сухое вещество варьирует от 7,0 до 11,0%, сумма сахаров колеблется в пределах 2,2-2,5%, аскорбиновая кислота – 12,0-25,0 мг/100 г, калий – 238,0 мг/100 г, кальций – 15 мг/100 г, пектин – 1,1 г/100 г, витамины В1, В2, каротин содержатся в небольшом количестве. Плоды дыни по энергетической ценности превышают кабачки в 1,4 раза.



Таблица 1. Биохимический состав сырья до переработки  
Table 1. Biochemical composition of raw materials before processing

Показатели	Культура			
	кабачок		дыня	
	Степень зрелости плодов			
	техническая	биологическая	техническая	биологическая
Сухое вещество, %	4,28	6,48	9,28	12,07
Сумма сахаров, %	2,98	3,77	8,11	11,63
Аскорбиновая кислота, мг%	1,97	1,86	8,17	16,13
Нитраты, мг/кг	178,2	148,8	167,0	126,5
Пектин, %	0,78	1,16	2,98	2,28

Содержание сухого вещества составляет 1,5-13,8%, суммы сахаров – 7,0-21,0% в зависимости от сорта и условий выращивания, пектин колеблется в пределах 3,8-4,5%, кальций, фосфор, магний и железо содержатся в небольшом количестве.

Качество сырья является одним из важнейших приоритетов пищевой безопасности для продуктов переработки овощей и фруктов. Одним из основных показателей безопасности является содержание в готовом продукте нитратов, входящих в естественные компоненты растительного сырья. Допустимое суточное потребление нитратов для человека не должно превышать 5 мг на 1 кг массы тела, то есть не более 350 мг в сутки для человека весом 70 кг.

От избытка нитратов в продукции можно избавиться путём термической обработки, например приготовления варенья. В процессе проведения опытов было установлено, что в свежей продукции кабачков нитратов накапливалось ниже допустимой концентрации (400 мг/кг сырого вещества) в плодах технической зрелости в 1,1 раза, биологической – в 1,3 раза. Плоды дыни сорта Лада содержали в недозрелых – в 1,8 раза и в зрелых – в 1,4 раза больше предельно-допустимой концентрации (ПДК 90 мг/кг сырого вещества).

По мере созревания плодов независимо от культуры содержание сухого вещества увеличивалось. Наиболее высокое количество сухого вещества было у дыни 9,28% в недозрелых плодах, что в 2,2 раза выше, чем в кабачках технической степени зрелости. Биологически зрелые плоды дыни превышали по этому показателю плоды кабачков в 1,9 раза.

Сахаров в плодах дыни в зависимости от степени зрелости накапливалось в 2,7-3,4 раза больше чем в кабачках. В плодах кабачков и дыни технической зрелости аккумуляция аскорбиновой кислоты была в 1,1-1,3 раза выше, чем в плодах биологической зрелости. Уменьшение аскорбиновой кислоты в плодах биологической зрелости объясняется тем, что плоды полностью созрели, и в них начался процесс мацерации тканей (табл. 1).

Для того, чтобы определить необходимое количество сахара для приготовления варенья, необходимо знать выход готового сырья с одной учётной единицы. Наибольший выход подготовленного сырья в 1,3 раза получен из кабачков технической степени зрелости по сравнению с сырьем из плодов биологической степени зрелости. Это объясняется тем, что в плодах технической степени зрелости семена ещё не сформировались и отход значительно меньше. В плодах дыни технической степени зрелости отход выше в 6,5 раза по сравнению с плодами кабачков, за счёт семян, которые идут в отход. По мере созревания плодов кабачков и дыни увеличивается масса отхода в 10,9 и 1,5 раза соответственно, состоящего из коры, плаценты, семян (табл. 2).

Установлено, что выход готовой продукции зависит от степени зрелости плодов при приготовлении варенья. Наибольший выход варенья был из плодов биологической степени зрелости – 709,6 кг и превышал в 1,3 раза из плодов технической зрелости (537,1 кг).

Содержание сухого вещества в готовом продукте варенья после прохождения срока ферментации было в пределах 58,24-60,03%. Варенье из плодов биологической степени зрелости содержали сухого вещества на

Таблица 2. Выход подготовленного сырья для переработки  
Table 2. Output of prepared raw materials for processing

Степень зрелости	Культура					
	Кабачок			Дыня		
	Показатели, %					
	стандарт	кора	семена	стандарт	кора	семена
Техническая	97,9	2,3	0	85,1	8,0	6,9
Биологическая	74,9	12,6	12,5	77,9	13,7	8,4

Таблица 3. Биохимический состав варенья из кабачков и дыни  
Table 3. Biochemical composition of marrow and melon jam

Степень зрелости	Показатели							
	сухое вещество, %	сумма сахаров, %	в том числе			аскорбиновая кислота, мг%	нитраты, мг/кг	пектин, %
			глюкоза, %	фруктоза, %	сахароза, %			
Техническая	58,24	50,33	4,50	4,66	41,17	5,20	131,6	0,87
Биологическая	60,03	56,08	6,73	7,17	45,18	6,46	127,1	0,96

1,79% больше, чем из плодов технической зрелости. Сахаров в варенье из плодов биологической степени зрелости аккумулировалось в 1,1 раза больше, чем из плодов технической степени зрелости. В готовом продукте преобладала сахароза, её количество в 5,9-9,1 раза превышало глюкозу и фруктозу в зависимости от степени зрелости сырья. Увеличение содержания сахарозы в варенье объясняется добавлением сахара при приготовлении, который диффундировал из сиропа в продукт.

Содержание нитратов в варенье из кабачков с добавлением дыни при допустимом уровне 400 мг/кг было в 3,0-3,1 раза ниже ПДК (табл.3).

По окончании срока ферментации варенья дегустационная комиссия проводила органолептическую оценку. Отмечено, что варенье имело привлекательный вид, янтарный цвет, целостность кусочков была незначительно нарушена в варенье из сырья технической зрелости, запах приятный с тонким ароматом дыни. Дегустационная комиссия оценила варенье из плодов технической зрелости в 4,3 балла, а биологической – в 4,8 балла.

### Вывод

На основании проведённых экспериментальных исследований нами было установлено, что на накопление основных биохимических веществ при приготовлении варенья из кабачков с добавлением дыни существенное влияние оказывала степень зрелости плодов. В варенье, приготовленном из плодов технической степени зрелости, количество сухого вещества, сахаров, аскорбиновой кислоты и пектина было в 1,1-1,3 раза меньше, чем из плодов биологической степени зрелости. Обратная зависимость отмечена по нитратам. Варенье из плодов технической зрелости содержало на 4,5% больше нитратов, чем биологической зрелости, но было в 3,0 раза меньше ПДК.

В результате полученных данных можно сказать, что варенье из кабачков с добавлением дыни является функциональным, высоковитаминным, экологически чистым продуктом питания с высокими вкусовыми качествами.

### Об авторах:

**Александр Владимирович Гулин** – кандидат сельскохозяйственных наук, директор, ведущий научный сотрудник, vniioib@mail.ru

**Леонид Васильевич Павлов** – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

**Татьяна Александровна Санникова** – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, tani.1957@bk.ru

**Вера Александровна Мачулкина** – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

### About the authors:

**Alexander V. Gulin** – Cand. Sci. (Agriculture), Director, Leading Researcher, vniioib@mail.ru

**Leonid V. Pavlov** – Doc. Sci. (Agriculture), Leading Researcher

**Tatiana A. Sannikova** – Doc. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, tani.1957@bk.ru

**Vera A. Machulkina** – Doc. Sci. (Agriculture), Leading Researcher

### • Литература

1. Панфилов В.А. Продовольственная безопасность России и шестой технологический уклад в АПК. *Вестник РАСХН*. 2016;(1):10-12.
2. Федосенко Т.В., Пацюк Л.К., Медведева Е.А., Наринянц Т.В. Новый вид консервов для функционального питания. *Овощи России*. 2018;(6):63-69. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-63-69>
3. Матисон В.А., Арутюнова Н.И. Качество продуктов питания. *Пищевая промышленность*. 2016;(4):50-54.
4. Санникова Т.А., Мачулкина В.А. Изменение аскорбиновой кислоты и сахара при консервировании дыни. *Орошаемое земледелие*. 2018;(3):27-28.
5. Крохалёва С.И., Черепанов П.В. Содержание нитратов в растительных продуктах питания и их влияние на здоровье человека. *Вестник Приамурского ГУ им. Шолом-Алейхама*. 2016;3(24):27-36.
6. Шило Л.М., Баранова В.В., Голубкина Н.А. [и др.] Качественные показатели цукатов из арбуза, дыни, тыквы и стандарты на них. *Пища, экология, качество: тр. XV Межд. науч.-практ. конф. М: Издательство «Перо», 2018. С.372-376.*
7. Санникова Т.А., Мачулкина В.А. Органолептическая оценка качества овоще-бахчевой продукции. Наука и образование в жизни современного общества: сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания ЮКОМ», 2015;(2):122-126.
8. Кайшев В.Г., Серегин С.Н. Функциональные продукты питания: основа для профилактики заболеваний, укрепления здоровья и активного долголетия. *Пищевая промышленность*. 2017;(7):8-14.
9. Глазков С.В., Копцев С.В., Лесникова Н.А., Богданова В.В., Володарская Т.К. Современные инновационные технологии хранения свежих фруктов и овощей и продуктов их переработки (обзор). *Овощи России*. 2018;(5):84-89. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-84-89>
10. Копцев С.В., Глазков С.В. Сравнительный анализ содержания нитратов в продуктах переработки фруктов и овощей методом ВЭЖХ. *Овощи России*. 2019;(6):101-104. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-101-104>

### • References

1. Panfilov V.A. Food security of Russia and the sixth technological structure in the agricultural sector. *Vestnik RASKHN*. 2016;(1):10-12 (In Russ.).
2. Fedosenko T.V., Patsyuk L.K., Medvedeva E.A., Narinants T.V. Product functional purpose on the basis of the jerusalem artichoke. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(6):63-69. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-63-69>.
3. Matison V.A., Arutyunova N.I. Food quality. *Food industry*. 2016;(4):50-54. (In Russ.).
4. Sannikova T.A., Machulkina V.A. Change in ascorbic acid and sugar when preserving melon. *Irrigated agriculture*. 2018;(3):27-28 (In Russ.).
5. Krohalyova S.I., Cherepanov P.V. The content of nitrates in plant foods and their impact on human health. *Bulletin of the Amur State University named after Sholem Aleikham*. 2016; 3 (24): 27-36. (In Russ.).
6. Shilo L.M., Baranova V.V., Golubkina N.A. Qualitative indicators of candied watermelon, melon, pumpkin and standards for them. Food, ecology, quality: XV Int. scientific-practical conf. M: Publishing house "Pero", 2018. P.372-376. (In Russ.).
7. Sannikova T.A., Machulkina V.A. Organoleptic assessment of the quality of vegetable and melon products. Science and education in the life of modern society: collection of articles. scientific. tr. based on materials scientific and practical. conf. Tambov: "Consulting company SKOM", 2015;(2):122-126. (In Russ.).
8. Kajshev V.G., Seregin S.N. Functional foods: the foundation for disease prevention, health promotion, and active longevity. *Food industry*. 2017;(7):8-14 (In Russ.).
9. Glazkov S.V., Koptsev S.V., Lesnikova N.A., Bogdanova V.V., Volodarskaya T.K. Modern innovative storage technologies for processed fruit and vegetable products (review). *Vegetable crops of Russia*. 2018;(5):84-89. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-84-89>
10. Koptsev S.V., Glazkov S.V. Comparative analysis of nitrate content in fruit and vegetable products by HPLC. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(6):101-104. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-101-104>

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-43-46>  
УДК 635.621.3:631.527.2/.4

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

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИССОК, ул. Селекционная, д. 14  
himich07@mail.ru, korottseva@mail.ru, AlexeyErmolaev@vniissok.ru

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

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в написании статьи: Химич Г.А. – 60%, Коротцева И.Б. – 30% и Ермолаев А.С. – 10%.

**Для цитирования:** Химич Г.А., Коротцева И.Б., Ермолаев А.С. Сигнальная окраска молодых листьев кабачка при отборе растений с двухцветными плодами. *Овощи России*. 2021;(1):43-46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-43-46>

**Поступила в редакцию:** 15.12.2020

**Принята к печати:** 26.01.2021

**Опубликована:** 25.02.2021

Khimich, Irina B. Korottseva,  
Alexey S. Ermolaev

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072  
himich07@mail.ru, korottseva@mail.ru, AlexeyErmolaev@vniissok.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed to the writing of the article: Khimich G.A. – 60%, Korottseva I.B. – 30%, Ermolaev A.S. – 10%.

**For citations:** Khimich G.A., Korottseva I.B., 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>

**Received:** 15.12.2020

**Accepted for publication:** 26.01.2021

**Accepted:** 25.02.2021

# Сигнальная окраска молодых листьев кабачка при отборе растений с двухцветными плодами



## Резюме

**Актуальность.** В соответствии с потребностями рынка в 2008 году был создан сорт кабачка цуккини Русские спагетти с двухцветными плодами. Еще на этапах селекционного процесса столкнулись со сложностями поддержания в популяции сорта высокого процента двухцветных форм. Для решения этой задачи изучали возможность использования маркерных признаков молодых листьев кабачка при отборе форм с различной окраской плода в технической спелости.

**Материал и условия.** Опыт был заложен в 2005-2018 годах в Одинцовском районе Московской области в условиях открытого грунта на базе лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур ФГБНУ ФНЦО. В селекционном питомнике исследования проводили ежегодно на 30 растениях. Окраску плодов учитывали только в фазе технической спелости. Лучшие растения размножали путем инцухтирования. В питомнике размножении сорта Русские спагетти проводили посев по семьям. В течение 4-х лет в каждой семье, в различные фазы развития, изучали 50-100 шт. растений по окраске плода и другим хозяйственно полезным признакам.

**Результаты.** В течение одиннадцати лет проводили инцухтирование и отбор на двухцветных формах кабачка Русские спагетти для достижения гомозиготности и, соответственно, выравнивания материала по окраске плодов. Закономерностей по влиянию количества инцухтирований на окраску плодов не было отмечено. Однако в процессе наблюдений удалось установить взаимосвязь между окраской плода в технической спелости и рисунком на нижних (первых) листьях. На растениях с мраморным рисунком листа завязывались преимущественно зеленые (сетчатые); с желтыми пятнами на листьях – двухцветные и с полностью желтыми листьями – желтые плоды. Отбирая на ранних стадиях, в фазу 3-4 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.

**Ключевые слова.** Кабачок, двухцветные формы, отбор, окраска листа, сигнальный признак, семеноводство.

# Signal coloration of young leaves of zucchini in the selection of plants with bi-colored fruit

## Abstract

**Relevance.** In accordance with the needs of the market, in 2008, a variety of zucchini spaghetti with two-colored fruits was created. We faced difficulties in maintaining a high percentage of two-color forms in the variety population. To solve this problem, we studied the possibility of using markers of young zucchini leaves in the selection of forms with different fruit colors in technical ripeness.

**Material and conditions.** The experience was started in 2005 to 2018 in the open ground on the basis of FSBSI FSVC. In the breeding nursery, research was conducted annually on 30 plants. The color of the fruit was taken into account only in the phase of technical ripeness. The best plants were propagated by incest. In the nursery breeding varieties of Russian spaghetti were sown by family. During 4 years in each family, at different stages of development, 50-100 plants were studied according to the color of the fruit and other economically useful characteristics.

**Results.** For eleven years, incuchination and selection were carried out on two-color forms of zucchini Russian spaghetti to achieve homozygosity and, accordingly, to align the material with the color of the fruit. Some regularities of the influence of the number of integrirvani on the color of the fruit has not been observed. Continuing to observe the plants, it was possible to establish a relationship between the color of the fruit in technical ripeness and the pattern on the lower (first) leaves. On plants with a marble pattern, the leaves were mostly green (reticulated); with yellow spots on the leaves – two-colored and with completely yellow leaves – yellow fruits. By selecting plants with yellow spots on the leaves in the early stages, in the phase of the 3-4-th real leaves, we were able to increase the percentage of plants with two-colored fruits in the population of the variety to 95.5-100%. All this greatly simplified the original seed production of zucchini Russian spaghetti.

**Keyword.** Zucchini, bicolor forms, selection, leaf color, signal sign, seed production.



**Введение**

Окраска плодов – важный аспект для потребителя при выборе сорта. Большим спросом пользуются сорта кабачка с ярко окрашенными плодами. По мнению Тараканова Г.И., желтоплодные и желто-зеленые овощи имеют больше каротина. Их употребление препятствует развитию сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [1]. Особая ценность цуккини состоит в наличии в плодах каротиноида лютеина, который способствует повышению остроты зрения и защите организма от свободных радикалов. Максимальное содержание лютеина в желтоплодных кабачках, меньше – в зеленых, а в белых он практически отсутствует [2].

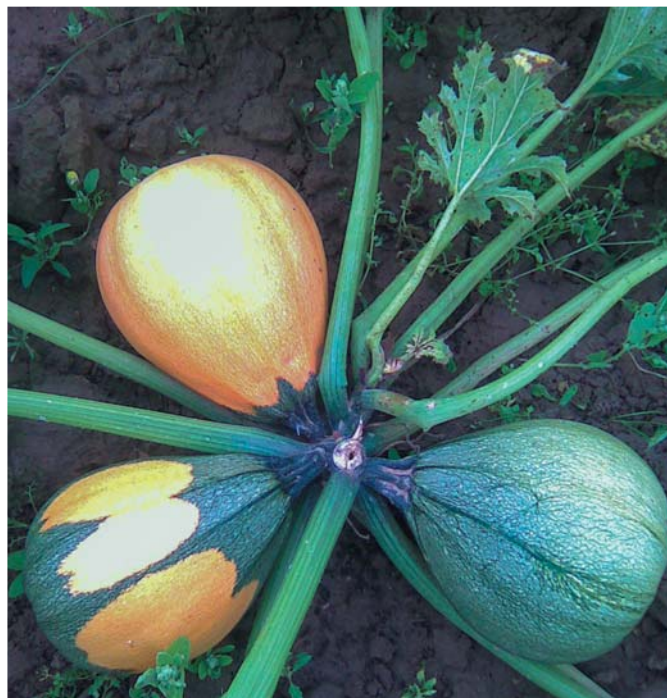
В связи с потребностями рынка в ФГБНУ ФНЦО был создан сорт кабачка цуккини - Русские спагетти с двухцветными – желто-зелеными плодами (рис. 1).

Этот сорт был получен путем отбора из гибридной популяции от скрещиваний образца из Франции – Ronde de Nied, имеющего сетчатые плоды, и образца из Китая- Zhang HU2 с желтыми плодами. Сорт отличался выравненностью по форме, индексу плода и другим хозяйственно полезным признакам и, в то же время, сложной структурой популяции по окраске и рисунку на поверхности коры плодов. Встречались плоды: с зеленым сетчатым рисунком; полностью желтоокрашенные и двухцветные, с различным соотношением по занимаемой площади зеленой и желтой окраски.



**Рис. 1. Растение кабачка Русские спагетти**  
**Fig. 1 Russian spaghetti squash plant**

У сорта Русские спагетти окраска плодов в технической спелости варьировала даже в пределах одного растения. На одном растении можно было встретить как сетчатые, так и двухцветные, а в отдельных случаях, даже желтые плоды (рис. 2). Это явление у двухцветных тыкв, относящихся к *Cucurbita pepo* L., отмечали и другие авторы. Как объясняет O.Shifriss, двухцветные сорта (потомства) тыквы *C. pepo* обычно нестабильны генетически, и мутация, связанная с ними, обратима. Отбор растений с все большей и большей 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 неотобранные биколорные потомства становятся преимущественно зелеными [3].



**Рис. 2. Плоды кабачка сорта Русские спагетти**  
**Fig. 2. Fruits of Russian spaghetti squash**

В настоящее время идентифицировано более дюжины генов, влияющих на цвет плодов *Cucurbita pepo* L., некоторые из которых являются многоаллельными [4]. Интенсивный цвет обусловлен комплементарными доминантными аллелями L-1 и L-2 [5]. Переход от декоративной тыквы к кабачку гена В, который придает желтый фруктовый оттенок, привел к созданию сортов, имеющих особенно яркий желтый цвет [6]. Ген В может вызвать желтую пигментацию даже в присутствии "у" аллеля, определяющего зеленый цвет, и не зависит от контролирующих пигмент факторов: W, Y и L. Как указывает O.Shifriss (1955) поверхность плода гомозиготы ВВ почти равномерно желтая, зеленый цвет ограничен небольшим участком вокруг верхушки плода или полностью отсутствует. Плоды гетерозиготы Вв могут быть либо преждевременно желтыми, как доминантная гомозигота, либо чрезвычайно изменчивыми в зависимости от остальной части генотипа. Внешне присутствие В, по-видимому, связано с преждевременным распадом хлорофиллов. Двухцветный рисунок рассматривается как случай вариации окраски и, очевидно, определяется генотипом Вb [3]. В дальнейших исследованиях O.Shifriss (1981) указывает, что линии ВВ дают только желтые плоды в одних условиях и двухцветные – в других. Ген В может быть стабилен у одних и не стабилен у других линий, а также оказывать побочное влияние на рост, выраженность пола и качество плодов, иногда отрицательное, из-за блокирования синтеза хлорофилла [10].

Как указывает O. Shifriss, ген В, вызывающий раннее пожелтение плодов у тыквы, у части растений также может вызвать раннее пожелтение листьев, обусловленное разрушением хлорофилла [7]. Техановичем Г.А. и Елацковой А.Г. было отмечено, что признак желто-зеленой окраски листа иногда проявляется у тыквы твердокорой, но в большинстве своем он летальный. У тыквенных культур встречается также другой тип отклонения в окраске листовой пластинки – желто-зеленая пятнистость листьев, которая проявляется у молодых

растений в виде мозаики. Такая окраска листа относится к типу «виресценс» (позеленение) и контролируется геном «v». Она характерна для некоторых сортов кабачка: Желтоплодный, Золотой, Буратино [8]. Елацковой А.Г. была выделена форма кабачка с плодами кремово-желтого цвета и генетическим маркером – зеленовато-желтой окраской листьев. Этот признак проявляется на ранней фазе развития растений, начиная с первого настоящего листа. У другого гибрида с ярко-оранжевыми плодами, зеленовато-желтая пятнистость проявлялась начиная с третьего листа [9].

Как видим и другими авторами была отмечена связь между окраской листа и плода у кабачка. Сигнальные признаки листьев обеспечивают эффективный отбор растений с окрашенными плодами на начальных этапах их развития и позволяют браковать ненужные формы.

#### Условия проведения опыта и материал.

Исследования проводили в 2005-2018 годах в Одинцовском районе Московской области в условиях открытого грунта на базе ФГБНУ ФНЦО. Технология выращивания кабачка – общепринятая для данной зоны. Посев проводили семенами в грунт с 23 мая по 5 июня по схеме 70 x 70 см. В селекционном питомнике ежегодно изучали не менее 30 растений, проводили все необходимые учеты и наблюдения. Окраску плодов учитывали только в фазе технической спелости. Лучшие растения размножали путем инцухтирования. Накануне распускания цветков, с вечера, на одном растении с помощью пергаментных колпачков изолировали бутоны мужских и женских цветков. Опыление женских цветков проводили рано утром, до 8-9 часов. Один женский цветок опыляли двумя-тремя мужскими цветками. Опыленный цветок снова изолировали.

В питомнике размножения сорта Русские спагетти посев проводили по семьям. В течение 4-х лет в каждой семье в различные фазы развития изучали 50-100 шт. растений по окраске плода и другим хозяйственно полезным признакам. Проводили индивидуальные отборы двухцветных форм (около 30%).

#### Результаты и обсуждение

Для выравнивания материала посредством перевода в гомозиготное состояние, растения кабачка с двухцветными плодами инцухтировали в течение 11 лет.

Следует отметить, что депрессии по основным хозяйственно полезным признакам в результате многочисленных самоопылений не наблюдалось. Как видно из таблицы 1, выровнять по окраске плодов изучаемый материал, полученный даже в результате одиннадцати инцухтирований, не удалось. Количество растений с двухцветными плодами составляло от 15 до 57% в общей сортопопуляции. Каких-то закономерностей по влиянию количества инцухтирований на окраску плодов отмечено не было.

Таким образом, отбор растений с двухцветными плодами в фазу технической спелости не позволил популяции сорта Русские спагетти стать преимущественно зеленой (сетчатой) окраски, о чем предупреждал O.Shifriss, однако и сильно увеличить процент двухцветных плодов, по отношению к зеленым и желтым, не удавалось. Различия по окраске плодов очень бросались в глаза в период апробации семеноводческих посевов, что затрудняло их оценку по сортовой чистоте. Однако при наступлении биологической спелости все плоды приобретали желтую окраску и были не отличимы друг от друга.

Продолжая наблюдать за растениями сорта Русские спагетти в течение всего периода вегетации удалось установить взаимосвязь между окраской плода в технической спелости и рисунком на нижних (3-4-й) листьях. На растениях с мраморным рисунком листа завязывались зеленые (сетчатые); с желтыми пятнами – двухцветные и с полностью желтыми листьями – желтые плоды. В таблице 2 прослеживается четкая взаимосвязь рисунка на нижних листьях и окраски плода в различные фазы развития. Анализу подвергались только двухцветные семьи в семеноводческих посевах кабачка Русские спагетти.

Отбор растений с сетчатыми плодами по мраморному рисунку на нижних листьях дал следующий результат: «В четырех из семи семей 100% растений с мраморным рисунком имели сетчатые плоды, в трех других семьях – 96,7-97,5% растений были с сетчатыми плодами». Хорошие результаты дал отбор двухцветных и желто-окрашенных форм по окраске первых листьев. В трех из семи семей было отмечено 100% совпадение при отборе по сигнальным признакам листа. В других четырех семьях лишь у 2,5-4,5% растений с желтыми пятнами на листьях были не двухцветные плоды и у 1,2-

Таблица 1. Характеристика потомства одного растения по окраске плода (семеноводческие посевы кабачка Русские спагетти), растений, %

Table 1. Characteristics of the offspring of one plant by fruit color (seed crops of zucchini Russian spaghetti), plants %

Год	Число инцухтов	Окраска плода в технической спелости		
		темно-зеленая сетка	двухцветная	желтая
2005	6	1,4	38,9	41,7
2006	7	37,5	42,5	20,0
2007	8	16,7	56,7	26,6
2008	9	53,8	15,5	30,7
2009	10	28,6	28,6	42,8
2010	11	11,1	55,6	33,3
2018	11	48,7	38,4	10,6
Сред.		30,8	39,4	29,4

Таблица 2. Характеристика семей кабачка сорта Русские спагетти по окраске первых листьев и плодов в технической спелости (среднее за 4 года), растений %.

Table 2. Characteristics of Russian spaghetti squash families by color of the first leaves and fruits in technical ripeness (average for 4 years), plants %.

Пос. №	Фаза развития	Рисунок и окраска листа			Рисунок и окраска плода		
		мраморный рисунок	желтые пятна	желтый лист	сетчатый	2-х цветный	желтый
111	бутонизация	81,6	18,4	0	81,6	18,4	0
	техническая спелость	81,6	18,4	0	81,6	18,4	0
112	бутонизация	40,0	40,0	20,0	40,0	40,0	20,0
	техническая спелость	37,5	42,5	20,0	37,5	42,5	20,0
113	бутонизация	19,4	41,7	38,9	19,4	41,7	38,9
	техническая спелость	19,4	38,9	41,7	19,4	38,9	41,7
114	бутонизация	20,0	52,2	27,8	20,0	52,2	27,8
	техническая спелость	16,7	56,7	26,6	16,7	56,7	26,6
115	бутонизация	23,1	43,6	33,3	23,1	43,6	33,3
	техническая спелость	20,5	41,0	38,5	20,5	41,0	38,5
116	бутонизация	23,5	53,0	23,5	23,5	53,0	23,5
	техническая спелость	23,5	53,0	23,5	23,5	53,0	23,5
138	бутонизация	18,7	31,3	50,0	18,7	31,3	50,0
	техническая спелость	18,7	31,3	50,0	18,7	31,3	50,0

5,2% растений с желтыми листьями – плоды другой окраски, двухцветные или сетчатые. Таким образом, отбирая на ранних стадиях, в фазу 3-4 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.

Коэффициент корреляции между окраской завязи в фазу бутонизации и окраской плода в технической спелости был очень высок и составил 0,98.

В последние годы в лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур делается упор на селекцию желтоплодных форм кабачка. Полученный из кабачка F<sub>1</sub> Голд Раш методом *in vitro* удвоенный гаплоид, представляющий гомозиготную линию, также имеет равномерно желтую окраску плода с небольшим участком зеленого цвета на его верхушке. Желтая окраска плода этого образца коррелирует с желтой окраской листьев в фазе шатрика. Сигнальный признак первых настоящих листьев позволяет облегчить прочистку и вовремя избавиться от ненужных форм.

#### Об авторах:

**Галина Александровна Химич** – старший научный сотрудник лаб. селекции и семеноводства тыквенных культур, himich07@mail.ru  
**Ирина Борисовна Коротцева** – кандидат с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства тыквенных культур, korottseva@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5108-3289>  
**Алексей Станиславович Ермолаев** – младший научный сотрудник лаб. репродуктивной биотехнологии в селекции сельскохозяйственных растений, AlexeyErmolaev@vniissok.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7433-5271>

#### About the authors:

**Galina A. Khimich** – Senior Researcher of the laboratory of selection and seed production of pumpkin crops, himich07@mail.ru  
**Irina B. Korotseva** – Cand. Sci. (Agriculture), head of the laboratory of selection and seed production of pumpkin crops, korottseva@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5108-3289>  
**Alexey S. Ermolaev** – Junior Researcher of laboratory of reproductive biotechnology in crop breeding, AlexeyErmolaev@vniissok.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7433-5271>

#### • Литература

1. Тарakanov Г.И. Селекция овощных культур на повышение продуктивности. Биология. *Селекция и продуктивность сортов*. 1986;(12):43-62.
2. Кириллова О.А., Бухаров А.Ф. Сортимент кабачка для Центральной России. *Картофель и овощи*. 2014;(6):35-36.
3. Shifriss O. Genetics and origin of the bicolor gourds. *Journal of Heredity*. 1955;46(5):213-222.
4. Paris H.S., Nelson B.R. The genes of Pumpkin and Squash. *J. Hort Science*. 2005;40(6):1620-1630.
5. Paris H., Nelson R. Effect of fruit color on harvest speed of zucchini. *Canadian Journal of Plant Science*. 1986;(66):811-815. DOI: 10.4141/cjps86-101
6. Shifriss O. On the emergence of B cultivares in squash. *HortScience*. 1988;(23):237-238.
7. Shifriss O. Identification of selective suppressor gene in *Cucurbita pepo*. *HortScience*. 1982;17(4):637-638.
8. Теханович Г.А., Елацкова А.Г. Генетическая коллекция желто-зеленых форм бахчевых культур. *Селекция и семеноводство овощных культур*. 2015;(46):542-546.
9. Елацкова А.Г. Ботанико-географическое изучение коллекции тыквы и выявление источников селекционно-ценных признаков. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2012;(140):237-245.
10. Shifriss O. Origin, expression and significance of gene B in *Cucurbita pepo* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 1981;106(2):220-232.

#### • References

1. Tarakanov G.I. Selection of vegetable crops to increase productivity. *Biology. Selection and productivity of varieties*. 1986;(12):43-62. (In Russ.)
2. Kirillova O.A., Bukharov A.F. Sortiment zucchini for Central Russia. *Potatoes and vegetables*. 2014;(6):35-36. (In Russ.)
3. Shifriss O. Genetics and the origin of two-color pumpkins. *Journal of Heredity*. 1955;46(5):213-222. (In Russ.)
4. Paris H., Nelson R. Effect of fruit color on harvest speed of zucchini. *Canadian Journal of Plant Science*. 1986;(66):811-815. DOI: 10.4141/cjps86-101
5. Paris H., Nelson R. Effect of fruit color on harvest speed of zucchini. *Canadian Journal of Plant Science*. 1986;(66):811-815. DOI: 10.4141/cjps86-101
6. Shifriss O. On the emergence of B cultivares in squash. *HortScience*. 1988;(23):237-238.
7. Shifriss O. Identification of selective suppressor gene in *Cucurbita pepo*. *HortScience*. 1982;17(4):637-638.
8. Tehanovich G.A., Elatskova A.G. Genetic collection of yellow-green forms of melon crops. *Selection and seed production of vegetable crops*. 2015;(46):542-546. (In Russ.)
9. Elatskova A.G. Botanical and geographical study of the pumpkin collection and identification of sources of breeding and valuable traits. *Works on applied botany, genetics and breeding*. 2012;(140):237-245.
10. Shifriss O. Origin, expression and significance of gene B in *Cucurbita pepo* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 1981;106(2):220-232.



## Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-47-51>  
УДК 635.61/63:631.547.66:631.531.02

В.Э. Лазько<sup>1</sup>, О.В. Якимова<sup>1</sup>,  
Е.Н. Благородова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр риса» 350921, Россия, г. Краснодар, п. Белозерный, д.3 lazko62@mail.ru

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» г. Краснодар, Россия

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Лазько В.Э., Якимова О.В., Благородова Е.Н. Использование дозаривания плодов в семеноводстве раннеспелых сортов бахчевых культур при весеннем и летнем посевах. *Овощи России*. 2021;(1):47-51. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-47-51>

**Поступила в редакцию:** 04.05.2020  
**Принята к печати:** 18.09.2020  
**Опубликована:** 25.02.2021

Viktor E. Lazko<sup>1</sup>, Olga V. Yakimova<sup>1</sup>,  
Elena N. Blagorodova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Rice Centre" 3, Belozerny village, Krasnodar, Russia, 350921 lazko62@mail.ru, belyaeva12092013@yandex.ru

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin" Krasnodar, Russia

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed equally to the writing of the article.

**For citations:** Lazko V.E., Yakimova O.V., Blagorodova E.N. Use of ripening fruits in seed production of early-maturing varieties of melons and gourds in spring and summer sowing. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):47-51. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-47-51>

**Received:** 04.05.2020  
**Accepted for publication:** 18.09.2020  
**Accepted:** 25.02.2021

# Использование дозаривания плодов в семеноводстве раннеспелых сортов бахчевых культур при весеннем и летнем посевах



## Резюме

**Актуальность.** В последние годы цена на посевной материал бахчевых культур иностранной селекции переориентирует многих сельхозпроизводителей на использование семян отечественных сортов. Для обеспечения необходимым количеством семян с высокими посевными показателями необходимо применять новые технологические приемы, которые позволят использовать биологический потенциал сортов и выращивать коммерческие объемы семян.

**Материал и методика.** Исследования проводили на селекционно-опытном участке отдела овощеводства в «ФНЦ риса» в 2017-2018 годах. Объектом исследования выбран новый перспективный сорт арбуза Юбилар и два раннеспелых сорта дыни Таманская и Стрельчанка. Сроки посева: весенний – начиная с середины апреля и до конца первой декады мая, летний – первая и вторая декады июля. Летний посев с капельным орошением. При уборке урожая плодов дыни и арбуза напряженность отбора 90% для получения репродукционных семян РС-1.

**Результаты.** Установлено, что благодаря климатическим условиям Краснодарского края и сортовым особенностям дыни сортов Таманская, Стрельчанка и арбуза Юбилар, короткому вегетационному периоду и нейтральной реакции на изменение длины дня, можно получать два урожая семян за один сезон, используя летний посев. При летнем посеве рост растений и созревание плодов происходит в условиях слабой влагообеспеченности и высоких температур. Выращивание без применения орошения не дает положительных результатов. Отмечено, что низкая влажность воздуха препятствовала повреждению растений пероноспорозом, антракнозом и мучнистой росой, практически исключая необходимость проведения защитных мероприятий. Отбираемые созревшие плоды для выделения семян по морфологическим признакам соответствовали сортовым характеристикам. Установлено, что семенная продуктивность дыни при летнем посеве выше, благодаря лучшему опылению. С одного гектара получали до 97-138 кг семян. У арбуза семенная продуктивность летних посевов меньше. Применение дозаривания позволяло проводить однократный сбор плодов арбуза и дыни. Семена, полученные из незрелых плодов после дозаривания по посевным характеристикам не уступали выделенным из созревших плодов.

**Ключевые слова:** арбуз, дыня, сорт, летний посев, биологическая спелость, семенная продуктивность, дозаривание, качество семян

# Use of ripening fruits in seed production of early-maturing varieties of melons and gourds in spring and summer sowing

## Abstract

**Relevance.** In recent years, the price of seeds for melons and gourds of foreign selection has reoriented many agricultural producers to use seeds of domestic varieties. To provide agricultural producers with the required amount of seeds with high sowing rates, it is necessary to apply new technological methods that will allow using the biological potential of varieties and growing commercial volumes of seeds.

**Material and methods.** The research was carried out at the selection and experimental site of the vegetable growing department in the "Federal Scientific Rice Centre" in 2017-2018. The object of research is a new promising variety of watermelon Yubilyar, and two early-ripening varieties of melon Tamanskaya and Strelchanka. Sowing terms: spring – from mid-April to the end of the first decade of May, summer – the first and second decades of July. Summer sowing with drip irrigation. When harvesting melon and watermelon fruits, the selection intensity is 90% to obtain reproductive seeds RS-1.

**Results.** It has been established that due to the climatic conditions of the Krasnodar Territory and the varietal characteristics of the melon varieties Tamanskaya, Strelchanka and the watermelon Yubilyar, a short growing season and a neutral reaction to changes in the length of the day, you can get two harvests of seeds in one season using summer sowing. It was noted that low air humidity prevented damage to plants by peronospora, anthracnose and powdery mildew, practically eliminating the need for protective measures. The selected ripe fruits for the selection of seeds by morphological characteristics corresponded to varietal characteristics. It has been established that the seed productivity of melon during summer sowing is higher due to better pollination. From one hectare received up to 97-138 kg of seeds. The use of ripening made it possible to carry out a one-time collection of watermelon and melon fruits.

**Keywords:** melon, variety, summer sowing, yield, seed productivity

## Введение

В последние годы цена на посевной материал бахчевых культур иностранной селекции переориентирует многих сельхозпроизводителей на приобретение семян отечественных сортов и гибридов, выгодно отличающихся по стоимости. На семена популярного ассортимента отечественных сортов ежегодно увеличивается спрос. В настоящее время семеноводством в основном занимаются оригинаторы сортов в научно-исследовательских институтах и селекционных центрах. Основные причины, сдерживающие производство семян в достаточном объеме и ассортименте, являются ограниченные людские ресурсы и слабая материально-техническая база. Для удовлетворения потребности сельхозпроизводителей в семенах бахчевых культур, при имеющихся ресурсах, необходимо применять новые агротехнические приемы, которые позволят полностью использовать биологический потенциал сортов [1,2,3,4].

Климатические условия Краснодарского края позволяют высевать бахчевые культуры, начиная с середины апреля. При посеве сортов раннеспелой группы урожай созревает в первую-вторую декаду июля. После подготовки почвы эти площади можно использовать для повторного выращивания этих же сортов. Проводимые ранее исследования доказали возможность получения двух урожаев бахчевых культур за один сезон, но часто осенние заморозки не дают возможности дозреть плодам.

**Цель исследований** – изучить возможность использования летнего посева для получения семян арбуза и дыни сортов ранней группы спелости. Оценить возможность сбора незрелых зеленых плодов с последующим их дозариванием с целью получения семян с высокими посевными характеристиками.

## Методика и условия проведения исследований

Объектами исследований выбраны: новый перспективный сорт арбуза Юбиляр, созревающий на 70-75 сутки от появления всходов, и 2 ранних сорта дыни:



Таманская – 52-58 суток и Стрельчанка – 55-60 суток от всходов до уборки. Эти сорта бахчевых культур относятся к фотонейтральным сортам и не реагируют на изменение длины дня.

Сроки посева: весенний – начиная с середины апреля до конца первой декады мая, летний – первая и вторая декады июля. Летний посев – с капельным орошением. При уборке урожая плодов дыни и арбуза напряженность отбора составляет 90% для получения репродукционных семян РС-1. Для выделения семян отбирали плоды с соответствующими сорту фенотипическими признаками: форма и размер плода, окраска и рисунок коры, цвет мякоти, размер и окраска семян. Для дозаривания отбирали незрелые зеленые плоды дыни в начале изменения окраски поверхности на желтые оттенки. Незрелые арбузы для закладки на дозаривания собирали при первых признаках подсыхания усика и прилистника около плодоножки.

При закладке опытов и проведении исследований использовали методику полевого опыта в овощеводстве [5]. Агротехнику выращивания бахчевых культур на опытных участках выполняли в соответствии с разработанными рекомендациями в отделе овощекارتотелеводства ФГБНУ «ВНИИ риса» [6]. В лабораторных условиях проверяли посевные качества семян по ГОСТ 12038-84. Статистическая обработка полученных данных проведена согласно методике Б.А. Доспехова [7].

## Результаты и обсуждения

Лимитирующими факторами при весеннем посеве для прорастания семян арбуза и дыни являются температура и влажность почвы. Весенний посев проводили при прогревании почвы на глубине 8-10 см до 12...14°C. Запасы влаги в почве, накопленные в осенне-зимний период, обеспечивали дружное прорастание семян. Массовые всходы появлялись на 12-14 сутки. Растения весенних посевов, несмотря на оптимальные сроки посева, часто оказываются под воздействием низких температур. При понижении температуры воздуха ниже +3...+80С в первой декаде мая у растений отмечали «температурный паралич» тканей листовых пластинок и точек роста. При летнем посеве прорастание семян и рост растений дыни не лимитируется температурой. Основным фактором, влияющим на всхожесть семян, являлась влажность почвы. Применение полива через капельную систему компенсировало дефицит влаги в почве и обеспечивало появление всходов у летних посевов на 4-5 сутки. По всем вариантам опыта продолжительность вегетационного периода, фенотипические признаки и биометрические параметры плодов независимо от сроков посева соответствовали сортовым характеристикам (табл. 1,2).



Таблица 1. Влияние сроков посева на биометрические параметры плодов арбуза сорта Юбилей (среднее за 2 года)  
Table 1. Influence of sowing dates on biometric parameters of Yubilyar watermelon fruits (average over 2 years)

Посев	Плод							
	масса, кг		диаметр, см				индекс, h/d (J)	
			продольный, h		поперечный, d			
	«min-max»	средняя	«min-max»	средняя	«min-max»	средний	«min-max»	средний
Весенний	3,20-10,02	5,19	20,0-24,0	22,6	18,0-22,0	20,3	1,05-1,15	0,95
Летний	3,66-9,94	5,80	21,0-29,0	18,0	19,0-20,0	19,5	0,85-1,0	0,97

Для массы плода, кг.  $F_{\text{факт.}} 4,75 > F_{\text{теор.}} 3,66$ .  $HCP_{05} = 1,53$   
 Для индекса плода  $F_{\text{факт.}} 5,14 > F_{\text{теор.}} 2,76$ .  $HCP_{05} = 0,05$

Таблица 2. Биометрические параметры плодов дыни в зависимости от сроков посева (среднее за 2 года)  
Table 2. Biometric parameters of melon fruits depending on the timing of sowing (average for 2 years)

Посев	Плод							
	масса, кг		диаметр, см				индекс, h/d (J)	
			продольный, h		поперечный, d			
	«min-max»	средняя	«min-max»	средняя	«min-max»	средний	«min-max»	средний
Таманская								
Весенний	0,84-1,55	1,17	12,5-17,5	14,0	10,5-12,0	11,8	1,09-1,48	1,27
Летний	1,19-2,11	1,56	13,0-17,0	15,0	11,0-14,0	12,7	0,93-1,36	1,20

Для массы плода, кг.  $F_{\text{факт.}} 29,91 > F_{\text{теор.}} 4,75$ .  $HCP_{05} = 0,19$   
 Для индекса плода  $F_{\text{факт.}} 21,21 > F_{\text{теор.}} 4,75$ .  $HCP_{05} = 0,05$

Посев	Стрельчанка							
	масса, кг		диаметр, см				индекс, h/d (J)	
			продольный, h		поперечный, d			
	«min-max»	средняя	«min-max»	средняя	«min-max»	средний	«min-max»	средний
Весенний	1,11-1,88	1,46	13,0-17,0	14,7	12,0-16,0	13,5	1,01-1,23	1,09
Летний	0,89-2,63	1,89	12,0-21,0	17,0	11,0-17,0	14,2	1,07-1,40	1,19

Для массы плода, кг.  $F_{\text{факт.}} 13,64 > F_{\text{теор.}} 5,14$ .  $HCP_{05} = 0,18$   
 Для индекса плода  $F_{\text{факт.}} 5,93 > F_{\text{теор.}} 5,14$ .  $HCP_{05} = 0,06$

В плодах арбуза летних посевов завязываемость семян сильно варьировала и была меньше, чем у весенних посевов в 1,3-1,7 раза, кроме посева в первой декаде июля. Урожайность семян при летних посевах составляла 164-228 кг/га. Максимальный урожай семян арбуза был получен при весеннем посеве – 258 кг/га (табл.3,5). У арбуза спелость плода определяли по ряду признаков: подсыханию усика и прилистника у плодоножки, яркости рисунка,

пожелтению светлого пятна, на стороне, обращенной к земле, и характерному глухому звуку, издаваемому при постукивании по коре. При весеннем посеве проводили одноразовый сбор при созревании плодов из первой завязи. Зеленые незрелые плоды арбуза в начале усыхания прилистника и усика в пазухе плодоножки с хорошо выраженным светлым пятном, на стороне, обращенной к земле, отбирали и закладывали на дозаривание.

Таблица 3. Количество семян в плодах арбуза сорта Юбилей в зависимости от сроков посева (среднее за 2 года)  
Table 3. The number of seeds in the fruits of Yubilyar watermelon, depending on the sowing time (average for 2 years)

Посев	В одном плоду семян			
	количество, шт.		масса, г	
	«min-max»	среднее	«min-max»	средняя
	Весенний	392-435	415,7	49,89-54,66
Летний	356-509	421,7	38,78-57,27	45,67

Для количества семян, шт.  $F_{\text{факт.}} 5,14 > F_{\text{теор.}} 4,26$   
 Для массы семян, г.  $F_{\text{факт.}} 5,14 > F_{\text{теор.}} 5,02$

$HCP_{05} = 70,3$   
 $HCP_{05} = 7,8$



Таблица 4. Количество семян в плодах сортов дыни в зависимости от сроков посева, (среднее за 2 года)  
Table 4. The number of seeds in the fruits of melon varieties, depending on the sowing time, (average for 2 years)

Посев	Семян на 1 плод			
	количество, шт.		масса, г	
	«min-max»	среднее	«min-max»	средняя
<b>Таманская</b>				
Весенний	288-411	335,9	7,0-14,8	10,8
Летний	283-562	499,0	12,6-17,3	15,7

Для количества семян, шт.  $F_{\text{факт.}} 35,11 > F_{\text{теор.}} 4,75$   $HCP_{05} = 59,9$   
Для массы семян, г.  $F_{\text{факт.}} 58,10 > F_{\text{теор.}} 4,75$   $HCP_{05} = 3,7$

<b>Стрельчанка</b>				
Весенний	245-474	359,0	6,24-15,74	11,9
Летний	457-639	572,0	10,2-17,0	12,9

Для количества семян, шт.  $F_{\text{ф.}} 3,45 < F_{\text{теор.}} 5,14$   $HCP_{05} = 3,18$   
Для массы семян, г.  $F_{\text{ф.}} 23,76 > F_{\text{теор.}} 6,94$

К началу цветения растений дыни летних посевов основная масса нектароносных растений уже отцветает. Насекомые активно посещают цветки дыни, обеспечивая необходимым количеством пыльцы. Качество опыления сказалось на семенной продуктивности растений. Для выборки семян отбирали типичные для сорта плоды по форме, размеру, окраске фона и сетчатому рисунку. У дыни биологическую спелость определяли по легкому отделению плодоножки от плода. Зеленые плоды отбирали с появлением первых при-

знаков созревания (примерно на 7-10 суток раньше биологической спелости) и оставляли дозариваться на 10-14 суток. Количество семян в плодах дыни летних посевов значительно больше, чем в плодах весенних посевов: у дыни сорта Таманская разница составляла в пределах 89-135 штук семян, у Стрельчанки – 213-308 штук. Установлено, что у раннеспелых сортов дыни при летнем посеве количество семян в плодах и урожайность семян выше, чем при весеннем посеве (табл.4,5).

Таблица 5. Урожайность плодов и семян арбуза сорта Юбилей и дыни сортов Таманская и Стрельчанка в зависимости от сроков посева (среднее за 2 года)  
Table 5. Productivity of fruits and seeds of watermelon variety Yubilyar and melon varieties Tamanskaya and Strelchanka, depending on the sowing time (average for 2 years)

Посев	Урожайность		
	плодов, т/га	семян	
		кг/га	% от массы плодов
<b>Арбуз Юбилей</b>			
Весенний	20,9	258,2	1,2
Летний	20,7	181,3	0,9

Для плодов  $F_{\text{факт.}} 10,51 > F_{\text{теор.}} 4,07$   $HCP_{05} = 1,8$  т/га  
Для семян  $F_{\text{факт.}} 2,11 < F_{\text{теор.}} 4,07$

<b>Дыня Таманская</b>			
Весенний	5,85	52,4	0,9
Летний	4,80	62,7	1,3

Для плодов, т.  $F_{\text{ф.}} 1,19 < F_{\text{теор.}} 18,51$   
Для семян, кг.  $F_{\text{ф.}} 3,45 < F_{\text{теор.}} 18,51$

<b>Дыня Стрельчанка</b>			
Весенний	9,13	79,4	0,9
Летний	8,94	138,6	1,5

Для плодов, т.  $F_{\text{ф.}} 3,99 < F_{\text{теор.}} 18,51$ ;  
Для семян, кг.  $F_{\text{ф.}} 1,58 < F_{\text{теор.}} 18,51$

Таблица 6. Влияние сроков посева и дозаривания на посевные качества семян арбуза и дыни сортов ранней группы (среднее за 2 года)  
Table 6. Influence of sowing and ripening dates on sowing qualities of seeds of watermelon and melon of early group varieties (average for 2 years)

Посев	Зрелость плодов	Энергия прорастания, %			Всхожесть, %		
		дыня		арбуз Юбиляр	дыня		арбуз Юбиляр
		Таманская	Стрельчанка		Таманская	Стрельчанка	
весенний	биологическая	84	89	82	92	95	96
	недозрелые зеленые	82	75	73	89	90	88
	после дозаривания	85	82	78	91	92	93
летний	биологическая	81	85	80	94	93	95
	недозрелые зеленые	72	70	72	90	87	83
	после дозаривания	80	76	81	93	90	91

Для энергии прорастания  $F_{ф.} 0,46 < F_{теор.} 3,68$ ;  
Для семян всхожести  $F_{ф.} 0,03 < F_{теор.} 3,68$

По массе 1000 семян у дыни Таманская семена летнего посева более полновесны. Семена дыни сорта Стрельчанка практически одинаковые по массе. У арбуза Юбиляр семена летнего посева по массе уступали семенам весеннего посева. Семена, выделенные из незрелых плодов сразу после уборки, значительно уступали по посевным характеристикам семенам, собранным из созревших плодов (табл.6). Однако после дозаривания в течение 10-14 дней у них повышались показатели энергии прорастания и всхожести, достигая кондиционных требований. При созревании плодов первой завязи весенних посевов одновременно убирали незрелые плоды второй и последующих завязей. Одноразовый сбор позволял раньше освобождать участок и приступить к летнему повторному посеву. При повреждении растений первыми осенними заморозками были вынуждены применить одноразовый сбор всех плодов. Дозаривание не достигших биологической зрелости плодов позволило получить кондиционные по всхожести семена. Если заморозков до конца октября не наблюдается, то этого времени хватает для полного

созревания плодов на растении, исключая необходимость в сборе незрелых плодов и их дозаривание. Полученные семена из плодов летнего посева по посевным характеристикам не уступали семенам весеннего посева и соответствовали категории первой репродукции РС-1. Семена из плодов летнего посева можно использовать для выращивания товарной продукции.

### Выводы

В семеноводстве сорта арбуза Юбиляр и сортов дыни Таманская и Стрельчанка можно применять повторные посевы в летний период до середины июля. Летний посев ранних сортов арбуза и дыни для семеноводческих целей, как повторный посев, позволяет эффективно использовать площадь и получать два урожая семян за один сельскохозяйственный сезон.

По урожайности семян летние посевы не уступают весенним, а использование дозаривания незрелых плодов позволяет получать семена, не уступающие и по качеству семенам, выделенным из плодов биологической спелости.

### Об авторах:

**Виктор Эдуардович Лазько** – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией бахчевых и луковых культур, lazko62@mail.ru

**Ольга Владимировна Якимова** – научный сотрудник лаборатории бахчевых и луковых культур, belyaeva12092013@yandex.ru

**Елена Николаевна Благородова** – кандидат с.-х. наук, доцент

### About the authors:

**Viktor E. Lazko** – Cand. Sci. (Agriculture), head laboratory of melons and onion crops, Leading Researcher, lazko62@mail.ru

**Olga V. Yakimova** – Researcher of the laboratory of melons and onion crops, belyaeva12092013@yandex.ru

**Elena N. Blagorodova** – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor

### • Литература

1. Гуцалюк Т.Г., Эренбург П.М. Бахчеводство. *Алма-Ата: Кайнар*, 1965. 176 с.
2. Буриев Х.Ч. Справочная книга бахчевода. Под ред. В.Ф. Белика. *М.: Колос*, 1984. 143 с.
3. Филов А.И. Бахчеводство. *М.: Колос*, 1969. 263 с.
4. Лудилов В.А. Семеноводство овощных и бахчевых культур. *М.: ФГНУ «Росинформагротех»*, 2005. 392 с.
5. Литвинов С.С. Методика опытного дела в овощеводстве. *М.: ВНИИ овощеводства*, 2011. 650 с.
6. Цыбулевский Н.И., Кулиш Е.М., Шевченко Л.А. Бахчевые культуры (рекомендации). *Краснодар*, 2009. 34 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. *М.: Колос*, 1979. 416 п.

### • References

1. Gutsalyuk T.G., Erenburg P.M. Melonbreeding. *Alma-Ata: Kaynar*, 1965. 176 p. (In Russ.)
2. Buriyev H.Ch. Reference book of the melon. Ed. V.F. Belik. *M.: Kolos*, 1984. 143 p. (In Russ.)
3. Filov A.I. Melon breeding. *M.: Kolos*, 1969. 263 p. (In Russ.)
4. Ludilov V.A. Seed farming of vegetables and melons. *M.: Federal State Institution "Rosinformagroteh"*, 2005. 392 p. (In Russ.)
5. Litvinov S.S. Methodology of experimental business in vegetable growing. *M.: All-Russian Research Institute of Vegetable Production*, 2011. 650 p. (In Russ.)
6. Tsybulevsky N.I., Kulish E.M., Shevchenko L.A. Gourds (recommendations). *Krasnodar*, 2009. 34 p. (In Russ.)
7. Dospikhov B.A. Methods of field experience. *M.: Kolos*, 1979. 416 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-52-57>  
УДК (635.25+635.263):631.52

Т.В. Штайнерт,  
Н.С. Теплова,  
А.В. Алилуев

ООО "Гетерозисная селекция"  
456305, Россия, Челябинская обл., г. Миасс, ул.  
им. С.М. Кирова, д. 82  
aliluev@semena74.com

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле  
участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Штайнерт Т.В.,  
Теплова Н.С., Алилуев А.В. Оценка селекцион-  
ного материала межвидовых гибридов *Allium*  
*ascalonicum* L. и *Allium cepa* L. *Овощи России*.  
2021;(1):52-57. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-52-57>

**Поступила в редакцию:** 04.02.2021

**Принята к печати:** 13.02.2021

**Опубликована:** 25.02.2021

Tatyana V. Steinert,  
Nadezhda S. Teplova,  
Anatoly V. Aliluev

LLC Heterose selection  
82, S.M. Kirov st., Miass, Chelyabinsk Region,  
456305, Russia  
aliluev@semena74.com

**Conflict of interest.** The authors declare  
no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed  
equally to the writing of the article.

**For citations:** Steinert T.V., Teplova N.S.,  
Aliluev A.V. Estimation of breeding material of  
interspecific hybrids *Allium ascalonicum* L.  
and *Allium cepa* L. *Vegetable crops of*  
*Russia*. 2021;(1):52-57. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-52-57>

**Received:** 04.02.2021

**Accepted for publication:** 13.02.2021

**Accepted:** 25.02.2021

# Оценка селекционного материала межвидовых гибридов *Allium ascalonicum* L. и *Allium cepa* L.



## Резюме

**Актуальность.** Лук шалот – самостоятельный ботанический вид. Он легко скрещивается с луком репчатым, имеет некрупную луковицу, хорошо хранится, дает богатую зелень. Гибриды шалота и репчатого имеют более высокую урожайность, меньшую гнездность, большую массу луковицы. Работа по созданию межвидовых гибридов шалота и репчатого ведется с 2000 года.

**Материал и методика.** Целью исследований было изучение гибридов *Allium ascalonicum* L. x *Allium cepa* L. и *Allium cepa* L. x *Allium ascalonicum* L. по комплексу признаков в сравнении с их материнскими формами. В качестве исходных форм для гибридизации были взяты сортообразцы с Урала.

**Результаты.** Получено 268 перспективных гибридов, из которых для дальнейшего изучения отобрано 33. Результаты исследования показали преимущество гибридных форм, где в качестве материнской формы был лук шалот. Существенное преимущество гибридов перед родительскими формами выявлено по признакам: урожайность, масса средней и максимальной луковицы.

**Ключевые слова:** лук репчатый, лук шалот, межвидовые гибриды, клон, урожайность, масса луковицы

# Estimation of breeding material of interspecific hybrids *Allium ascalonicum* L. and *Allium cepa* L.

## Abstract

**Relevance.** Shallots are an independent botanical species. It easily crosses with onions, has a medium-sized bulb, keeps well, gives rich greens. Shallot and onion hybrids have a higher yield, less nesting, and a large bulb mass. Work on the creation of interspecific hybrids of shallots and onions has been under way since 2000.

**Methods.** The aim of the research was to study the hybrids of *Allium ascalonicum* L. x *Allium cepa* L. and *Allium cepa* L. x *Allium ascalonicum* L. by a complex of characters in comparison with their maternal forms. Samples from the Urals were taken as initial forms for hybridization.

**Results.** 268 promising hybrids were obtained, of which 33 were selected for further study. The results of the study showed the advantage of hybrid forms, where shallots were the parent form. A significant advantage of hybrids over parental forms was revealed in terms of yield, average and maximum bulb weight.

**Keywords:** onion, shallots, interspecific hybrids, clone, yield, bulb weight



### Введение

Лук шалот, как самостоятельный ботанический вид (*Allium ascalonicum* L.) выделил Карл Линней в 1753 году, однако в настоящее время большинство исследователей, работающих с растениями рода *Allium* L., склонны считать его формой лука репчатого, размножающегося преимущественно вегетативно *Allium* сера var. *aggregation* G. Don. [1-4]. Основанием для этого послужило свободное скрещивание лука шалота с луком репчатым и получение фертильного потомства уже в первом поколении.

Но есть некоторые биологические особенности, резко отличающие шалот от вегетативно размножаемых сортов лука репчатого, которые широко культивируются на Северо-Западе Европейской части России, Урале, Сибири. Это – быстрое развитие, многозачатковость, слабое стрелкование, небольшая, почти или совсем без вздутия стрелка, трудный переход к цветению, продолжительный период яровизации, низкая завязываемость семян [5,6,7]. И еще одним существенным отличием лука шалота является сильно выраженное свойство ветвления. Поэтому он способен образовывать гнездо с большим числом луковиц. По своим размерам они существенно уступают луку репчатому. Но несмотря на это, шалот пользуется популярностью среди населения за высокое качество листьев и совершенно особенный вкус, отличную сохранность луковиц и высокую урожайность при выращивании на зеленый лист.

Наблюдая и исследуя в течение двух десятилетий большое сортовое и популяционное разнообразие лука шалота в нашей коллекции, насчитывающей 240 образцов, на различных этапах онтогенеза мы также склонны считать эту культуру самостоятельным видом.

При длительном вегетативном размножении у шалота постепенно снижается урожайность, жизнеспособность, наблюдается вирусное вырождение. Это приводит в целом к падению устойчивости к бактериальным и грибным заболеваниям. В этих случаях для восстановления продуктивности сорта прибегают к семенному размножению. Из семенного потомства отбирают наиболее урожайные, здоровые, типичные для сорта растения, которые используют в качестве посадочного материала. В дальнейшем сорт вновь размножают вегетативно.

Для получения крупной луковицы в гнезде целесообразно использовать межвидовые скрещивания *Allium ascalonicum* L. и *Allium* сера L. Исследования по получению первых межвидовых гибридов были начаты еще на Грибовской овощной селекционной опытной станции в 30-е годы прошлого столетия [8], продолжены в 70-е в лаборатории селекции и семеноводства луковых культур ВНИССОК [9]. Авторы скрещивали лук шалот с малозачатковыми сортами лука репчатого путем принудительного опыления под изоляторами. Были получены семена по 36 гибридным популяциям, из которых гетерозисный эффект по урожайности луковиц обнаружен у 38 гибридов F<sub>1</sub>. Однако сведения об использовании этих гибридов в селекции в доступной нам литературе не обнаружены.

Создание межвидовых гибридов шалота и репчатого успешно велось в разные годы в Екатеринбурге, Новосибирске, Барнауле [5]. Многолетняя интродукция лучших популяций позволила выделить образцы с высокими адаптационными способностями. Внесены в Государственный реестр межвидовые гибриды Дебют, Яшма, Краснообский, Золото Алтая, один передан в Государственное сортоиспытание (Веснушка). Этого количества явно недостаточно для полного удовлетворения нужд потребителя. Нужны образцы с различной формой и окраской сухих и сочных чешуй, разные по продолжительности вегетационного периода, по биохимическому составу, устойчивые к болезням хранения и вегетации, вредителям, пригодные для подзимней посадки, обладающие продолжительной лежкостью и высокой сохранностью. В связи с этим, целью этой работы было получение нового селекционного материала, различного по морфологическим признакам, вегетативно размножаемого, устойчивого к стрелкованию, обладающего высокой урожайностью, средней гнезdnостью (4-5 луковиц), высоким выходом крупных луковиц, диаметром более 3 см (60-80%), средней массой товарной луковицы 60-70 г.

### Материал и методика проведения исследований

Работа проведена на опытном участке Второго отдела селекции и оригинального семеноводства ООО «Гетерозисная селекция» в 2019-2020 годах (Новосибирская обл., п. Мичуринский). Проведено четыре серии поликроссных скрещиваний от подзимней посадки 1999, 2007, 2013 и 2014 годов с привлечением материала из разных эколого-географических мест. Получены гибридные семена. В качестве материнских форм были использованы сорта (Альбик, Крепыш, Сережка, СИР-7, Спринт, Нафаня, Уральский 40, Уральский фиолетовый, Чапаевский, Гарант, Жар птица),



Таблица 1. Количество отобранных клонов в межвидовых популяциях и процент браковки в процессе отборов  
Table 1. The number of selected clones in interspecific populations and the percentage of rejections in the selection process

Гибридная популяция	Отобрано клонов осенью 2016 год, шт.	Клонов к осени 2020 год, шт.	Выбраковано, %
<b>родительские формы лука шалота</b>			
♀ Альбик	138	18	87
♀ Крепыш	214	23	89
♀ Гарант	188	26	86
♀ Сережка	151	28	81
♀ СИР-7	85	5	94
♀ Спринт	113	14	87
♀ Уральский 40	188	25	87
♀ Уральский фиолетовый	38	3	92
♀ Чапаевский	68	7	90
♀ Каз-9	9	2	78
♀ П-80	202	29	86
♀ П-339	154	22	86
♀ П-955	54	17	69
♀ П-958	43	10	77
♀ П-1120	189	11	94
♀ Уральский красный	35	1	98
<b>Итого:</b>	<b>1869</b>	<b>241</b>	<b>X<sub>ср</sub> 87</b>
<b>родительские формы лука репчатого</b>			
♀ Даниловский 301	44	3	93
♀ Былина	25	2	92
♀ Брунsvик	16	1	94
♀ Арзамасский местный	78	3	96
♀ Однолетний сибирский	55	14	75
♀ Шетана	35	3	92
♀ Бессоновский местный	54	1	98
<b>Итого:</b>	<b>307</b>	<b>27</b>	<b>91</b>

лучшие поликроссные клоны шалота 1995 года переопыления (П-339; П-1120; П-955; П-80; П-958) шалота – 16 образцов; и 7 образцов много- и среднезачаткового лука репчатого (Даниловский 301, Былина, Брунsvик, Арзамасский местный, Однолетний сибирский, Шетана, Бессоновский местный). Было получено 23 гибридных популяции. Осенью 2016 года в материале, размножаемом все эти годы вегетативно, проведен клоновый отбор. В результате на хранение было заложено 1923 образца-клона. В результате отборов к осени 2020 года осталось 268 (табл.1). В исследованиях использовались общепринятые методики [10-12].

### Результаты исследований и их обсуждение

В процессе дальнейших наблюдений и отборов было обезличено 87% селекционного материала, где материнская форма была лук шалот, и 91%, где материнская форма – лук репчатый, по причинам поражения болезнями, в первую очередь бактериальными гнилями в период хранения и вирусными инфекциями в период вегетации.

Благоприятные для луковых культур условия 2017-2020 годов позволили оставшимся селекционным образцам межвидовых гибридов проявить свои потенциальные возможности.

Среди селекционного материала было значительное количество малогнездных гибридов – по 2-3 луковицы в гнезде. Максимальный вес луковицы достигал у них 165 г и выше. Однако на данном этапе выделять образцы со средней массой луковицы более 100 г не было смысла, так как эти клоны в перспективе будут иметь низкую гнездность и маленький коэффициент размножения, что, безусловно, является отрицательным признаком. Поэтому мы проводили отбор образцов со средней гнездностью (5-6 шт.) и массой луковицы 60-90 г. Такие образцы были выделены из гибридных популяций ♀П-80 – номера 5;12;44;56;68;69; П-339 – 70;72;80;95; П-1120 – 452;468;478;485;488; Альбик – 326;338;342;354;360; Крепыш – 363; 368;397;400;401;408;435; Сережка – 439;440;444;448; СИР – 7 – 138;140;146;155;159;164; Спринт – 99;101;105;109; Уральский 40 – 228;233;242;243;249;251;252; Даниловский 301 – 07-5/2; 07-5/5; Былина – 07-5/25; Брунsvик – 07-5/27; Шетана – 07-5/30; Арзамасский местный – 13-8/1;13-9/1; Однолетний сибирский – 1/3; 2/96;4/90; Бессоновский местный – 3/34.

Раннеспелые формы составили 15%, среднеспелые – 65% и позднеспелые – 20% от общего числа клонов. Больше всего скороспелых форм отмечено в гибридных

Таблица 2. Сравнительная характеристика межвидовых гибридов, принадлежащих к разным группам спелости  
Table 2. Comparative characteristics of interspecific hybrids belonging to different groups of ripeness

Показатели	Группа спелости		
	ранняя (n=107)	средняя (n=110)	поздняя (n=51)
Вегетационный период, сут.	50,8	56,0	64,6
Общая урожайность, т/га	21,1	19,9	16,9
Выход луковиц, диаметром более 3 см, %	59,8	62,5	56,0
Лежкость, %	96,7	95,9	93,7
Гнездность	5,4	5,2	4,9
Зелень, балл	5,0	4,9	4,9
Средняя масса луковицы, г	47,5	47,6	44,5
Максимальная масса луковицы, г	95,0	86,1	77,8
Сухое вещество, %	17,6	16,8	16,8
Аскорбиновая кислота, мг/%	9,2	9,5	8,3
Сумма сахаров, %	10,3	10,5	10,0

популяциях Спринт, Гарант, Даниловский 301, Сибирский однолетний; по качеству зелени с оценкой в 5 баллов – Альбик, Крепыш, Уральский 40, Гарант. Позднеспелые формы отмечены в гибридных популяциях, где материнской формой выступали сорта лука репчатого Арзамасский местный, Брунsvик, Былина и позднеспелый сорт шалота Чапаевский.

В 2019 году был сформирован питомник предварительного сортоиспытания, куда вошли лучшие по комплексу признаков межвидовые гибриды. Скороспелыми на уровне стандарта Краснообский проявили себя 40% гибридных комбинаций, позднеспелыми – 20%. Для Урало-Сибирского региона с коротким периодом вегетации нужны сорта преимущественно раннеспелой группы, которые успевают реализовать свой потенциал урожайности. Сравнительная характеристика основных хозяйственно ценных признаков образцов, принадлежащих к разным группам спелости представлена в таблице 2.

Образцы из позднеспелой группы, половина из которых представлена гибридами, где материнская форма – лук репчатый, уступают по многим показателям более раннеспелым образцам (гибриды, где в качестве материнской формы – лук шалот): по урожайности, лежкости, средней массе луковицы, биохимическим свойствам. Можно предположить, что в гибриде преобладает материнская составляющая. У лука репчатого лежкость, содержание сухого вещества главным образом ниже, чем у лука шалота. Поэтому и гибриды, где в качестве материнской формы выступает лук репчатый, уступают по этим показателям гибридам, где в качестве материнской формы выступает лук шалот. Последние в селекционном использовании имеют больше перспективы.

Урожайность и, соответственно, компоненты ее составляющие, тесным образом связаны с условиями вегетационного периода.

Отмечена более высокая гнездность у гибридов, где в качестве материнской формы выступали сорта лука репчатого, по сравнению с их родительскими формами (сортами лука репчатого) и более низкая у гибридов, где в

качестве материнской формы – лук шалот, по сравнению с родительскими формами (сортами лука шалота). Максимально крупные луковицы образовывали гибридные популяции с родительскими формами Уральский 40 и Однолетний Сибирский (табл.3). В результате исследований 2019-2020 годов в предварительном сортоиспытании по хозяйственно важным признакам выделены следующие образцы:

- по скороспелости (47-50 суток): ♀Крепыш 400; ♀ П-339-80; ♀Ур-40-228; ♀ Ур-40-243; 1-2;
- с урожайностью луковиц на уровне 20 т/га и более: ♀ Крепыш 401; ♀ П-339-70; ♀П-1120-478; ♀Ур-40-228; ♀Ур-40-233; ♀ Ур-40-243; ♀ Ур-40-249; ♀ Ур-40-251; ♀Ур-40-252; Ур-72; 1/2;07-5-5;
- крупнолуковичные (50 г и более) с товарностью 60 % и более: А-1;АВ-1; ♀Крепыш 363; ♀ Крепыш 400; 3-34;
- с высокой оценкой зелени (5,0 баллов): ♀Крепыш





Таблица 3. Характеристика межвидовых гибридов по группам происхождения в сравнении с материнскими сортами, 2020 год  
Table 3. Characteristics of interspecific hybrids by groups of origin in comparison with maternal varieties, 2020

Гибридная популяция, сорт	Всходы - полегание, сут.	Число луковиц в гнезде, шт.	Масса луковицы, г X	
			X <sub>ср</sub>	X <sub>max</sub>
♀ Альбик	63,2 (55-68)*	5,8 (4,3-6,4)	62,0 (34,1-98,6)	75,6 (42,3-111,2)
♀ Крепыш	56,8 (50,1-72,3)	5,1 (3,8-6,5)	46,8 (35,2-74,3)	84,5 (46,2-117,5)
♀ Серезжа	57,4 (53,2-59,7)	5,0 (4,2-5,8)	45,2 (32,4-55,6)	95,6 (54,1-124,2)
♀ Спринт	52,3 (45,4-54,2)	5,2 (4,2-5,6)	35,9 (32,5-64,8)	74,2 (58,4-95,6)
♀ Уральский 40	54,1 (48,2-58,7)	5,1 (3,2-6,5)	46,8 (39,2-74,5)	96,2 (78,4-170,2)
♀ П-339	52,7 (50,4-56,9)	5,0 (4,3-6,4)	42,8 (36,5-74,2)	88,0 (65,4-105,8)
♀ Даниловский 301	65,4 (62,3-70,1)	4,6 (2,1-4,8)	77,2 (50,4-96,4)	105,4 (92,5-154,2)
♀ Арзамасский местный	68,7 (61,0-73,2)	3,5 (1,3-3,8)	68,4 (50,2-135,6)	126,3 (98,2-160,3)
♀ Однолетний сибирский	67,4 (58,2-75,8)	1,5 (1,2-2,9)	66,3 (58,7-130,8)	134,2 (115,8-168,9)
Крепыш	59,5	6,9	35,4	45,4
Альбик	58	7,2	18,4	25,3
Серезжа	57	6,4	32,2	50,5
Спринт	49	6,9	25,2	30,5
Уральский 40	55	3,2	35,6	88,6
П-339	58	6,5	28,7	50,3
Даниловский 301	84	2,2	90,5	154,2
Арзамасский местный	69,4	2,4	78,5	134,8
Однолетний сибирский	65,4	1,1	94,5	180,6

\*в скобках указаны пределы изменчивости признака

363; ♀ Крепыш 400; ♀ Крепыш 401; ♀ Серезжа 440; ♀ Ур-40-228; ♀ Ур-40-249; 3-34; 978-243; 1/2.

Урожайность по стандартным сортам составила 13,2-15,6 т/га, колебания по гибридным клонам 14,3-25,2 т/га. Высокая урожайность 20 т/га и выше отмечена только у межвидовых гибридов (табл. 4). Это образцы, материнской формой которых были сорта лука шалота Крепыш, Уральский 40, Гарант, Спринт и селекционные образцы П-339 и Ур-72. Все они имели существенное превышение по урожайности над уже районированным межвидовым гибридом Дебют.

Межвидовые гибриды, где в качестве материнской формы выступали сорта лука репчатого отличались высокой урожайностью (17,5-19,4 т/га), выходом крупных луковиц (68-87%), но были очень поздними (по типу лука репчатого), отличались низкой гнездностью, что делает затруднительным их дальнейшее размножение. Кроме того, низкая сохранность в зимний период за счет высокого поражения бактериальными гнилями (70-80%) не позволяет использовать их в дальнейшей селекции. Это объясняется разницей в их биохимическом составе (табл.5).

Таблица 4. Хозяйственно ценные показатели материнских сортов и лучших гибридов лука шалота предварительного сортоиспытания, 2019-2020 годы  
Table 4. Commercially valuable indicators of parent varieties and the best shallot hybrids of preliminary variety testing, 2019-2020

Образец	Период от всходов до полегания, сут.	Оценка зелени в баллах	Число луковиц в гнезде, шт.	Урожайность, т/га	Выход крупных луковиц, %	Средняя масса крупной луковицы, г	Сохранность, %	Гибель от, %	
								бактериальных гнилей	Повреждения трипсами
<b>Межвидовые гибриды</b>									
Дебют st	52	5,0	5,4	18,6	73	51	98,1	0,2	1,7
♀ Крепыш-401	54	5,0	5,2	21,2	78	54	97,2	0,3	2,5
♀ П-339-80	48	5,0	5,7	22,8	74	48	98,8	0	1,2
♀ Ур-40-228	49	5,0	5,1	22,6	54	45	98,5	0,2	1,3
♀ Ур-40-243	50	5,0	5,2	23,8	62	48	99,1	0	0,9
♀ Ур-72	55	5,0	3,4	24,2	75	52	98,2	0,2	1,6
♀ Гарант-2	47	5,0	5,0	25,2	72	48	97,8	0,4	1,8
♀ Спринт-5-5	53	5,0	5,4	21,4	66	43	99,5	0	0,5
НСР <sub>05</sub>				2,4					
<b>Материнские сорта</b>									
Крепыш	59	5,0	6,9	15,6	38	35	97,0	0,8	2,2
П-339	58	4,9	6,5	15,2	29	29	98,2	0,2	0
Уральский 40	54	5,0	5,1	14,8	48	36	96,2	0,3	3,5
Гарант	62	5,0	5,3	15,9	35	28	97,4	0,4	2,2
Спринт	49	4,8	5,2	13,2	25	25	96,8	0	3,2

Таблица 5 Сравнительная характеристика химического состава луковиц гибридных популяций (♀ шалот и ♀ репчатый), 2019-2020 годы  
Table 5 Comparative characteristics of the chemical composition of bulbs of hybrid populations (♀ shallots and ♀ onions), 2019-2020

Образец	Сухое вещество, %	Сахара, %		Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Нитраты, мг/кг
		сумма	в т.ч. моно		
♀ Крепыш-401	18,6	7,4	1,1	11,6	22
♀ П-339-80	19,3	7,5	1,2	10,5	24
♀ Ур-40-228	22,1	7,4	0,8	14,6	24
♀ Ур-40-243	19,2	7,8	0,6	12,3	26
♀ Ур-72	20,3	8,5	0,4	12,3	26
♀ Гарант-2	16,1	12,1	0,8	10,9	18
♀ Спринт-5-5	20,6	10,6	0,9	9,4	32
Среднее по ♀ шалот	19,5	8,8	0,8	11,7	25
♀ Арзамасский местный - 3	16,4	6,6	2,3	9,9	19
♀ Однолетний Сибирский -7	17,0	7,8	2,5	10,8	23
♀ Даниловский-301	12,2	7,2	1,5	8,6	24
♀ Бессоновский местный	14,6	11,1	3,0	9,0	24
Среднее по ♀ репчатый	15,1	8,2	2,3	9,6	23

В среднем за два года содержание сухого вещества у гибридов (♀ шалот) составило 19,5%, у гибридов (♀ репчатый) – 15,1%, сумма сахаров примерно одинаковая. Моносахаров у гибридов (♀ шалот) было значительно меньше. Их соотношение с дисахарами объясняет более лучшую сохранность гибридных популяций, где в качестве материнской формы выступает лук шалот. Это является предпосылкой для более длительного периода покоя, более продолжительной лежкости.

Таким образом, наши исследования показали перспективность использования межвидовой гибридизации

*Allium ascalonicum* и *Allium cepa*. Их гибриды обладают стабильно высоким урожаем по сравнению с материнской формой, более крупной луковицей, лучшей сохранностью в зимний период, оптимальным биохимическим составом. В дальнейшем они могут использоваться в селекции и семеноводстве при вегетативном размножении. Сортообразцы ♀ Гарант-2, ♀ Ур-72, ♀ Ур-40-233; ♀ Ур-40-243, ♀ Крепыш 401, ♀ П-339-80 выделены, как наиболее перспективные по комплексу хозяйственно ценных признаков и их можно рекомендовать для дальнейшего сортоиспытания.

#### Об авторах:

**Татьяна Владимировна Штайнерт** – кандидат с.-х. наук, заместитель директора по науке  
**Надежда Сергеевна Теплова** – специалист по луковым культурам  
**Анатолий Владимирович Алилуев** – зав. производством, aliluev@semena74.com

#### About the authors:

**Tatyana V. Steinert** – Cand. Sci. (Agriculture), Deputy Director for Science  
**Nadezhda S. Teplova** – Specialist in onion crops  
**Anatoly V. Aliluev** – Head production, aliluev@semena74.com

#### • Литература

1. Рытов М.В. Частное огородничество. М., 1927. 227с.
2. Кузнецов А.В. Культура лука шалота на перо и репку. Труды опытной станции по овощеводству. Краснодар. 1941. Вып.1.
3. Алексеева М.В. Вегетативно размножаемые формы репчатого лука Волгоградской области. Вопросы овощеводства и картофелеводства в Северо-Западной зоне РСФСР: научные труды Северо-Западный НИИСХ. Л.: Лениздат. 1966.
4. Казакова А.А. Лук. Культурная флора СССР. Л.: Колос. 1978. 262 с.
5. Гринберг Е.Г., Ванина Л.А., Жаркова С.В., Сузан В.Г., Шлыкова Е.В., Денисюк С.Г. Научные основы интродукции, селекции и агротехники лука шалота в Западной Сибири: монография. Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. Новосибирск, 2009. 208 с.
6. Гринберг Е.Г., Ванина Л.А., Шлыкова Е.В. Оценка селекционного материала межвидовых гибридов лука шалота и лука репчатого. Овощеводство Сибири. Сборник научных трудов. Новосибирск. 2009. С.72-76.
7. Гринберг Е.Г., Сузан В.Г., Штайнерт Т.В. Лук шалот. Научно-практические рекомендации. Екатеринбург-Новосибирск. 2016. 24 с.
8. Кривенко А.А. Межвидовые скрещивания луков (*Allium* L.). Биологический журнал. Т. IV. Вып.3. С.289-297.
9. Ершов И.И., Агафонов А.Ф., Сундукова М.В. Изучение цветения и семенной продуктивности лука шалота в Московской области для целей селекции. Труды по селекции и семеноводству овощных культур ВНИИССОК. 1976;(4):45-48.
10. Методические указания по селекции луковых культур. Агафонов А.Ф., Алексеева М.В., Гринберг Е.Г., Оржеховская Т.В. М., 1989. С.33-36.
11. Методические указания по селекции луковых культур. Под ред. И.И.Ершова и А.Ф.Агафоновой. М., 1997. 123 с.
12. Методические указания по изучению и поддержанию в живом виде мировой коллекции лука и чеснока. Под ред. В.И.Буренина. С.-Пб. 2005. 106 с.

#### • References

1. Rytov M.V. Private gardening. M., 1927. 227 p. (In Russ.)
2. Kuznetsov A.V. Culture of shallots for feather and turnip. *Proceedings of the experimental station on vegetable growing. Krasnodar. 1941. Issue 1.* (In Russ.)
3. Alekseeva M.V. Vegetatively propagated forms of onions in the Volgograd region. *Questions of vegetable growing and potato growing in the North-Western zone of the RSFSR: scientific works of the North-Western Research Institute of Agriculture. L.: Lenizdat. 1966.* (In Russ.)
4. Kazakova A.A. Onion. *Cultural flora of the USSR. L.: Kolos. 1978. 262 p.* (In Russ.)
5. Grinberg E.G., Vanina L.A., Zharkova S.V., Suzan V.G., Shlykova E.V., Denisjuk S.G. Scientific foundations of introduction, selection and agricultural technology of shallots in Western Siberia. *Russian Agricultural Academy. Siberian department. Novosibirsk, 2009. 208 p.* (In Russ.)
6. Grinberg E.G., Vanina L.A., Shlykova E.V. Assessment of breeding material of interspecific hybrids of shallots and onions. *Vegetable growing of Siberia. Collection of scientific works. Novosibirsk. 2009. P.72-76.* (In Russ.)
7. Grinberg E.G., Suzan V.G., Steinert T.V. Shallot. *Scientific and practical recommendations. Ekaterinburg-Novosibirsk. 2016. 24 p.* (In Russ.)
8. Krivenko A.A. Interspecific crosses of onions (*Allium* L.). *Biological journal. T.IV. Issue 3. P.289-297.* (In Russ.)
9. Ershov I.I., Agafonov A.F., Sundukova M.V. The study of flowering and seed productivity of shallots in the Moscow region for breeding purposes. *Works on selection and seed production of vegetable crops VNIISOK. 1976;(4):45-48.* (In Russ.)
10. Guidelines for the selection of onion crops. Agafonov A.F., Alekseeva M.V., Grinberg E.G., Orzhikhovskaya T.V. M., 1989. P.33-36. (In Russ.)
11. Guidelines for the selection of onion crops. Ed. I.I. Ershov and A.F. Agafonov. M., 1997. 123 p. (In Russ.)
12. Guidelines for the study and maintenance of the world collection of onions and garlic. Ed. V.I. Burenin. S.Pb., 2005. 106 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-58-62>  
УДК 635.54:631.52

**О.М. Вьютнова, И.В. Смирнова,  
Е.А. Евсеева, Т.Ю. Полянина,  
Н.А. Ратникова, И.А. Новикова**

Ростовская овощная опытная станция  
по цикорию – филиал ФГБНУ ФНЦО  
152130, Россия, Ярославская область,  
Ростовский район, с.Деревни  
rossc2010@yandex.ru

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле  
участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Вьютнова О.М., Смирнова  
И.В., Евсеева Е.А., Полянина Т.Ю., Ратникова  
Н.А., Новикова И.А. Подбор пар для межсор-  
тового скрещивания цикория корневого.  
*Овощи России.* 2021;(1):58-62.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-58-62>

**Поступила в редакцию:** 27.08.2020  
**Принята к печати:** 15.12.2020  
**Опубликована:** 25.02.2021

**Olga M. Vyutnova, Irina V. Smirnova,  
Elena A. Evseeva, Tatyana Yu. Polyana,  
Natalya A. Ratnikova, Irina A. Novikova**

Rostov Vegetable experimental station on  
chicory – Branch of the FSBSI FSVC  
Derevni v., Rostov district, Yaroslavl region,  
Russia, 152130  
rossc2010@yandex.ru

**Conflict of interest:** the authors declare  
no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed  
equally to the writing of the article.

**For citations:** Vyutnova O.M., Smirnova I.V.,  
Evseeva E.A., Polyana T.Yu., Ratnikova N.A.,  
Novikova I.A. Selection of pairs for intervari-  
etal crossing of root chicory. *Vegetable  
crops of Russia.* 2021;(1):58-62. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-58-62>

**Received:** 27.08.2020  
**Accepted for publication:** 15.12.2020  
**Accepted:** 25.02.2021

## Подбор пар для межсортового скрещивания цикория корневого



### Резюме

**Актуальность.** Современное сельскохозяйственное производство требует создания сортов, сочетающих высокую продуктивность, качество, адаптивность. Учитывая тенденции развития современного сельского хозяйства к многоукладности, необходимо совершенствовать и расширять сортимент, способствуя удовлетворению запросов как крупных, так и мелких производителей сельскохозяйственной продукции. Из-за нехватки материальных и людских ресурсов в сельскохозяйственной отрасли ощущается явная потребность в сортах и гибридах, приспособленных к промышленным технологиям возделывания и хранения. Существующие районированные сорта корневого цикория имеют корнеплод длиной 40 и более см, а почвы района цикоросеяния в основном тяжёлые по механическому составу, где применение выкапывающих устройств на такую глубину невозможно. Производству необходимы сорта с коротким корнеплодом, у которого основная масса сосредоточена в верхней части.

**Материал и методика.** Цель работы – среди многообразия сортообразцов цикория корневого разного эколого-географического происхождения выделить селекционно-ценные генотипы в почвенно-климатических условиях Нечернозёмной зоны РФ для использования их в создании исходного материала селекции методом межсортовых скрещиваний. Исследования проводили в Нечернозёмной зоне РФ в Ростовском районе Ярославской области на базе Ростовской опытной станции по цикорию в 2015-2019 годах.

**Результаты.** При создании исходного материала для селекции цикория корневого методом межсортовых скрещиваний одним из родителей следует выбирать местные внутризональные сорта, приспособленные к почвенно-климатическим условиям зоны цикоросеяния (Ярославский, Гаврилов-Ямский), а вторым – внезональные сорта, обладающие хозяйственно ценными качествами (короткий корнеплод, высокие урожайность и химико-технологические показатели, устойчивость к корневым гнилям) и являющиеся донорами этих признаков (Харпачи, Sleszka, BilogorkaOS-2, BilogorkaOS-3, Rexor, Wixor, Luxor).

**Ключевые слова:** цикорий корневой; сортообразец; селекция; хозяйственно ценные признаки; селекционно ценные генотипы

## Selection of pairs for intervarietal crossing of root chicory

### Abstract

**Relevance.** Modern agricultural production requires the creation of varieties that combine high productivity, quality, and adaptability. Taking into account the development trends of modern agriculture towards multiplicity, it is necessary to improve and expand the assortment, helping to meet the needs of both large and small producers of agricultural products. Due to the lack of material and human resources in the agricultural sector, there is a clear need for varieties and hybrids adapted to industrial cultivation and storage technologies. Existing zoned varieties of root chicory have a root crop length of 40 cm or more, and the soils of the area of cycoroseeding are mainly heavy in mechanical composition, where the use of digging devices to such a depth is impossible. Production requires varieties with a short root crop, which has the main mass concentrated in the upper part.

**Methods.** The purpose of this work is to identify valuable genotypes in the soil and climate conditions of the non-Chernozem zone of the Russian Federation among the variety of varieties of chicory root of different ecological and geographical origin for use in the creation of the source material of selection by inter-port crosses.

**Results.** When creating the source material for the selection of root chicory by the method of intervarietal crosses, one of the parents should choose local intrazonal varieties adapted to the soil and climatic conditions of the zone (Yaroslavsky, Gavrilov-Yamsky), and the second – off-zonal varieties with economically valuable qualities (short root crop, high yields and chemical-technological indicators, resistance to root rot) and donors of these traits (Kharpachi, Sleszka, BilogorkaOS-2, BilogorkaOS-3, Rexor, Wixor, Luxor).

**Keywords:** root chicory; variety type; selection; economically valuable traits; breeding valuable genotypes



## Введение

В решении самых сложных задач современного растениеводства, связанных, в первую очередь, с устойчивым ростом его продуктивности, ресурсоэкономичности и природоохранности, создание и широкое использование новых сортов и гибридов растений занимает центральное место. Успех и срок создания новых сортов во многом зависят от правильного подбора исходного материала, представляющего начальный этап селекционной работы. Особенно это относится к видам растений, которые имеют двухлетний цикл развития [1].

Особо ценным материалом для селекции являются местные внутризональные сорта, так как они в большей степени акклиматизированы и приспособлены к почвенно-климатическим условиям района, области, зоны.

Внезональные сорта – это сорта, завезённые из других районов или стран, обладающие хозяйственно ценными признаками [2].

Селекция любого вида растений включает два этапа: создание резерва генотипической изменчивости и отбор нужных генотипов. На первом этапе селекции для целенаправленного поиска исходного материала необходимо создание модели сорта, учитывающей реализацию его генетического потенциала в условиях того региона, для которого предназначен сорт. Модель сорта определяет и способ его получения и будущие условия культивирования.

Составной частью всех методов селекции является отбор, который подразделяется на массовый и индивидуальный. При позитивном массовом отборе, как правило, отбирают от 5 до 15% исходных растений. Индивидуальный отбор, эффективность которого была продемонстрирована в 50-х годах XIX столетия в работах Л. Вильморена, остаётся широко используемым методом, особенно у новых сельскохозяйственных культур. В отличие от самоопыляющихся видов, индивидуальный отбор у перекрёстноопыляющихся растений проводят на основе контролируемого опыления [3].

А.А. Жученко (1980) была предложена и обоснована концепция селекционного процесса. Ниже приводятся её основные моменты.

«Всё многообразие методов селекции можно дифференцировать на три большие группы:

1) управление доступной отбору генотипической изменчивостью (мутационная и комбинационная);

2) распознавание искомого генотипа за «фасадом» фенотипа (индивидуальный отбор с оценкой по потомству, массовый, ступенчатый отборы, подбор фонов, применение инструментальных оценок признаков);

3) фиксация приемлемых для использования генотипов и агрофитоценозов (гибридная и гетерозисная селекция, синтетические и многолинейные сорта, смешанные посевы). Селекция, ставящая своей целью сочетать количественные или качественные признаки двух и более родителей, называется комбинационной.»

По мнению А.А. Жученко, особый интерес представляет комбинационная селекция, ориентирующаяся на получение генотипов, превосходящих по какому-то количественному или качественному признаку все исходные формы или сочетающих несколько признаков лучших по их проявлению родительских линий, которую принято называть трансгрессивной.

Основным методом создания селекционных популяций является гибридизация. Успех создания гибридной популяции зависит от правильности подбора родительских пар. Этому должны предшествовать оценка генетической коллекции носителей адаптивных признаков (отзывчивость к регулируемым факторам среды) и устойчивость к нерегулируемым факторам среды (недостаток или избыток тепла, влаги и др.), для чего необходима широкая географическая сеть испытаний в контрастных и типичных для основных зон сельскохозяйственного производства условиях среды [3].

Выделяют следующие основные методы подбора родительских компонентов селекции растений:

1. Оценка комбинационной способности родителей. При этом используют диаллельные, топкроссные и поликроссные виды скрещиваний.

2. Идентификация перспективных гибридных комбинаций с помощью генетического анализа ранних поколений ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ , беккроссов).

3. Планирование скрещиваний на основе данных изучения сортов и линий по степени их дивергентности с последующим скрещиванием генетически отдалённых форм [4].

Наиболее полную генетическую информацию о свойствах и признаках исходного материала можно получить, используя систему диаллельных скрещиваний.

Современное сельскохозяйственное производство требует создания сортов, сочетающих высокую продуктивность, качество и адаптивность. Учитывая тенденции развития современного сельского хозяйства к многоукладности, необходимо совершенствовать и расширять сортимент, способствуя удовлетворению запросов как крупных, так и мелких производителей сельскохозяйственной продукции. Из-за нехватки материальных и человеческих ресурсов в сельскохозяйственной отрасли ощущается явная потребность в сортах и гибридах, приспособленных к промышленным технологиям возделывания и хранения. Существующие районированные сорта корневого цикория имеют корнеплод длиной 40 и более см, а почвы района цикоросеяния в основном тяжёлые по механическому составу, где применение выкапывающих устройств на такую глубину невозможно. Производству необходимы сорта с коротким корнеплодом, у которого основная масса сосредоточена в верхней части.

**Цель работы** – среди многообразия сортообразцов цикория корневого разного эколого-географического происхождения выделить селекционно-ценные генотипы в почвенно-климатических условиях Нечернозёмной зоны РФ для использования их в качестве родительских компонентов при создании нового исходного материала методом межсортовой гибридизации.

## Материал и методика проведения исследований

Исследования проводили в Нечернозёмной зоне РФ в Ростовском районе Ярославской области на базе Ростовской опытной станции по цикорию в 2015-2019 годах в полевых условиях, сопровождающихся сопутствующими наблюдениями и анализами.

При проведении исследований руководствовались следующими рекомендациями и методическими указаниями: «Методика полевого опыта» [5]; «Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» [6],

Таблица 1. Исходный материал цикория корневого  
Table 1. Initial material for the selection of root chicory

№ п/п	№ каталога ВИР	Название образца	Происхождение
1	К-6	Sleszka	Чехия
2	Торговая марка	Spicak	Чехия
3	К -10	BilogorkaOS-3	Югославия
4	ВРК -27	Bilogorka OS-2	Югославия
5	ВРК -23	Подлуга Куявска	Польша
6	ВРК - 22	Поляновицка	Польша
7	Торговая марка	Berguce	Франция
8	ВРК -24	TidWog	Франция
9	Торговая марка	Cassel	Франция
10	Торговая марка	Orchies	Франция
11	К -11	AlbinoRVP	Бельгия
12	ВРК -20	Novipa	Бельгия
13	ВРК -26	Rexor	Голландия
14	ВРК -28	Luxor	Голландия
15	ВРК -29	Wixor	Голландия
16	Торговая марка	Wonfblane	Голландия
17	К -5	LardRooted	Канада
18	К -8	Харпачи	Венгрия
19	ВРК -21	Гаврилов-Ямский	Россия
20	ВРК -20	Ярославский	Россия

«Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов ВИР» [7].

Материалом исследований служили 20 сортообразцов цикория корневого отечественной и зарубежной селекции, полученные из ВИР им. Н.И. Вавилова и стран – оригинаторов сортов (табл. 1).

На участках, где закладывали опыты, проводили следующие агротехнические мероприятия: весновспашка по зяби, предпосевная культивация фрезерным культиватором КФН – 2,8, нарезка гребней, в течение вегетации три междурядные обработки культиватором КФЛ – 4,2, две ручные прополки с прореживанием. Посев и уборку цикория корневого проводили вручную.

Размеры и схемы размещения делянок устанавливали, согласно требованиям ОСТ 4671-78 «Делянки и схемы посева в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве овощных культур. Параметры» [8].

Опыты закладывали на гребнях с междурядьями 0,7 см, учётная площадь делянки при испытании сортообразцов составила 2,8 м<sup>2</sup> в двукратной повторности.

В процессе проведения учетов и наблюдений оценку коллекционных образцов вели по морфобиологи-

ческим параметрам листовой розетки и корнеплода, показателям урожайности, товарности, продолжительности вегетационного периода и их фенофаз, химическому составу корнеплодов. Морфологическое описание растений, учёт фенофаз проводили согласно «Руководству по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов» (1982). Учёт урожая проводили в фазе технической спелости корнеплодов. Учитывали товарные, а в нетоварной части недоразвитые, больные, уродливые и цветущие растения по РСТу РСФСР 309–77 [10]. Проводили замеры длины и диаметра корнеплода для определения индекса формы.

#### Результаты исследований

По продолжительности вегетационного периода можно выделить раннеспелые (вегетационный период составляет менее 125 суток), среднеспелые (125-139 суток) и позднеспелые сорта цикория корневого (более 139 суток). Группы образцов корневого цикория разного эколого-географического происхождения по срокам спелости представлены в таблице 2.

Таблица 2. Группировка сортообразцов корневого цикория по срокам созревания (в среднем за 2015-2019 годы)  
Table 2. Grouping of root chicory cultivars by ripening dates (2015-2019)

Группа спелости	Сортообразец
Раннеспелые (продолжительность вегетационного периода менее 125 суток)	Харпачи, Slesazka, Rexor, Luxor, Wixor
Среднеспелые (продолжительность вегетационного периода 125-139 суток)	Подлуга Куявска, Поляновицка, Ярославский, BilogorkaOS-2, Bilogorka OS-3, Spicak, TidWog, Novipa, LardRooted
Позднеспелые (продолжительность вегетационного периода более 139 суток)	Гаврилов-Ямский, Berguce, Cassel, Albino RVP, Wonf blan

Таблица 3. Группы сортообразцов корневого цикория по форме корнеплода  
Table 3. Groups of root chicory varieties according to the shape of the root crop

Форма и индекс формы корнеплода	Название сортообразца
1 (с короткими коническими корнеплодами) Иф менее 5,0	Харпачи, Sleszka, Rexor, Luxor, Wixor
2 (с длинными цилиндрическими и полудлинными корнеплодами) Иф 5,0 -7,0	Ярославский, Гаврилов-Ямский, Подлуга Куявска, Поляновицка, Bilogorka OS-2, Bilogorka OS-3, Berguce, Cassel, Orchies, Lard Rooted
3 (с веретеновидными удлинёнными корнеплодами) Иф более 7,0	Spicak, Tid Wog, Albino RVP, Novipa, Wonf blanc

Наиболее многочисленной оказалась группа средне-спелых сортов, которая включает 9 образцов из 20. Особый же интерес для нашей селекционной работы имеют более раннеспелые сорта, так как в условиях НЧЗ РФ к календарным срокам уборки позднеспелые сорта не достигают биологической спелости, их корнеплоды не набирают максимальную массу, отчего фактическая урожайность не достигает потенциально возможной величины. Кроме того, не достигшие биологической спелости, но уже убранные корнеплоды, не накопив достаточного количества питательных веществ, хуже хранятся. К ним относятся Sleszka, Rexor, Luxor, Wixor и Харпачи, длина вегетационного периода которых не превышает 125 суток. Эта группа сортов является наиболее ценной при селекции на скороспелость.

Сорта корневого цикория отличаются друг от друга, прежде всего, величиной и формой корнеплода. От размеров корнеплода зависит его индекс формы (Иф), который определяется отношением длины к диаметру. Для селекционной работы с цикорием корневым важно, какую форму имеет корнеплод. Предпочтительно, чтобы его основная масса была сосредоточена в верхней части. В этом случае механизировано будет убираться урожай почти без потерь. К таким сортам относятся Харпачи, Sleszka, Wixor, Luxor, Rexor.

Непригодными для выкапывания серийно выпускаемыми для этой операции машинами в зоне цикоросеяния являются длиннокорневые сорта, уборка которых

на тяжёлых по механическому составу почвах НЧЗ РФ невозможна без больших потерь урожая.

Все сортообразцы отечественной и зарубежной селекции по форме корнеплода (в среднем за годы испытаний) были распределены на 3 группы: первая – с конической короткой формой корнеплода, вторая – с цилиндрической и третья – с веретеновидной. У первой индекс формы корнеплода < 5,0, у второй – от 5,0 до 7,0, у третьей – более 7,0 (табл. 3).

Наиболее многочисленно представлена вторая группа – 10 сортообразцов из 20. Особый интерес для нашей селекционной работы представляют сортообразцы первой группы, так как они благодаря своему короткому корнеплоду пригодны для механизированной уборки серийно выпускаемыми машинами.

Такими образом, выделены пять сортообразцов, которые и были включены нами в селекционную работу в качестве доноров признака «короткая коническая форма корнеплода» (Харпачи, Sleszka, Rexor, Luxor, Wixor) для создания исходного материала для селекции цикория корневого, пригодного к механизированной технологии.

Одним из самых важных показателей для всех сельскохозяйственных культур является урожайность. Причём важное значение имеют также и его товарные качества, выход товарной продукции с единицы площади. И для корневого цикория общая урожайность и товарность являются важнейшими показателями (табл. 4)

Таблица 4. Урожайные и товарные качества сортообразцов корневого цикория (в среднем за 2015-2019 годы)  
Table 4. Yield and commercial qualities of root chicory varieties (2015-2019)

№ п/п	Название сортообразца	Урожайность, т/га	Товарность, %	«Цветуха», %
1	Sleszka	20,0	90,2	12,1
2	Spicak	13,4	77,3	0,7
3	BilogorkaOS-3	21,3	82,1	1,3
4	BilogorkaOS-2	22,1	80,4	1,8
5	Подлуга Куявска	18,8	79,2	2,0
6	Поляновицка	19,3	87,3	0,3
7	Berguce	18,5	73,4	7,1
8	TidWog	16,3	81,5	11,9
9	Cassel	18,9	77,6	17,3
10	Orchies	18,9	73,4	11,3
11	AlbinoRVP	16,8	83,2	1,8
12	Novipa	15,7	81,9	2,3
13	Rexor	18,7	78,3	7,1
14	Luxor	17,1	80,4	9,2
15	Wixor	18,4	88,9	8,4
16	LardRooted	18,7	73,4	1,1
17	Wonfblan	15,6	81,4	7,3
18	Харпачи	22,1	89,5	7,8
19	Гаврилов-Ямский	22,8	77,8	1,2
20	Ярославский	17,5	76,6	1,1
	НСП <sub>05</sub>	2,1	3,3	0,2



По урожайности выделились сортообразцы Гаврилов-Ямский – 22,8 т/га, Харпачи и BilogorkaOS-2 – по 22,1 т/га, в то время, как у некоторых образцов этот показатель не превысил 16,0 т/га ( Spicak – 13,4 т/га, Wonflan – 15,6 т/га, Novira – 15,7 т/га). Следует отметить, что все эти сортообразцы относятся к группе с веретеновидным корнеплодом.

Товарность корнеплодов среди сортообразцов варьировала от 73,4% до 90,2%. Низкие показатели имели сортообразцы Berguce, Orchies, LardRooted (73,4%). Все они относятся к группе с цилиндрической формой корнеплода. Высокой товарностью обладали образцы Sleszka (90,2%) и Харпачи (89,5%), которые относятся к группе с коническим коротким корнеплодом.

У цикория, как и у других корнеплодных растений, в результате воздействия некоторых факторов (сырая и холодная погода во время прорастания семян, возвратные заморозки во время вегетации культуры, избыточное минеральное питание и др.) цветоносные побеги могут появиться не во второй, а в первый год вегетации, так называемая «цветуха». В отдельные годы потери урожая от этого явления могут быть значительными. Разные сорта по-разному реагируют на влияние неблагоприятных факторов внешней среды, следовательно, более или менее склонны к появлению «цветухи». Низкий процент зацветших в первый год вегетации растений наблюдался у сортов Поляновица – 0,3% и Spicak – 0,7%, в то время как у сортообразцов Sleszka, TidWog, Orchies этот показатель превысил 10%, а у сортообразца Cassel вообще составил 17,3%.

Главными критериями при отборе образцов для скрещивания следует считать форму корнеплода, урожайность, скороспелость, как наиболее значимые хозяйственно ценные признаки будущего сорта.

В числе селекционно ценных генотипов присутствуют сортообразцы, выделившиеся как по одному, так и по нескольким характеристикам (табл. 5).

Так, сортообразцы Харпачи и Sleszka имеют высокую урожайность, пригодную для механизированной уборки форму корнеплода, скороспелые, однако по результатам испытаний отличаются существенным наличием «цветушных» растений.

Сортообразцы BilogorkaOS-2, DilogorkaOS-3, Гаврилов-Ямский хорошо зарекомендовали себя по урожайности, но имеют длину вегетационного периода более 125 суток и длинные корнеплоды цилиндрической формы, которые не пригодны для механизированной уборки в условиях НЧЗ РФ.

**Таблица 5. Селекционная ценность перспективных генотипов корневого цикория по основным хозяйственно ценным признакам (в среднем за 2015-2019 годы)**  
**Table 5. Breeding value of promising genotypes root chicory for the main economically valuable traits (2015-2019)**

	Название сортообразца	Характеристики
1.	Харпачи	урожайность, форма корнеплода, скороспелость
2.	Sleszka	урожайность, форма корнеплода, скороспелость
3.	BilogorkaOS-2	урожайность
4.	BilogorkaOS-3	урожайность
5.	Гаврилов-Ямский	урожайность
6.	Rexor	форма корнеплода, скороспелость
7.	Wixor	форма корнеплода, скороспелость
8.	Luxor	форма корнеплода, скороспелость

Сортообразцы голландской селекции Rexor, Wixor и Luxor имеют конические короткие корнеплоды, идеально подходящие для механизированной уборки, но уступают другим сортообразцам по урожайности и товарности.

Все выделившиеся по хозяйственно ценным признакам образцы следует использовать при скрещиваниях в качестве генисточников этих признаков.

## Выводы

При создании исходного материала для селекции цикория корневого методом межсортовых скрещиваний одним из родителей следует выбирать местные внутризональные сорта, приспособленные к почвенно-климатическим условиям зоны цикоросеяния (Ярославский, Гаврилов-Ямский), а вторым – внезональные сорта, обладающие хозяйственно ценными качествами (короткий корнеплод, высокие урожайность и химико-технологические показатели, устойчивость к корневым гнилям) и являющиеся донорами этих признаков (Харпачи, Sleszka, BilogorkaOS-2, BilogorkaOS-3, Rexor, Wixor, Luxor).

## Об авторах:

**Ольга Михайловна Вьютова** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник  
**Ирина Викторовна Смирнова** – врио руководителя  
**Елена Александровна Евсеева** – научный сотрудник  
**Татьяна Юрьевна Полянина** – научный сотрудник  
**Наталья Алексеевна Ратникова** – научный сотрудник  
**Ирина Александровна Новикова** – научный сотрудник

## About the authors:

**Olga M. Vyutnova** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher  
**Irina V. Smirnova** – Acting Head  
**Elena A. Evseeva** – Researcher  
**Tatyana Yu. Polyagina** – Researcher  
**Natalya A. Ratnikova** – Researcher  
**Irina A. Novikova** – Researcher

## • Литература

1. Боос Г.В., Казакова А.А., Буренин В.И. Современные аспекты изучения коллекции овощных и бахчевых культур. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1983;(80):90-95.
2. Прохоров И.А., Крючков А.В., Комиссаров В.А. Селекция и семеноводство овощных культур. М., Колос, 1981. С.59, 95-97, 108.
3. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. *Кишинев, Штиинца*, 1980. С.587.
4. Пивоваров В.Ф. Селекция и семеноводство овощных культур. Т.2. М., ВНИИСОК, 1999. С.58.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., *Агрпроимиздат*, 1985. С.248-250.
6. Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. М., *Агрпроимиздат*, 1992. С.164-165.
7. Боос Г.В., Джохадзе Т.И., Артемьева А.М. и др. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции ВИР. Л., ВИР, 1988. С.118.
8. ОСТ 4671-78 «Делянки и схемы посева в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве овощных культур. Параметры». М., 2003.
9. Руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов. М., Колос, 1982.
10. РСТу РСФСР 309 – 77, М., ГОСПЛАН РСФСР, 1982.

## • References

1. Boos G.V., Kazakova A.A., Burenin V.I. Modern aspects of studying the collection of vegetable and melon crops. *Works on applied botany, genetics and breeding*. 1983;(80):90-95. (In Russ.)
2. Prokhorov I.A., Kryuchkov A.V., Komissarov V.A. Selection and seed production of vegetable crops. M., Kolos, 1981. Pp.59, 95-97, 108. (In Russ.)
3. Zhuchenko A.A. Ecological genetics of cultivated plants. *Kishinev, Shtiintsa*, 1980. P.587. (In Russ.)
4. Pivovarov V.F. Selection and seed production of vegetable crops. Vol. 2. M., 1999. P.58. (In Russ.)
5. Dospikhov B.A. Methodology of field experience. M., *Agropromizdat*, 1985. P.248-250. (In Russ.)
6. Belik V.F. Methods of experimental work in vegetable and melon growing. M., *Agropromizdat*, 1992. P.164-165. (In Russ.)
7. Boos G.V., Dzhokhadze T.I., Artemeva A.M. Methodological guidelines for the study and maintenance of the world collection VIR. L., VIR, 1988. P.118. (In Russ.)
8. OST 4671-78 "Plots and seeding schemes in selection, variety testing and primary seed production of vegetable crops. Parameters". M., 2003. (In Russ.)
9. "Guidelines for testing vegetable crops and fodder root crops", M., Kolos, 1982. (In Russ.)
10. RSTU RSFSR 309-77. M., GOSPLAN RSFSR, 1982. (In Russ.)

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-63-68>  
УДК 634.75:581.543(470.321)

**М.И. Зубкова,  
С.Д. Князев, И.Е. Евтихова**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур (ФГБНУ ВНИИСПК)  
РФ, 302530, Орловская область,  
Орловский район, д. Жилина  
zubkova@vniispk.ru, director@vniispk.ru,  
evtihova@vniispk.ru

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Зубкова М.И., Князев С.Д., Евтихова И.Е. Особенности прохождения фенологических фаз интродуцированных сортов земляники садовой в условиях Орловской области. *Овощи России*. 2021;(1):63-68.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-63-68>

**Поступила в редакцию:** 16.07.2020

**Принята к печати:** 16.11.2020

**Опубликована:** 25.02.2021

**Marina I. Zubkova,  
Sergey D. Knyazev, Irina E. Evtikhova**

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPК)  
Zhilina, Orel district, Orel region, Russia, 302530  
zubkova@vniispk.ru, director@vniispk.ru, evtihova@vniispk.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed equally to the writing of the article.

**For citations:** Zubkova M.I., Knyazev S.D., Evtikhova I.E. Features of the phenological phases of introduced strawberry cultivars in the conditions of the Orel region. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):63-68. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-63-68>

**Received:** 16.07.2020

**Accepted for publication:** 16.11.2020

**Accepted:** 25.11.2021

# Особенности прохождения фенологических фаз интродуцированных сортов земляники садовой в условиях Орловской области



## Резюме

**Актуальность.** Изучение сроков наступления и продолжительности отдельных фаз развития сортов земляники садовой разного эколого-географического происхождения в данных климатических условиях имеет большое практическое значение. Целью исследования являлось определение сроков прохождения основных фенофаз интродуцированных сортов земляники в условиях Орловской области, соответствие феноритмов изучаемых сортов климатическим условиям, а также ранжирование сортов по срокам цветения и созревания.

**Материал и методы.** В статье представлены результаты фенологических наблюдений за период 2016-2019 годов. Изучено 34 сорта земляники садовой отечественной и зарубежной селекции. Исследования выполнены на участке первичного сортоизучения ФГБНУ ВНИИСПК.

**Результаты.** На основании многолетних наблюдений по времени вступления в фазу цветения и плодоношения сорта ранжированы на ранние, средне- и позднеспелые. Проанализировано влияние эффективных температур на сроки наступления фенофаз. Определена сумма эффективных температур, необходимая для начала цветения сортов земляники разных сроков созревания в условиях Орловской области. Для наступления цветения земляники требуется от 126,68 до 260,37° эффективных температур: ранним сортам – 126,68-197,55°, среднеспелым – 146,31-225,44°, поздним – 159,93-260,37° в зависимости от года исследования. Плодоношение наступает при сумме эффективных температур у ранних сортов – от 351,73°С до 465,43°С, у среднеспелых – от 390,96 до 535,44°С, у позднеспелых – от 450°С, до 649°С.

**Ключевые слова:** земляника, сорта, сумма эффективных температур, фенологические фазы развития.

## Features of the phenological phases of introduced strawberry cultivars in the conditions of the Orel region

### Abstract

**Relevance.** The study of the timing and duration of individual phases of the development of strawberry cultivars of different ecological and geographical origin in these climatic conditions is of great practical importance. The purpose of the study was the determination of the timing of the main phenophases of introduced strawberry cultivars in the Orel region, the compliance of the phenorhythms of the studied cultivars with climatic conditions, as well as the ranking of the cultivars by the terms of flowering and maturation.

**Methods and materials.** The article presents the results of phenological observations for the period 2016-2019. 34 strawberry cultivars of domestic and foreign selection were studied. The research was carried out at the VNIISPК site of primary variety study.

**Results.** Based on long-term observations, on the time of entry into the flowering and fruiting phase, the cultivars were ranked into early, medium and late-maturing. The influence of effective temperatures on the onset of phenophases was analyzed. The sum of effective temperatures necessary for the beginning of flowering of strawberry cultivars of different maturation periods in the conditions of the Orel region was determined. For the onset of strawberry flowering, it takes from 126.68 to 260.37° effective temperatures. Early cultivars need the sum of effective temperatures of 126.68-197.55°, cultivars of middle maturation need 146.31-225.44°, late cultivars - 159.93-260.37° depending on the year of study. Fruiting occurs at the sum of effective temperatures in early cultivars from 351.73°С to 465.43°С, in middle-maturing cultivars from 390.96 to 535.44°С, in late-maturing cultivars from 450°С to 649°С.

**Keywords:** strawberry, cultivars, sum of effective temperatures, phenological phases of the development.

**Введение**

**Ф**енологические наблюдения, являются обязательной составной частью процесса сортоизучения культур [2,3]. Знание особенностей прохождения определенных фенофаз развития растений земляники необходимо для составления календаря сельскохозяйственных работ и проектирования земляничного конвейера поступления ягод на рынок. Также фенологические исследования необходимы для решения морфофизиологических задач. В 50-70 годы XX столетия была опубликована серия работ с применением морфофизиологического метода анализа по этапам органогенеза растений земляники [4,6,7,8]. Точное определение сроков фенофаз и создание феноспектров, отражающих биолого-физиологические возможности генотипа необходимы для решения практических и теоретических задач селекции [4,5,9,10].

В годичном цикле развития растений земляники выделяют фенофазы: начала вегетации, начало выдвижения соцветий, массовое выдвижение соцветий, начало, массовое и конец цветения, начало и массовое созревание.

Изучение сроков прохождения фенофазы цветения и плодоношения земляники в разных регионах России рядом исследователей показало, что период цветения сортов *Fragaria x ananassa* Duch. в южных регионах, в частности в условиях Кабардино-Балкарии, наступает 20-26 апреля, плодоношение – 25 мая-2 июня [11], в Казахстане земляника цветет с 4 по 29 мая, начинает созревать 1-15 июня [12]. В Ленинградской и Московской областях, а также в Якутии фаза цветения наступает в конце мая – начале июня, начало созревания большинства сортов приходится на конец июня – начало июля [13,14,15].

Целью исследования являлось определение сроков прохождения основных фенофаз интродуцированных сортов земляники в условиях Орловской области, соответствие феноритмов изучаемых сортов климатическим условиям, а также ранжирование сортов по срокам цветения и созревания.

**Материал и методика**

В статье представлены результаты фенологических наблюдений за период 2016-2019 годов. Объектами изучения служили 35 сортов земляники садовой отечественной и зарубежной селекции. Работа выполнялась на участке первичного сортоизучения ФГБНУ ВНИИСПК в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур», раздел «Земляника, клубника и земклуника» [1].

Наблюдения проводили по отдельным фенологическим фазам, отмечая календарные сроки их прохождения. Начало цветения отмечали по первым распустившимся цветкам датой, когда на делянке распустилось 5-10% цветков. Начало созревания-когда созрели первые ягоды.

Предшественник – сидеральный пар с высевом горчицы и последующей заделкой в фазу массового цветения. Расположение делянок рендомизированное, повторность 3-х кратная. Схема посадки 0,2x1,0 м. На участке применяется капельный полив.

Климат Орловской области – умеренно-континентальный. Вегетационный период продолжается 175-

185 дней, осадки распределяются неравномерно и, нередко в 3-й декаде апреля и мае наблюдаются засушливые периоды, сопровождающиеся юго-восточным ветром, среднегодовая температура воздуха +4,5°C. Поэтому тепла бывает вполне достаточно для нормального роста и развития земляники. Весной происходит очень быстрое нарастание температуры воздуха, вызывающие энергичное таяние снега и медленное оттаивание почвы, что способствует образованию мощных водных потоков и, как следствие, развитие эрозионных процессов.

Общая продолжительность периода с положительной среднесуточной температурой воздуха равна в году 215...225 дням. Период со средними суточными температурами воздуха выше 5°C начинается в середине апреля и заканчивается в середине октября, продолжительность его в году 175...185 дней. По среднеголетним данным заморозки отмечаются в мае, во время цветения земляники, иногда возможны даже в начале июня. Безморозный период продолжается 135...150 дней. Количество осадков составляет 490...580 мм за год [16,17]. Температура самого теплого месяца (июля) – 17,9...19,6°C, а наиболее холодного (января) – -9,0...-10. Абсолютный минимум температуры воздуха за многолетний период составляет по области -39°C, а абсолютный максимум +37°C.

Для выращивания ягодных культур необходима сумма активных температур 1600 – 1800°C [18]. Для Орловской области среднеголетняя сумма активных температур 1751°C, следовательно, по данному показателю область входит в зону промышленного возделывания земляники.

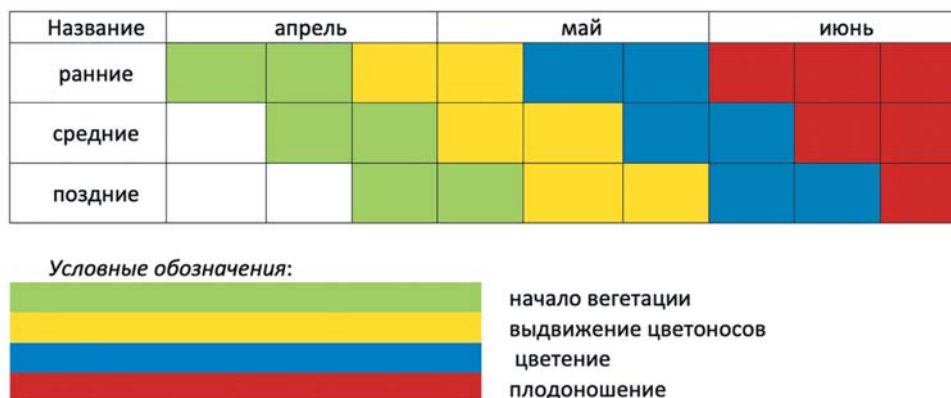
По территории области суммарная солнечная радиация закономерно возрастает с севера на юг. Приток прямой солнечной радиации составляет примерно 47% солнечной энергии, остальные же 53% поступают в виде рассеянной радиации [16]. Среднее значение солнечной инсоляции за год в Орле составляет 3,60 кВт\*ч/м<sup>2</sup>, с минимумом в декабре (1,56 кВт\*ч/м<sup>2</sup>,) и максимумом в июне (5,30 кВт\*ч/м<sup>2</sup>,) [19].

**Результаты**

Земляника садовая – вечнозеленое растение, в своем годичном цикле сочетающая период покоя и активной вегетации. Сроки наступления и прохождения фенофаз зависят от почвенно-климатических условий региона произрастания и генетических особенностей сорта. Температура и длина светового дня являются основными факторами, определяющим смену фенологических фаз [20, 21].

Первой регистрируемой фенологической фазой развития является фаза начала вегетации, определяемая появлением первых молодых листочков. Наступление ее происходит при установлении среднесуточной температуры +5°C. В условиях Орловской области начало вегетации приходится на последние числа марта-первую декаду апреля (рис.1). За годы проведенных наблюдений (2016-2019) наиболее раннее прохождения фенофазы начала вегетации приходится на последние числа марта 2017 года у сортов Росинка, Sara, НФ 311, т.к. во второй половине марта преобладали положительные среднесуточные температуры при максимумом +11,5°C. Наиболее позднее – у сортов





**Рис. 1. Сроки наступления фенологических фаз у сортов земляники садовой в условиях Орловской области (2016-2019 годы)**  
**Fig. 1. The timing of the onset of phenological phases in varieties of garden strawberries in the conditions of the Oryol region (2016-2019)**

Альфа, Боровицкая, Malvina, Florence, Gala civ (в начале мая 2019 года).

Выдвижение цветоносов отмечается с конца апреля у ранних сортов до первой декады мая у поздних (рис.1) при сумме активных температур в пределах от 98,5°C до 385,3°C. При понижении среднесуточной температуры до температуры ниже +5°C, процесс прохождения фенофаз развития резко замедляется и усиливается лишь при увеличении температуры. Так, например, апрель 2017 года был довольно прохладным, в связи с чем выдвижение цветоносов происходило в начале мая с большим опозданием. Сопоставление сроков начала выдвижения соцветий и показателей среднесуточной температуры дало возможность установить, что ранние сорта вступают в эту фазу при среднесуточной температуре +8,5°C, средние – при +10,2°C; поздние – при +14,4°C. Требования сортов к температуре в период выдвижения соцветий зависит, вероятно, от степени их дифференциации. Скорость ростовых процессов увеличивается и достигает максимума к началу цветения.

Цветение наступает во второй декаде мая – начале июня (рис. 1, 4, 5). От его интенсивности, времени и условий, при которых оно проходит, зависит величина будущего урожая [13,14]. Диапазон эффективных температур на начало фенофазы цветения в зависимости от сорта изменяется от 126,68 до 260,37°C. Варьирование данного показателя по годам наблюдается в довольно широких пределах: у ранних сортов – от 126,68°C до 197,55°C, средних – от 146,31°C до 225,44°C, у поздних – от 159,93 до 260,37°C (рис. 2). В среднем период цветения изучаемых сортов земляники продолжается 18-26 дней. Появление первых цветков у ранних сортов приходится на 10-14 мая, 16-20 мая у средних, 19-23 мая у сортов позднего срока созревания (рис. 3, 4). В отдельные годы процесс цветения приостанавливается при понижении среднесуточных температур. Так было в 2017 году, когда ночные температуры в мае опускались до -1,6°C, а на поверхности почвы до -4°C (по данным метеостанции ФГБНУ ВНИИСПК). Тип соцветия сортов земляники, находившихся в изучении – дихазий. Поэтому цветение и плодоношение происходит не одновремен-

но. Первым зацветает одиночный цветок главной оси, далее центральный цветок оси второго, третьего и четвертого порядков.

Процесс формирования ягод занимает 28-32 дня. Они созревают в той же последовательности, в которой проходило цветение. Первый сбор приходится на 6-9 июня у сортов Росинка и Sara очень раннего срока созревания. 9-12 июня начинают созревать ранние сорта – Vima zanta (рис.5), Honeoye, Darselect, Рубиновый кулон, Кокинская ранняя и др. Средние сорта созревают 12-17 июня (рис. 6), поздние – 17-23 июня (табл. 1). Сумма эффективных температур на начало плодоношения по годам колеблется у ранних сортов от 351,73°C до 465,43°C, у среднеспелых – от 390,96 до 535,44°C, у позднеспелых – от 450°C до 649°C (рис. 7). Разница в сроках созревания изучаемых сортов может достигать 17-35 дней. Самое раннее созревание отмечено в 2019 году 5 июня (сорт Росинка), чему способствовала установившееся жаркая и сухая погода. Конец созревания короткодневных сортов в Орловской области приходится на первую декаду июля. В это время плодоносят очень поздние сорта Gala civ, Florence.

Необходимо отметить, что в разных регионах суммы эффективных температур, необходимые для цветения и созревания значительно отличаются. Так, например, в Московской области они равны 200-300°C при рас-



**Рис. 2. Потребность земляники в сумме эффективных температур на начало цветения**  
**Fig. 2. The need for strawberries in the sum of effective temperatures at the beginning of flowering**



Рис. 3. Цветение земляники сорта Берегиня  
Fig.3. Flowering strawberry variety Bereginia



Рис. 4. Цветение земляники сорта Азия  
Fig.4. Flowering strawberry varieties Asia

Таблица 1. Сроки цветения и созревания ягод у сортов земляники за 2016-2019 годы наблюдений в условиях Орловской области  
Table 1. Dates of flowering and ripening of berries in strawberry varieties for 2016-2019. observations in the Oryol region

Название сорта	Начало цветения	Продолжительность цветения, сутки	Начало плодоношения	Продолжительность плодоношения, сутки
<b>срок созревания</b>				
<b>ранний</b>				
Росинка	11.05.±2	26±2	6.06.±2	22±3
Clery	12.05.±2	22±1	7.06.±2	19±3
Сара	12.05.±1	27±2	7.06.±2	21±2
Элиани	14.05.±3	23±2	8.06.±2	16±2
НФ 311	13.05.±2	22±3	8.06.±2	17±3
Дарселект	14.05.±1	24±3	8.06.±2	17±3
Нонеоуе	15.05.±3	25±2	9.06.±2	18±3
Vima zanta	17.05.±4	23±3	9.06.±2	19±2
Кокинская ранняя	17.05.±2	21±3	9.06.±2	18±4
Кимберли	15.05.±3	24±3	9.06.±2	17±3
Рубиновый кулон	17.05.±2	21±3	11.06.±1	16±3
<b>средний</b>				
Урожайная ЦГЛ	19.05.±4	23±3	12.06.±2	16±2
Царица	17.05.±4	24±2	12.06.±2	17±2
Соловушка	18.05.±4	25±2	12.06.±2	17±2
Йонсок	19.05.±3	22±3	12.06.±2	17±2
Азия	19.05.±2	24±2	12.06.±2	17±2
Фрида	18.05.±4	22±3	14.06.±1	15±3
Рубин	19.05.±3	21±2	14.06.±2	14±1
Rubino cv	19.05.±4	22±3	14.06.±2	16±3
Мармоладо	19.05.±4	25±2	14.06.±2	18±2
Антеа	19.05.±4	23±2	14.06.±2	18±1
Фестивальная ромашка	18.05.±4	24±2	14.06.±2	18±1
Civ 64	18.05.±4	21±3	14.06.±2	16±2
Коропа	18.05.±4	21±3	15.06.±1	17±3
Siria	18.05.±3	21±2	15.06.±2	18±1
Соната	18.05.±3	22±3	15.06.±1	18±2
<b>Поздний</b>				
Незнакомка	19.05.±5	19±3	16.06.±2	16±1
Берегиня	20.05.±5	22±2	17.06.±2	17±2
Боровицкая	20.05.±5	24±3	18.06.±2	18±1
Русич	20.05.±5	25±3	18.06.±3	19±2
Дези	19.05.±4	21±2	19.06.±2	17±3
Богема	20.05.±2	23±2	19.06.±2	19±2
Моллинг пандора	21.05.±5	24±2	19.06.±1	18±2
Альфа	22.05.±4	23±1	21.06.±3	18±1
Gala cv	22.05.±5	22±4	23.06.±4	18±2
Мальвина	22.05.±4	23±2	24.06.±5	17±2
Флоренс	23.05.±4	24±1	25.06.±3	19±2



Рис. 5. Сорт земляники раннего срока созревания Vima zanta  
Fig.5. Vima zanta – early ripening strawberry variety



Рис. 6. Среднеспелый сорт земляники Царица  
Fig.6. Tsaritsa – mid-season strawberry variety

Таблица 2. Географическое происхождение сортов земляники  
Table 2. Geographical origin of strawberry varieties

Название сортов	Страны учреждений-оригинаторов
Honeoye.	США
НФ 311, Azia, Syria, Antea, Civ 64, Gala civ, Clery, Rubin, Marmolada, Eleanny	Италия
Росинка, Боровицкая, Богема, Фестивальная ромашка, Незнакомка, Русич, Берегиня, Рубиновый кулон, Кокинская ранняя, Соловушка, Альфа, Крымская ранняя, Царица	Россия
Sonata, Korona, Vima Kimberly, Vima zanta	Голландия
Jonsok, Frida	Норвегия
Darselect	Франция
Malwina, Molling Pandora, Florence	Великобритания
Dukat	Польша

крытии первых цветков и 400-570 на начало плодоношения. В условиях Оренбуржья сумма эффективных температур к началу цветения составляла 315-493°C и 796-1032°C к началу созревания [13,14].

Наследственно закрепленная феноритмика растений находится в большой зависимости не только от температуры, но также и от величины солнечной инсоляции. Короткодневные сорта начинают вегетацию в апреле при 4,28 кВт\*ч/м<sup>2</sup> (среднеголетние данные). Цветение приходится на май при 5,34 кВт\*ч/м<sup>2</sup>. По многолетним данным величина солнечной инсоляции во время плодоношения составляет 5,30 кВт\*ч/ [19].

Закладка цветковых почек короткодневных сортов, у которых этот процесс зависит от длины светового дня, происходит в условиях Орловской области во второй половине августа – сентябре при уменьшающихся значениях солнечной радиации до 4,72-3,42 кВт\*ч/м<sup>2</sup> [19] и при пониженных среднесуточных температурах от 18°C до 4°C.

Нужно отметить, что изучаемые сорта имеют разное географическое происхождение (табл.2), однако продолжительность фенофаз соответствует вегетационному периоду, что говорит об их адаптивности по прохождению фенологических фаз.

По срокам наступления фенофазы цветения и плодоношения сорта ранжированы на ранние, средне - и позднеспелые. К группе

ранних относятся сорта: Eleanny, Alba (НФ 311), Sara, Росинка, Крымская ранняя, Vima zanta, Honeoye, Darselect, Рубиновый кулон, Кокинская ранняя, Clery. В группу среднеспелых вошли сорта: Урожайная ЦГЛ, Царица, Marmolada, Sonata, Civ 64, Рубин, Frida, Вима Кимберли, Korona, Jonsok, Незнакомка, Соловушка, Azia, Antea, Dezy, Фестивальная ромашка. К поздним можно отнести сорта: Богема, Gala civ, Molling Pandora, Malwina, Florence, Альфа, Dukat, Боровицкая, Русич, Берегиня.



Рис. 7. Потребность земляники в сумме эффективных температур на начало плодоношения  
Fig. 7. The need for strawberries in the sum of effective temperatures at the beginning of fruiting



**Выводы**

Погодно-климатические условия Орловской области обеспечивают прохождение фенологических ритмов развития изучаемых сортов земляники. Для начала цветения требуется сумма эффективных температур от 126,68 до 260,37°C. Созревание наступает при сумме эффективных температур от 351,73°C до 649°C.

В ЦЧР изучаемые сорта проходят все фенологические фазы развития, что позволяет в данном регионе выращивать землянику разных сроков созревания. Наблюдения за наступлением фенофазы «срок созревания» у изучаемых сортов показывает возможность создания конвейера непрерывного получения свежей ягодной продукции земляники в условиях Орловской области.

**Об авторах:**

**Марина Ивановна Зубкова** – научный сотрудник отдела селекции и сортоизучения ягодных культур, zubkova@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0741-4607>  
**Сергей Дмитриевич Князев** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, director@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5170-7274>  
**Ирина Евгеньевна Евтихова** – младший научный сотрудник, evtihova@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0191-7502>

**About the authors:**

**Marina I. Zubkova** – Researcher, zubkova@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0741-4607>  
**Sergey D. Knyazev** – Doc. Sci. (Agriculture), Professor, director@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5170-7274>  
**Irina E. Evtikhova** – Junior Researcher, evtihova@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0191-7502>

• **Литература**

1. Шокаева Д.Б., Зубов А.А. Земляника, клубника, земклуника. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Оголтсовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С.417-443.
2. Масалова Л.И., Фирсов А.Н., Емельянова О.Ю. Анализ сроков цветения декоративных древесных интродуцентов генофонда ВНИИСПК. *Актуальные проблемы лесного комплекса*. 2017;(47):189-192.
3. Масалова Л.И., Емельянова О.Ю. Фенологические спектры североамериканских древесных растений. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2018621467, 07.09.2018. Заявка № 2018621202 от 27.08.2018.
4. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. Москва. «Высшая школа». 1977. 288 с.
5. Koskela, E., Mouhu K., Albani M.C., Kurokura T., Rantanen M., Sargent D., Battey N.H., Coupland G., Elomaa P. and Hytönen T. Mutation in TERMINAL FLOWER1 reverses the photoperiodic requirement for flowering in the wild strawberry, *Fragaria vesca*. *Plant Physiol*. 2012;(159):1043–1054. <http://plantae.org/>
6. Barthélémy D., Caraglio Y. Plant Architecture: A Dynamic, Multilevel and Comprehensive Approach to Plant Form, Structure and Ontogeny. *Annals of Botany*. 2007;99(3):375-407. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl260> (обращение 16. 06.2020).
7. Massetani F., Gangatharan R, Neri D. Plant architecture of strawberry in relation to abiotic stress, nutrient application and type of propagation system. *Genes, Genomes and Genomics*. 2011;(5):12–23.
8. Massetani F., Neri D. Strawberry plant architecture in different cultivation systems. *Acta Horticulturae*. 2016;(1117):291–296.
9. Cho, L., Yoon J. and An G. The control of flowering time by environmental factors. *Plant J*. 2017;(90):708–719. <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/>
10. Hytönen T., Kurokura T. Control of Flowering and Runnering in Strawberry. *Horticulture Journal*. 2020;89(2):96–107. doi: 10.2503/hortj.UTD-R011 <http://www.jshs.jp/modules/en/>
11. Артанова М.П., Карданова Д.М. Прохождение основных фенологических фаз ремонтантной земляники в условиях Кабардино-Балкарии. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2014;40(1):29-32.
12. Андрианова Н.Г., Сиротина Т.О., Изливанова Л.В. Фенологические исследования сортов в Железказганском ботаническом саду. *Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. Красноярск*, 2016. 18-20 мая. С.247-252.
13. Авдеева З.А. Биологические особенности культиваров *Fragaria L.* в условиях Оренбургского Приуралья. *Оренбург. ОГПУ*. 2007. 150 с.
14. Авдеева З.А. Фенологические особенности сортов земляники садовой в условиях степной зоны Оренбуржья. *Агрономия и лесное хозяйство*. 2016;(3):58-61.
15. Белевцова В.И., Васильева Е.П., Сорокопудов В.Н. Использование *Fragaria orientalis* для создания адаптированного сортимента земляники в Центральной Якутии. *Вестник КРАСГАУ*. 2010;7(46):35-38
16. Агроклиматический справочник по Орловской области. Л.: Гидрометео изд-во. 1960. С.6-10.
17. Грюнер Л.А., Кулешова О.В. Направления исследований и перспективы выращивания ежевики в условиях Орловской области. *Современное садоводство. электронный журнал*. 2015;(3).
18. Закотин С. Промышленное производство земляники. М. «Агропромиздат». 1988. С.25-38.
19. [www.betaenergy.ru](http://www.betaenergy.ru). Date of request 18. 06.2020.
20. Heide O., Stavang J., Sønsteby A. Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries – a review. Oct 2012, Accepted 19. P. 1-18. Published online: 07 Nov 2015. <https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11512930>
21. Labadie M., Denoyesand B., Guédon Y. Identifying phenological phases in strawberry using multiple change-point models. *Journal of Experimental Botany*. 2019;70(20):5687–5701, doi:10.1093/jxb/erz331

• **References**

1. Shokaeva D.B., Zubov A.A. Strawberries, strawberries, earthlings. Program and methodology for the variety study of fruit, berry and nut crops. Ed. E.N. Sedova, T.P. Ogoltsova. *Orel. VNIISPК*, 1999. P.417-443. (In Russ.)
2. Masalova, L.I., Firsov, A.N., Emelyanova, O.Yu. Analysis of the flowering timing of ornamental woody introduced plants of gene pool of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. *Actual problems of the forest complex. Bryansk: Bryansk State Technological University of Engineering*. 2017;(47):189-192. (In Russian, English abstract)
3. Masalova, L.I., Emelyanova, O.Yu. Phenological spectra of North American woody plants. Certificate of registration of the database (2018). *RUS 2018621467*. (In Russian). 07.09.2018.
4. Kuperman F.M. *Morphofiziologija rastenij*. Moskva. «Visshaya shkola». 1977. 288 p.
5. Koskela, E., Mouhu K., Albani M.C., Kurokura T., Rantanen M., Sargent D., Battey N.H., Coupland G., Elomaa P. and Hytönen T. Mutation in terminal flower reverses the photoperiodic requirement for flowering in the wild strawberry, *Fragaria vesca*. *Plant Physiol*. 2012;(159):1043–1054. <http://plantae.org/>
6. Barthélémy D., Caraglio Y. Plant Architecture: A Dynamic, Multilevel and Comprehensive Approach to Plant Form, Structure and Ontogeny. *Annals of Botany*. 2007;99(3):375-407. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl260> (обращение 16. 06.2020).
7. Massetani F., Gangatharan R, Neri D. Plant architecture of strawberry in relation to abiotic stress, nutrient application and type of propagation system. *Genes, Genomes and Genomics*. 2011;(5):12–23.
8. Massetani F., Neri D. Strawberry plant architecture in different cultivation systems. *Acta Horticulturae*. 2016;(1117):291–296.
9. Cho, L., Yoon J. and An G. The control of flowering time by environmental factors. *Plant J*. 2017;(90):708–719. <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/>
10. Hytönen T., Kurokura T. Control of Flowering and Runnering in Strawberry. *Horticulture*. 2020;89(2):96–107. doi: 10.2503/hortj.UTD-R011 <http://www.jshs.jp/modules/en/>
11. Artanova M.P., Kardanova D.M. Passage of the main phenological phases strawberry under Kabardino-Balkaria. *Plodovodstvo I agodovodstvo Rossii*. 2014;40(1):29-32. (In Russ.)
12. Andrianova N.G., Sirotnina T.O. Izlivanova L.V. Phenological researches of varieties of *Fragaria ananassa* in the Zhezkazgan botanical Garden. *Flora and vegetation of Siberia and the far East. Krasnoyarsk*. 18-20 may 2016. P.247-252.
13. Avdeeva Z.A. Biological features of *Fragaria L.* cultivars in the conditions of the Orenburg Urals. *Orenburg. OGPU*. 2007. 150 p. (In Russ.)
14. Avdeeva Z.A. Phenological features of garden strawberry varieties in the steppe zone of the Orenburg region. *Agronomy and forestry*. 2016;(3):58-61. (In Russ.)
15. Belevtsova V.I., Vasilyeva Ye.P., Sorokopudov V.N. *Fragaria orientalis* use for the strawberry adapted sortiment creation in the central Yakutia. *Vestnik KrasGAU*. 2010;7(46):35-38. (In Russ.)
16. Agroklimaticheskiy spravочnik book for Orel region. *Leningrad. Gidrometeoizdat*: 1960. P.6-10. (In Russ.)
17. Gruner L.A., Kuleshova O.V. Research directions and prospects of blackberry cultivation in conditions of Orel region. *Contemporary horticulture. Electronic Journal*. 2015;(3). (In Russ.)
18. Zakotin S. Industrial production of strawberries. М. «Агропромиздат» 1988. P.25-38. (In Russ.)
19. [www.betaenergy.ru](http://www.betaenergy.ru). Date of request 18. 06.2020.
20. Heide O., Stavang J., Sønsteby A. Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries – a review. Oct 2012, Accepted 19. P. 1-18. Published online: 07 Nov 2015. <https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11512930>
21. Labadie M., Denoyesand B., Guédon Y. Identifying phenological phases in strawberry using multiple change-point models. *Journal of Experimental Botany*. 2019;70(20):5687–5701, doi:10.1093/jxb/erz331

## Оригинальные статьи / Original articles

https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-69-73  
УДК 635.9:581.19

Е.Л. Маланкина<sup>1</sup>, Л.Н. Козловская<sup>1</sup>,  
Л.В. Биктимирова<sup>1</sup>, Е.Л. Комарова<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; gandurina@mail.ru, lkozlovskaja@mail.ru

<sup>2</sup> ООО «Продэкспертиза» Россия, г. Москва komelia@mail.ru

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н., Биктимирова Л.В., Комарова Е.Л. Комплексная оценка сортов календулы лекарственной по содержанию основных фармакологически значимых соединений. *Овощи России*. 2021;(1):69-73. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-69-73>

**Поступила в редакцию:** 26.12.2020  
**Принята к печати:** 27.01.2021  
**Опубликована:** 25.02.2021

Elena L. Malankina<sup>1</sup>,  
Lamara N. Kozlovskaya<sup>1</sup>,  
Lilija V. Biktimirova<sup>1</sup>,  
Elena L. Komarova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FSBEI HPE «Russian State Agricultural University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy» 49, Timiryazevskaya Street, Moscow, 127550, Russia gandurina@mail.ru, lkozlovskaja@mail.ru

<sup>2</sup> LLC “Prodexpertisa” Moscow, Russia komelia@mail.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed equally to the writing of the article.

**For citations:** Malankina E.L., Kozlovskaya L.N., Biktimirova L.V., Komarova E.L. Complex evaluation of calendula officinalis flowers by main biologically active substances content. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):69-73. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-69-73>

**Received:** 26.12.2020  
**Accepted for publication:** 27.01.2021  
**Accepted:** 25.02.2021

# Комплексная оценка сортов календулы лекарственной по содержанию основных фармакологически значимых соединений



## Резюме

**Актуальность.** Ценность лекарственного сырья *Calendula officinalis* L. определяется высоким содержанием фармакологически значимых соединений (ФЗС). Комплексная оценка содержания ФЗС и взаимосвязей между их содержанием в декоративных сортах может служить обоснованием для их отбора и дальнейшего выращивания с целью получения высококачественного лекарственного растительного сырья.

**Материалы и методы.** В качестве опытных образцов использовались сорта декоративного назначения Абрикос, Арт Шедс, Фиеста Гитана, Кабуна золотисто-желтая, Оранжевый Король, Оранжевые Шары, Еллоу Гитана и Золотые Шары, характеризующиеся крупными соцветиями и махровостью. В качестве контроля был выбран сорт Кальта, широко используемый для получения лекарственного сырья. Опыты закладывали на опытных участках Лаборатории плодородства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Урожайность определяли как суммарную массу соцветий, собранных в течение всего сезона с единицы площади. Сумму флавоноидов определяли спектрофотометрическим методом по реакции комплексообразования с АІСІЗ в пересчёте на рутин. Сумму полисахаридов определяли по модифицированному методу Дрейвуда. Содержание лютеина определяли методом ВЭЖХ.

**Результаты.** Для получения соцветий, являющихся в нашей стране основным видом лекарственного сырья, можно рекомендовать использование сорта Оранжевый король, который при удовлетворительной урожайности (0,363 кг/м<sup>2</sup>) характеризовался высоким содержанием флавоноидов (1,2%) и удовлетворительным (35,9%) экстрактивных веществ, что соответствует требуемому ГФ XIV качеству сырья. Данный сорт характеризовался повышенным содержанием полисахаридов (20,3%). Абрикос и Еллоу Гитана характеризовались высокой урожайностью соцветий (562±49 и 507±41 г/м<sup>2</sup> соответственно). Их сырьё возможно использовать при производстве фиточаёв, где содержание флавоноидов не регламентировано. В качестве источников лютеина следует обратить внимание на язычковые цветки сортов Абрикос, Фиеста Гитана, Золотые шары. У сорта Кабуна при максимальном содержании лютеина, доля язычковых цветков в соцветии составила всего 38%. У сортов с крупными соцветиями содержание лютеина в язычковых цветках было больше (R=0,685). Максимально продуктивны по этому показателю будут крупные немахровые соцветия.

**Ключевые слова:** календула лекарственная, лекарственное сырьё, лютеин, флавоноиды, биологически активные вещества

# Complex evaluation of calendula officinalis flowers by main biologically active substances content

## Abstract

**Relevance.** The demand for medicinal raw materials of *Calendula officinalis* L. is determined by the high content of pharmacologically significant compounds. Comparison of the most common ornamental cultivars of *Calendula officinalis* L. in terms of yield and content of biologically active substances in the raw material helps to identify the most promising cultivars in terms of indicators.

**Materials and methods.** The decorative cultivars Apricot, Art Shads, Fiesta Gitana, Kabluna golden-yellow, Orange King, Orange Balls, Yellow Gitana and Golden Balls, characterized by large inflorescences and terry, were used as prototypes. The cultivar Kalta, widely used for the production of medicinal raw materials, was chosen as a control. The experiments were laid on the experimental plots of the Fruit Growing Laboratory of the Russian State Agricultural University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. Productivity was determined as the total weight of inflorescences harvested during the entire season per unit area. The amount of flavonoids was determined by spectrophotometry. The amount of polysaccharides was determined according to the modified Draywood method. The lutein content was determined by HPLC.

**Results.** To obtain inflorescences we can recommend to use the variety Orange King, which, with a satisfactory yield (0.363 kg/m<sup>2</sup>), was characterized by a high content of flavonoids (1.2%) and satisfactory (35.9%) extractives and corresponds to the quality of raw materials required by GF XIV. In addition, this variety was characterized by an increased content of polysaccharides (20.3%). The Varieties Apricot and Yellow Gitana were characterized by high productivity (562±49 and 507±41 g/m<sup>2</sup>, respectively). Their raw materials can be used by production of herbal teas, where the content of flavonoids is not regulated. As sources of lutein, one should pay attention to the ligulate flowers of the varieties Apricot, Fiesta Gitana, Golden balls. In the variety Kabluna, with the maximum lutein content, the proportion of reed flowers in the inflorescence was only 38%. In varieties with large inflorescences, the content of lutein in reed flowers was higher (R=0.685). Large non-double inflorescences will be most productive in this indicator.

**Keywords:** marigold, *Calendula officinalis* L., medicinal raw materials, lutein, flavonoids, biologically active substances

### Введение

Ноготки лекарственные (*Calendula officinalis* L.) семейства Астровые (Asteraceae) являются одним из самых востребованных в мире лекарственных растений. География его выращивания и использования охватывает практически весь земной шар, включая тропические страны [1-5]. Соцветия содержат обширный перечень фармакологически значимых соединений (ФЗС), в том числе тритерпеноиды (лупеол,  $\psi$ -таракастерол, эритродиол, календулозид, календулогликозид А, календулогликозид В), флавоноиды (кверцетин, изорамнетин, изокверцетин, рутин, календофлавозид, изорамнетин-3-О- $\beta$ -D-гликозид, нарциссин; хиноны (филлохинон,  $\alpha$ -токоферол, убихинон, пластохинон, эфирное масло (в его составе кубенол,  $\alpha$ -кадинол, метиллинолеат, сабинен, лимонен,  $\alpha$ -пинен,  $\rho$ -цимен, нонанол, карвакрол, гераниол, неролидол,  $t$ -мууролол, and палюстрол), полисахариды, каротиноиды (неоксантин, лютеоксантин, антераксантин, мутатоксантин, латукоксантин, лютеин, зеаксантин, рубиксантин, ликопин,  $\alpha$ -каротин,  $\beta$ -каротин [6-12]. Благодаря этому, календула обладает широким спектром действия, в частности противовоспалительным, фунгистатическим, антимикробным, желчегонным и даже цитостатическим действием [1]. Содержащийся в календуле лютеин делает её перспективной для сохранения функций сетчатки глаза.

В настоящее время в Российской Федерации качество сырья календулы лекарственной регламентируется Фармакопейной статьей 14 издания Государственной Фармакопеи (ФС 2.5.0030.15 Календулы лекарственной цветки), где указываются минимальные допустимые значения содержания флавоноидов (1%) и экстрактивных веществ, извлекаемых водой (35%) и 70% спиртом (40%). Однако остальные указанные выше соединения также обуславливают лекарственные свойства календулы. Кроме того, в литературе не обсуждаются вопросы взаимосвязей между их содержанием. В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений относительно мало сортов лекарственного назначения, и в то же время очень велико число сортов для декоративного использования, характеризующихся различной окраской, размером соцветия и степенью махровости. Поэтому комплексная оценка содержания БАВ в декоративных сортах может служить обоснованием для их дальнейшего выращивания с целью получения высококачественного лекарственного растительного сырья. В ряде исследований показана перспективность выявления корреляций между фенотипическими и биохимическими признаками, что существенно облегчит отбор перспективных сортов и образцов [13-14].

В связи с тем, что календула является сырьём для многочисленных фармацевтических и косметических препаратов, у неё используются различные виды сырья – соцветия, надземная часть («трава») и соответственно выделяют из него различные группы соединений. Поэтому сорта условно можно разделить на группы по направлению использования в зависимости от содержания тех или иных фармакологически значимых соединений. Соответственно сорта могут быть рекомендованы в качестве сырья для фасовки, производства спиртовых настоек, получения препаратов на основе отдельных групп соединений, в частности, для производства противораковых БАД на основе полисахаридов [15]. Учитывая

содержание в календуле ксантофиллов (лютеин и зеаксантин), она является сырьём для препаратов и БАД для поддержания функций зрения [16]. Учитывая различия в содержании отдельных групп ФЗС, исследуемые сорта можно рекомендовать для использования с различными целями.

**Цель работы:** Сравнить распространённые декоративные сорта по урожайности и содержанию фармакологически значимых соединений в сырье и отобрать наиболее перспективные сорта по комплексу показателей.

### Материалы и методы

**1. Объекты исследования.** В качестве опытных образцов использовали сорта декоративного назначения Абрикос, Арт Шедс, Фиеста Гитана, Каблуна золотисто-желтая, Оранжевый Король, Оранжевые Шары, Еллоу Гитана и Золотые Шары, характеризующиеся крупными соцветиями и махровостью. В качестве контроля был выбран сорт Кальта, являющийся наиболее распространённым при получении лекарственного сырья. Семена декоративных сортов приобретали у агрофирмы «Гавриш».

**2. Характеристика почв опытного участка.** опыты закладывали на опытных участках ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва). Почва участка дерново-подзолистая, сильно окультуренная. Содержание гумуса было 3,4 %, подвижного  $P_2O_5$  – 240 мг/кг (Вкласс); обменного  $K_2O$  – 180 мг/кг;  $pH_{KCl}$  – 6,5. Учитывая, что под растением-предшественником в почву был внесён компост, внесение удобрений на протяжении проведения опытов не предусматривалось.

**3. Закладка полевых опытов.** Посев семян проводили в ранневесенние сроки. Ширина междурядий – 60 см, норма высева – из расчёта 0,5 г на 1 погонный метр, что составляет около 12 кг/га. Размер учётной делянки – 1 м<sup>2</sup>, повторность – 4-кратная.

**4. Комплексная сравнительная оценка изучаемых образцов.** Соцветия собирали и частично анализировали сразу в свежем виде, частично высушивали в сушилке до воздушно сухого состояния. Число сборов составило 11-12 в зависимости от условий года. До проведения анализа сырьё хранили в сухом помещении при температуре 16-18° С в бумажных пакетах.

Урожайность определяли как суммарную массу соцветий, собранных в течение всего сезона с единицы площади.

Сумму флавоноидов определяли спектрофотометрическим методом (спектрофотометр Shimadzu). Принцип метода определения суммарного содержания флавонолов и флавонов основан на образовании кислотоустойчивых комплексов алюминия (III) с С-4 кето- и/или с С-3 или С-5 гидроксильными группами, имеющих максимумы поглощения в диапазоне длин волн 415-440 нм. Стандарт – рутин тригидрат, 95%, (Sigma), CAS: 20767150-9 [15]. Сумму полисахаридов определяли по модифицированному методу Дрейвуда (антроновый метод) на спектрофотометре [15]. Содержание лютеина определяли методом ВЭЖХ. Условия хроматографического анализа: колонка – Силикагель, 5мкм, 250x4.6 мм; Подвижная фаза: гексан : этилацетат : ацетон (75:15:10 об. %); скорость подачи элюента: 1,0 см<sup>3</sup>/мин, температура колонки: 20°С. Детектирование: СФ,  $\lambda=474$  нм, объем пробы: 10 мкл. Ориентировочные времена удерживания лютеина – 12,2



мин., зеаксантина – 13,1 мин. В качестве стандарта использовали Лютеин, ≈90% , (Sigma-Aldrich), CAS: 127-40-2.

### Результаты и их обсуждение

В результате сравнения сортов по таким показателям как урожайность и содержание действующих веществ были отмечены два сорта с высокой урожайностью соцветий – Абрикос и Еллоу Гитана ( $507 \pm 41$  г/м<sup>2</sup> и  $562 \pm 49$  г/м<sup>2</sup> соответственно). Все сорта, за исключением Еллоу Гитана и Фиеста Гитана, характеризовались массой соцветий свыше 2 г/шт. Доля язычковых цветков колебалась от 38,1% – у сорта Каблуна золотисто-жёлтая до 51,3-51,4% – у сортов Оранжевые шары и Золотые шары, соответственно. Результаты представлены в таблице 1.

Содержание флавоноидов в соцветиях и «траве» сильно колебалось в зависимости от сорта. Требованиям Государственной Фармакопеи (более 1% флавоноидов в пересчёте на рутин) соответствовали соцветия сорта Оранжевый король (1,2%), а «трава» – сортов Кальта (1,05%), Абрикос (1,0%), Каблуна золотисто-жёлтая (1,17%), Оранжевый король (1,06%) и Фиеста гитана (1,12%).

Различия в содержании лютеина в язычковых цветках в зависимости от сорта составляли более чем в 3 раза: от 154 мг% – у сорта Еллоу гитана до 456 мг% – у сорта Каблуна золотисто-жёлтая. С точки зрения содержания лютеина также интересны сорта Золотые шары (368 мг/100 г) и Абрикос (320 мг/100 г). Довольно интересно отметить, что высоким содержанием лютеина могли характеризоваться как оранжевые, так и жёлтые сорта.

По содержанию экстрактивных веществ все сорта, кроме сорта Фиеста гитана соответствовали требова-

ниям нормативных документов (35%). Сорт Еллоу Гитана отличался повышенным содержанием полисахаридов, при достаточно низких значениях остальных групп соединений.

В последние годы интерес фармакологов к полисахаридам существенно усилился, и они в частности рассматриваются как важные фармакологически значимые соединения в эхинацее, ответственные за иммуномодулирующий эффект. Имеются сведения и об их противораковом действии. Вероятно, они участвуют и в подобном эффекте препаратов календулы. Наравне с сортом Арт Шедс, который содержит более 24% полисахаридов Еллоу Гитана может быть использована для создания новых препаратов и инновационных продуктов на основе полисахаридов.

В результате корреляционного анализа (табл. 2) выявлено, что у высоких растений выше урожайность соцветий ( $R=-0,664$ ). Отмечена обратная зависимость между содержанием лютеина в язычковых цветках и урожаем соцветий ( $R=-0,647$ ), а также между содержанием лютеина в язычковых цветках и долей язычковых цветков в соцветии ( $R=-0,647$ ). Вместе с тем у сортов с крупными соцветиями содержание лютеина в язычковых цветках было больше ( $R=0,685$ ). Эти результаты довольно труднообъяснимы, но можно предположить, что при интенсивном росте (большая урожайность с быстрым нарастанием махровых некрупных соцветий) содержание лютеина меньше. Многие авторы упоминают об отрицательной зависимости между интенсивностью роста и накоплением терпеноидов. То есть максимально продуктивны по этому показателю будут крупные немахровые соцветия. Содержание флавоноидов было взаимосвязано между собой и высокое содержание во всём растении было

Таблица 1. Комплексная оценка сортов по урожайности и содержанию биологически активных веществ (средние значения за 2 года наблюдений)  
Table 1. Comprehensive assessment of varieties in terms of yield and content of biologically active substances (average values over 2 years of observation)

Сорт	Высота растений, см	Урожай сухих соцветий в сумме за сезон, г/м <sup>2</sup>	Масса одного соцветия, г	Доля язычковых цветков в соцветии, %	Содержание флавоноидов в соцветиях в пересчёте на рутин, %	Содержание флавоноидов в траве, %	Содержание лютеина в язычковых цветках, мг/100 г	Содержание экстрактивных веществ, извлекаемых 70% спиртом, %	Содержание полисахаридов, %
Кальта (контроль)	52,7±2,8	388±31	2,0±0,1	46,1±1,2	0,95±0,12	1,05±0,05	261±11	37,9±0,5	19,6±1,1
Арт Шедс	54,3±1,4	391±39	2,1±0,2	45,5±0,8	0,83±0,09	0,7±0,05	329±12	36,6±0,7	24,1±1,2
Абрикос	54,5±3,7	507±41	2,1±0,2	44,3±1,5	0,91±0,08	1,0±0,04	320±14	38,5±0,6	17,9±0,8
Еллоу Гитана	30,6±1,6	562±49	1,9±0,2	48,2±1,1	0,88±0,11	0,94±0,03	158±16	37,6±0,7	21,2±0,9
Золотые шары	58,9±4,2	365±26	2,3±0,2	51,4±2,1	0,84±0,1	0,73±0,04	368±24	38,7±0,6	18,8±0,9
Каблуна золотисто-желтая	49,5±2,2	319±21	2,4±0,2	38,1±2,9	0,93±0,04	1,17±0,03	456±18	37,8±0,9	18,6±0,7
Оранжевый король	57,7±4,1	363±32	2,1±0,2	48,7±4,1	1,2±0,04	1,06±0,05	240±18	35,9±0,5	20,3±0,8
Оранжевые шары	60,3±4,3	346±28	2,0±0,2	51,3±3,6	0,98±0,05	0,96±0,04	308±21	36,5±0,4	18,9±1,3
Фиеста Гитана	50,2±3,5	336±36	1,8±0,1	46,2±2,8	0,92±0,09	1,12±0,05	328±22	34,6±0,4	20,6±1,0



Рис.1. Вид опытного участка



Рис.2. Сорт Каблуна золотисто-жёлтая



Рис.3. Сорт Оранжевые шары



Рис.4. Сорт Еллоу Гитана

Таблица 2. Корреляции между фенотипическими признаками и содержанием биологически активных веществ изучаемых декоративных сортов календулы  
Table 2. Correlations between phenotypic traits and the content of biologically active substances studied decorative varieties of *Calendula*

	Высота растений, см	Урожай сухих соцветий в сумме за сезон, г/м <sup>2</sup>	Масса одного соцветия, г	Доля язычковых цветков в соцветии, %	Содержание флавоноидов в соцветиях в пересчёте на рутин, %	Содержание флавоноидов в траве, %	Содержание лютеина в язычковых цветках, мг/100 г	Содержание экстрактивных веществ, %	Содержание полисахаридов, %
Высота растений, см	1,000								
Урожай сухих соцветий в сумме за сезон, г/м <sup>2</sup>	-0,654	1,000							
Масса одного соцветия, г	0,347	-0,315	1,000						
Доля язычковых цветков в соцветии, %	0,220	0,092	-0,366	1,000					
Содержание флавоноидов в соцветиях в пересчёте на рутин, %	0,276	-0,254	-0,064	0,123	1,000				
Содержание флавоноидов в траве, %	-0,161	-0,192	-0,142	<b>-0,502</b>	<b>0,517</b>	1,000			
Содержание лютеина в язычковых цветках, мг/100г	0,486	<b>-0,647</b>	<b>0,685</b>	<b>-0,513</b>	-0,269	0,069	1,000		
Содержание экстрактивных веществ, %	-0,062	0,400	<b>0,589</b>	-0,113	-0,395	<b>-0,287</b>	0,140	1,000	
Содержание полисахаридов, %	-0,265	0,084	-0,336	0,063	-0,188	-0,456	-0,311	-0,443	1,000



характеристикой сорта ( $R=0,516$ ). Высоким содержанием экстрактивных веществ характеризовались крупные соцветия ( $R=0,589$ ).

#### Выводы

Для получения соцветий, являющихся в нашей стране основным видом лекарственного сырья, можно рекомендовать использование сорта Оранжевый король, который при удовлетворительной урожайности (0,363 кг/м<sup>2</sup>) характеризовался высоким содержанием флавоноидов (1,2%) и удовлетворительным (35,9%) – экстрактивных веществ, что соответствует требуемому ГФ XIV качеству сырья. Кроме того, данный сорт характеризовался повышенным содержанием полисахаридов (20,3%). Абрикос и Еллоу Гитана

характеризовались высокой урожайностью соцветий за сезон ( $562\pm 49$  и  $507\pm 41$  г/м<sup>2</sup> соответственно). Их сырьё возможно использовать при производстве фиточаёв, где содержание флавоноидов не регламентировано.

В качестве источников лютеина следует обратить внимание на язычковые цветки сортов Абрикос, Фиеста Гитана, Золотые шары. У сорта Кабуна при максимальном содержании лютеина, доля язычковых цветков в соцветии составила всего 38%.

У сортов с крупными соцветиями содержание лютеина в язычковых цветках было больше ( $R=0,685$ ). Максимально продуктивны по этому показателю будут крупные немахровые соцветия.

#### Об авторах:

**Елена Львовна Маланкина** – доктор с.-х. наук,

профессор кафедры овощеводства, gandurina@mail.ru.

**Ламара Николаевна Козловская** – кандидат биол. наук, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, lkozlovskaya@mail.ru.

**Лилия Владимировна Биктимирова** – кандидат с.-х. наук

**Елена Леонидовна Комарова** – канд. фарм. наук, komelia@mail.ru

#### About the authors:

**Elena L. Malankina** – Doc. Sci. (Agriculture),

Professor of vegetable growing Department,

gandurina@mail.ru

**Lamara N. Kozlovskaya** – Cand. Sci. (Biology), associate Professor of botany, breeding and seed production of garden plants, lkozlovskaya@mail.ru

**Lilija V. Biktimirova** – Cand. Sci. (Agriculture)

**Elena L. Komarova** – Cand. Sci. (Pharm.), komelia@mail.ru

#### • Литература

- Gazim Z.C., Rezende C.M., Fraga S.R., Svidzinski T.I.E., Garcia Cortez D.A. Antifungal activity of the essential oil from *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) growing in. in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2008;39(1):61-63. DOI: 10.1590/S1517-83822008000100015
- Muley B.P., Khadabadi S.S., Banarase N.B. Phytochemical constituents and pharmacological activities of *Calendula officinalis* L. (Asteraceae): A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2009;8(5):455-465. DOI:10.4314/tjpr.v8i5.48090.
- Malankina E.L., Kozlovskaya L.N., Biktimirova L.V. Comprehensive productivity evaluation in ornamental varieties of Marigold (*Calendula officinalis* L.) as sources of medicinal plant raw material. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2015;13(S2):58-59.
- Хазиева Ф.М., Цыганок С.И., Саматадзе Т.Е., Морозов А.И. Сортовая специфика накопления макро- и микроэлементов в цветках *Calendula officinalis* L. и их цитогенетическая изменчивость. *Агрохимический вестник*. 2019;(2):58-61.
- Nelofer Jan, Khurshid Iqbal Andrabi, Riffat J. *Calendula officinalis*. An Important Medicinal Plant with Potential Biological Properties. *Proc Indian Natn. Sci. Acad.* 2017;83(4):769-787. DOI: 10.16943/ptinsa/2017/49126.
- Ukiya M., Akihisa T., Yasukawa K., Tokuda H., Suzuki T. and Kimura Y. Anti-inflammatory, anti-tumorpromoting and cytotoxic activities of constituents of marigold (*Calendula officinalis* L.) flowers. *J. Nat. Prod.* 2005;(69):1692-1696. DOI: 10.1021/np068016b.
- Kurkin V.A. and Sharova O.V. Flavonoids from *Calendula officinalis* L. flowers. *Chemistry of Natural Compounds*. 2007;(43):216-217.
- Janiszowska W., Michalski W., Kasprzyk Z. Polyphenyl quinones and  $\alpha$ -tocopherol in *Calendula officinalis* L. *Phytochemistry*. 1976;15(1):125-127.
- Khalid, K.A., Da Silva, J.A.T. Biology of *Calendula officinalis* Linn. Focus On Pharmacology, Biological Activities and Agronomic Practices. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*. 2012;6(1):12-27.
- Pintea A, Bele C, Andrei S., Socaciu C. HPLC analysis of carotenoids in four varieties of *Calendula officinalis* L. flowers. *Acta Biologica Szegediensis*. 2003;(47):37-40.
- Маланкина Е.Л., Кузнецова Л.В., Козловская Л.Н., Комарова Е.Л., Евграфов А.А. Использование декоративных сортов календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) в качестве источника лекарственного растительного сырья в условиях Нечерноземной зоны России. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2012;(2):106-110.
- Маланкина Е.Л., Комарова Е.Л., Биктимирова Л.В., Дул В.Н., Козловская Л.Н. Влияние условий и продолжительности хранения и содержания суммы каротиноидов в сырье календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.). *Вопросы обеспечения качества лекарственных средств*. 2017;3(17):16-23.
- Ханумиди Е.И., Коротких И.Н. Корреляционные зависимости хозяйственно-ценных признаков у серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.). *Вестник КрасГАУ*. 2018;(3):25-29.
- Макова Н.Е., Богданов О.Е. Статистические свойства показателей роста и плодоношения смородины. *Вестник КрасГАУ*. 2020;(1):12-17. DOI:10.36718/1819-4036-2020-1-12-17
- Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. Руководство. Р 4.1.1672-03. 2003-06-30.
- Mares J. Lutein and Zeaxanthin Isomers in Eye Health and Disease. *Annual Review of Nutrition*. 2016;(36):571-602. DOI:10.1146/annurev-nutr-071715-051110
- Оленников Д.Н., Танхаева Л.М. Методика количественного определения группового состава углеводного комплекса растительных объектов. *Химия растительного сырья*. 2006;(4):29-33.

#### • References

- Gazim Z.C., Rezende C.M., Fraga S.R., Svidzinski T.I.E., Garcia Cortez D.A. Antifungal activity of the essential oil from *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) growing in. in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2008;39(1):61-63. DOI: 10.1590/S1517-83822008000100015
- Muley B.P., Khadabadi S.S., Banarase N.B. Phytochemical constituents and pharmacological activities of *Calendula officinalis* L. (Asteraceae): A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2009;8(5):455-465. DOI:10.4314/tjpr.v8i5.48090.
- Malankina E.L., Kozlovskaya L.N., Biktimirova L.V. Comprehensive productivity evaluation in ornamental varieties of Marigold (*Calendula officinalis* L.) as sources of medicinal plant raw material. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2015;13(S2):58-59.
- Khazieva F.M., Tsyganok S.I., Samatadze T.E., Morozov A.I. Varietal specificity of accumulation of macro- and microelements in flowers of *Calendula officinalis* L. and their cytogenetic variability. *Agrochemical Bulletin*. 2019;(2):58-61. (In Russ.)
- Nelofer Jan, Khurshid Iqbal Andrabi, Riffat J. *Calendula officinalis*. An Important Medicinal Plant with Potential Biological Properties. *Proc Indian Natn. Sci. Acad.* 2017;83(4):769-787. DOI: 10.16943/ptinsa/2017/49126.
- Ukiya M., Akihisa T., Yasukawa K., Tokuda H., Suzuki T. and Kimura Y. Anti-inflammatory, anti-tumorpromoting and cytotoxic activities of constituents of marigold (*Calendula officinalis* L.) flowers. *J. Nat. Prod.* 2005;(69):1692-1696. DOI: 10.1021/np068016b.
- Kurkin V.A. and Sharova O.V. Flavonoids from *Calendula officinalis* L. flowers. *Chemistry of Natural Compounds*. 2007;(43):216-217.
- Janiszowska W., Michalski W., Kasprzyk Z. Polyphenyl quinones and  $\alpha$ -tocopherol in *Calendula officinalis* L. *Phytochemistry*. 1976;15(1):125-127.
- Khalid, K.A., Da Silva, J.A.T. Biology of *Calendula officinalis* Linn. Focus On Pharmacology, Biological Activities and Agronomic Practices. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*. 2012;6(1):12-27.
- Pintea A, Bele C, Andrei S., Socaciu C. HPLC analysis of carotenoids in four varieties of *Calendula officinalis* L. flowers. *Acta Biologica Szegediensis*. 2003;(47):37-40.
- Malankina E.L., Kuznetsova L.V., Kozlovskaya L.N., Komarova E.L., Evgrafov A.A. The use of ornamental varieties of *calendula officinalis* (*Calendula officinalis* L.) as a source of medicinal plant raw materials in the non-black earth zone of Russia. *News of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2012;(2):106-110. (In Russ.)
- Malankina E.L., Komarova E.L., Biktimirova L.V., Dul V.N., Kozlovskaya L.N. Influence of conditions and duration of storage and content of total carotenoids in raw marigold (*Calendula officinalis* L.). *Quality assurance issues for medicines*. 2017;3(17):16-23. (In Russ.)
- Khanumidi E.I., Korotkikh I.N. Correlation dependences of economically valuable traits in the crowned serrata (*Serratula coronata* L.). *Bulletin of KrasGAU*. 2018;(3):25-29. (In Russ.)
- Makova N.E., Bogdanov O.E. Statistical properties of growth and fruiting indicators of currants. *Bulletin of KrasGAU*. 2020;(1):12-17. (In Russ.) DOI: 10.36718/1819-4036-2020-1-12-17
- Guidelines for quality control and safety of biologically active food additives. Leadership. R 4.1.1672-03. 2003-06-30. (In Russ.)
- Mares J. Lutein and Zeaxanthin Isomers in Eye Health and Disease. *Annual Review of Nutrition*. 2016;(36):571-602. DOI:10.1146/annurev-nutr-071715-051110
- Olennikov D.N., Tankhaeva L.M. Method for the quantitative determination of the group composition of the carbohydrate complex of plant objects. *Chemistry of plant materials*. 2006;(4):29-33. (In Russ.)



## Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-74-78>  
УДК 633.88-02:631.5

Т.В. Кильянова,  
С.Н. Немцев

Ульяновский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН  
433315, Россия, Ульяновская область,  
Ульяновский район, п.Тимирязевский,  
ул.Институтская, д.19  
nataliasafina83@mail.ru

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

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в  
написании статьи: Кильянова Т.В. – 70%,  
Немцев С.Н. – 30%.

**Для цитирования:** Кильянова Т.В.,  
Немцев С.Н. Влияние агротехники возде-  
лывания на качество плодов расторопши  
пятнистой. *Овощи России*. 2021;(1):74-78.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-74-78>

**Поступила в редакцию:** 08.09.2020

**Принята к печати:** 03.12.2020

**Опубликована:** 25.02.2021

Tatiana V. Kilyanova,  
Sergei N. Nemtsev

Ulyanovsk Research Institute of Agriculture –  
branch of the Samara Scientific Center of the  
Russian Academy of Sciences  
19, Institutskaya str., Timiryazevsky village,  
Ulyanovsk district, Ulyanovsk region, Russia,  
433315 nataliasafina83@mail.ru

**Conflict of interest:** the authors declare  
no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed to  
the writing of the article: Kilyanova T.V. – 70%,  
Nemtsev S.N. – 30%.

**For citations:** Kilyanova T.V., Nemtsev S.N.  
Influence of agricultural cultivation techniques on  
the quality of milk thistle fruits. *Vegetable crops  
of Russia*. 2021;(1):74-78. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-74-78>

**Received:** 08.09.2020

**Accepted for publication:** 03.12.2020

**Accepted:** 25.02.2021

# Влияние агротехники возделывания на качество плодов расторопши пятнистой



## Резюме

**Актуальность.** Исследования направлены на разработку элементов технологии возделывания расторопши пятнистой (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) для Среднего Поволжья с целью получения качественной продукции плодов расторопши для фармацевтической перерабатывающей отрасли. На изучение взяты такие элементы технологии, как сроки и способы посева, норма высева семян, меры борьбы с сорняками. Исследования проведены на выщелоченных чернозёмных почвах Среднего Поволжья в условиях умеренно-континентального климата.

**Результаты.** Установлена эффективность ранневесенних рядовых посевов, позволяющих увеличить содержание масла – до 33%, протеина – до 16,6%. Применяемые приемы позволяют увеличить сбор масла на 1,5%, в сравнении с широкорядным посевом, что является значимым качественным показателем для плодов расторопши. Применение агротехнических приёмов борьбы с сорняками обеспечили прибавку урожая семян расторопши в среднем на 0,16 т/га, в сравнении с контрольным вариантом.

**Ключевые слова:** расторопша пятнистая, содержание жира, протеин, лекарственное растение, способ посева, норма высева семян, агротехнические приёмы борьбы с сорняками.

# Influence of agricultural cultivation techniques on the quality of milk thistle fruits

## Abstract

**Relevance.** The research is aimed at developing elements of technology for cultivating milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.). Such elements as the timing and methods of sowing, the seeding rate, and weed control measures are presented here. The research was carried out on leached Chernozem soils of the Middle Volga region in a temperate continental climate.

**Results.** The effectiveness of early spring ordinary crops, allowing to increase the content of oil – up to 33%, protein – up to 16%, was established. The methods used allow to increase the oil harvest from 1 ha by an average of 14%, in comparison with wide-row sowing, which is a significant indicator in the cultivation of the crop. The use of agrotechnical methods of weed control provided an increase in the yield of milk thistle seeds by an average of 0.16 t/ha, in comparison with the control.

**Keywords:** milk thistle, fat content, protein medicinal plant, method of sowing, seeding rate, agrotechnical methods of weed control

Природные зоны страны отличаются разнообразием дикорастущих лекарственных растений. К концу 90-х годов XX столетия процент использования растительных препаратов в медицинской промышленности возрос до 50%. В мировой медицинской практике отмечается устойчивая тенденция увеличения использования лечебных и профилактических препаратов растительного происхождения. Для полного обеспечения фармацевтической промышленности экологически безопасным высококачественным сырьём лекарственных культур должно быть создано товарное производство на основе их промышленного возделывания [1,2,3].

Расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) является одним из самых распространенных лекарственных растений, выращиваемых в наших условиях в промышленных масштабах. Растение характеризуется высокой биологической пластичностью и адаптивностью, превосходно сочетает высокую продуктивность с отличной экологической устойчивостью, рационально использует агроклиматические условия зоны, обладает устойчивым семеноводством. Расширение ее производства за счет совершенствования технологии возделывания может стать источником увеличения производства дешевого лекарственного сырья [4].

Плоды расторопши включены в 1-3 издания Государственной фармакопеи РФ. Они уникальны по своему составу: содержат до 25-32% жирных масел, 15-17% протеина, 26% клетчатки, водорастворимые витамины группы А, В, Д, Е, F, моно- и дисахариды, микроэлементы, пищевые волокна и ферменты. Масло включает следующие кислоты: линолевая – 52-62%, олеиновая – 18-25%, а также ряд других. Оно используется в пищевой, медицинской и косметических промышленности.

Расторопшу можно возделывать во всех районах, где морозный период не более 150 дней. По своим биологическим особенностям расторопша относится к довольно неприхотливым растениям умеренного климата. Светолюбивое, засухоустойчивое растение. В условиях Среднего Поволжья вегетационный период составляет 95-103 суток. Расторопша – культура ран-

него срока посева. Ограничивающим фактором для использования этой культуры служит сравнительно медленный темп роста расторопши в первый период вегетации. Это создаёт благоприятные условия для роста сорняков. При достижении растениями высоты 40-50 см (через 40-45 суток после посева) расторопша сама обладает способностью подавлять сорную растительность.

В целях улучшения качества получаемого растительного сырья на полях научного севооборота Ульяновского НИИСХ был заложен опыт, задача которого – выявить наиболее благоприятные условия для улучшения качественных показателей плодов расторопши при помощи формирования густоты продуктивного стеблестоя, сроков и способов посева, влияющих на урожайность и качество плодов расторопши.

Так как расторопша является лекарственным растением, то основное внимание направлено на агротехнические меры борьбы, исключая применение химической обработки.

#### Условия и методы

Исследования проводили в соответствии с методическими указаниями по проведению опытов с полевыми культурами [5].

Почва опытного участка – выщелоченный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый чернозем с содержанием гумуса в пахотном слое – 7,2-7,6%, pH солевой вытяжки – 6,4-6,8, подвижного фосфора  $P_2O_5$  – 15,2-20,0; обменного калия  $K_2O$  – 5,98-5,40 мг/100 г почвы (по Чирикову).

Предшественником на протяжении всего периода исследования являлась озимая пшеница Харьковская-92. По шкале засоренности участок относится к среднезасорённым. Сорная растительность в основном представлена малолетними видами сорняков, такими как пикульник обыкновенный, щирица запрокинутая; из многолетних – единично вьюнок полевой, осот жёлтый.

Закладка опыта проведена в трёхкратной повторности, площадь учётной делянки в опыте №1 – 99 м<sup>2</sup>, в опыте №2 – 66 м<sup>2</sup>.

**Опыт №1** – трехфакторный. Схема опыта включает 18 вариантов.

Схема опыта

№ варианта	Сроки посева. Фактор А		Способ посева. Фактор В	Норма высева тыс./га Фактор С
	t почвы на глубине 5 см +5°C	t почвы на глубине 5 см +10°C		
1			Сплошной рядовой 15 см	500
2				550
3				600
4			Широкорядный 45 см	450
5				500
6				550
7			Широкорядный 60 см	350
8				400
9				450

**Опыт №2** – однофакторный. Цель опыта – методы борьбы с сорняками.

Поев проведен широкорядным способом с междурядьем 45 см и нормой высева 450 тыс. всхожих семян на гектар.

1. Контроль (2 междурядные обработки: первая – при обозначении рядков, вторая – фаза четырех настоящих листьев)

2. Контроль + боронование по всходам

3. Контроль + довсходовое боронование + боронование в фазу 2-х и 4-х настоящих листьев.

Выравнивание поверхности поля обеспечивает высокое качество посева и уборки. Подготовка почвы проведена весной, закрытие влаги – при помощи боронования, культивация – на глубину 4-6 см и предпосевное прикатывание. Посев проведён сеялкой СН-16 на глубину 4см. в самый ранний срок – первая декада мая, через десять дней – второй срок: вторая декада мая. Обязательным приёмом является послепосевное прикатывание агрегатом ЗККШ-6. Уход за посевами включает боронование до всходов и по всходам лёгкими боронами. Уборка проведена раздельным способом. Скашивание посевов в валки при раскрытии 50% коробочек.

### Результаты исследований

Погодные условия в период проведения исследований для свето- и теплолюбивой культуры рапса пятнистой явились вполне благоприятными по тепловому режиму, но не благоприятными по влагообеспеченности. Сочетание низкой относительной влажности воздуха в июне, необычно жаркой и сухой погоды в июле при низкой степени увлажнения снизили продуктивность рапса пятнистой и соответственно оказали влияние на качество получаемой

продукции. Гидротермический коэффициент в годы проведения исследования в среднем составил 0,9 при норме 1,0.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что лимитирующим фактором на выход масла рапса с единицы площади все же является урожайность, хотя сроки, способы посева и нормы высева оказывают влияние и на качественные показатели рапса пятнистой.

Посев, проведенный в более поздний срок, уступает ранневесеннему посеву по урожайности и по качественным показателям плодов. Посевы раннего срока посева отличаются высоким содержанием масла в плодах, по вариантам этот показатель изменяется от 32,4% до 33,1%, при позднем сроке посева – от 30,1% до 31,2% (табл.1.). Такая тенденция прослеживается и по протеину. То есть в агроклиматических условиях изучаемого периода максимальный выход масла и протеина можно получить при раннем сроке посева рапса пятнистой.

Способы посева оказывают определенное влияние на качество получаемого растительного сырья. Широкий посев с междурядьями 60 см позволяет увеличить содержание масла на 0,7% по сравнению с рядовым способом посева.

Сроки посева одновременно с ранними яровыми дают прибавку урожая в среднем до 0,24 т/га. Наибольшая урожайность семян рапса – 0,91 т/га, получена при рядовом способе посева с нормой высева 500 тыс. всхожих семян на гектар, дальнейшее увеличение нормы посева приводит к загущению посевов и снижению урожайности. Увеличение междурядий до 45 и 60 см привело к значительному снижению урожайности семян рапса – на 0,68-0,73 т/га и 0,57-0,62 т/га соответственно (табл. 2).

Таблица 1. Содержание масла и сырого протеина в плодах в зависимости от способа посева  
Table 1. Oil and protein content in fruits depending on the sowing method

Способ посева фактор В	Норма высева, тыс.шт./га фактор С	Содержание масла, %		Содержание протеина, %	
		фактор А		фактор А	
		1 срок посева	2 срок посева	1 срок посева	2 срок посева
сплошной	500	32,4	30,9	16,1	16,7
сплошной	550	32,5	30,4	15,1	16,0
сплошной	600	32,7	30,5	15,2	15,3
Широкий 45 см	450	32,8	31,2	15,9	16,0
Широкий 45 см	500	32,6	31,1	15,9	16,4
Широкий 45 см	550	32,8	30,9	16,2	15,7
Широкий 60 см	350	32,8	31,2	15,9	16,5
Широкий 60 см	400	33,1	31,1	16,3	16,3
Широкий 60 см	450	33,1	30,8	16,2	16,6

$HCP_{0,5}$  по фактору А = 0,403

$HCP_{0,5}$  по фактору В = 0,285

$HCP_{0,5}$  по фактору С = 0,64

Взаимодействие факторов АВС = 1,703



Таблица 2. Продуктивность плодов расторопши пятнистой в зависимости от сроков посева, способов и норм высева  
Table 2. Fruit productivity of milk thistle depending on the sowing time, methods and seeding rates

Способ посева Фактор В	Норма посева, тыс./га Фактор С	Урожайность, т/га		Отклонение (±)
		1 срок 03.05 Фактор А	2 срок 13.05 Фактор А	
Сплошной рядовой 15 см	500	0,91	0,54	+0,37
Сплошной рядовой 15 см	550	0,78	0,47	+0,31
Сплошной рядовой 15 см	600	0,74	0,46	+0,28
Широкорядный 45 см	450	0,68	0,43	+0,25
Широкорядный 45 см	500	0,68	0,44	+0,24
Широкорядный 45 см	550	0,73	0,45	+0,28
Широкорядный 60 см	350	0,57	0,39	+0,18
Широкорядный 60 см	400	0,61	0,47	+0,14
Широкорядный 60 см	450	0,62	0,43	+0,19

$HCP_{0,5}$  по фактору А = 0,018

$HCP_{0,5}$  по фактору В = 0,018

$HCP_{0,5}$  по фактору С = 0,012

Взаимодействие факторов А В С = 0,031

Таблица 3. Влияние сроков посева, способов и норм высева расторопши пятнистой на выход жира и протеина, кг/га  
Table 3. Influence of sowing dates, methods and rates of sowing milk thistle on the yield of fat and protein, kg/ha

Способ сева фактор В	Норма высева, тыс./га фактор С	Выход масла, кг/га			Выход протеина, кг/га		
		фактор А			фактор А		
		1 срок 03.05	2 срок 13.05	Отклонение (±)	1 срок 03.05	2 срок 13.05	Отклонение (±)
Сплошной рядовой 15 см	500	274,0	155,0	-119	146	90	-56
Сплошной рядовой 15 см	550	235,0	132,0	-103	117	75	-42
Сплошной рядовой 15 см	600	225,0	130,0	-95	112	70	-42
Широкорядный 45 см	450	207,0	124,0	-83	108	68	-40
Широкорядный 45 см	500	206,0	127,0	-79	108	72	-36
Широкорядный 45 см	550	222,0	129,0	-93	118	70	-48
Широкорядный 60 см	350	173,0	113,0	-60	90	64	-26
Широкорядный 60 см	400	187,0	131,0	-56	99	76	-23
Широкорядный 60 см	450	190,0	123,0	-67	100	71	-29

$HCP_{0,5}$  фактор А = 1,034

$HCP_{0,5}$  фактор В = 0,978

$HCP_{0,5}$  фактор С = 0,991

Взаимодействие факторов А В С = 0,997

Таблица 4. Влияние агротехнических приёмов борьбы с сорняками на продуктивность расторопши пятнистой ц/га  
 Table 4. Influence of agrotechnical methods of control with weeds on the productivity of milk thistle c/ha

Варианты	Урожайность, т/га	+/- по отношению к контролю
1	0,42	-
2	0,56	+0,14
3	0,61	+0,19

Посевы раннего срока позволяют увеличить выход масла с гектара в среднем на 84 кг по сравнению с поздними сроками, а протеина – на 38 кг. Преимущество сплошного посева перед широко-рядным в среднем по вариантам составило около 48 кг – масла и 23 кг – протеина.

Исследованиями установлено, что наибольшая урожайность плодов и выход масла с одного гектара получены при норме высева 500 тыс. всхожих семян на один гектар при рядовом способе посева (ранее рекомендованная – 1,0 млн всхожих семян) (табл.3).

Агротехнические приемы борьбы с сорняками в опыте №2 оказали существенное влияние на количественный состав сорняков в посевах. Довсходовое боронование, проводимое через 5 дней после посева расторопши легкими боронами, снизило засоренность посевов на 43%. Боронование до всходов и в фазу настоящих листьев, в период нахождения сорняков в фазе «белых нитей» позволяют уничтожить сорную растительность на 82,3%.

Применение агротехнических приёмов борьбы с сорняками на ранних этапах развития растений

расторопши обеспечивают прибавку урожая расторопши на 0,14 и 0,19 т/га (табл. 4)

### Выводы

Таким образом, для получения высококачественного сырья плодов расторопши пятнистой в условиях Среднего Поволжья необходим ранневесенний рядовой способ посева с нормой высева семян 500 тыс. всхожих семян на гектар, позволяющий достигнуть содержания масла в плодах до 33%, переваримого протеина – до 16% и получить урожайность плодов расторопши 0,91 т/га. Боронование до всходов и по всходам позволяет снизить засоренность посевов на 82,3% и обеспечить прибавку урожая до 0,2 т/га при широко-рядном способе посева. На рядовых посевах боронование до всходов плюс боронование в фазу двух пар настоящих листьев позволяет добиться снижения засоренности на начальном этапе развития растений на 50%. При вступлении в фазу стеблевания растения расторопши, достигнув высоты 1,5 м и более, само способно заглушить сорную растительность, остающуюся в нижнем ярусе.

#### Об авторах:

**Татьяна Васильевна Кильянова** – старший научный сотрудник  
**Сергей Николаевич Немцев** – доктор с.-х. наук, директор Ульяновского НИИСХ

#### About the authors:

**Tatiana V. Kilyanova** – Senior Researcher  
**Sergei N. Nemtsev** – Doc. Sci. (Agriculture), Director of the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture

#### • Литература

1. Кшникаткина А.Н., Гущина В.А., Варламов В.А. Технология выращивания и использования нетрадиционных и лекарственных растений: монография. М.:ВНИИССОК, 2003. С.373.
2. Кшникаткин С.А., Воронова И.А. Экологическая роль комплексных гуминовых удобрений и регуляторов роста в повышении урожайности и качества расторопши пятнистой. *Вестник Саратовского государственного университета им. Н.И. Вавилова*. 2009;(11):24.
3. Пименов, К.С. Биологические основы возделывания лекарственных растений в Среднем Поволжье. М., 2002. С.63.
4. Сочинёва О.Г. Совершенствование технологии возделывания расторопши пятнистой в лесостепи Среднего Поволжья. *Пенза*. 2004. С.67.
5. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва: ВНИИ кормов имени В.П. Вильямса, издание второе, 1987.

#### • References

1. Kshnikatkina A.N., Gushchina V.A., Varlamov V.A. Technology of cultivation and use of non-traditional and medicinal plants: monograph. M.: VNISSOK, 2003.P.373. (In Russ.)
2. Kshnikatkin S.A., Voronova I.A. The ecological role of complex humic fertilizers and growth regulators in increasing the yield and quality of milk thistle. *Bulletin of the Saratov State Agrarian University. N.I. Vavilov*. 2009;(11):24. (In Russ.)
3. Pimenov, K.S. Biological bases of cultivation of medicinal plants in the Middle Volga region. M., 2002.P.63. (In Russ.)
4. Sochineva O.G. Improvement of the technology of cultivation of milk thistle in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Penza*. 2004.P.67. (In Russ.)
5. Methodical instructions for conducting field experiments with fodder crops. Moscow: V.R. Williams, second edition, 1987. (In Russ.)

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-79-86>  
УДК 635.782:581.19

В.А. Харченко<sup>1</sup>, Н.А. Голубкина<sup>1</sup>,  
А.И. Молдован<sup>1</sup>, Д. Карузо<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14  
kharchenkoviktor777@gmail.com,  
nastiamoldovan@mail.ru  
Corresponding author: segolubkina45@gmail.com

<sup>2</sup> Неаполитанский государственный университет им. Федерико II  
80055, Неаполь, Италия

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

**Вклад авторов:** В.А. Харченко, Н.А. Голубкина, Д. Карузо – разработка задач исследования, статистическая обработка результатов и написание статьи; А.И. Молдован – осуществление эксперимента; А.И. Молдован и Н.А. Голубкина – аналитические исследования и написание статьи.

**Для цитирования** Харченко В.А., Голубкина Н.А., Молдован А.И., Карузо Д. Обогащение кервеля селеном. *Овощи России*. 2021;(1):79-86.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-79-86>

**Поступила в редакцию:** 14.12.2020

**Принята к печати:** 27.01.2021

**Опубликована:** 25.02.2021

Viktor A. Kharchenko<sup>1</sup>, Nadezhda A. Golubkina<sup>1</sup>,  
Anastasia I. Moldovan<sup>1</sup>, Gianluca Caruso<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072  
kharchenkoviktor777@gmail.com,  
nastiamoldovan@mail.ru  
Corresponding author:  
segolubkina45@gmail.com

<sup>2</sup> Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II  
80055 Portici, Naples, Italy  
gcaruso@unina.it

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** V.A. Kharchenko, N.A. Golubkina, D. Caruso – development of research tasks, statistical processing of results and writing an article; A.I. Moldovan – implementation of the experiment; A.I. Moldovan and N.A. Golubkina – analytical research and article writing.

**For citations:** Kharchenko V.A., Golubkina N.A., Moldovan A.I., Caruso G. Biofortification of chervil with selenium. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):79-86. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-79-86>

**Received:** 14.12.2020

**Accepted for publication:** 27.01.2021

**Accepted:** 25.02.2021

# Обогащение кервеля селеном



## Резюме

**Актуальность.** Получение функциональных продуктов питания с высоким антиоксидантным статусом и повышенным содержанием селена является актуальным для защиты организма человека от вирусных, онкологических и кардиологических заболеваний.

**Материал и методика.** Исследована эффективность внекорневого обогащения селеном натрия в концентрациях 25, 50 и 75 мг Se/л трех сортообразцов кервеля. Установлена межсортовая вариабельность в уровнях обогащения растений микроэлементом (от 15,5 до 31,1 при дозе 25 мг Se/л; от 36,9 до 64,6 при дозе 50 мг Se/л и от 72,9 до 130 при дозе 75 мг Se/л).

**Результаты.** Выявлено, что при выбранных дозах селена обогащение растений микроэлементом не влияет достоверно на урожай и оказывает слабое влияние на антиоксидантные свойства и содержание фотосинтетических пигментов кервеля. Уровень общей антиоксидантной активности варьировал от 30 до 42 мг ГКЭ/г сухой массы (с.м.), полифенолов – от 9 до 13 мг ГКЭ/г с.м., флавоноидов от 5 до 12 мг-экв кверцетина/г с.м., аскорбиновой кислоты от 33 до 66 мг/100 г сырой массы. Отличительной особенностью кервеля обогащенного и не обогащенного селеном является повышенное содержание каротина. Установлена прямая корреляция между содержанием полифенолов и общей антиоксидантной активностью растений ( $r=+0,954$ ,  $P<0,01$ ), а также между содержанием водорастворимых соединений и уровнем накопления нитратов ( $r=+0,920$ ,  $P<0,01$ ). Обогащение растений селеном не влияло достоверно на элементный состав листьев. Потребление 100 г свежих листьев кервеля, обогащенного селеном, обеспечивает поступление в организм человека от 50 до 75% суточной потребности человека в селене и от 16 до 20% от суточной потребности калия. Принимая во внимание, что селен, так же, как и калий, нормализует работу сердца, полученный функциональный продукт можно рекомендовать в профилактике кардиологических заболеваний и оптимизации селенового статуса населения

**Ключевые слова:** кервель, селен, антиоксиданты, минеральный состав

# Biofortification of chervil with selenium

## Abstract

**Relevance.** Production of functional food with high levels of antioxidant status and selenium is essential for human protection against viral and cardiovascular diseases as well as cancer.

**Methods.** Evaluation of the efficiency in foliar sodium selenate biofortification (25. 50 and 75 mg Se/L) was achieved on three chervil genotypes.

**Results.** Intervarietal differences in biofortification level was demonstrated: from 15.5 to 31.1 for 25 mg Se/L dose; from 36.9 to 64.6 for 50 mg Se/L dose; and from 72.9 to 130 for 75 mg Se/L dose. At the chosen doses, selenium supply did not affect significantly the yield, antioxidant properties and photosynthetic content of chervil. Total antioxidant activity was in the range from 30 to 42 mg GAE/g d.w., phenolics content from 9 to 13 mg GAE/g d.w, flavonoids from 5 to 12 mg-eq quercetin/g d.w., ascorbic acid from 33 to 66 mg/100 g fresh w. High levels of carotene were a typical feature of Se fortified and non-fortified chervil. A direct correlation was recorded between phenolics content and total antioxidant activity ( $r=+0.954$ ,  $P<0.01$ ), and between water soluble compounds and nitrates accumulation ( $r=+0.920$ ,  $P<0.01$ ). Biofortification with selenium did not affect significantly the mineral content of plants. Consumption of 100 g of fresh chervil leaves, fortified with selenium, provides from 50 to 75% of the adequate selenium consumption level and from 16 to 20% of potassium. Taking into account that both selenium and potassium normalize heart activity, the new functional food product may be recommended for prophylactics and treatment of cardiovascular diseases and for the human selenium status optimization.

**Keywords:** chervil, selenium, antioxidants, mineral composition



**Введение**

Способность селена защищать организм человека от вирусных заболеваний (Nelson et al., 2001; Steinbrenner et al., 2015; Harthill et al., 2011) широко дискутируется в настоящее время в связи с пандемией коронавируса (Kieliszek&Lipinski, 2020; Zhang et al., 2020b). Эпидемиологические исследования, проведенные в Китае, выявили значительно более низкую заболеваемость и смертность от Covid-19 в провинциях с высоким селеновым статусом (Zhang and Liu 2020a). Принимая во внимание низкий селеновый статус населения многих стран мира и прогнозирование возрастания селенодефицита в будущем (Jones, et al. 2017), селен обогатленные продукты могут быть особенно значимы. Для России этот вопрос может иметь особое значение в связи с катастрофическим снижением селенового статуса населения страны за последние годы, вызванное отказом от импорта пшеницы, богатой микроэлементом, из эндемических регионов мира (США, Канада) и переходом на использование исключительно отечественного зерна, бедного селеном (Ковальский и др., 2019; Голубкина и др., 2017). Дополнительными фактами в пользу целесообразности и острой необходимости производства функциональных продуктов с повышенным содержанием селена является способность последнего защищать организм человека от сердечно-сосудистых и раковых заболеваний, улучшать фертильность и умственную активность (Rayman, 2008; Голубкина, Папазян, 2006).

Кроме того, результаты отдельных исследований дают основание утверждать, что полифенолы лекарственных растений также обладают способностью защиты от коронавируса (Haq et al., 2020; Chojnacka et al., 2020). При этом особое значение приобретает факт возможности повышения антиоксидантного статуса растений в условиях обогащения микроэлементом (Pilon-Smits, 2020). Более того, по сравнению с биодобавками, содержащими селен и другие антиоксиданты, обогатленные растения могут обеспечить дополнительное преимущество благодаря синергизму природных антиоксидантов, многочисленности биологически активных соединений и отсутствию побочных эффектов в отличие от биодобавок, где это случается достаточно часто (Голубкина и др., 2012a). В этой связи, обогащение овощей селеном приобретает особое значение, поскольку именно такие продукты обеспечивают наибольший вклад в потребление селена, включая антиоксиданты, по сравнению с биодобавками. Обогащение селеном отдельных представителей рода *Apiaceae* (Acimović M.G., 2017; Ahmad et al., 2017) может оказаться особенно перспективным благодаря высокой антиоксидантной активности растений, широкому спектру биологического действия и популярности среди населения разных стран мира.

Кервель (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.) мало распространен в России, однако популярен в Европейских странах, Средиземноморье и странах Центральной Азии. Это растение отличается нежным вкусом и высоко ценится в традиционной медицине. Кервель, как и его ближайший родственник петрушка, обладает высокой антиоксидантной активностью (Харченко и др., 2020), антиканцерогенным, кардиопротекторным, нейропротекторным действием, проявляет омолаживающий эффект, благоприятно влияя на умственную деятельность человека (Vyas et al., 2012). Поскольку аналогичным действием обладают также соединения селена, а также, учитывая известный факт усиления селенодефицита в России в последние годы (Ковальский и др.,

2018), целью настоящей работы была разработка условий внекорневого обогащения кервеля (*A. cerefolium* L.) селеном и выявление межсортовых различий в биохимических показателях обогатленных и не обогатленных селеном растений. До настоящего времени кервель не обогащали селеном.

**Материалы и методы**

Объектами исследования явились 3 сортообразца садового кервеля: №24-20, №22-20 и №21-20 коллекции ФГБНУ ФНЦО. Растения выращивали в вегетационных сосудах объемом 10 л (диаметр 20 см) на смеси торфа и перлита в теплице ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства». Характеристика торфа: степень разложения – до 20%, влажность – не более 65%, рН – 5,5-6,2. Перлит вносили с целью повышения рыхлости, пористости и воздухопроницаемости торфа, предотвращения уплотнения и образования поверхностной корки. Плотность посева составила 30 растений/сосуд, Посев семян проводили в два срока: 5 июня и 1 августа.

Эксперимент включал 4 варианта: 1) контроль, 2) опрыскивание растений раствором селената натрия в концентрации 25 мг/л, 3) опрыскивание растений раствором селената натрия в концентрации 50 мг/л, 4) опрыскивание растений раствором селената натрия в концентрации 75 мг/л. Повторность трехкратная. Обработку растений селеном осуществляли на 15 день с момента появления всходов.

В процессе вегетации осуществляли регулярный полив растений. Уборку сортообразцов кервеля осуществляли через 30 дней после начала вегетации.

**Пробоподготовка**

После уборки урожая черешки растений промывали дистиллированной водой для удаления остатков почвы, листья и черешки разделяли, взвешивали и гомогенизировали. Для определения содержания аскорбиновой кислоты и фотосинтетических пигментов использовали свежие гомогенаты. Остальную часть материала высушили при 50°C до постоянной массы для дальнейшего определения содержания нитратов, водорастворимых соединений, антиоксидантной активности, полифенолов и флавоноидов.

**Содержание сухого вещества**

Содержание сухого вещества определяли гравиметрически после высушивания образцов при 50°C до постоянной массы (ГОСТ, 2012).

**Аскорбиновая кислота**

Содержание аскорбиновой кислоты устанавливали методом визуального титрования 2,6-дихлорфенол индофенолятом натрия (реактивом Тиллманса) (Голубкина и др., 2020).

**Полифенолы**

Содержание полифенолов определяли спектрофотометрически с помощью реактива Фолина-Чиокалтеу (Голубкина и др., 2020). 1 г сухого порошка образцов растительного материала экстрагировали в течение часа при 80°C 20 мл 70% этанола. Раствор охлаждали до комнатной температуры, переносили количественно в 25 мл мерную колбу и доводили до метки 70% спиртом. Полученный экстракт перемешивали и фильтровали через складчатый фильтр. В мерную колбу на 25 мл добавляли 1 мл экстракта, 2,5 мл насыщенного раствора карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и 0,25 мл разбав-

ленного вдвое дистиллированной водой реактива Фолина-Чиокалтеу. Полученную смесь после интенсивного перемешивания доводили до метки дистиллированной водой. Через час после окончания реакции измеряли показатель поглощения раствора при 730 нм на спектрофотометре Unicо 2804 UV (США). Содержание полифенолов рассчитывали по стандартной кривой, полученной с использованием 6 растворов галловой кислоты (Sigma) в интервале концентрации 0-90 мкг/мл. Результаты определения выражали в мг-экв галловой кислоты/г сухой массы (мг ГКЭ/г с.м.).

#### Антиоксидантная активность (АОА)

Для определения антиоксидантной активности использовали колориметрический метод (Голубкина и др., 2020), основанный на титровании раствора 0.01 N  $KMnO_4$  в кислой среде этанольным экстрактом кервеля до обесцвечивания раствора, свидетельствующего о полном восстановлении  $Mn^{+6}$  до  $Mn^{+2}$ . В качестве внешнего стандарта использовали галловую кислоту. Результаты определения выражали в мг-экв галловой кислоты/г сухой массы (мг ГКЭ/г с.м.).

#### Флавоноиды

Содержание флавоноидов устанавливали спектрофотометрически по величине поглощения комплекса флавоноидов с хлористым алюминием при 415 нм (Голубкина и др., 2020). В качестве внешнего стандарта применяли кверцетин (Sigma).

#### Фотосинтетические пигменты

Содержание фотосинтетических пигментов определяли спектрофотометрически на спиртовых экстрактах листьев с использованием уравнений, предложенных Lichtenthaler (1987):

$$\begin{aligned} Ch-a &= 13.36A_{664}-5.19A_{649}; \\ Ch-b &= 27.43A_{649}-8.12A_{664}; \\ Cc &= (1000A_{470}-2.13Ch-a-97.63C-b)/209 \end{aligned}$$

где A = абсорбция, Ch-a = хлорофилл a, Ch-b = хлорофилл b, Cc = каротин

Результаты выражали в мг/г сырой массы.

#### Водорастворимые соединения

Уровень накопления водорастворимых соединений определяли в водных экстрактах образцов с использованием портативного кондуктометра TDS-3 (Корея) (Харченко и др., 2020).

#### Нитраты

Уровень нитратов регистрировали в водных экстрактах с применением ион селективного электрода на иономере Эксперт 001 (Эконикс, Россия) (Харченко и др., 2020).

#### Статистический анализ

Достоверность различий между показателями оценивалась с использованием теста Дункана и компьютерной статистической программы Excel

#### Результаты и обсуждение

##### 1. Биометрические показатели, сухое вещество, водорастворимые соединения, нитраты

Анализ биометрических и некоторых биохимических показателей растений позволяет охарактеризовать сортобразец №22, как более низкорослый с более низкими показателями содержания сухого вещества, однако достоверно большими уровнями накопления водорастворимых соединений в листьях и черешках и

Таблица 1. Биометрические показатели и содержание сухого вещества в кервеле обогащенном и не обогащенном селеном  
Table 1. Biometrical parameters and dry matter content in chervil fortified and non-fortified with selenium

	Сортообразец Genotype	Контроль Contro	25 мг Se/л 25 mg Se/L	50 мг Se/л 50 mg Se/L	75 мг Se/л 75 mg Se/L
Высота, см Height. cm	№21-20	40±4a	45±5b	45±5b	43±4c
	№24-20	45±5a	50±5b	46±4a	41±4c
	№22-20	38±4a	35±3b	42±4c	32±3d
Масса растений в горшке, г Plants mass in a pot, g	№21-20	282.9±26.1a	377.9±38.0b	345.6±33.4b	348.4±35.1b
	№24-20	341.2±35.1a	375.3±36.5a	350.7±34.8a	375.7±37.6a
	№22-20	154.0±13.9a	189.0±17.9a	195.9±19.7b	164.9±15.8a
Сухое вещество, % Листья Leaves dry matter, %	№21-20	11.67±1.0a	10.03±0.1a	10.17±0.1a	8.91±0.8b
	№24-20	10.93±1.0a	10.62±1.0a	9.64±0.9ab	7.44±0.7b
	№22-20	8.40±0.8a	8.40±0.8a	7.78±0.7a	8.56±0.8a
Сухое вещество, % Черешки Stems dry matter, %	№21-20	7.99±0.8a	6.25±0.6b	6.13±0.6b	4.52±0.4c
	№24-20	7.12±0.7a	5.04±0.5b	4.98±0.5b	4.51±0.4c
	№22-20	4.33±0.4a	4.24±0.4a	4.94±0.5b	4.69±0.4ab

\* Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $p < 0.05$   
Values in columns with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at  $P < 0.05$

нитратов в листьях. Общей тенденцией для всех трех сортообразцов было слабое ингибирование роста кривеля селеном в концентрации 75 мг/л и ростостимулирующий эффект при дозах 25-50 мг/л. Уровень сухого вещества в листьях не изменялся при обогащении селеном сортообразца №22-20, однако достоверно снижался в сортообразцах №21-20 и №24-20 при использовании максимальной дозы селената натрия в 75 мг/л. В черешках снижение уровня сухого вещества по мере возрастания дозы селена было более выражено для сортообразцов №21-20 и №24-20 и достоверно не изменялось для сортообразца №22-20.

тер изменений, что и для водорастворимых соединений, что косвенно свидетельствовало о важной роли нитратов в формировании пула водорастворимых соединений. Действительно, между этими показателями нами была установлена прямая корреляция ( $r=+0,92$ ;  $P<0,001$ ; рис.1).

Отличительной особенностью обогащения кривеля селеном является достоверное повышение уровня нитратов в листьях и черешках при возрастании дозы микроэлемента (табл.2). С одной стороны, этот факт противоречит известным литературным данным о снижении уровня нитратов в растениях при обогащении микроэле-

Таблица 2. Влияние обогащения кривеля селеном на показатели содержания водорастворимых соединений и нитратов  
Table 2. Effect of chervil selenium biofortification on water soluble compounds and nitrates content

Показатель	Орган Organ	Сортообразец Genotype	Контроль Control	25 мг Se/л 25 mg Se/L	50 мг Se/л 50 mg Se/L	75 мг Se/л 75 mg Se/L
ВРС, г /кг с.м. TDS, g/kg d.w.	Листья Leaves	№21-20	9.86±0.98a	11.10±1.11ab	10.72±1.07ab	13.60±1.36cd
		№24-20	10.20±1.02a	10.98±1.09ab	12.50±1.25bc	15.52 ±1.55d
		№22-20	16.65±1.66d	13.94±1.39cd	13.70±1.37cd	16.25±1.62cd
	Черешки Stems	№21-20	11.20±1.12a	11.88±1.19ab	13.20±1.32ac	21.91±2.19d
		№24-20	10.70±1.07a	13.96±1.39bc	19.96±1.99d	19.62±1.96d
		№22-20	17.20±1.31d	18.35±1.52d	178.4±14.0d	19.01±1.57d
Нитраты, г/кг с.м. Nitrates, g/kg d.w.	Листья Leaves	№21-20	3.9±0.3a	5.2±0.5bc	5.2±0.5bc	7.2±0.7cd
		№24-20	4.8±0.4b	5.3±0.5bc	6.2±0.6c	7.6±0.7cd
		№22-20	8.1±0.8d	6.8±0.7cd	6.5±0.6c	7.1±0.7cd
	Черешки Stems	№21-20	5.6±0.5a	5.5±0.5a	7.0±0.7b	9.7±0.9c
		№24-20	5.7±0.6a	7.4±0.7b	9.3±0.9c	10.8±1.0c
		№22-20	6.8±0.5b	7.0±0.6b	8.0±0.7c	8.0±0.7c

ВРС - водорастворимые соединения; значения каждого показателя для листьев и черешков с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $P<0.05$   
TDS- total dissolved solids; Values for each parameter for leaves and stems with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at  $p<0.05$

Уровень водорастворимых соединений в листьях и черешках кривеля оказался максимальным при дозе 75 мг селената натрия/л для сортообразцов №21-20 и №24-20 и не различался по другим вариантам. Напротив, сортообразец №22-20 имел постоянный более высокий уровень водорастворимых соединений не зависимо от дозы вносимого селена.

При анализе уровней накопления нитратов в листьях и черешках кривеля был выявлен практически тот же харак-

ментом. Известно, что селен способен повысить активность нитратредуктазы (Rios et al., 2010). С другой стороны, наблюдаемое явление косвенно свидетельствует в пользу изменения гормонального статуса растения. Действительно, ранее на шпинате было выявлено снижение уровня нитратов под действием селената натрия в женских растениях и достоверное увеличение в мужских формах (Golubkina et al., 2017). Исследование влияния фитогормонов на усвоение азота растениями указывает на участие цитокининов и гиббереллинов в накоплении нитратов, причем эти гормоны проявляют разнонаправленное действие (Garg, 2013). Очевидно, что выявление механизма возрастания уровня нитратов при обогащении кривеля селеном требует дополнительных исследований.

## 2. Фотосинтетические пигменты

Отличительной особенностью фотосинтетического аппарата кривеля является достоверно более высокие уровни биосинтеза каротина по сравнению с петрушкой (Молчанова и др., 2019). Поэтому у кривеля более светлые золотистые листья по сравнению с петрушкой.

Известно, что соединения селена участвуют в биосинтезе хлорофилла, что является причиной возрастания уровня фотосинтетических пигментов, в частности, при внекорневом внесении микроэлемента (Saffariadzi et al., 2012). Сравнение трех сортообразов кривеля по содержанию фотосинтетических пигментов указывает, что сортообразец №22-20 отличается более низкими уровнями

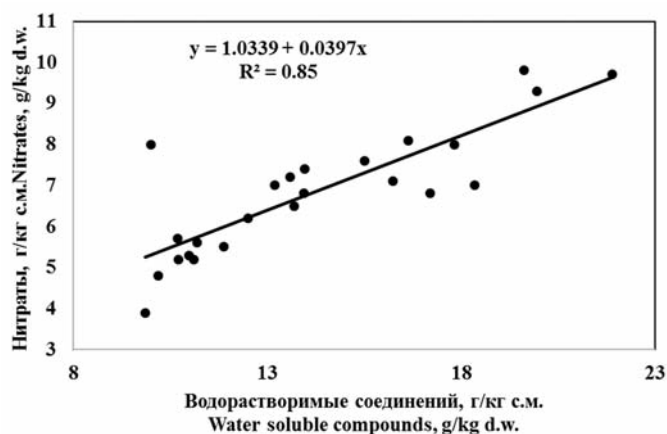


Рис.1. Взаимосвязь уровней накопления нитратов и водорастворимых соединений в обогащенном и не обогащенном селеном кривеле ( $r=+0,92$ ;  $P<0,001$ )  
Fig. 1. Relationship between nitrates and watersoluble compounds content in selenium fortified and non-fortified chervil



Таблица 3. Влияние обогащения кервеля селеном на накопление фотосинтетических пигментов в листьях растений  
Table 3. Effect of selenium biofortification of photosynthetic pigments accumulation of chervil leaves

Показатель Parameter	Обработки Treatment	Сортообразец Genotype		
		№21-20	№24-20	№22-20
Хлорофилл а* Chlorophyll a*	control	1.58±0.15a	1.77±0.17ac	1.24±0.12b
	25 Se	1.62±0.16a	1.89±0.18c	1.24±0.12b
	50 Se	1.88±0.19c	1.38±0.13ab	1.43±0.14a
	75 Se	1.32±0.13b	1.69±0.17ac	1.33±0.13b
Хлорофилл b* Chlorophyll b*	control	0.66±0.06a	0.54±0.05c	0.55±0.05a
	25 Se	0.88±0.09b	0.58±0.06a	0.65±0.06a
	50 Se	0.78±0.08b	0.45±0.04c	0.58±0.06a
	75 Se	0.59±0.06a	0.50±0.05a	0.52±0.05c
Каротин* Carotene*	control	0.59±0.06abe	0.79±0.08d	0.48±0.05e
	25 Se	0.67±0.06bc	0.81±0.08d	0.50±0.05ae
	50 Se	0.77±0.08cd	0.66±0.06c	0.61±0.06ab
	75 Se	0.56±0.06abe	0.70±0.07bc	0.58±0.06abe

\*значения представлены в мг/г сырой массы. Значения для каждого показателя с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно данным теста Дункана при  $P < 0.05$   
Values are presented in mg/g fresh weight. Values for each parameter with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at  $p < 0.05$

показателей. Однако доля каротиноидов в листьях выше, чем в сортообразцах №21-20 и №24-20, что придает золотистый цвет листьям. Для каждого сортообразца был характерен свой максимум накопления фотосинтетических пигментов при обработке растений раствором селената натрия: для №21-20 и №22-20 – при дозе селена 50 мг Se/л, для №24-20 – при дозе 25 мг Se/л.

### 3. Антиоксидантная активность и содержание полифенолов

Значительных изменений в накоплении антиоксидантов листьями и черешками кервеля при обогащении селеном выявлено не было, хотя проявлялась тенденция к возрастанию общей антиоксидантной активности, содержанию полифенолов и флавоноидов при внесении селена. Напротив, уровень аскорбиновой кислоты в листьях был максимален при дозе 25 мг/л (табл.4).

Таблица 4. Влияние обогащения кервеля селеном на уровень накопления полифенолов, флавоноидов, аскорбиновой кислоты и общей антиоксидантной активности

Table 4. Effect of selenium biofortification on phenolics, flavonoids, ascorbic acid content and total antioxidant activity in chervil leaves and stems

Показатель Parameter	Орган Organ	Сорто-образец Genotype	Контроль Control	25 mg Se/L	50 mg Se/L	75 mg Se/L
АОА, мг ГКЭ/г с.м. AOA mg GAE/g d.w.	Листья Leaves	21-20	35.68ac	41.71c	40.89c	33.12a
		24-20	32.99a	33.17a	35.06ac	31.55a
		22-20	33.72a	37.12ac	34.07a	30.83ab
	Черешки Stems	21-20	27.69b	26.76b	22.87bd	14.67eg
		24-20	21.53d	21.93d	18.78d	16.69ed
		22-20	13.23gh	14.25eg	14.04eg	12.19h
Полифенолы, мг ГКЭ/г с.м. Phenolics, mg GAE/g d.w.	Листья Leaves	21-20	10.81a	10.48a	12.72b	10.54a
		24-20	11.88ab	12.90b	11.51ab	9.80a
		22-20	8.72	11.64ab	10.93a	9.59a
	Черешки Stems	21-20	6.35cd	6.89cd	7.62c	4.60e
		24-20	4.29e	5.85d	5.69d	4.18
		22-20	4.04e	4.11e	4.80e	3.86e
Флавоноиды, мг-экв кверцетина/г с.м. Flavonoids. Mg-eq /g d.w.	Листья Leaves	21-20	5.7ab	6.6 a	6.3a	5.2b
		24-20	5.0b	5.1b	6.0a	5.7a
		22-20	9.8 c	12.4d	11.2cd	10.8c
	Черешки Stems	21-20	2.3e	2.4e	2.3e	2.2e
		24-20	2.3e	3.4f	3.4f	2.1e
		22-20	6.7a	7.1a	6.5a	5.9a
Аскорбиновая к-та, мг/100 г сырой м. AA, mg/100 g f.w.	Листья Leaves	21-20	56.8a	66.4b	63.5ab	37.3c
		24-20	50.6ad	54.4a	34.5c	32.9c
		22-20	35.2c	47.1d	34.8c	34.1c
	Черешки Stems	21-20	16.4e	18.6e	16.0e	12.4
		24-20	8.7	15.5ef	13.0 f	7.6h
		22-20	9.9gh	13.8g	15.0fg	13.1g

Значения для каждого биохимического показателя с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $P < 0.5$   
Values for each parameter with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at  $p < 0.05$

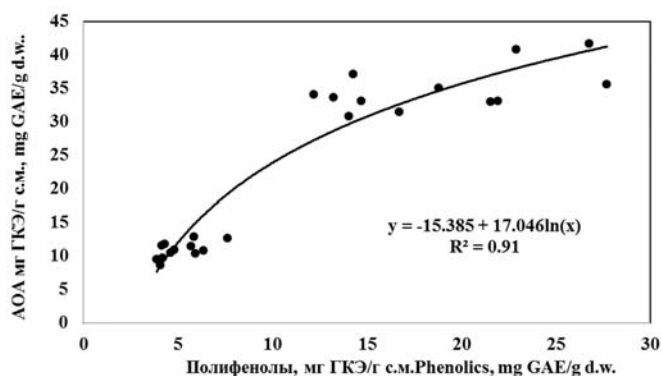


Рис. 2. Взаимосвязь между общей антиоксидантной активностью листьев и черешков кервеля и содержанием полифенолов ( $r=+0,954$ ;  $P<0,01$ )  
 Fig.2. Relationship between AOA and phenolics in leaves and stems of chervil ( $r=+0.954$ ;  $P<0.01$ )

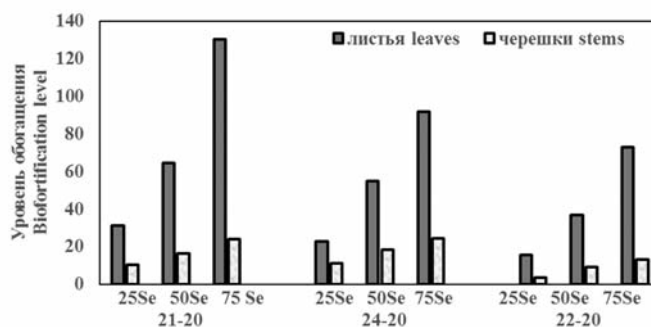


Рис. 3. Уровни обогащения селеном трех сортообразцов кервеля при разных дозах микроэлемента  
 Fig.3. Intervarietal differences of selenium biofortification level at different selenium doses

Таблица 5. Уровни накопления селена листьями и черешками кервеля при внекорневом обогащении растений раствором селената натрия разной концентрации  
 Table 5. Selenium accumulation by leaves and stems of chervil under foliar application of sodium selenate of different concentrations

	Сортообразец Genotype	Контроль Control	25 mg Se/L	50 mg Se/L	75 mg Se/L
Se листьев, мкг/кг с.м. Leaves Se, µg/kg d.w.	№21-20	82±7a	2552±211c	5298±421e	10663±902f
	№24-20	110±10b	2502±205c	6026±434e	10077±900f
	№22-20	85±7ab	1314±106d	3133±256g	6196±514e
Se черешков, мкг/кг с.м. Stems Se, µg/kg d.w.	№21-20	95±8ab	971±85h	1541±114d	2272±212c
	№24-20	87±7a	956±82h	1585±123d	2105±199c
	№22-20	72±6a	256±20j	655±53k	955±82h

Значения с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $P<0,05$   
 Values with similar indexes do not differ according to Duncan test at  $P<0.05$

**4. Аккумуляция селена**

Чувствительность растений к воздействию селена является определяющей в эффективности получения функциональных продуктов питания, обогащенных микроэлементами. Кервель, как и другие представители семейства Ариáceае относится к растениям, не аккумуляторам селена, что вызывает необходимость четкого выбора дозы вносимого микроэлемента без достоверного снижения урожая и качества получаемой продукции. Оценка межсортовых различий в накоплении селена кервелем в условиях внекорневого внесения микроэлемента выявила, что сортообразец №22-20 в 1,5-2 раза меньше накапливает микроэлемент в листьях и в 2,4-4,8 раза – в черешках по сравнению с сортообразцами №21-20 и №24-20 (табл.5). Уровень обогащения селеном во всех случаях был дозозависимым и максимальным при обработке растений раствором в концентрации 75 мг Се/л. В этих условиях 10 г сухих листьев кервеля обеспечивают 150% суточной потребности человека в селене при использовании сортообразцов №21-20 и №24-20 и 90% суточной потребности – для сортообразца №22-20. Поскольку доза 50 мг селената натрия/л обеспечивает более высокую урожайность и максимальное накопление биологически активных соединений: полифенолов, флавоноидов, аскорбиновой кислоты, этот вариант обработки представляется оптимальным. Действительно, 10 г сухих листьев при выбранной дозе будет обеспечивать 86% от рекомендуемого суточного потребления селена (70 мкг) для сортообразцов №21-20 и №24-20 и 45% – для сортообразца №22-20.

Данные рисунка 3 показывают, что уровни обогащения селеном кервеля являются сортоспецифичными при минимальных значениях, характерных для сортообразца №22-20.

Известно, что наиболее биологически активными в растениях являются водорастворимые подвижные формы селена (Голубкина, Папазян, 2006). Сравнение уровней накопления водорастворимых форм селена в кервеле и петрушке, обогащенных селеном, показала более высокие уровни у кервеля по сравнению с листовыми формами петрушки (рис.4).

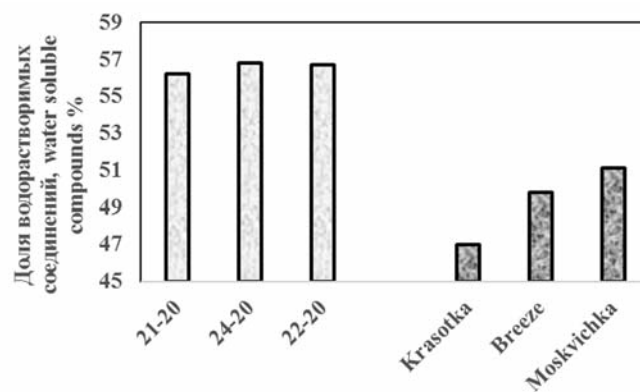


Рис. 4. Доля водорастворимых соединений селена в листьях кервеля и листовой петрушки в условиях внекорневого обогащения селеном  
 Fig. 4. Water soluble selenium in leaves of chervil and parsley under foliar application of 25 mg Se/L dose

### 5. Элементный состав

Исследование элементного состава кервеля, обогащенного и не обогащенного селеном, показало отсутствие значимых различий между обогащенными и не обогащенными образцами, однако значимые различия в элементном составе наблюдались между сортами. Так, сортообразец №21-20 отличался повышенным

содержанием алюминия, бора, кобальта, меди, калия и фосфора и минимальным уровнем стронция. Сортообразец №24-20 отличался повышенным содержанием хрома, никеля и кремния, в то время как сортообразец №22-20 характеризовался наименьшими уровнями накопления тяжелых металлов, мышьяка и алюминия (табл.6).

Таблица 6. Усредненные показатели элементного состава сортообразцов кервеля  
Table 6. Mean levels of chervil leaves mineral content

	№22-20	№24-20	№21-20
<b>Макроэлементы Macroelements</b>			
Ca	24059±2406a	25986±2599a	25058±2506a
K	38295±3830a	41528±4153ab	48276±4828b
Mg	3397±340a	3340±334a	3176±318a
Na	456±46a	444±44ab	363±36b
P	4208±421a	4626±463a	6054±605b
<b>Тяжелые металлы и алюминий и мышьяк Heavy metals, aluminum and arsenic</b>			
Al	28.01±2.8a	31.35±3.14a	45.89±4.59b
As	0.04±0.007a	0.07±0.011b	0.07±0.011b
Cd	0.73±0.087a	0.89±0.106a	0.93±0.111a
Cr	1.48±0.15a	2.42±0.24b	1.62±0.16a
Cu	5.8±0.58a	7.23±0.72b	8.8±0.88b
Ni	0.79±0.095a	1.72±0.17b	0.9±0.108a
Pb	0.33±0.039a	0.46±0.055b	0.45±0.054b
Sn	0.01±0.002a	0.01±0.002a	0.01±0.002a
Sr	121±12a	128±13a	96.3±9.63b
V	0.14±0.017a	0.25±0.03b	0.21±0.025b
<b>Микроэлементы Microelements</b>			
I	0.19±0.022a	0.24±0.029a	0.22±0.027a
B	22.83±2.28a	25.06±2.51ab	27.77±2.78b
Co	0.07±0.011a	0.08±0.012ab	0.1±0.015b
Fe	228±23a	246±25ab	279±28b
Li	1.99±0.2a	2.11±0.21a	1,84±0.18a
Mn	152±15a	175±17a	174±17a
Mo	4.22±42a	4.92±0.49a	5.18±0.52a
Se	6.310.63	9.520.95	11.181.12
Si	27.32±2.73a	44±4.4b	25.8±2.58a
Zn	52.64±5.26a	60.84±6.08ab	64.81±6.48ab



**Заключение**

Проведенные исследования по обогащению кервеля селеном выявили значительные межсортные различия в уровнях обогащения микроэлементов и незначительное влияние вносимого селена на антиоксидантный статус растений, при незначительном снижении показателей для максимальной дозы селената натрия в 75 мг/л. Данные элементного состава

растений выявили отсутствие значимого влияния обогащения селеном на минеральный состав растений и сортоспецифические особенности накопления отдельных элементов. В целом, результаты исследования свидетельствуют о перспективности обогащения кервеля селеном с целью получения функционального продукта с повышенным содержанием микроэлемента.

**Об авторах:**

**Виктор Александрович Харченко** – кандидат с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>

**Надежда Александровна Голубкина** – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>, [segolubkina45@gmail.com](mailto:segolubkina45@gmail.com)

**Анастасия Ильинична Молдован** – аспирант, мл. научный сотрудник лаборатории зеленных культур, [nastiamoldovan@mail.ru](mailto:nastiamoldovan@mail.ru)

**Джанлука Карузо** – проф. Неаполитанского университета, [gcaruso@unina.it](mailto:gcaruso@unina.it), <http://orcid.org/0000-0002-7301-8151>

**About the authors:**

**Viktor A. Kharchenko** – Cand. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Selection And Seed Production Of Green, Spice-Flavoring and Flower Crops, [kharchenkoviktor777@gmail.com](mailto:kharchenkoviktor777@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>

**Nadezhda A. Golubkina** – Doc. Sci. (Agriculture), Chief Researcher Laboratory Analytical Department, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>, [segolubkina45@gmail.com](mailto:segolubkina45@gmail.com)

**Anastasia I. Moldovan** – Graduate Student, junior researcher, laboratory of Selection And Seed Production Of Green, Spice-Flavoring and Flower Crops, [nastiamoldovan@mail.ru](mailto:nastiamoldovan@mail.ru)

**Gianluca Caruso** – prof. Naples State University, [gcaruso@unina.it](mailto:gcaruso@unina.it), <http://orcid.org/0000-0002-7301-8151>

**• Литература / References**

1. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании. Растения, животные, человек. М., *Печатный город*. 2006. [Golubkina N.A., Papazyan T.T. Selenium in nutrition. Plants, animals, man. M., *Printing town*. 2006. (In Russ.)]
2. Голубкина Н.А., Синдирева А.В., Зайцев В.Ф. Внутрирегиональная вариабельность селенового статуса населения России. *Юг России. Экология и развитие*. 2017;12(1):107-127. [Golubkina N.A., Sindireva A.V., Zaitsev V.F. Intraregional variability of the selenium status of the population of Russia. *South of Russia. Ecology and development*. 2017;12(1):107-127. (In Russ.)]
3. Голубкина Н.А. Антиоксиданты растений и методы их определения. М., *Инфра-М*. 2020. [Golubkina N.A. Plant antioxidants and methods for their determination. M., *Infra-M*. 2020. (In Russ.)]
4. Голубкина Н.А., Надежкин С.М., Лосева Т.А., Соколова А.Я. Глобальный экологический кризис. Проблемы и решения. М. *ВНИИССОК*, 2012. [Golubkina N.A., Nadezhkin, S.M., Loseva, T.A., Sokolova, A.J. Global ecological crisis. Problems and decisions. Moscow, *VNISSOK*. 2012 (in Russ.)]
5. ГОСТ 31640-2012 Межгосударственный стандарт «Корма. Методы определения содержания сухого вещества». ["Feeds. Methods for determination of dry matter content".]
6. Ковальский Ю.Г., Голубкина Н.А., Папазян Т.Т., Сенькевич О.А. Селеновый статус жителей Хабаровского края. *Микроэлементы в медицине*. 2019;20(3):45-53. [Kovalsky Yu.G., Golubkina N.A., Papazyan T.T., Senkevich O.A. Selenium status of residents of the Khabarovsk Territory. *Trace elements in medicine*. 2019;20(3):45-53. (In Russ.)]
7. Молчанова А.В., Голубкина Н.А., Кошеваров А.А., Харченко В.А., Шевченко Ю.П. Биохимическая характеристика сортов петрушки различных разновидностей (*Petroselinum crispum* [Mill.] Nym. ex A.W. Hill.). *Овощи России*. 2019;(3):74-79. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-74-79> [Molchanova A.V., Golubkina N.A., Koshevarov A.A., Kharchenko V.A., Shevchenko J.P. Biochemical characteristics of parsley varieties (*Petroselinum crispum* [Mill.] Nym. ex A.W. Hill.). *Vegetable crops of Russia*. 2019;(3):74-79. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-74-79>]
8. Харченко В.А., Молдован А.И., Голубкина Н.А., Гинс М.С., Шафигуллин Д.Р. Сравнительная оценка содержания некоторых биологически активных соединений в лесном купуре *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. и садовом кервеле *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm. *Овощи России*. 2020;(5):81-87. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-81-87> [Kharchenko V.A., Moldovan A.I., Golubkina N.A., Gins M.S., Shafigullin D.R. Comparative evaluation of several biologically active compounds content in *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. and *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(5):81-87. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-81-87>]
9. Ahmad BS, Talou T, Saad Z, Hijazi A, Merah O. The Apiaceae: Ethnomedicinal family as source for industrial uses. *Industrial Crops and Products, Elsevier*. 2017;(109):661-671. DOI: 10.1016/j.indcrop.2017.09.027. hal-01607960
10. Aćimović M.G. Nutraceutical Potential of Apiaceae. In: Mérillon JM., Ramawat K. (eds) *Bioactive Molecules in Food*. 2017. *Reference Series in Phytochemistry*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-54528-8\\_17-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-54528-8_17-1)
11. Chojnacka, K., Witek-Krowiak, A., Skrzypczak, D., Mikula, K., Młynarz, P.

12. Garg S.K Role and hormonal regulation of nitrate reductase activity in higher plants. A review. *Plant Sci. Feed*. 2013;(3):13-20.
13. Golubkina N.A., Kosheleva O.V., Krivenkov L.V., Dobrutskaya H.G., Nadezhkin S., Caruso G. Intersexual differences in plant growth, yield, mineral composition and antioxidants of spinach (*Spinacia oleracea* L.) as affected by selenium form. *Sci.Hort*. 2017;(2250):350-358.
14. Haq, F.U., Roman, M., Ahmad, K., Rahman, S.U., Shah, S.M.A., Suleman, N., Ullah, S., Ahmad, I., Ullah, W. Artemisia annua: Trials are needed for COVID-19. *Phytother. Res*. 2020;(1-2). DOI: 10.1002/ptr.6733.
15. Harthill, M. Review: micronutrient selenium deficiency influences evolution of some viral infectious diseases. *Biol Trace Elem. Res*. 2011;143(3):1325–1336. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-8977-1>.
16. Jones, G.D., Droz, B., Greve, P., Gottschalk, P., Poet, D., McGrath, S.P. Selenium deficiency risk predicted to increase under future climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2017;(114):2848–2853.
17. Kieliszek, M., Lipinski, B. Selenium supplementation in the prevention of coronavirus infections (COVID-19). *Med. Hypotheses*. 2020;(143):109878.
18. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods of Enzymology*. 1987;(148):350-382. doi:10.1016/0076-6879(87)48036-1
19. Nelson, H.K., Shi, Q., Van Dael, P., Schiffrin, E.J., Blum, S., Barclay, D., Levander, O.A., Beck, M.A. Host nutritional selenium status as a driving force for influenza virus mutations. *FASEB J*. 2001;15(10):1846–1848. <https://doi.org/10.1096/fj.01-0115fj>
20. Pilon-Smits E.A.H. On the ecology of selenium accumulation in plants. *Plants*. 2019;(8):197. doi: 10.3390/plants8070197
21. Rayman, M.P. Food-chain selenium and human health: Emphasis on intake. *The Brit. J. Nutr*. 2008;100(2):254-268. DOI: 10.1017/S0007114508939830
22. Rios J.J., Blasco B., Rosales M.A., Sanchez-Rodriguez E., Leyva L., Cervilla L.M., Romera L, Ruiz J.M. Response of nitrogen metabolism in lettuce plants subjected to different doses and forms of selenium. *JK.Sci Food Agric*. 2010;(90):1914-1919.
23. Saffariadzi A, Lahouti M, Ganjeali A, Bayat H Impact of selenium supplementation on growth and selenium accumulation on spinach (*Spinacia oleracea*) plants. *Not.Sci.Biol*. 2012;(4):95-100.
24. Steinbrenner H., Al-Quraishy S., Dkhil M.A., Wunderlich F., Sies H. Dietary Selenium in Adjuvant Therapy of Viral and Bacterial Infections. *Adv Nutr*. 2015;6(1):73–82. doi: 10.3945/an.114.007575
25. Vyas A., Shukla S.S., Pandey P., Jain V., Joshi V., Gidwani B. Chervil: A multifunctional Miraculous Nutritional Herb. *Asian J. Plant Sci*. 2012;11(4):163-171. doi:10.3223/ajps.2012.163.171
26. Zhang, L., Liu, Y. Potential interventions for novel coronavirus in China: A systematic review. *J. Med. Vir*. 2020a;(92):479–490. <https://doi.org/10.1002/jmv.2570>
27. Zhang, J., Taylor, E.W., Bennett, K., Saad, R., Rayman, M.P. Association between regional selenium status and reported outcome of COVID-19 cases in China. *Am. J. Clin. Nutr*. 2020b;111(6):1297–1299. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa095>.

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-87-95>  
УДК 631.52:635.646:577.16

И.В. Гашкова, А.Е. Соловьева,  
А.Б. Курина

Федеральный исследовательский центр  
Всероссийский институт генетических ресурсов  
растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)  
Санкт-Петербург, Россия  
i.gashkova@vir.nw.ru, alsol64@yandex.ru,  
nasty\_a\_n11@mail.ru

**Благодарности:** Исследование выполнено  
при финансовой поддержке РФФИ и БРФФИ  
в рамках научного проекта № 20-516-00017.

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле  
участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Гашкова И.В.,  
Соловьева А.Е., Курина А.Б. Сравнительная  
характеристика биохимического состава образ-  
цов баклажана коллекции ВИР в защищенном  
грунте. *Овощи России*. 2021;(1):87-95.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-87-95>

**Поступила в редакцию:** 14.01.2021

**Принята к печати:** 27.01.2021

**Опубликована:** 25.02.2021

Irina V. Gashkova, Alla E. Solovieva,  
Anastasia B. Kurina

Federal Research Center the  
N.I. Vavilov All-Russian Institute  
of Plant Genetic Resources (VIR)  
St. Petersburg, Russia  
i.gashkova@vir.nw.ru, alsol64@yandex.ru,  
nasty\_a\_n11@mail.ru

**Acknowledgments:** The study was carried out  
with the financial support of the RFBR and the  
BRFFR within the framework of the scientific  
project No. 20-516-00017.

**Conflict of interest.** The authors declare  
no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed  
equally to the writing of the article.

**For citations:** Gashkova I.V., Solovieva A.E.,  
Kurina A.B. Comparative characteristics of  
the biochemical composition of VIR eggplant  
collection in a greenhouse. *Vegetable crops  
of Russia*. 2021;(1):87-95. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-87-95>

**Received:** 14.01.2021

**Accepted for publication:** 27.01.2021

**Accepted:** 25.02.2021

## Сравнительная характеристика биохимического состава образцов баклажана коллекции ВИР в защищенном грунте



### Резюме

**Актуальность.** Наличие в плодах баклажана ценных биологически активных веществ, углеводов, органических кислот и т.д. выводит культуру в число овощей, обладающих наибольшей антиоксидантной активностью. Коллекция баклажана ВИР включает 830 образцов из 70 стран мира. Изучение новых поступлений в коллекцию ВИР предполагает комплексную оценку поступившего материала по морфологическим, биологическим и хозяйственно ценным признакам. Главная задача исследования заключалась в оценке изменчивости биохимических показателей плодов баклажана в технической спелости; а также определение лучших образцов по химическому составу плодов и содержанию биологически активных веществ.

**Материалы и методы.** Изучение 19 образцов баклажана проводили в 2020 году в условиях зимней остекленной стеллажной теплицы научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (Санкт-Петербург). Морфологическое описание образцов и оценку по биологическим и хозяйственно ценным признакам проводили в соответствии с методическими указаниями и классификатором ВИР. Биохимический анализ проводили в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР в фазе технической спелости плодов по следующим показателям: содержание сухого вещества, сахаров, общей кислотности, аскорбиновой кислоты, пигменты и антоцианы. **Результаты и выводы.** В результате данного исследования определена амплитуда изменчивости содержания сухих веществ (6,44-8,68%), сахаров (1,78-3,72%), аскорбиновой кислоты (5,92-21,08 мг/100 г), титруемой кислотности (0,10-0,31%), хлорофиллов (0,52-15,13 мг/100 г), каротиноидов (1,19-6,99 мг/100 г), β-каротина (0,11-0,52 мг/100 г) и антоцианов (12,94-1031,40 мг/100 г) в плодах баклажана. Выделены образцы с высоким содержанием биологически активных веществ в плодах в технической спелости: российские гибриды Буржуй F<sub>1</sub>, Ажур F<sub>1</sub>; местные образцы из Армении: к-3156, к-3159, к-3161.

**Ключевые слова:** баклажан, признак, биохимический анализ, пигменты

## Comparative characteristics of the biochemical composition of VIR eggplant collection in a greenhouse

### Abstract

**Relevance.** The presence of valuable biologically active substances, carbohydrates, organic acids and others in the eggplant fruits makes the culture one of the vegetables with the highest antioxidant activity. The VIR collection of eggplant includes 830 accessions from 70 countries of the world. The study of new acquisitions in the VIR collection presupposes a comprehensive assessment of the received material according to morphological, biological and economically valuable characteristics. The main objective of the study was to assess the variability of the biochemical parameters of eggplant fruits in technical ripeness; as well as determination of the best accessions by the chemical composition of fruits and the content of biologically active substances.

**Materials and methods.** The study of 19 accessions of eggplant accessions was carried out in 2020 in a winter greenhouse in Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR (St. Petersburg). The morphological description of the accessions and the assessment for biological and economically valuable traits were carried out in accordance with the methodological guidelines and the VIR classifier. Biochemical analysis was carried out in the Department of Biochemistry and Molecular Biology of VIR in the phase of technical ripeness of fruits in terms of: dry matter content, sugars, total acidity, ascorbic acid, pigments and anthocyanins.

**Results.** As a result of this study, the amplitude of variability in the content of dry matter (6.44-8.68%), sugars (1.78-3.72%), ascorbic acid (5.92-21.08 mg/100 g), titrated acidity (0.10-0.31%), chlorophylls (0.52-15.13 mg/100 g), carotenoids (1.19-6.99 mg/100 g), β-carotene (0.11-0.52 mg/100 g) and anthocyanins (12.94-1031.40 mg/100 g) in eggplant fruits. Accessions with a high content of biologically active substances in fruits in technical ripeness were identified: Russian hybrids Bourgeois F<sub>1</sub>, Azhur F<sub>1</sub>; local accessions from Armenia: k-3156, k-3159, k-3161.

**Keywords:** eggplant, trait, evaluation, biochemical composition, pigments

**Введение**

**Б**аклажан (*Solanum melongena* L.) – экономически важная овощная культура, широко выращиваемая в Америке, Европе и Азии. Баклажаны демонстрируют большое биоразнообразие местных и селекционных сортов, а также диких родственников с огромным разнообразием в отношении роста, устойчивости к патогенам, а также размера и окраски плодов.

Баклажан – богатый источник витаминов, минералов и антиоксидантов, обладающий ценными диетическими, лечебными и вкусовыми свойствами. Химический состав плодов подвержен сильной изменчивости в зависимости от генотипа [1] и условий выращивания [2]. Селекция на качество продукции баклажана нацелена на обеспечение высокого синтеза биологически активных веществ в плодах технической спелости, которые содержат до 200-250 мг/100 г витаминов Р-активной группы, где около 50% составляют антоцианы кожицы [3].

Основными фитохимическими веществами баклажана являются фенольные соединения (кофейная и хлорогеновая кислоты) и флавоноиды (дельфинидин и насунин), которые обладают выраженной антиоксидантной активностью [4,5]. Основным флавоноидом является насунин – дельфинидин 3-[4-(цис-транс-пумароил)-L-рамнозил (1 →6) глюкопиранозид]-5-глюкопиранозид, оказывающий, кроме антиоксидантного действия, также ингибирующее влияние на ангиогенез (образование новых кровеносных сосудов) [6,7].

Интенсивность фиолетовой окраски зависит от содержания антоциановых пигментов в клетках наружного слоя кожицы плода [8, 9, 10]. Имеется в плодах и вещество соланин М (1,2–2,5 мг на 100 г массы сырого вещества), которое благотворно влияет на состояние здоровья людей, страдающих атеросклерозом (способствует снижению содержания холестерина в крови и уменьшает его отложение на внутренних стенках кровеносных сосудов) [11]. Однако высокая концентрация этого вещества в плодах в фазе биологической спелости отрицательно сказывается на организме человека и даже может вызывать отравление. Поэтому баклажан убирают только в фазе технической спелости (когда семена находятся в состоянии молочной спелости) [12].

На окраску плода влияет также наличие или отсутствие пигментов хлорофилла. При общем содержании хлорофиллов 0,7-1,1 г на 1 кг зеленой массы растений соотношение хлорофиллов а и b обычно составляет 3:1. Распределение антоциана или хлорофилла может быть неоднородным и проявляется в неравномерной окраске кожицы плода в виде полос или сетки. Кроме того, мякоть плодов баклажана содержит каротиноиды – пигменты желтой, оранжевой или красной окраски. Сорта баклажана с темно-фиолетовыми плодами содержат достаточно много каротиноида лютеина (в среднем в 100 г – 15,5% суточной нормы, однако максимальное его содержание может достигать 30,0%), способного накапливаться в тканях глаза, обеспечивая эффективную защиту глаз и зрения [13], в отличие от сортов со светлыми (белыми) плодами, в которых лютеин не обнаружен. Условия выращивания сильно влияют на синтез и диссимиляцию пигментов [14, 15].

Биоактивные соединения плодов баклажана обладают широким спектром физиологических свойств, включая противовоспалительные, противомикробные, антиканцерогенные, кардиопротективные и антиоксидантные эффекты [16, 17, 18, 19, 20].

Коллекция баклажана ВИР включает 830 образцов из 70 стран мира. Первые образцы поступили в коллекцию в 1925 году из США, Англии, Франции, Германии. В 1926-1929 годах получен семенной материал из экспедиций на Кавказ, в Среднюю и Малую Азию, Южную Америку, Индию. Всего 178 образцов (24%) – начало коллекции баклажана. Последующие поступления отражают пути привлечения нового материала: экспедиционные сборы, обмен образцами, научная кооперация и сотрудничество. В настоящее время новые поступления из экспедиций по РФ и территории сопредельных государств составляют 10-15 образцов ежегодно. В составе коллекции преобладают местные и селекционные сорта, которые составляют соответственно 48% и 45% от общего числа образцов. На гибридные популяции, полукультурные и дикорастущие формы приходится оставшиеся 7%.

Изучение новых поступлений в коллекцию ВИР предполагает комплексную оценку поступившего материала по морфологическим, биологическим и хозяйственно ценным признакам. Необходимость получения репродукции семян для возобновления образца создает дополнительные проблемы семеноводства, решаемые в системе ВИР в условиях защищенного грунта. Задачи биохимического анализа: оценить вариабельность биохимических показателей плодов баклажана в технической спелости; определить лучшие образцы по комплексу химических соединений и содержанию биологически активных веществ.

**Материалы и методы**

Изучение образцов баклажана проводили в 2020 году на научно-производственной базе «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (Санкт-Петербург) в условиях остекленной стеллажной теплицы в двукратной повторности в соответствии с рекомендациями Методических указаний ВИР [21]. Морфологическое описание образцов и оценку по биологическим и хозяйственно ценным признакам проводили в соответствии с Международным классификатором СЭВ вида *Solanum melongena* L. [22]. В изучении находилось 19 образцов баклажана, из которых 8 образцов – местные сорта из Армении, 4 селекционных сорта и 4 гибрида российского происхождения (табл. 1). Местные сорта баклажана армянского происхождения поступили в коллекцию в результате экспедиционных сборов 2017 году. Среди них оказался стародавний итальянский сорт *Violetta Lunga* (к-655, в коллекции с 1954 года). Сорт Алмаз (к-978, Украина) привлечен в качестве стандарта. Новые поступления баклажана представлены одним видом *Solanum melongena* L. и включают местные сорта Армении, селекционные сорта из Госреестра и два новых гибрида F<sub>1</sub>: Ажур F<sub>1</sub> (Россия) и Bowie F<sub>1</sub> (Нидерланды).

Агротехника общепринятая для данной культуры в защищенном грунте с применением рассадного способа выращивания. Посев на рассаду проводили в первой декаде марта в подготовленный торфяной грунт.



Таблица 1. Характеристика образцов баклажана по форме и окраске плода (теплица, НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2020 г.)  
Table 1. Descriptors of accessions of eggplant according to their form of fruit and color (glasshouse of Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR, 2020)

кат. ВИР	Название	Происхождение	Форма плода	Окраска плода
655	Violetta Lunga	Армения (Италия)	цилиндрическая	черно-фиолетовая
978	Алмаз	Украина	цилиндрическая	темно-фиолетовая
3156	Местный	Армения	цилиндрическая	темно-фиолетовая
3157	Artavir	Армения	цилиндрическая	темно-фиолетовая
3158	Karine	Армения	цилиндрическая	темно-фиолетовая
3159	Местный	Армения	цилиндрическая	темно-фиолетовая
3160	Gubka	Армения	цилиндрическая	темно-фиолетовая
3161	Местный	Армения	цилиндрическая	темно-фиолетовая
3162	Местный	Армения	цилиндрическая	темно-фиолетовая
3163	Местный	Армения	шаровидная	темно-фиолетовая
3165	Мраморный	Россия	цилиндрическая	бело-сиреневая
3167	Арап	Россия	удлиненно-грушевидная	черно-фиолетовая
3168	Бумер	Россия	цилиндрическая	темно-фиолетовая
3169	Пушок	Россия	яйцевидная	белая
3170	Галчонок	Россия	удлиненно-грушевидная	черно-фиолетовая
3171	Северный блюз F <sub>1</sub>	Россия	яйцевидная	светло-фиолетовая
3155	Bowie F <sub>1</sub>	Нидерланды	удлиненно-грушевидная	черно-фиолетовая
3166	Ажур F <sub>1</sub>	Россия	удлиненно-грушевидная	темно-фиолетовая
3164	Буржуй F <sub>1</sub>	Россия	шаровидная	фиолетовая

Уход за рассадой состоял из регулярных поливов по мере необходимости, подкормок минеральными удобрениями, подсыпки грунта. Посадку на постоянное место в стеллажи с торфяным грунтом, заправленным органическими и минеральными удобрениями, проводили в последней декаде апреля. Схема посадки 50x30 см, на 1 кв. м размещали 5 растений. Подвязку растений баклажана к шпалере производили с расчетом формирования в один стебель. Уход за вегетирующими растениями баклажана учитывал биологические особенности культуры. Фенологические наблюдения за растениями включали даты всходов (единичных и массовых), цветения, технической спелости и биологической спелости плодов. Описание образцов коллекции проводили при достижении плодами технической спелости. Вегетационный период имел продолжительность 210-220 дней.

**Биохимический анализ** проводили в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР в фазе технической спелости плодов в день сбора плодов. Образцы были обработаны и проанализированы, по методике [23]: содержание сухого вещества определяли гравиметрическим методом; сахаров – методом Бертрана; общей (титруемой) кислотности – титрованием экстракта 0,1 н щелочью, с пересчетом на яблочную кислоту; аскорбиновой кислоты – методом прямого извлечения из растений 1% соляной кислотой, с последующим титрованием с помощью 2,6-дихлориндофинола (реактив Тильманса); каротиноиды и хлорофиллы были выделены с помощью 100% ацетона, и их абсорбция была измерена на спектрофотометре Ultrospec II при различных длинах волн (нм): 645, 662 для хлорофиллов а и b,

440 – для каротиноидов, с последующим расчетом концентрации пигментов по уравнениям Ветштейна и Хольма для 100% ацетона, 454 – для β-каротина, с использованием калибровочной кривой, построенной по чистому β-каротину. Антоцианы извлечены экстракцией раствором 1% хлористоводородной кислоты, с последующим спектрофотометрированием при длине волны 510 нм, в пересчете на цианидин-3,5-дигликозид (453 нм). Для внесения поправки на содержание зеленых пигментов одновременно определяли оптическую плотность полученных экстрактов при 657 нм [24]. Все данные приведены в пересчете на сырое вещество.

**Статистический анализ.** Описательная статистика (среднее значение, медиана, стандартное отклонение, диапазон изменчивости) была рассчитана для всех биохимических показателей. Анализ данных проводили с использованием программного обеспечения STATISTICA v.12.0 (StatSoft Inc., США). Средние значения данных сравнивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA).

### Результаты и обсуждение

Морфологическими признаками, характеризующими сорт во время плодоношения, являются их форма и окраска в технической спелости. Окраска плодов у образцов баклажана коллекции ВИР в технической спелости варьирует от белой, кремовой и светло-зеленой до черно-фиолетовой (табл. 1).

По содержанию сухого вещества сильной изменчивости показателей не наблюдалось – Cv=8,02% (табл. 2). Разрыв между максимальным (к-3159) и минимальным (к-3163) показателями составил 2,24%. В целом, образ-

цы с белой, светло-фиолетовой и фиолетовой окраской плода содержали больше сухого вещества, чем образцы с темно- и черно-фиолетовой окраской. Но в тоже время наибольшее накопление сухих веществ отмечено у двух образцов с темно-фиолетовой окраской плода – Алмаз (к-978, Украина) и Местный (к-3159, Армения). В работе Shabetya et al. [25] выявлено, что содержание сухого вещества зависит не только от принадлежности к подвиду, но и от окраски плодов; содержание сухого вещества в среднем составляло 7,9-8,4%, с преобладанием в плодах фиолетовой и сиреневой окраски восточно-азиатского подвида и темно-фиолетовой окраски западно-азиатского подвида.

Амплитуда изменчивости содержания аскорбиновой кислоты от стабильно низкой отметки 5,92 мг/100 г у четырех образцов (к-3157, Argavir; к-3158, Karine; к-3159, Местный из Армении и к-3171, Северный блюз

F1, Россия) поднималась до максимально высокой – 21,08 мг/100 г (к-3163, Местный, Армения) (Cv=43,12%). В работах других авторов содержание аскорбиновой кислоты было значительно ниже: в работе Shabetya et al. [25] варьировало от 3,9 до 4,1 мг/100 г, Bidaramali et al. [26] – от 0,66 до 3,53 мг/100 г, схожие данные получены и в других исследованиях [27,28].

В нашем исследовании содержание суммы сахаров в плодах баклажана достигало 1,78-3,72% (Cv=17,7%), моносахаридов – 1,52-2,65% (Cv=13,0%). Доля моносахаридов от общей суммы сахаров составляла 62,0-99,0%. Наиболее высокие показатели суммы сахаров, в т.ч. и моносахаридов, отмечены у местных образцов из Армении (к-3161, к-3163).

Изменчивость общей кислотности была в пределах 0,10-0,31%, где разница составляет 2,11%. Низкими значениями общей кислотности характеризовались

**Таблица 2. Химический состав плодов баклажана**  
**Table 2. Chemical composition of fruits of eggplant**

Кат. ВИР	Название	Масса плода, г	Сухое вещество, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Моносахариды, %	Сумма сахаров, %	Общая кислотность, %
655	Violetta Lunga	180	7,44	7,40	2,20	2,41	0,25
978	Алмаз	220	8,58	8,14	2,25	2,41	0,27
3156	Местный	230	7,64	7,40	2,40	2,79	0,27
3157	Argavir	218	7,88	5,92	2,20	2,41	0,29
3158	Karine	204	8,20	5,92	2,15	2,78	0,31
3159	Местный	240	8,68	5,92	2,15	2,96	0,25
3160	Gubka	140	7,92	12,58	2,40	2,79	0,17
3161	Местный	276	7,56	6,66	2,65	3,16	0,20
3162	Местный	320	7,28	6,66	2,55	2,98	0,26
3163	Местный	310	6,44	21,08	2,65	3,72	0,11
3165	Мраморный	120	8,04	6,20	2,15	2,50	0,10
3167	Арап	214	7,24	8,14	2,15	2,22	0,23
3168	Бумер	192	7,24	7,40	2,15	2,15	0,25
3169	Пушок	80	8,36	6,66	1,52	1,78	0,20
3170	Галчонок	246	7,52	8,14	2,25	2,41	0,27
3171	Северный блюз F <sub>1</sub>	176	8,48	5,92	1,65	1,87	0,20
3155	Bowie F <sub>1</sub>	318	7,28	7,40	2,45	2,79	0,27
3166	Ажур F <sub>1</sub>	282	6,80	8,14	2,00	2,31	0,25
3164	Буржуй F <sub>1</sub>	290	8,36	8,14	2,25	2,60	0,27
Наименьшее значение (Min)		80	6,44	5,92	1,52	1,78	0,10
Наибольшее значение (Max)		320	8,68	21,08	2,65	3,72	0,31
Среднее значение (Mean)		221,71	7,73	8,10	2,22	2,58	0,23
Стандартное отклонение (Std.Dev.)		55,90	0,62	3,49	0,29	0,46	0,06
Медиана (Median)		220,00	7,64	7,40	2,19	2,50	0,25
НСР <sub>05</sub>		45,10	0,6	3,5	0,3	0,4	0,01

образцы из Армении – Gubka (к-3160) и Местный (к-3163) и из России – Мраморный (к-3165), высокими – также образцы из Армении Karine (к-3158) и Armavir (к-3157).

В целом наши исследования по содержанию сахаров и общей кислотности согласуются с предыдущими результатами [20, 26, 28, 29, 30].

Стабильность биохимических показателей для селекционных сортов и гибридов F<sub>1</sub> косвенно отражает ограниченность исходного материала западноевропейской разновидности. Местные сорта Армении, несмотря на фенотипическую однородность, имеют генетический потенциал.

Интенсивность преобладающей темно-фиолетовой окраски плодов баклажана обусловлена различным содержанием антоциана. Амплитуда изменчивости содержания пигмента резко меняется и составляет

130,84-1031,40 мг/100 г у образцов с интенсивно окрашенными плодами (табл.3). Поскольку образцы характеризуются белой или зеленовато-белой мякотью, а окрашена только кожица плода, сильная вариабельность связана с морфологическими признаками плода (наиболее весомый – толщина кожицы плода). Образец с белой окраской плода Пушок (к-3169) имел наименьшее содержание антоциана 12,94 мг/100 г, а Мраморный (к-3165) с бело-сиреневой окраской в виде полос – 103,37 мг/100 г. Максимальное содержание антоцианов выявлено у российских гибридов Буржуй F<sub>1</sub> (к-3164), Ажур F<sub>1</sub> (к-3166), а также сортов Gubka (к-3160, Армения) и Violetta Lunga (к-655, Италия). Низкое содержание антоцианов в плодах образцов Karine (к-3158, Армения) и Галчонок (к-3170, Россия), имеющих темно- и черно-фиолетовую окраску кожицы, связано с многообразным и сложным характером взаимодей-

Таблица 3. Содержание пигментов в плодах баклажана  
Table 3. Contents to pigments into fruits of eggplant

Кат. ВИР	Название	Хлорофилл а, мг/100 г	Хлорофилл б, мг/100 г	Каротиноиды, мг/100 г	β-каротин, мг/100 г	Антоцианы*, мг/100 г
655	Violetta Lunga	4,70	7,66	3,04	0,34	768,77
978	Алмаз	2,53	3,29	2,11	0,21	173,67
3156	Местный	6,84	8,29	5,24	0,52	341,82
3157	Armavir	5,41	4,77	3,94	0,38	269,21
3158	Karine	5,22	7,35	4,08	0,46	130,84
3159	Местный	6,04	6,36	2,26	0,51	316,25
3160	Gubka	2,22	1,44	1,75	0,16	712,14
3161	Местный	4,74	5,38	3,76	0,34	518,00
3162	Местный	3,97	4,34	2,94	0,29	383,58
3163	Местный	1,55	1,21	1,19	0,20	448,36
3165	Мраморный	0,21	0,31	6,99	0,12	103,37
3167	Арап	3,67	5,48	2,93	0,30	540,29
3168	Бумер	3,23	4,05	2,50	0,25	321,98
3169	Пушок	3,44	6,57	2,08	0,23	12,94
3170	Галчонок	4,66	4,48	1,66	0,34	136,28
3171	Северный блюз F <sub>1</sub>	3,14	5,04	2,19	0,22	150,20
3155	Bowie F <sub>1</sub>	5,62	6,31	4,20	0,42	630,72
3166	Ажур F <sub>1</sub>	3,07	3,24	2,44	0,29	816,45
3164	Буржуй F <sub>1</sub>	1,57	1,17	1,26	0,11	1031,40
Наименьшее значение (Min)		0,21	0,31	1,19	0,11	12,94
Наибольшее значение (Max)		6,84	8,29	6,99	0,52	1031,40
Среднее значение (Mean)		3,77	4,56	2,98	0,30	410,86
Среднее отклонение (Std.Dev.)		1,72	2,32	1,45	0,12	280,85
Медиана (Median)		3,67	4,76	2,50	0,29	341,82
НСР <sub>05</sub>		1,7	2,3	1,4	0,1	-

\*- показатели, у которых распределение отличается от нормального



ствия пигментов и других биологически активных веществ. Причиной появления черной и коричневой окраски могут быть бесцветные вещества из группы кахетинов и хлорогеновая кислота.

Присутствие хлорофилла b придает мякоти плода баклажана зеленоватую окраску. Соотношение хлорофиллов a и b варьировало от 1:1 до 1:2 (к-3269, Пушок, Россия). Наибольшей суммой хлорофиллов характеризовались местные образцы из Армении (к-3156, к-3158, к-3159) с невысоким содержанием антоцианов.

Содержание каротиноидов варьировало у армянских образцов от 1,19 до 5,24 мг/100 г, у гибридов F<sub>1</sub> – от 1,26 до 4,20 мг/100 г. Максимальное содержание каротиноидов 6,99 мг/100 г отмечено у образца Мраморный (к-3165, Россия). Образец Местный (к-3156, Армения), уступая предыдущему 1,75 мг/100 г, выделился по содержанию β-каротина.

В работе Vidaramali et al. (2020), в результате изучения 20 образцов баклажана с различной окраской плода, выявлено содержание антоцианов в пределах 0,05 до 18,85 мг/100 г, хлорофиллов – в пределах 0,11 до 2,70 мг/100 г. В работе Чулкова и др. (2012) изучено 9 образцов с черно-фиолетовой и темно-фиолетовой окраской плода и выявлено содержание антоцианов в пределах 37,7-212,0 мг/100 г. Сведений по содержанию каротиноидов в плодах баклажана недостаточно, в отдельных работах говорится о содержании лютеина и зеаксантина в плодах [13, 31].

Таким образом, полученные нами результаты по содержанию пигментов и антоцианов в плодах баклажана вносят существенный вклад в знание пределов изменчивости данных показателей.

В результате выделены образцы с высоким содержанием биологически активных веществ в плодах в технической спелости (рис. 1 и 2); ниже приведена их характеристика по морфологическим, фенологическим и хозяйственно-ценным признакам.

**Местный, к-3156, Армения.** Растение высокорослое (2,0-2,2 м). Междоузлия длинные. Черешок 13-16

см. Лист крупный (39429 см), зеленый, яйцевидно-заостренной формы, опушение среднее, изрезанность края средняя, шипы отсутствуют. Цветки одиночные, лепесток венчика остроугольный. Венчик крупный, сиреневый, тычинки желтые. Чашечка с редкими шипами. Плод цилиндрический, длиной 19-22 см, наименьший диаметр у основания 4,0-4,5 см, наибольший 5,0-6,0 см, длина плодоножки 8-10 см. Окраска в технической спелости темно-фиолетовая. Поверхность плода глянцевая. Мякоть зеленоватобелая, средней плотности, без горечи. Масса плода составляет 200-250 г. Окраска плода в биологической спелости – коричневато-желтая, масса 0,8-1,2 кг. Среднеранний. От массовых всходов до технической спелости – 120-130 суток, до биологической – 150-160 суток, период плодоношения составляет 50-65 суток.

**Местный, к-3159, Армения.** Растение высокорослое (2,0-2,2 м). Междоузлия длинные. Черешок 16-18 см. Лист крупный (39428 см), зеленый, яйцевидно-заостренной формы, опушение среднее, изрезанность края средняя, шипы отсутствуют. Цветки одиночные, лепесток венчика остроугольный. Венчик крупный, сиреневый, тычинки желтые. Плод цилиндрический, длиной 20-22 см, наименьший диаметр у основания 4,0-5,2 см, наибольший 5,0-6,0 см, длина плодоножки 7-8 см. Окраска в технической спелости темно-фиолетовая. Поверхность плода глянцевая. Мякоть зеленоватобелая, средней плотности, без горечи. Масса плода составляет 200-250 г. Окраска плода в биологической спелости – коричневато-желтая, масса 1,0-1,7 кг. Скороспелый. От массовых всходов до технической спелости – 100-110 суток, до биологической – 145-155 суток, период плодоношения составляет 55-65 суток.

**Местный, к-3161, Армения.** Растение высокорослое (2,0-2,2 м). Междоузлия длинные. Черешок 14-18 см. Лист крупный (36429 см), зеленый, яйцевидно-заостренной формы, опушение среднее, изрезанность края средняя, шипы отсутствуют. Цветки оди-



Рис. 1. Местные образцы баклажана из Армении: 1 – к-3156, 2 – к-3159, 3 – к-3161  
 Fig. 1. Local samples of eggplant from Armenia: 1 – k-3156, 2 – k-3159, 3 – k-3161

ночные, лепесток венчика остроугольный. Венчик крупный, сиреневый, тычинки желтые. Плод цилиндрический, длиной 19-22 см, наименьший диаметр у основания 4,0-4,5 см, наибольший 5,0-6,0 см, длина плодоножки 7-10 см. Окраска в технической спелости темно-фиолетовая. Поверхность плода глянцевая. Мякоть зеленовато-белая, средней плотности, без горечи. Масса плода составляет 230-300 г. Окраска плода в биологической спелости – светло-коричневая, масса 0,8-1,1 кг. Среднеранний. От массовых всходов до технической спелости – 120-130 суток, до биологической – 150-155 суток, период плодоношения составляет 55-65 суток.

**Буржуй F<sub>1</sub>, к-3164, Россия.** В Госреестре с 2007 года. Растение высокорослое (1,9-2,2 м). Междузлия длинные. Черешок 16-18 см. Лист крупный (42x33 см), зеленый, широкоовальной формы, опушение среднее, изрезанность края средняя, шипы отсутствуют. Цветки в соцветии по 3-4, лепесток венчика остроугольный. Венчик крупный, сиреневый, тычинки желтые. Плод шаровидный или овальный, диаметром 9-11 см. Окраска в технической спелости фиолетовая. Поверхность плода глянцевая. Мякоть белая, средней плотности, без горечи. Масса плода составляет 300-400 г. Окраска плода в биологической спелости – светло-коричневая, масса 0,9 кг. Среднеранний. От массовых всходов до технической спелости – 120-130 суток, до биологической – 150-160 суток, период плодоношения составляет 55-65 суток.

**Bowie F<sub>1</sub>, к-3155, Нидерланды.** В Госреестре с 2019 года. Растение высокорослое (2,1-2,4 м). Междузлия длинные. Черешок 18-21 см. Лист крупный (39x31 см), зеленый, широкоовальной формы, опушение среднее, изрезанность края средняя, шипы отсутствуют. Цветки в соцветии по 2-4. Венчик крупный, сиреневый, тычинки желтые. Плод удлинено-грушевидный, длиной 16-22 см, наименьший диаметр у основания 4,5-5,5 см, наибольший 6,7-9,0 см. длина плодоножки 6-11 см. Окраска плода в технической спелости черно-фиолето-

вая. Поверхность плода гладкая, глянцевая. Мякоть зеленовато-белая, средней плотности, без горечи. Масса плода составляет 270-370 г. Окраска плода в биологической спелости – коричневая или красновато-коричневая, масса 0,9-1,1 кг. Раннеспелый. От массовых всходов до технической спелости – 90-110 суток, до биологической – 150-155 суток, период плодоношения составляет 70-85 суток. Урожайный.

**Ажур F<sub>1</sub>, к-3166, Россия.** В Госреестре с 2019 года. Растение высокорослое (2,0-2,3 м). Междузлия длинные. Черешок 17-19 см. Лист крупный (42x30 см), зеленый, широкоовальной формы, опушение среднее, изрезанность края слабая, шипы отсутствуют. Цветки в соцветии по 3-4, лепесток венчика остроугольный. Венчик крупный, сиреневый, тычинки желтые. Плод удлинено-грушевидный, длиной 17-21 см, наименьший диаметр у основания 4,0-5,0 см, наибольший 6,4-7,0 см. длина плодоножки 6-10 см. Окраска в технической спелости темно-фиолетовая. Поверхность плода глянцевая. Мякоть белая, средней плотности, без горечи. Масса плода составляет 240-350 г. Окраска плода в биологической спелости – коричнево-желтая, масса 1,1-1,3 кг. Среднеранний. От массовых всходов до технической спелости – 120-125 суток, до биологической – 150-160 суток, период плодоношения составляет 60-75 суток. Урожайный.

### Заключение

Таким образом, в результате биохимической оценки выделены образцы с высоким содержанием биологически активных веществ в плодах технической спелости: Буржуй F<sub>1</sub> (к-3164), Ажур F<sub>1</sub> (к-3166) из России, местные образцы из Армении: к-3156, к-3159, к-3161, к-3163. Стабильность биохимических показателей для селекционных сортов и гибридов F<sub>1</sub> косвенно отражает ограниченность исходного материала западноевропейской разновидностью. Местные сорта Армении, несмотря на фенотипическую однородность, имеют генетический потенциал.

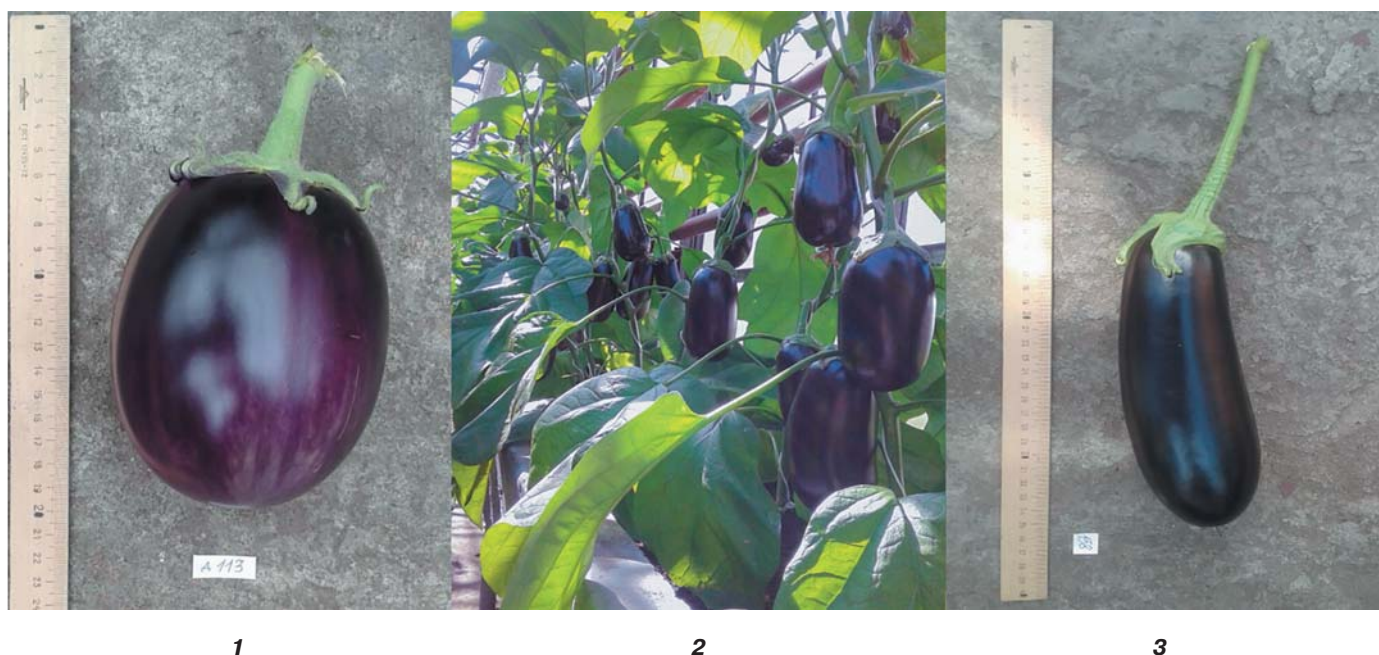


Рис. 2. Образцы баклажана: 1 – Буржуй F<sub>1</sub> (к-3164, Россия), 2 – Bowie F<sub>1</sub> (к-3155, Нидерланды), 3 – Ажур F<sub>1</sub> (к-3166, Россия)  
Fig.2. Samples of eggplant: 1 – Bourgeois F<sub>1</sub> (к-3164, Russia), 2 – Bowie F<sub>1</sub> (к-3155, the Netherlands), 3 – Azhur F<sub>1</sub> (к-3166, Russia)



**Об авторах:**

**Ирина Валерьевна Гашкова** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, i.gashkova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8758-893X>

**Алла Евгеньевна Соловьева** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, alsol64@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6201-4294>

**Анастасия Борисовна Курина** – научный сотрудник, nastya\_n11@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3197-4751>

**About the authors:**

**Irina V. Gashkova** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, i.gashkova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8758-893X>

**Alla E. Solovieva** – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, alsol64@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6201-4294>

**Anastasia B. Kurina** – Researcher, nastya\_n11@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3197-4751>

## • Литература / References

- Ma C., Whitaker B.D., Kennelly E.J. New 5-O-caffeoylquinic acid derivatives in fruit of the wild eggplant relative *Solanum viandum*. *J. Agric. Food Chem.* 2010;58(20):11036–11047. doi: 10.1021/jf102963f.
- Lutharia D., Singh A.P., Wilson T., Vorsa N., Banuelos G.S., Vinyard B.T. Influence of conventional and organic agricultural practices on the phenolic content in eggplant pulp, plant to plant variation. *Food Chem.* 2010;(121):406–411. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.12.055.
- Гераськина Н.Н., Огнев В.В. Особенности выращивания белоплодных форм баклажана. *Картофель и овощи.* 2018;(7):12-15. DOI:10.25630/PAV.2018.7.18240
- Kwon Y.I., Apostolidis E., Shetty K. In vitro studies of eggplant (*Solanum Melongena*) phenolics as inhibitors of key enzymes relevant for type 2 diabetes and hypertension. *Bioresour. Technol.* 2008;99(8):2981-2988. doi: 10.1016/j.biortech.2007.06.035
- Matsubara K., Kaneyuki T., Miyake T., Mori M. Antiangiogenic activity of nasunin, antioxidant anthocyanin, in eggplant peels. *J Agr Food Chem.* 2005;53(16):6272-6275. doi: 10.1021/jf050796r
- Ichianagi T., Kashiwada Y., Shida Y., Ikeshiro Y., Kaneyuki T., Konishi T. Nasunin from eggplant consists of cis-trans isomers of delphinidin 3-[4-(p-coumaroyl)-L-rhamnosyl (1-->6)glucopyranoside]-5-glucopyranoside. *J. Agric. Food Chem.* 2005;53(24):9472-7. doi: 10.1021/jf051841y.
- Casati L., Pagani F., Braga P., Scalzo R.L., Sibilia V. Nasunin, a new player in the field of osteoblast protection against oxidative stress. *Journal of Functional Foods.* 2016;(23):474-484. DOI:10.1016/J.JFF.2016.03.007
- Верба В.М., Мамедов М.И., Пышная О.Н., Шмыкова Н.А. Фенольные соединения в плодах различных видов баклажана (*Solanum melongena*, *S. integrifolium*, *S. aethiopicum*) и их гибридов F<sub>1</sub> селекции ВНИИССОК. *Овощи России.* 2011;(3):28-33.
- Azuma K., Ohyama A., Ippoushi K., Ichianagi T., Takeuchi A., Saito T., Fukuoka H. Structures and antioxidant activity of anthocyanin in many accessions of eggplant and its related species. *J. Agric. Food Chem.* 2008;56(21):10154-10159. doi: 10.1021/jf801322m.
- Fucumoto L., Mazza G. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *J. Agric. Chem.* 2000;48(8):3597-3604. doi: 10.1021/jf000220w.
- Shen K.H., Hung J.H., Chang C.W., Weng Y.T., Wu M.J., Chen P.S. Solasodine inhibits invasion of human lung cancer cell through downregulation of miR-21 and MMPs expression. *Chemico-Biological Interactions.* 2017;(268):129-135. doi: 10.1016/j.cbi.2017.03.005.
- Методические указания по селекции сортов и гибридов перца, баклажана для открытого и защищенного грунта. Москва, 1997. 88 с.
- Igwe S.A., Akunyili D.N., Ogbogu C. Effects of *Solanum melongena* (garden egg) on some visual functions of visually active Igbos of Nigeria. *J. Ethnopharmacol.* 2003;86(2-3):135–138. doi: 10.1016/S0378-8741(02)00364-1.
- Welch C.R., Wu Q., Simon J.E. Anti-proliferative and antioxidant properties of anthocyanin rich extracts from blueberry and blackcurrant juice. *Curr. Anal. Chem.* 2008;(4):75-77.
- Мамедов М.И., Пышная О.Н., Джос Е.А., Шмыкова Н.А., Супрунова Т.П., Митрофанова О.А., Верба В.М. Селекция баклажана. М., 2015. 261 с.
- Ahmed F.A., Mubassara S., Sultana T. Phytoconstituents, bioactivity and antioxidant potential of some commercial brinjal (*Solanum melongena* L.) cultivars of Bangladesh. *Jahangirnagar University Journal of Biological Sciences.* 2017;5(2):41-50. DOI: 10.3329/jujbs.v5i2.32529.
- Fraikue F.B. Unveiling the potential utility of eggplant: a review. *Conference Proceedings of INCEDI.* 2016;(1):883-895.
- Plazas M., Lopez-Gresa M.P., Vilanova S., Torres C., Hurtado M., Gramazio P., Andujar I., Herraiz F.J., Belles J.M., Prohens J. Diversity and relationships in key traits 38 for functional and apparent quality in a collection of eggplant: fruit phenolics content, antioxidant activity, polyphenol oxidase activity, and browning. *J. Agr. Food Chem.* 2013;61(37):8871- 8879. doi: 10.1021/jf402429k.
- Tajik N., Tajik M., Mack I., Enck P. The potential effects of chlorogenic acid, the main phenolic components in coffee, on health: a comprehensive review of the literature. *Eur. J. Nutr.* 2017;56(7):2215-2244. doi: 10.1007/s00394-017-1379-1.
- Naeem M.Y., Ugur S. Nutritional Content and Health Benefits of Eggplant. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology.* 2019;7(3):31–36. DOI: 10.24925/turjaf.v7isp3.31-36.3146
- Гаранько И.Б., Воронина М.В., Штрейс Р.И., Аношин Н.А., Куницина Е.Д., Гусева З.А. Выращивание сладкого перца в зимних и пленочных теплицах. Методические указания. Л.: ВИР, 1974. 16 с.
- Дикий С.П., Воронина М.В., Студенцова Л.И., Корнейчук В.А., Петров Х., Дойкова М. Международный классификатор СЭВ вида *Solanum melongena* L. Л.: ВИР, 1979. 34 с.
- Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. Методы биохимического исследования растений. Л., 1987.
- Чухахина Г.Н., Масленников П.В. Методы анализа витаминов: Практикум. Калининград: Изд-во КГУ, 2004. С.20-21.
- Shabetya O.N., Kotsareva N.V., Nasser A.M., Katskaya A.G., Al-Maidi A.A.KH. Biochemical composition of eggplant and its change during storage. *Plant archives.* 2020;20(2):385-388.
- Bidaramali V., Akhtar Sh., Das A. Proximate composition and bioactive compounds in diverse eggplant genotypes. *Current Journal of Applied Science and Technology.* 2020;39(4):113-121. DOI: 10.9734/cjast/2020/v39i430537.
- Kumari R., Akhtar S., Siddiqui M.W., Solankey S.S. Morpho-biochemical characterization and trait inter-relationship in brinjal germplasm. *Journal of Crop and Weed.* 2018;14(2):51-60.
- Kandoliya U.K., Bajaniya V.K., Bhadja N.K., Bodar N.P. Antioxidant and nutritional components of eggplant (*Solanum melongena* L) fruit grown in Saurashtra region. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.* 2015;4(2):806-813.
- Gürbüz N., Uluişik S., Fray A., Fray A., Doğanlar S. Health benefits and bioactive compounds of eggplant. *Food Chem.* 2018;(268):602-610. doi:10.1016/j.foodchem.2018.06.093
- Ayaz F.A., Colak N., Topuz M. et al. Comparison of Nutrient Content in Fruit of Commercial Cultivars of Eggplant (*Solanum melongena* L.). *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences.* 2015;65(4):251-259. doi:10.1515/pjfn-2015-0035.
- Aruna G., Mamatha B. S., Baskaran V. Lutein content of selected Indian vegetables and vegetable oils determined by HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis.* 2009;(22):632-636. DOI: 10.1016/j.jfca.2009.03.006.



## • References

1. Ma C., Whitaker B.D., Kennelly E.J. New 5-O-caffeoylquinic acid derivatives in fruit of the wild eggplant relative *Solanum vianun*. *J. Agric. Food Chem.* 2010;58(20):11036–11047. doi: 10.1021/jf102963f.
2. Lutharia D., Singh A.P., Wilson T., Vorsa N., Banuelos G.S., Vinyard B.T. Influence of conventional and organic agricultural practices on the phenolic content in eggplant pulp, plant to plant variation. *Food Chem.* 2010;(121):406–411. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.12.055.
3. Geraskina N.N., Ognev V.V. Peculiarities of growing for white forms of eggplant. *Kartofel' i ovoschi.* 2018;(7):12-15. (In Russ.) DOI:10.25630/PAV.2018.7.18240
4. Kwon Y.I., Apostolidis E., Shetty K. In vitro studies of eggplant (*Solanum Melongena*) phenolics as inhibitors of key enzymes relevant for type 2 diabetes and hypertension. *Bioresour. Technol.* 2008;99(8):2981-2988. doi: 10.1016/j.biortech.2007.06.035
5. Matsubara K., Kaneyuki T., Miyake T., Mori M. Antiangiogenic activity of nasunin, antioxidant anthocyanin, in eggplant peels. *J Agr Food Chem.* 2005;53(16):6272-6275. doi: 10.1021/jf050796r
6. Ichianagi T., Kashiwada Y., Shida Y., Ikeshiro Y., Kaneyuki T., Konishi T. Nasunin from eggplant consists of cis-trans isomers of delphinidin 3-[4-(p-coumaroyl)-L-rhamnosyl (1-->6)glucopyranoside]-5-glucopyranoside. *J. Agric. Food Chem.* 2005;53(24):9472-7. doi: 10.1021/jf051841y.
7. Casati L., Pagani F., Braga P., Scalzo R.L., Sibilva V. Nasunin, a new player in the field of osteoblast protection against oxidative stress. *Journal of Functional Foods.* 2016;(23):474-484. DOI:10.1016/J.JFF.2016.03.007
8. Verba V.M., Mamedov M.I., Pishnaya O.N., Shmikova N.A. Phenolics of fruits of eggplant (*Solanum melongena*, *S. integrifolium*, *S. aethiopicum*) and hybrids F<sub>1</sub> from VNISSOK. *Vegetable crops of Russia.* 2011;(3):28-33. (In Russ.)
9. Azuma K., Ohyama A., Ippoushi K., Ichianagi T., Takeuchi A., Saito T., Fukuoka H. Structures and antioxidant activity of anthocyanin in many accessions of eggplant and its related species. *J. Agric. Food Chem.* 2008;56(21):10154-10159. doi: 10.1021/jf801322m.
10. Fucumoto L., Mazza G. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *J. Agric. Chem.* 2000;48(8):3597-3604. doi: 10.1021/jf000220w.
11. Shen K.H., Hung J.H., Chang C.W., Weng Y.T., Wu M.J., Chen P.S. Solasodine inhibits invasion of human lung cancer cell through downregulation of miR-21 and MMPs expression. *Chemico-Biological Interactions.* 2017;(268):129-135. doi: 10.1016/j.cbi.2017.03.005.
12. Guidelines for the selection of varieties and hybrids of pepper, eggplant for open and protected ground. *Moscow*, 1997. 88 p. (In Russ.)
13. Igwe S.A., Akunyili D.N., Ogbogu C. Effects of *Solanum melongena* (garden egg) on some visual functions of visually active Igbos of Nigeria. *J. Ethnopharmacol.* 2003;86(2-3):135–138. doi: 10.1016/S0378-8741(02)00364-1.
14. Welch C.R., Wu Q., Simon J.E. Anti-proliferative and antioxidant properties of antocyanin rich extracts from blueberry and blackcurrant juice. *Curr. Anal. Chem.* 2008;(4):75-77.
15. Mamedov M.I., Pishnaya O.N., Djios E.A., Shmikova N.A., Suprunova T.P., Mitrofanova O.A., Verba V.M. Breeding of eggplant. *Moscow*, 2015. 261 p. (In Russ.)
16. Ahmed F.A., Mubassara S., Sultana T. Phytoconstituents, bioactivity and antioxidant potential of some commercial brinjal (*Solanum melongena* L.) cultivars of Bangladesh. *Jahangirnagar University Journal of Biological Sciences.* 2017;5(2):41-50. DOI: 10.3329/jujbs.v5i2.32529.
17. Fraikue F.B. Unveiling the potential utility of eggplant: a review. *Conference Proceedings of INCEDI.* 2016;(1):883-895.
18. Plazas M., Lopez-Gresa M.P., Vilanova S., Torres C., Hurtado M., Gramazio P., Andujar I., Herraiz F.J., Belles J.M., Prohens J. Diversity and relationships in key traits 38 for functional and apparent quality in a collection of eggplant: fruit phenolics content, antioxidant activity, polyphenol oxidase activity, and browning. *J. Agr. Food Chem.* 2013;61(37):8871- 8879. doi: 10.1021/jf402429k.
19. Tajik N., Tajik M., Mack I., Enck P. The potential effects of chlorogenic acid, the main phenolic components in coffee, on health: a comprehensive review of the literature. *Eur. J. Nutr.* 2017;56(7):2215-2244. doi: 10.1007/s00394-017-1379-1.
20. Naeem M.Y., Ugur S. Nutritional Content and Health Benefits of Eggplant. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology.* 2019;7(3):31–36. DOI: 10.24925/tur-jaf.v7isp3.31-36.3146
21. Garanko I.B., Voronina M.V., Shtreys R.I., Anoshin N.A., Kunitsina E.D., Guseva Z.A. Cultivate of pepper sweet in glasshouse and polymers' hothouse. *Leningrad: VIR*, 1974. 16 p. (In Russ.)
22. Dikiy S.P., Voronina M.V., Studentsova L.I., Korneychuk V.A., Petrov H., Doykova M. The international comecon list of descriptors for species *Solanum melongena* L. *Leningrad: VIR*, 1979. 34 p. (In Russ.)
23. Ermakov A. I., Arasimovich V. V., Jarosh N. P. et. al. Methods of biochemical research in plants. *Leningrad*, 1987. (In Russ.)
24. Chupakhina G.N., Maslennikov P.V. Methods of analysis of vitamins: Workshop. *Kaliningrad: KSU Publishing House*, 2004. P.20-21. (In Russ.)
25. Shabetya O.N., Kotsareva N.V., Nasser A.M., Katskaya A.G., Al-Maidi A.A.KH. Biochemical composition of eggplant and its change during storage. *Plant archives.* 2020;20(2):385-388.
26. Bidaramali V., Akhtar Sh., Das A. Proximate composition and bioactive compounds in diverse eggplant genotypes. *Current Journal of Applied Science and Technology.* 2020;39(4):113-121. DOI: 10.9734/cjast/2020/v39i430537.
27. Kumari R., Akhtar S., Siddiqui M.W., Solankey S.S. Morpho-biochemical characterization and trait inter-relationship in brinjal germplasm. *Journal of Crop and Weed.* 2018;14(2):51-60.
28. Kandoliya U.K., Bajaniya V.K., Bhadja N.K., Bodar N.P. Antioxidant and nutritional components of eggplant (*Solanum melongena* L) fruit grown in Saurashtra region. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.* 2015;4(2):806-813.
29. Gürbüz N., Uluişik S., Frary A., Frary A., Doğanlar S. Health benefits and bioactive compounds of eggplant. *Food Chem.* 2018;(268):602-610. doi:10.1016/j.foodchem.2018.06.093
30. Ayaz F.A., Colak N., Topuz M. et al. Comparison of Nutrient Content in Fruit of Commercial Cultivars of Eggplant (*Solanum melongena* L.). *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences.* 2015;65(4):251-259. doi:10.1515/pjfn-2015-0035.
31. Aruna G., Mamatha B.S., Baskaran V. Lutein content of selected Indian vegetables and vegetable oils determined by HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis.* 2009;(22):632-636. DOI: 10.1016/j.jfca.2009.03.006.

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-96-104>  
УДК 635.33:631.547.1:581.19

О.В. Ушакова, А.В. Молчанова,  
Л.Л. Бондарева

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14. [ems.vniissok@mail.ru](mailto:ems.vniissok@mail.ru), [vovka\\_ks@rambler.ru](mailto:vovka_ks@rambler.ru), [Lyda\\_bondareva@mail.ru](mailto:Lyda_bondareva@mail.ru)

**Благодарности:** Авторы выражают глубокую признательность Н.А. Голубкиной за ценные советы и замечания при обсуждении рукописи, Е.Г. Ефимовой за помощь в ее выполнении и А.П. Лебедеву за фотографии материала исследований.

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

**Вклад авторов:** О.В. Ушакова и А.В. Молчанова провели исследование, получили и проанализировали полученные результаты. Л.Л. Бондарева предоставила селекционный материал для исследования и оказывала консультационную помощь. Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи, рассмотрели и одобрили это заключение.

**Для цитирования:** Ушакова О.В., Молчанова А.В., Бондарева Л.Л. Содержание биологически активных веществ в проростках капусты рода *Brassica* L. *Овощи России*. 2021;(1):96-104. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-96-104>

**Поступила в редакцию:** 24.12.2020  
**Принята к печати:** 26.01.2021  
**Опубликована:** 25.02.2021

Olga V. Ushakova, Anna V. Molchanova,  
Lyudmila L. Bondareva

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" (FSBSI FSVC) 14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsov district, Moscow region, Russia, 143072 [ems.vniissok@mail.ru](mailto:ems.vniissok@mail.ru), [vovka\\_ks@rambler.ru](mailto:vovka_ks@rambler.ru), [Lyda\\_bondareva@mail.ru](mailto:Lyda_bondareva@mail.ru)

**Acknowledgment.** The authors are deeply grateful to N.A. Golubkina for valuable advice and comments when writing the article, E.G. Efimova for help in its implementation and A.P. Lebedev for photographs of the research material.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** Olga V. Ushakova – conceived the experiment, Olga V. Ushakova and Anna V. Molchanova performed the research, did the data management and analyzed the data. Lyudmila L. Bondareva provided breeding material for the study and consulting assistance. All authors contributed equally to the writing of the article. All authors reviewed and approved this submission.

**For citations:** Ushakova O.V., Molchanova A.V., Bondareva L.L. Content of biologically active substances in seedlings of cabbage of the genus *Brassica* L. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):96-104. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-96-104>

**Received:** 24.12.2020  
**Accepted for publication:** 26.01.2021  
**Accepted:** 25.02.2021

# Содержание биологически активных веществ в проростках капусты рода *Brassica* L.



## Резюме

**Актуальность.** В настоящее время исследователи активно изучают проростки овощных культур, особенности их роста и развития, пищевую ценность. Фотосинтезирующие проростки, как модельный объект, интересен как при изучении пищевой ценности, так и видовой реакции растительного организма при культивировании. В связи с этим, комплексное изучение биологически активных соединений в проростках капустных культур, является актуальным.

**Материал и методика.** Исследование проводили на базе лабораторно-аналитического отдела ФГБНУ «Федерального научного центра овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО). Материалом исследований являлись проростки капусты китайской (*Brassica chinensis* L.) – сорт Веснянка, капусты брокколи (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) – сорт Тонус, капусты декоративной (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* DC.) – сорт Малиновка, капусты кольраби (*Brassica oleracea* var. *gongyolodes* L.) – гибрид F<sub>1</sub> Соната и сорт Венская белая 1350, капусты краснокочанной (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* (L.) Alef. var. *capitata* L. f. *rubra* (L.) Thell.) – сорт Гако 741. Семена урожая 2018 года проращивали в кассетах на фильтровальной бумаге, используя дистиллированную воду. Кассеты с семенами помещали в термостат, при постоянном освещении и температуре 25°C. Проращивали в течение 8 суток, после чего проводили биохимический анализ исследуемых образцов.

**Результаты.** Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в исследованных проростках капустных культур находилось в пределах концентраций от 3,58-4,57 мг-экв ГК/г (сырой массы). По этому показателю у 8-суточных проростков максимальными значениями выделялась капуста краснокочанная. Суммарное содержание антиоксидантов в спиртовом экстракте составило от 21,24 до 28,23 мг-экв ГК/г (сухой массы), содержание полифенолов – в пределах 16,39-24,94 мг-экв ГК/г (сухой массы). В результате исследований выявлены прямые корреляционные взаимосвязи изученных признаков: высокая – между содержанием водорастворимых антиоксидантов и сухого вещества ( $r=0,72...0,98$ ) и между содержанием каротиноидов и хлорофиллов ( $r=0,98...0,99$ ).

**Ключевые слова:** проростки, капустные культуры, биологически активные соединения, антиоксиданты, полифенолы, фотосинтетические пигменты

# Content of biologically active substances in seedlings of cabbage of the genus *Brassica* L.

## Abstract

**Relevance.** Photosynthetic seedlings, as a model object, are interesting both in the study of nutritional value and the species response of a plant organism to the cultivation.

**Material and methods.** The study was carried out on the basis of the laboratory analytical department of the FSBSI FSVC. The material of the research was sprouts of *Brassica chinensis* L., cv. Vesnyanka; *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck, cv. Tonus; *Brassica oleracea* L. convar. *acephala* DC., cv. Malinovka; *Brassica oleracea* var. *gongyolodes* L., hybrid F<sub>1</sub> Sonata and cv. Venskaya Belaya 1350; *Brassica oleracea* L. convar. *capitata* (L.) Alef. var. *capitata* L. f. *rubra* (L.) Thell., cv. Gako 741. The seeds of the 2018 harvest were germinated in filter paper cassettes using distilled water. The cassettes with seeds were placed in a thermostat under constant illumination and a temperature of 25°C. They have been germinated for 8 days, after which a biochemical analysis of the samples was carried out.

**Results.** It was found out that the total content of water-soluble antioxidants in the studied of cabbage crops was in the range of concentrations from 3.58-4.57 mg-eq HA/g (wet weight). According to this indicator of 8-day-old seedlings, red cabbage variety Gako 741 was distinguished by the maximum values. The total content of antioxidants in the alcoholic extract ranged from 21.24 to 28.23 mg-eq HA/g (dry weight). The content of polyphenols – in the concentration range of 16.39-24.94 mg-eq of HA/g (dry weight). As a result of the research, direct correlations of the studied characteristics were revealed. A high correlation was shown between the content of water-soluble antioxidants and dry matter ( $r=0.72...0.98$ ) and between the content of carotenoids and chlorophylls ( $r=0.98...0.99$ ).

**Keywords:** seedlings, cabbage crops, biologically active compounds, antioxidants, polyphenols, photosynthetic pigments

## Введение

Одним из популярных направлений в области здорового питания является применение пророщенных семян различных сельскохозяйственных и дикорастущих культур. Среди них проростки капустных культур семейства *Brassica* L. выделяются высоким содержанием глюкозинолатов (GLSs) и фенольных соединений [1, 2, 3]. Проростки – это продукция, фаза молодого растения, растущего на каком-либо субстрате, имеющего развитый гипокотиль, развернутые зеленые семядоли, у ряда культур – зачатки первичных листьев или их наличие [4].

Широко распространено любительское производство проростков (выращивание в домашних условиях) и мелкое промышленное производство. Кроме того, высок интерес к их использованию в различных отраслях промышленности – для витаминизации блюд и расширения ассортимента выпускаемой продукции [5,6]. Как правило, для получения проростков используют семена зерновых и овощных растений. Съедобные ростки в возрасте нескольких дней богаты питательными веществами и другими биологически активными соединениями, так как в процессе прорастания синтезируются витамины и другие биологически активные соединения, накапливается энергия для развития растения. Обычно проростки едят в сыром виде и практически не хранят, что позволяет употреблять их с максимальной пользой [7]. Более того, минеральные вещества в проростках хелатированы, т.е. находятся в естественном состоянии – связаны с аминокислотами и потому хорошо усваиваются организмом человека [8].

В течение последних десятилетий был изучен и охарактеризован широкий спектр растений и их проростков, которые могут оказать воздействие на здоровье человека в зависимости от их питательной ценности и биоактивного состава, условий выращивания. Например, исследовано влияние излучения UV-A LEDs на питательную ценность проростков горчицы, кольраби, брокколи, капусты японской [9,10]. При исследовании накопления водорастворимых антиоксидантов у проростков двух сортов амаранта было установлено, что ранний период онтогенеза характеризуется активным их синтезом [11]. Сравнение показателей антиоксидантной активности проростков семян лука репчатого и многолетних луков с аналогичными данными для взрослых растений [12] показало, что содержание полифенолов и уровень антиоксидантной активности (АОА) в среднем в 3-5 раз выше у проростков семян луковых культур. Исследования проростков показали, что проростки семян многолетних луков и лука репчатого мало различаются по содержанию полифенолов и антиоксидантной активности [13]. На примере семян и проростков рукколы (*Eruca sativa* Mill.) [14] обсуждается механизм и актуальность исследований антиоксидантной активности глюкоэруцина и эруцина, вторичных метаболитов, содержащихся в данной зеленой культуре.

Одним из направлений исследований пищевой ценности является изучение динамики накопления питательных веществ в процессе прорастания. Так, в работе польских учёных на примере проростков чечевицы (*Lens culinaris* Medik.) и маша (*Vigna radiate* L.) R. Wilczek), целью которой являлась выявление оптимального срока их употребления в пищу, показано, что анти-

оксидантная активность, измеренная разными методами, максимальна на шестой день их выращивания [15]. Согласно данным [16], полученным на проростках семейства *Cruciferae*, максимальная антиоксидантная активность (на сырую массу) была у экстрактов из проростков капусты краснокочанной и горчицы белой в первый день прорастания.

Исследования, проведённые на проростках 4 видов капустных культур (брокколи (*Brassica oleraceae* L. var. *italica* Plenck), редиса (*Raphanus sativus* L.), красной горчицы (*Brassica juncea* (L.) Czern), кудрявой капусты (*Brassica oleraceae* var. *sabellica* L.)), выращенных на гидропонике, выявляют различия в биодоступности биологически активных веществ при моделировании стандартизированного процесса пищеварения в желудочно-кишечном тракте. Исследователями показано, что все проростки обеспечивали достаточное количество аскорбиновой кислоты (31-56 мг/100 г сырой массы) и суммы каротиноидов (162-224 мг β-каротина/100 г сухой массы). Тем не менее, проростки редиса и красной горчицы содержали наибольшее количество биодоступных изученных компонентов [17].

Активно изучаются проростки растений семейства *Brassicaceae* в связи с их высокой антиканцерогенностью [18, 19]. Особенно пристальное внимание уделено проросткам капусты брокколи, в которых было определено содержание глюкозинолатов и изотиоцианатов при разных условиях выращивания [20, 21].

Ранее исследованные нами проростки 11 сортов гороха овощного содержали каротиноиды в среднем 0,38 мг/г, водорастворимые антиоксиданты – 6,27 мг-экв ГК/г [22].

Целью наших исследований было определение биохимических параметров: содержание сухого вещества, суммарное содержание антиоксидантов в водном и спиртовом экстрактах, полифенолов и фотосинтетических пигментов в проростках капусты.

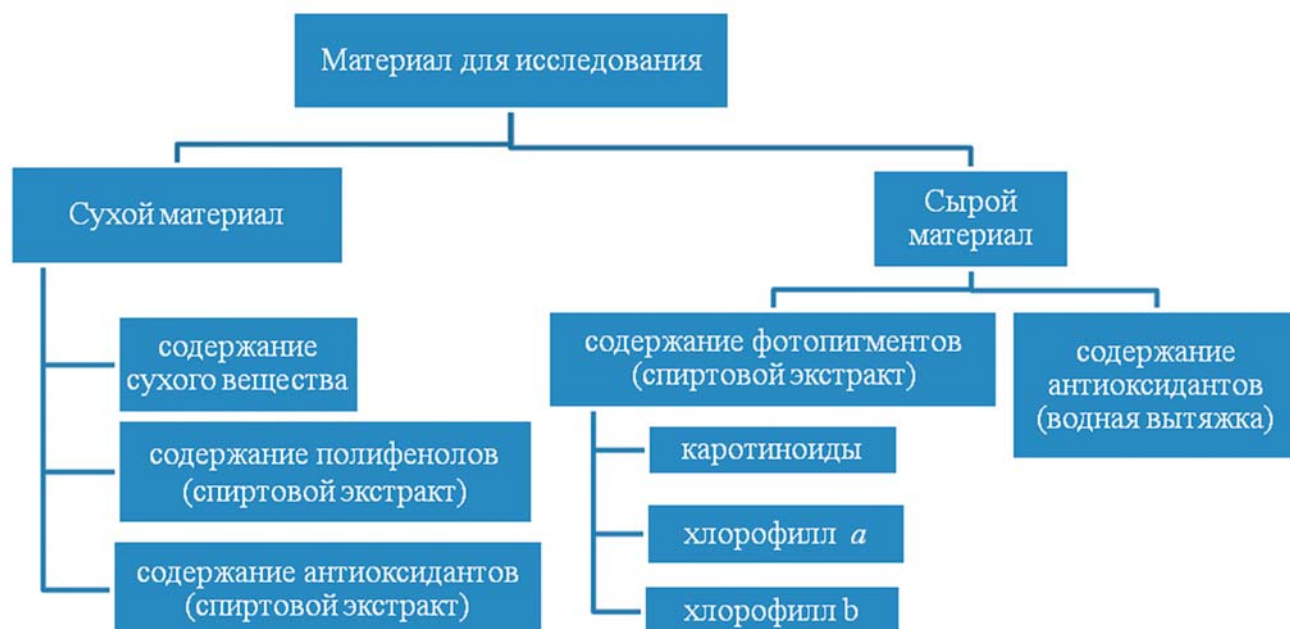
## Материалы и методы

Исследование проводили на базе лабораторно-аналитического отдела ФГБНУ ФНЦО.

**Материал исследований.** Проростки, выращенные из семян капустных культур рабочей коллекции лаборатории селекции и семеноводства капустных культур ФГБНУ ФНЦО: капусты китайской (*Brassica chinensis* L.) – сорт Веснянка, капусты брокколи (*Brassica oleraceae* L. var. *italica* Plenck) – сорт Тонус, капусты декоративной (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* DC.) – сорт Малиновка, капусты кольраби (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) – гибрид F<sub>1</sub> Соната и сорт Венская белая 1350, капусты краснокочанной (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* (L.) Alef. var. *capitata* L. f. *rubra* (L.) Thell.) – сорт Гако 741.

**Методика опыта.** Семена урожая 2018 года проверяли на пригодность к использованию для проращивания [23]. Проращивали в пластиковых кассетах на фильтровальной бумаге, используя дистиллированную воду, и помещали в термостат для роста растений GC-300TLH (Корея) при средней влажности воздуха 50%, при постоянном освещении и температуре 25°C, проращивали с регулярным увлажнением в течение 8 суток. Затем отделяли от семенных оболочек – ростки срезали у основания. Полученные проростки оценивали на





**Рис. 1. Схема проведения анализов**  
**Fig. 1. Scheme of the analysis**

содержание исследуемых параметров. Общая схема проведения биохимических исследований представлена на рисунке 1

Для определения уровня накопления полифенолов использовали колориметрический метод Фолина-Чиокалтеу [24] на спектрофотометре Unicо 2804 UV (США). Содержание полифенолов рассчитывали по калибровочной кривой, построенной по пяти концентрациям галловой кислоты (0–90 мкг/мл) в мг-эквивалентах галловой кислоты на 1 г сухой массы (мг-экв ГК/г с.м.).

Определение суммарного содержания антиоксидантов в водном и спиртовом экстрактах устанавливали по методу [25] титрованием 0.01 N раствора  $KMnO_4$  водным (сырой материал) и этанольным (сухой материал) экстрактами образцов проростков. Восстановление  $KMnO_4$  до бесцветного  $Mn^{+2}$  в этой реакции отражает количество антиоксидантов, растворенных в 70 % этаноле и дистиллированной воде. Результаты выражали в мг-эквивалентах галловой кислоты/г с.м. [24]. В качестве стандарта использовали галловую кислоту [26].

Для определения содержания хлорофиллов *a* и *b*, а также суммы каротиноидов брали навески каждого образца, экстрагировали 96% этанолом и результат

вычисляли на спектрофотометре с использованием методики Lichtenthaler et al. (1987) [27].

Содержание сухого вещества устанавливали методом высушивания навески до постоянного веса при температуре 70°C в течение 72 часов [28].

При проведении исследований отбирали среднюю пробу материала в четырехкратной повторности. Математическую и статистическую обработку результатов осуществляли с помощью пакета электронных таблиц MS Excel и мультиплетного теста Дункана.

**Результаты и обсуждение**

Проростки сельскохозяйственных культур активно используют в технологиях получения функциональных ингредиентов в пищевой промышленности. При этом достоверная оценка качества семян, используемых для получения проростков, имеет большое значение. Если значения всхожести низкие (по ГОСТ), то такие семена нежелательно использовать для проращивания, так как возникнет необходимость в увеличении нормы расхода исходного сырья. Также возрастает нежелательный риск дополнительной, за счет невсхожих семян, контаминации проростков вредными микроорганизмами. Семена других культур, в том числе и овощных, исполь-

**Таблица 1. Всхожесть семян капусты, %**  
**Table 1. Seed germination of cabbage, %**

Вариант	Всхожесть, %	Cv, %
Капуста китайская, сорт Веснянка	95±5a	5,3
Капуста брокколи, сорт Тонус	85±6b	7,1
Капуста декоративная, сорт Малиновка	87±0,5a	0,6
Капуста кольраби, гибрид F1 Соната	91±1a	1,1
Капуста кольраби, сорт Венская белая 1350	93±1a	1,1
Капуста краснокочанная, сорт Гако 741	86±0,5a	0,6

Таблица 2. Содержание сухого вещества в проростках капусты, %  
Table 2. Content of dry matter in seedlings of different of cabbage, %

Вариант	Сухое вещество, %	Cv, %
Капуста китайская, сорт Веснянка	7,18±0,24a	3,4
Капуста брокколи, сорт Тонус	8,38±0,54b	6,5
Капуста декоративная, сорт Малиновка	6,84±0,17c	2,5
Капуста кольраби, гибрид F <sub>1</sub> Соната	5,27±0,59d	11,7
Капуста кольраби, сорт Венская белая 1350	8,19±0,56b	6,9
Капуста краснокочанная, сорт Гако 741	9,41±0,49e	5,2
<i>M±SD</i>	7,54±0,59	7,9

зубые для проращивания, также должны иметь высокую всхожесть. Показатели качества используемых в эксперименте семян приведены в таблице 1.

Анализ всхожести семян показал, что они обладали достаточно высокими показателями всхожести для использования их при получении проростков. Значения в основном относились к семенам 1 класса.

Биохимические исследования проводят как на сыром материале, так и на сухом, с определенным значением показателя сухого вещества, выраженном в процентах. Известно, что содержание сухого вещества в листовой массе зеленых растений определяет способность их к накоплению питательных элементов, например, калия [29], с одной стороны, с другой – растения с минимальным содержанием сухого вещества обладают более нежной текстурой. В наших исследованиях проростки капусты краснокочанной сорта Гако 741 отличались наибольшим значением сухого вещества – 9,41%. (табл. 2). Наименьшее значение этого показателя было отмечено у проростков гибрида капусты кольраби F<sub>1</sub> Соната – 5,27%.

#### Исследования на сыром материале

Одним из параметров, определяющих защитное биологическое действие на организм человека, является измерение общей антиоксидантной активности

исследуемых растений [24].

Сравнение показателей содержания водорастворимых антиоксидантов у исследуемых сортов показало, что максимальное содержание водорастворимых антиоксидантов характерно для проростков капусты краснокочанной (сорт Гако 741) и составляет 4,57 мг-экв ГК/г сырой массы, а минимальное – для капусты кольраби (гибрид F<sub>1</sub> Соната) и капусты китайской (сорт Веснянка) – 3,58 мг-экв ГК/г сырой массы и 3,59 мг-экв ГК/г сырой массы, соответственно. Остальные же разновидности капусты имели близкое по значению содержание АО – в интервале от 3,83 до 4,06 мг-экв ГК/г сырой массы (табл. 3). При этом вариабельность содержания антиоксидантов в проростках была низкой, за исключением капусты китайской, коэффициент вариации которой составил 19%, что, в свою очередь, свидетельствует о нестабильности этого показателя для проростков капусты китайской.

По сравнению с проростками гороха овощного, у которого суммарное содержание антиоксидантов в 8-суточных проростках колеблется от 1,73 до 2,00 мг-экв ГК/г сырой массы, а содержание сухого вещества – 6,60-7,33% [30, 31], у проростков капустных культур суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов отмечено в пределах 3,58-4,57 мг-экв ГК/г сырой массы. Показатели содержания сухого вещества

Таблица 3. Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в проростках разных видов капусты (мг-экв ГК/г сырой массы)  
Table 3. The total content of water-soluble antioxidants in seedlings of different types of cabbage (mg-eq HA / g wet weight)

Вариант	Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов	Cv, %
Капуста китайская, сорт Веснянка	3,59±0,68a	19,3
Капуста брокколи, сорт Тонус	4,06±0,28ab	6,9
Капуста декоративная, сорт Малиновка	4,18±0,13ab	3,2
Капуста кольраби, гибрид F <sub>1</sub> Соната	3,58±0,05a	1,4
Капуста кольраби, сорт Венская белая 1350	3,83±0,01a	0,3
Капуста краснокочанная, сорт Гако 741	4,57±0,19ab	4,2
<i>M±SD</i>	3,97±0,16	4,1

Значения в столбцах с одинаковыми индексами не различаются статистически  $p > 0,05$  (мультиплетный тест Дункана)  
Values with the same indices are not statistically different according to the Duncan test at  $P > 0.05$

Таблица 4. Фотосинтетические пигменты в проростках капусты (мг/г сырой массы)  
Table 4. Photosynthetic pigments in seedlings of cabbage (mg/g wet weight)

Вариант	Хлорофилл а	Хлорофилл b	Каротиноиды
Капуста китайская, сорт Веснянка	0,48±0,12a	0,30±0,05a	0,09±0,02a
Cv, %	25,00	16,70	22,30
Капуста брокколи, сорт Тонус	0,95±0,03b	0,61±0,01b	0,17±0,01b
Cv, %	31,60	1,70	5,90
Капуста декоративная, сорт Малиновка	0,89±0,23bd	0,57±0,15b	0,17±0,05b
Cv, %	25,90	26,40	29,50
Капуста кольраби, гибрид F1 Соната	0,87±0,07bd	0,57±0,04b	0,16±0,01b
Cv, %	8,10	7,10	6,30
Капуста кольраби, сорт Венская белая 1350	1,25±0,07c	0,84±0,05c	0,26±0,02c
Cv, %	5,60	6,00	7,70
Капуста краснокочанная, сорт Гако 741	0,78±0,05db	0,52±0,04b	0,15±0,01b
Cv, %	6,50	7,70	6,70
M±SD	0,87±0,1	0,57±0,07	0,17±0,02
Cv, %	11,5	12,3	11,8

Значения в столбцах с одинаковыми индексами не различаются статистически  $p > 0,05$  (мультиплетный тест Дункана)  
Values with the same indices are not statistically different according to the Duncan test at  $P > 0.05$

варьируют от 5,27 до 9,41%. То есть проростки капусты при сравнительно одинаковом содержании сухого вещества на 8 сутки прорастания накапливали водорастворимых антиоксидантов практически в 2 раза больше, чем проростки гороха.

Определение содержания витаминов и каротиноидов в пищевых проростках является необходимым показателем их качества. Например, в работе Xiao Z. и др. (2012) показано, что наибольшее количество аскорбиновой кислоты, каротиноидов, филлохинона и токоферолов было отмечено в проростках капусты краснокочанной, кориандра, краснolistного амаранта и дайкона [32].

Фотосинтетические пигменты являются активными антиоксидантами [33]. При определении содержания фотосинтетических пигментов в проростках капусты было выявлено, что наибольшее содержание хлорофилла а и b и каротиноидов отмечено в проростках капусты кольраби сорта Венская белая 1350, а минимальное – в проростках капусты китайской сорта Веснянка (табл. 4). В проростках остальных разновидностей капусты содержание фотопигментов было близким по значению. Возможно, это связано с различиями в формировании фотосинтетической системы у разных разновидностей капусты на начальном этапе развития.

Необходимо отметить, что по коэффициенту вариации проростки капусты разделились на две группы: с невысоким значением коэффициента Cv (капуста краснокочанная, капуста кольраби (сорт Венская белая 1350 и гибрид F<sub>1</sub> Соната) и

высоким – Cv >20% (капуста китайская, брокколи и капуста декоративная) (табл. 4).

#### Исследования на сухом материале

Среди вторичных метаболитов полифенолы являются важнейшими антиоксидантами в связи с их протекторной функцией, которую они проявляют вместе с другими природными антиоксидантами (эффект синергизма) [34]. Поэтому определение содержания полифенолов в проростках капусты является существенным аспектом исследования. Согласно данным исследования, этот параметр у всех проростков был относительно одинаков. Суммарное содержание антиоксидантов в спиртовом экстракте проростков капусты составило от 21,24 до 28,23 (мг-экв ГК/г сухого вещества) (рис. 2).

Выявленная корреляционная взаимосвязь между содержанием полифенолов и антиоксидантов была

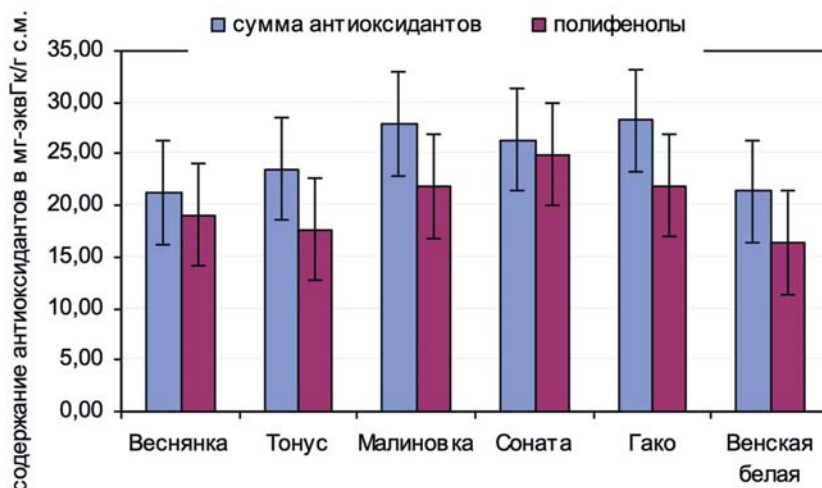
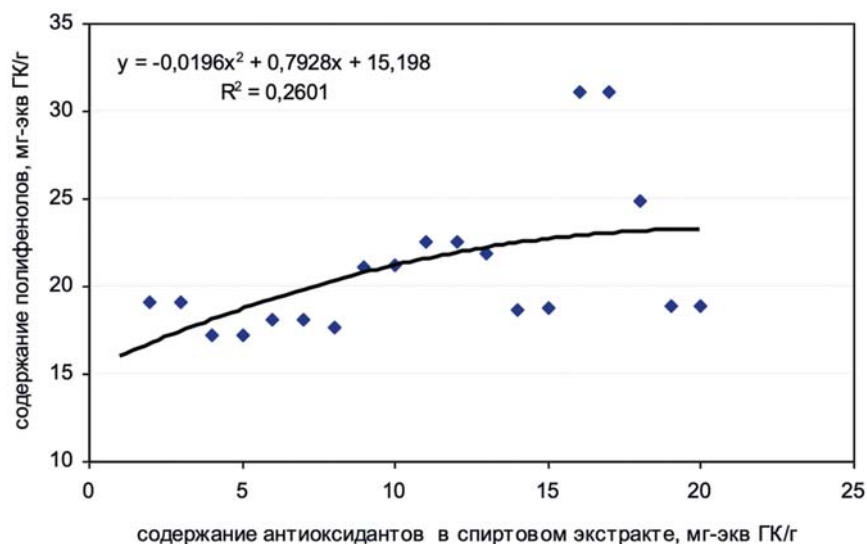
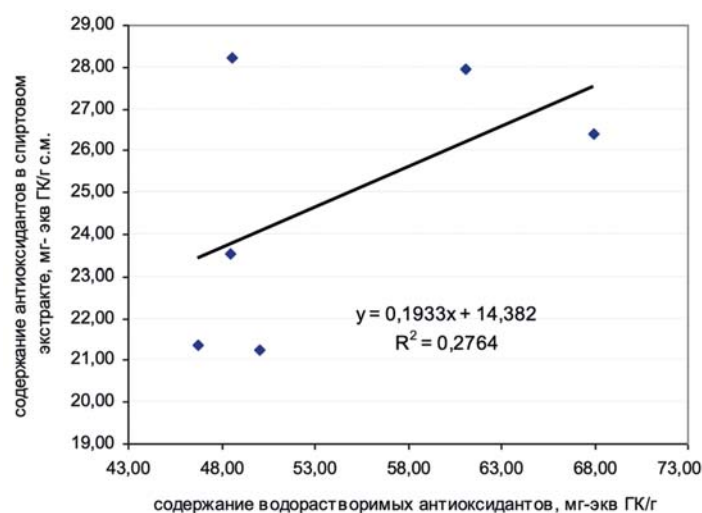


Рис. 2. Содержание полифенолов и антиоксидантов (мг-экв ГК/г сухого вещества) в проростках капусты  
Fig. 2. Content of polyphenols and antioxidants (mg-eq HA / g dry matter) in seedlings of cabbage varieties





**Рис. 3. Корреляционная взаимосвязь между содержанием полифенолов и антиоксидантов в проростках капусты ( $r=0,51$ ).**  
**Fig. 3. Correlation relationship between the content of polyphenols and antioxidants in cabbage seedlings ( $r = 0.51$ ).**



**Рис. 4. Корреляционная взаимосвязь между суммарным содержанием антиоксидантов в водном и спиртовом экстрактах в проростках капусты. Представлен коэффициент корреляции по среднему значению ( $r=0,53$ ).**  
**Fig. 4. Correlation relationship between the total content of water-soluble and alcohol-soluble antioxidants in cabbage seedlings. The correlation coefficient for the mean value ( $r = 0.53$ ) is presented**

**Таблица 5. Корреляционная зависимость между биохимическими параметрами**  
**Table 5. Correlation dependence between biochemical parameters**

	Сухое вещество	АО (спирт)	АО (вода)	Полифенолы	Хлорофилл а	Хлорофилл b	Каротиноиды
Сухое вещество	1						
АО (спирт)	-0,13	1					
АО (вода)	0,72*	0,20	1				
Полифенолы	-0,56	0,13	0,04	1			
Хлорофилл а	0,15	0,86**	0,10	-0,34	1		
Хлорофилл b	0,18	0,85**	0,12	-0,33	1,00	1	
Каротиноиды	0,21	0,78***	0,09	-0,40	0,98****	0,99****	1

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,006$ ; \*\*\* $P < 0,03$ ; \*\*\*\* $P < 0,001$

Пересчет содержания веществ на 100 г сырого материала

средней ( $r=0,51$ ) (рис. 3). Увеличение содержания водорастворимых антиоксидантов в исследуемых образцах приводит к увеличению количества спирторастворимых антиоксидантов (рис. 4).

Проведённый корреляционный анализ данных биохимических показателей проростков капусты выявил отрицательную взаимосвязь между содержанием сухого вещества и полифенолов. Была подтверждена высокая положительная корреляционная зависимость между показателями «сухое вещество» и «АО вода» ( $r=0,72$ ,  $P < 0,05$ ) и «каротиноиды» и «хлорофилл а, b» ( $r=0,98 \dots 0,99$ ,  $P < 0,001$ ). Кроме того, показана высокая прямая корреляционная зависимость между содержанием спирторастворимых антиоксидантов и содержанием фотосинтетических пигментов. Предположительно это объясняется тем фактом, что в ходе анализа при обработке 70% этанолом проростков экстрагируются в раствор и хлорофиллы, и каротиноиды, которые при определении фотосинтетических пигментов выделяли 96% спиртом ( $r=0,78 \dots 0,86$ ) (табл. 5).

При определении питательной ценности проростков в пересчёте на 100 г навески, было выявлено, что по содержанию водорастворимых антиоксидантов максимум был отмечен в проростках капусты краснокочанной (457,0 мг/100 г), а по количеству фотосинтетических пигментов выделилась капуста кольраби (сорт Венская белая 1350) (табл. 6).

Таблица 6. Содержание биологически активных веществ в проростках капусты (в пересчёте на 100 г навески)  
Table 6. Content of biologically active substances in seedlings of cabbage (in terms of 100 g of sample)

Варианты	Данные на 100 г сырой массы проростков			
	водорастворимые антиоксиданты	хлорофилл а	хлорофилл b	каротиноиды
Капуста китайская, сорт Веснянка	359,0a	48a	30a	9a
Капуста брокколи, сорт Тонус	406,0a	94,5b	60,5b	16,5b
Капуста декоративная, сорт Малиновка	418,0a	89b	57b	16,5b
Капуста кольраби, гибрид F1 Соната	358,0b	86,5b	56,5b	15,5b
Капуста кольраби, сорт Венская белая 1350	383,0a	125c	83,5c	26c
Капуста краснокочанная, сорт Гако 741	457,0c	77,5bd	52b	15b

Значения в столбцах с одинаковыми индексами не различаются статистически  $p > 0,05$  (мультиплетный тест Дункана)  
Values with the same indices are not statistically different according to the Duncan test at  $P > 0.05$

**Закключение**

При использовании семян в качестве материала для получения проростков необходимо использовать семена с высокой всхожестью. Так, при прорастании качественных семян будет происходить достаточная активизация ферментного комплекса и быстрее начинается процесс прорастания, что позволит в дальнейшем получать продукты с высокой пищевой и биологической ценностью.

Проростки капусты декоративной – сорт Малиновка, капусты кольраби – гибрид F1 Соната и капусты красно-

кочанной – сорт Гако741 отличались наибольшими показателями полифенолов и суммы антиоксидантов, по сравнению с проростками других капустных культур.

Коэффициент вариации по накоплению водорастворимых антиоксидантов у капустных проростков в основном превышал  $Cv > 30\%$ . Возможно, это связано с формированием фотосинтетической системы на начальном этапе развития растения.

В результате исследований были выявлены прямые корреляционные взаимосвязи между биохимическими параметрами.



8-суточные проростки капусты кольраби сорта Венская белая  
8-day old seedlings cabbage kohlrabi cv. Venskaya Belaya



8-суточные проростки капусты китайской сорта Веснянка  
8-day old seedlings of chinese cabbage cv. Vesnianka



8-суточные проростки капусты краснокочанной сорта Гако  
8-day old seedlings of red cabbage cv. Gako



8-суточные проростки капусты кольраби гибрид F1 Соната  
8-day old seedlings cabbage kohlrabi hybrid F1 Sonata



8-суточные проростки капусты декоративной сорта Малиновка  
8-day old seedlings ornamental cabbage cv. Malinovka



8-суточные проростки капусты брокколи сорта Тонус  
8-day old seedlings of broccoli cv. Tonus

**Об авторах:**

**Ольга Владимировна Ушакова** – кандидат с.-х.н., старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, <http://orcid.org/0000-0001-5239-7677>, [ems.vniissok@mail.ru](mailto:ems.vniissok@mail.ru)

**Анна Владимировна Молчанова** – кандидат с.-х. н., старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, <http://orcid.org/0000-0002-7795-7463>, [vovka\\_ks@rambler.ru](mailto:vovka_ks@rambler.ru)

**Людмила Леонидовна Бондарева** – доктор с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства капустных культур, <https://orcid.org/0000-0002-0912-5913>, [Lyda\\_bondareva@mail.ru](mailto:Lyda_bondareva@mail.ru)

**About the authors:**

**Olga V. Ushakova** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of analytical center, <http://orcid.org/0000-0001-5239-7677>, [ems.vniissok@mail.ru](mailto:ems.vniissok@mail.ru)

**Anna V. Molchanova** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of analytical center, <http://orcid.org/0000-0002-7795-7463>, [vovka\\_ks@rambler.ru](mailto:vovka_ks@rambler.ru)

**Lyudmila L. Bondareva** – Doc. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Cole Crop Breeding and Seed Production, <https://orcid.org/0000-0002-0912-5913>, [Lyda\\_bondareva@mail.ru](mailto:Lyda_bondareva@mail.ru)

## • Литература

- Abellán Á.; Domínguez-Perles R.; Moreno D.A.; García-Viguera C. Sorting out the value of cruciferous sprouts as sources of bioactive compounds for nutrition and health. *Nutrients*. 2019;(11):429. DOI: 10.3390/nu11020429.
- Choe U., Yu L.L., Wang T.T.Y. The Science behind microgreens as an exciting new food for the 21st century. *J Agric Food Chem*. 2018;66(44):11519-11530. doi: 10.1021/acs.jafc.8b03096.
- Lenzi A., Orlandini A., Bulgari R., Ferrante A., Bruschi P. Antioxidant and mineral composition of three wild leafy species: a comparison between microgreens and baby greens. *Foods*. 2019;8(10):E487. doi: 10.3390/foods8100487.
- Папонов А.Н., Ширинкин В.Н. Ростки – функциональный овощной продукт. *Гастрош.* 2010;(2):8–9.
- Бережная О.В. Разработка технологии получения проростков зерна пшеницы при производстве хлебопекарной и кулинарной продукции. Москва; 2015.
- Конева М.С. Разработка технологии и оценка потребительских свойств смузи, обогащенных продуктами из пророщенного зерна пшеницы. Москва; 2017.
- Иванова М.И., Кашлева А.И., Михайлов В.В., Разин О.А. Инновационная специфическая продукция: органические ростки (microgreens) и сеянцы (baby leaves). *Овощи России*. 2016;(1):29-33. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-29-33>.
- Вигмор Э. Проростки – пища жизни. пер. с англ. Е. Смирнова. СПб ИД «ВЕСЬ»; 2001.
- Brazaitytė A., Viršilė A., Samuolienė G., Vaštakaitė-Kairienė V., Jankauskienė J., Miliauskienė J., Novičkovas A., Duchovskis P. Response of mustard microgreens to different wavelengths and durations of UV-A LEDs. *Front Plant Sci*. 2019;(10):1153. doi: 10.3389/fpls.2019.01153.
- Samuolienė G., Brazaitytė A., Viršilė A., Miliauskienė J., Vaštakaitė-Kairienė V., Duchovskis P. Nutrient levels in Brassicaceae microgreens increase under tailored light-emitting diode spectra. *Front Plant Sci*. 2019;(10):1475. doi: 10.3389/fpls.2019.01475.
- Молчанова А.В. Сортоспецифичность накопления антиоксидантов различными видами амаранта (*Amaranthus L.*) и повышение качества товарной продукции. Москва; 2011.
- Golubkina N.A., Caruso G. Nutritional Composition, Health Benefits and Antioxidant Properties of Onion. Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables. 1st Edition Paperback Academic Press 1st September; 2018. ISBN: 9780128127803.
- Голубкина Н.А., Середин Т.М., Баранова Е.В., Старцева Л.В., Агафонов А.Ф., Ушакова О.В., Ковальский Ю.Г. Перспективы получения проростков семян луковых культур, обогащенных селеном. *Овощи России*. 2018;(6):50-54. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-50-54>.
- Barillari J., Canistro D., Paolini M., Ferroni F., Lori R., Valgimigli L. Direct antioxidant activity of purified glucorucin, the dietary secondary metabolite contained in rocket (*Eruca sativa Mill.*) seeds and sprouts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005;53(7):2475-2482.
- Zych-Wężyki, Krzepińko A. A comparison of the antioxidant properties of selected edible sprouts of the Legumes family. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Pharmacia*. 2012;25(2):179-181.
- Zych-Wężyki, Krzepińko A. A comparison of the antioxidant properties of selected edible sprouts from the Cruciferae family. Paper presented at: Konferencja naukowa "Nauka I praktyka ogrodnicza dla zdrowia I środowiska" Wrzesień 14-16, 2011. Lublin.
- de la Fuente B., López-García G., Mániz V., Alegría A., Barberá R., Cilla A. Evaluation of the bioaccessibility of antioxidant bioactive compounds and minerals of four genotypes of Brassicaceae microgreens. *Foods*. 2019;8(7):E250. doi: 10.3390/foods8070250.
- Liang H., Yuan Q., Xiao Q. Purification of sulforaphane from Brassicaoleraceae seed meal using pressure column chromatography. *Journal of chromatography*. 2005;(828):91-96.
- Márton M., MándokiZs., Csapó-Kiss Zs., Csapó J. The role of sprouts in human nutrition. A review. *Acta Univ.Sapientiae, Alimentaria*. 2010;(3):81-117.
- Pereira F.M.V., Rosa E., Fahey J.W., Stephenson K.K., Carvalho R., Aires A. Influence of temperature and ontogeny on the levels of glucosinolates in broccoli (*Brassica oleraceae var. Italica*) sprouts and their effect on the induction of mammalian phase 2 enzymes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2002;(50):6239-6244.
- Shapiro T.A., Fahey J. W., Wade K.L., Stephenson K.K., Talalay P. Chemoprotective glucosinolates and isothiocyanates of broccoli sprouts: metabolism and excretion in humans. *Cancer epidemiology Biomarkers and Prevention*. 2001;(10):501-508.
- Ушакова О.В., Молчанова А.В., Котляр И.П., Ушаков В.А., Пронина Е.П., Вершинина Н.П., Солдатенко А.В. Исследование биохимической ценности проростков гороха овощного (*Pisum sativum L.*). 2-й Международный форум «Зернобобовые культуры, развивающиеся направление в России»; 2018; Омск.
- ГОСТ 32592-2013 Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортосовые и посевные качества. Общие технические условия. Доступно по: <http://docs.cntd.ru/document/1200109874>.
- Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надежин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. М.: Изд-во ФГБНУ ФНЦО. 2020.
- Патент РФ на изобретение 2170930 С1/2001. Максимова Т.В., Никулина И.Н., Пахомов В.П., Шкарина Е.И., Чумакова З.В., Арзамасцев А.П. Способ определения антиокислительной активности.
- Мисин В.М., Клименко И.В., Журавлева Т.С. О пригодности галловой кислоты в качестве стандартного образца состава антиоксиданта. *Компетентность*. 2014;7(118):46-51.
- Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in enzymology*. 1987;(148):350-382.
- Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перианский Ю.А., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимических исследований. Л.: Агропромиздат. 1987.
- Molchanova A.V., Kurbakov E.L. Biochemical composition of leaves of salad and leaf crops. Paper presented at: 3-rd International Conference, September 14 -16, 2011; Lublin, Poland.
- Ушакова О.В., Молчанова А.В., Ушаков В.А., Котляр И.П. Влияние способа проращивания на биохимический состав проростков гороха овощного (*Pisum sativum L.*). Доклады ТСХА. 2019. 500-503 p.
- Шило Л.М., Ушакова О.В., Ушаков В.А., Павлов Л.В., Молчанова А.В. Микрозелень проростков гороха овощного. *Картофель и овощи*. 2019;(8):21-22. DOI: 10.25630/Pav.2019.62.89.002.
- Xiao Z., Lester G.E., Luo Y., Wang Q. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. *J Agric Food Chem*. 2012;60(31):7644-51. doi: 10.1021/jf300459b.
- Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. М.: Университет Книжный Дом; 2007.
- Croft R.D. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. *Annual NY Academic Science*. 1998;(854):435-442.



## • References

1. Abellán Á.; Domínguez-Perles R.; Moreno D.A.; García-Viguera C. Sorting out the value of cruciferous sprouts as sources of bioactive compounds for nutrition and health. *Nutrients*. 2019;(11):429. DOI: 10.3390/nu11020429.
2. Choe U., Yu L.L., Wang T.T.Y. The Science behind microgreens as an exciting new food for the 21st century. *J Agric Food Chem*. 2018;66(44):11519-11530. doi: 10.1021/acs.jafc.8b03096.
3. Lenzi A., Orlandini A., Bulgari R., Ferrante A., Bruschi P. Antioxidant and mineral composition of three wild leafy species: a comparison between microgreens and baby greens. *Foods*. 2019;8(10):E487. doi: 10.3390/foods8100487.
4. Paponov, A.N., Shirinkin V.N.. Sprouts are a functional vegetable product. *Gavriish*. 2010;(2):8-9. (in Russ.)
5. Berezhnaya O.V. Development of technology for obtaining wheat seedlings in the production of bakery and culinary products. Moscow; 2015. (in Russ.)
6. Koneva M.S. Development of technology and evaluation of consumer properties of smoothies enriched with products from sprouted wheat grain. Moscow; 2017. (in Russ.)
7. Ivanova M.I., Kashleva A.I., Michailov V.V., Razin O.A. Innovative specific products: organic sprouts (microgreens) and seedlings (baby leaves). *Vegetable crops of Russia*. 2016;(1):29-33. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-29-33>.
8. Wigmore E. Sprouts are the food of life. *SPb:Publishing House "VES"*. 2001. (in Russ.)
9. Brazaitytė A., Viršilė A., Samuolienė G., Vaštakaitė-Kairienė V., Jankauskienė J., Miliauskienė J., Novičkovas A., Duchovskis P. Response of mustard microgreens to different wavelengths and durations of UV-A LEDs. *Front Plant Sci*. 2019;(10):1153. doi: 10.3389/fpls.2019.01153.
10. Samuolienė G., Brazaitytė A., Viršilė A., Miliauskienė J., Vaštakaitė-Kairienė V., Duchovskis P. Nutrient levels in Brassicaceae microgreens increase under tailored light-emitting diode spectra. *Front Plant Sci*. 2019;(10):1475. doi: 10.3389/fpls.2019.01475.
11. Molchanova A.V. Variety specificity of accumulation of antioxidants by various types of amaranth (*Amaranthus* L.) and improving the quality of marketable products. Moscow; 2011. (in Russ.)
12. Golubkina N.A., Caruso G. Nutritional Composition, Health Benefits and Antioxidant Properties of Onion. Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables. 1st Edition Paperback Academic Press 1st September; 2018. ISBN: 9780128127803.
13. Golubkina N.A., Seredin T.M., Baranova H.A., Startseva L.V., Agafonov A.F., Ushakova O.V., Kovalsky J.G. Prospects of production of allium seeds sprouts fortified with selenium. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(6):50-54. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-50-54>.
14. Barillari J., Canistro D., Paolini M., Ferroni F., Lori R., Valgimigli L. Direct antioxidant activity of purified glucoerucin, the dietary secondary metabolite contained in rocket (*Eruca sativa* Mill.) seeds and sprouts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005;53(7):2475-2482.
15. Zych-Wężyki., Krzepińko A. A comparison of the antioxidant properties of selected edible sprouts of the Legumes family. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Pharmacia*. 2012;25(2):179-181.
16. Zych-Wężyki., Krzepińko A. A comparison of the antioxidant properties of selected edible sprouts from the Cruciferae family. Paper presented at: Konferencja naukowa "Nauka I praktyka ogrodnicza dla zdrowia I środowiska" Września 14-16, 2011. *Lublin*.
17. de la Fuente B., López-García G., Máñez V., Alegría A., Barberá R., Cilla A. Evaluation of the bioaccessibility of antioxidant bioactive compounds and minerals of four genotypes of Brassicaceae microgreens. *Foods*. 2019;8(7):E250. doi: 10.3390/foods8070250.
18. Liang H., Yuan Q., Xiao Q. Purification of sulforaphane from Brassicaoleraceae seed meal using pressure column chromatography. *Journal of chromatography*. 2005;(828):91-96.
19. Márton M., MándokiZs., Csapó-Kiss Zs., Csapó J. The role of sprouts in human nutrition. A review. *Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria*. 2010;(3):81-117.
20. Pereira F.M.V., Rosa E., Fahey J.W., Stephenson K.K., Carvalho R., Aires A. Influence of temperature and ontogeny on the levels of glucosinolates in broccoli (*Brassica oleraceae* var. *Italica*) sprouts and their effect on the induction of mammalian phase 2 enzymes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2002;(50):6239-6244.
21. Shapiro T.A., Fahey J. W., Wade K.L., Stephenson K.K., Talalay P. Chemoprotective glucosinolates and isothiocyanates of broccoli sprouts: metabolism and excretion in humans. *Cancer epidemiology Biomarkers and Prevention*. 2001;(10):501-508.
22. Ushakova O.V., Molchanova A.V., Kotlyar I.P., Ushakov V.A., Pronina E.P., Vershinina N.P., Soldatenko A.V. Research of the biochemical value of vegetable pea seedlings (*Pisum sativum* L.). 2nd International Forum "Leguminous crops, a developing direction in Russia", *Omsk*. 2018. (in Russ.)
23. GOST 32592-2013 Seeds of vegetables, melons and gourds, fodder root crops and fodder cabbage. Varietal and sowing qualities. General technical conditions. 29 p. (in Russ.). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200109874>.
24. Golubkina N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V., Antoshkina M.S., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V. Antioxidants of plants and methods for their determination. *M.: Publishing house of FSBSI FSVS*. 2020. (in Russ.)
25. Patent RF of inventors 2170930 C1/2001. Maksimova T.V., Nikulina I.N., Pakhomov V.P., Shkarina E.I., Chumakova Z.V., Arzamastsev A.P. Method for determining antioxidant activity. (in Russ.)
26. Misin V.M., Klimentko I.V., Zhuravleva T.S. On the suitability of gallic acid as a standard sample of antioxidant composition. *Competence*. 2014;7(118):46-51. (in Russ.)
27. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in enzymology*. 1987;(148):350-382.
28. Ermakov V.V., Arasimovich N.P., Yarosh Yu.A., Peruvian G.A., Lukovnikova M.I., Ikonnikova M.I. Biochemical research methods. *L.: Agropromizdat*. 1987. (in Russ.)
29. Molchanova A.V., Kurbakov E.L. Biochemical composition of leaves of salad and leaf crops. Paper presented at: 3-rd International Conference, September 14 -16, 2011; *Lublin, Poland*.
30. Ushakova O.V., Molchanova A.V., Ushakov V.A., Kotlyar I.P. Influence of the method of germination on the biochemical composition of seedlings of vegetable peas (*Pisum sativum* L.). *Reports of the MTAA*. 2019:500-503. (in Russ.)
31. Shilo L.M., Ushakova O.V., Ushakov V.A., Pavlov L.V., Molchanova A.V. Microgreens of vegetable pea seedlings. *Potatoes and vegetables*. 2019;(8):21-22. DOI: 10.25630 / Pav.2019.62.89.002. (in Russ.)
32. Xiao Z., Lester G.E., Luo Y., Wang Q. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. *J Agric Food Chem*. 2012;60(31):7644-51. doi: 10.1021/jf300459b.
33. Poleskaya O.G. Plant cell and reactive oxygen species. *M.: University Book House*; 2007. (in Russ.)
34. Croft R.D. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. *Annual NY Academic Science*. 1998;(854):435-442.

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-105-110>  
УДК 633.845:577.21

Ф.А. Вагабова,  
Г.К. Раджабов,  
А.М. Мусаев,  
Ф.И. Исламова

ФГБУ Горный ботанический сад  
Дагестанского федерального  
исследовательского центра  
Российской академии наук  
(ГорБС ДФИЦ РАН)  
367000, Республика Дагестан,  
г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45  
fazina@mail.ru, chemfarm@mail.ru, musaev-  
58@list.ru, fatimais@mail.ru

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

**Вклад авторов:** Вагабова Ф.А. – сбор сырья;  
подготовка сырья к анализу; определение  
суммарного содержания флавоноидов и анто-  
цианов; интерпретация полученных результа-  
тов; сбор литературы и подготовка статьи.  
Раджабов Г.К. – сбор сырья; статистическая  
обработка результатов анализа. Исламова  
Ф.И. – определение суммарных антиоксидан-  
тов. Мусаев А.М. – сбор сырья; статистиче-  
ская обработка результатов анализа.

**Для цитирования:** Вагабова Ф.А., Раджабов  
Г.К., Мусаев А.М., Исламова Ф.И.  
Определение суммарного содержания некото-  
рых вторичных метаболитов в различных орга-  
нах дагестанских образцов *Capparis herbacea*  
Willd. *Овощи России*. 2021;(1):105-110.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-105-110>

**Поступила в редакцию:** 16.11.2020  
**Принята к печати:** 15.01.2021  
**Опубликована:** 25.02.2021

Fazina A. Vagabova,  
Gadi K. Radjabov,  
Abdulakhid M. Musaev,  
Fatima I. Islamova

FSBI Mountain Botanical Garden Dagestan  
Federal Research Center of the Russian  
Academy of Sciences  
45, M. Hajiyev st., Makhachkala,  
Republic of Dagestan, 367000  
fazina@mail.ru, chemfarm@mail.ru, musaev-  
58@list.ru, fatimais@mail.ru

**Conflict of interest.** The authors declare  
no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** Vagabova F.A. – collection  
of raw materials; preparation of raw materials for  
analysis; determination of the total content of  
flavonoids and anthocyanins; interpretation of  
the results obtained; collection of literature and  
preparation of an article. Radjabov G.K. – collec-  
tion of raw materials; statistical processing of  
analysis results. Islamova F.I. – determination of  
total antioxidants. Musaev A.M. – collection of  
raw materials; statistical processing of analysis  
results.

**For citations:** Vagabova F.A., Radjabov G.K.,  
Musaev A.M., Islamova F.I. Determination of the  
total content of some secondary metabolites in  
various organs of the Dagestan samples of  
*Capparis herbacea* Willd. *Vegetable crops of*  
*Russia*. 2021;(1):105-110. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-105-110>

**Received:** 16.11.2020  
**Accepted for publication:** 15.01.2021  
**Accepted:** 25.02.2021

# Определение суммарного содержания некоторых вторичных метаболитов в различных органах дагестанских образцов *Capparis herbacea* Willd.



## Резюме

**Актуальность, материал и методика.** Цель работы: сравнительная оценка содержания суммы фенольных соединений, в различных органах каперсов *C. herbacea* Willd. Было собрано 4 образца *C. herbacea* в природных популяциях Дагестана в фазу цветения и плодоношения летом 2019 года. Собранное сырье было разделено по фракциям (органы), высушено в тени до воздушно-сухой массы, затем подвергнуто дальнейшему анализу на определение суммарного содержания флавоноидов, антоцианов спектрофотометрическим методом на СФ-56; суммарное содержание антиоксидантов – амперометрическим методом на приборе экспресс-анализа «Цвет-Яуза - 001-AAA».

**Результаты.** По содержанию флавоноидов наибольший разброс обнаружен в стеблях (0,34-0,86%) по сравнению с их содержанием в листьях и соцветиях (2,67-2,97% и 2,45-2,90%, соответственно). Сумма антоцианов варьирует по всем органам в пределах 0,05-0,23%. Наименьший разброс наблюдается в суммарном содержании антиоксидантов в плодах каперсов травянистых (21,35-21,40 мг/л), в то время как в соцветиях этот показатель сильно различается (27,44-42,19 мг/л). Образцы с высоким значением антиоксидантов показали низкое содержание флавоноидов, тем самым указывая на то, что в антиоксидантной системе изучаемого вида каперсов флавоноиды не являются главными компонентами. Важным условием, определяющим изменчивость содержания фенольных соединений в различных органах растений, является комплекс абиотических факторов среды. Изучение этого фактора (высотный градиент) выявило существенную связь с накоплением флавоноидов во всех органах, имеющий разновекторный характер (коэффициент корреляции  $r^* = 0,57; 0,56; -0,47$ ), соответственно в стеблях, листьях, соцветиях ( $P < 0,05$ ). Положительную связь с высотой над уровнем моря в накоплении антоцианов наблюдали в листьях каперсов. Во всех остальных случаях связь имеет случайный характер. Дисперсионный анализ позволил выявить, что большая разница изменчивости изучаемых соединений наблюдается между отдельными группами растений при отсутствии внутригрупповой изменчивости. Полученные результаты могут быть интересны в объяснении механизмов влияния разных абиотических факторов на изменчивость накопления вторичных метаболитов. Важно также и выявление образцов каперсов травянистых, которые могут быть источниками фенольных соединений, обладающих антиоксидантной функцией, для дальнейшего использования их в пищевой промышленности, в частности.

**Ключевые слова:** каперсы травянистые (*Capparis herbacea* Willd.), каперсы колючие (*Capparis spinosa* L.), популяция, сумма флавоноидов, сумма антоцианов, суммарная антиоксидантная активность, высотный фактор

# Determination of the total content of some secondary metabolites in various organs of the Dagestan samples of *Capparis herbacea* Willd.

## Abstract

**Relevance, material and methods.** Purpose of the work: comparative assessment of the content of the sum of phenolic compounds exhibiting antioxidant activity in various organs of herbaceous capers *C. herbacea* Willd. The 4 samples of *C. herbacea* were collected from natural populations of Dagestan during the flowering and fruiting phases in the summer of 2019. The collected raw materials were divided into fractions (organs), dried in the shade to an air-dry mass, then subjected to further analysis to determine the total content of flavonoids, anthocyanins by the spectrophotometric method on SF-56; the total content of antioxidants by the amperometric method on the instrument of express analysis "Color-Yauza-001-AAA".

**Results.** During the analysis, good indicators were obtained for the content of the studied compounds. Thus, in terms of the content of flavonoids, the greatest variation is seen in the stems of herbaceous capers (0.34-0.86%) compared to their content in leaves and inflorescences (2.67-2.97% and 2.45-2.90%, respectively). The amount of anthocyanins varies in all organs within the range of 0.05-0.23%. The smallest spread is observed in the total content of antioxidants in the fruits of herbaceous capers (21.35-21.40 mg/l), while in inflorescences this indicator varies greatly (27.44-42.19 mg/l). It is noteworthy that the samples with a high value of antioxidants showed a low content of flavonoids, thereby indicating that flavonoids are not the main components in the antioxidant system of the studied caper species. An important condition determining the variability of the content of phenolic compounds in various plant organs is a complex of abiotic environmental factors. The study of this factor (altitude gradient) revealed a significant relationship with the accumulation of flavonoids in all organs, which has a multi-vector nature (correlation coefficient  $r^* = 0.57; 0.56; -0.47$ ), respectively, in stems, leaves, and inflorescences ( $P < 0.05$ ). A positive relationship in the accumulation of anthocyanins is observed with the height in caper leaves. In all other cases, the connection is random. In addition, the analysis of variance revealed that a large difference in the variability of the studied compounds is observed between individual groups of plants in the absence of intragroup variability.

**Keywords:** *Capparis herbacea* Willd., *Capparis spinosa* L., population, sum of flavonoids, sum of anthocyanins, total antioxidant activity, altitude factor

**К**аперсы – это овощная культура, которая используется в мире из-за широкого спектра диетических и лекарственных свойств. Это растение является хорошим источником жирных масел, сахаров, флавоноидов, аскорбиновой кислоты, белков, пектинов и других соединений, полезных для человека [1-5].

Когда-то местное население республики Дагестан заготавливало его плоды и бутоны, но большого интереса этот продукт не получил. Поскольку использование средств растительного происхождения, которые отличаются от химически синтезированных веществ с комплексным действием биологически активных веществ и меньшим побочным действием при длительном применении, все больше актуализируется, имеет смысл возродить интерес к этой культуре, широко рекомендуя их включение в ежедневный рацион питания, так и для производства консервной продукции и пищевых добавок.

Род (*Capparis*) семейства Каперсовые (*Capparaceae*) включает около 300 видов. Каперсы произрастают в странах Средиземноморья, Юго-Западной, Средней Азии, на Кавказе, предпочитая щебнистые, глинистые и солонцовые почвы, сухие каменистые места, скалы, галечники, обрывы рек [6]. Переносит засоление, продолжительные засухи и высокую температуру, является декоративным и хорошим медоносным растением [6]. Надо отметить, что каперсы как пряность были известны довольно давно и растение использовали еще древние римляне, греки, народы Востока. В пищу используют как само молодое растение с цветками, так и почки, и спелые плоды в сыром, консервированном и высушенном виде [1].

Каперсы находят применение и в народной медицине. Растение присутствует в Фармакопеях многих азиатских и европейских стран, но не является официальным в России. Лекарственную ценность представляют цветочные бутоны, зрелые плоды колючих каперсов и кора их корней.

*Capparis herbacea* Willd. – каперсы травянистые (синоним каперсы колючие (*Capparis spinosa* L.) – многолетнее травянистое растение с мощной корневой системой, со стелющимися стеблями длиной до 1,5 м; цветет с мая до осени; плоды, представленные продолговатыми, до 4 см, мясистыми ягодообразными многосемянными коробочками, созревают с июня по октябрь.

Широкий спектр фармакологического действия растения и экстрактов из всех органов каперсов колючих связан с содержанием антиоксидантов, представленных фенольными соединениями, в первую очередь, флавоноидами, антоцианами, которые составляют важный компонент антиоксидантной системы [7, 8, 9, 10]. Водные отвары и спиртовые экстракты растения оказывают гиполипидемические, противоаллергические, противогрибковые, антикоагулянтные, противовирусные, противоопухолевые и другие свойства [1, 11-17].

Несмотря на достаточно большую информацию о химическом составе и фармакологическом действии каперсов, все же мало в литературе данных об особенностях распределения фенольных соединений в органах *C. spinosa*. Уровень накопления фенольных соединений, антиоксидантов в растениях зависит от многих

условий, а именно: места сбора, времени сбора, биотических и абиотических факторов среды [18, 19, 20]. Известно, что растения способны приспосабливать свой метаболизм к изменениям окружающей среды, то есть при произрастании в нормальных условиях они синтезируют комплекс вторичных метаболитов, стрессовые факторы могут привести к их увеличению [21].

Поэтому целью работы была сравнительная оценка содержания суммы фенольных соединений в различных органах *C. herbacea* Willd., собранных в разных природных географических точках Дагестана с учетом высотного фактора.

## 2. Материалы и методы

### 2.1. Объекты и методы сбора

В Дагестане встречается один вид *C. herbacea* (каперсы травянистые), который встречается повсеместно на глинистых склонах до средны горного пояса [6].

Материал для анализа был собран в природных популяциях флоры Дагестана летом 2019 года в фазу цветения и плодоношения.

Исследования проводили с использованием оборудования экспериментальной установки «Системы экспериментальных баз, расположенных вдоль высотного градиента Горного ботанического сада федерального исследовательского центра РАН /[www.http://gorbotsad.ru/seb.html/](http://gorbotsad.ru/seb.html/)



Рис. 1. Пункты сбора образцов *Capparis herbacea* Willd., 2019 год (Республика Дагестан)



## 2.2. Пробоподготовка

Собранное сырье разделяли на органы и сушили в тени до воздушно сухой массы, затем измельчали для определения количественных показателей.

## 2.3. Антиоксидантный статус

Количественное суммарное содержание флавоноидов рассчитывали по величине поглощения при 415 нм комплекса флавоноидов с хлористым алюминием на спиртовых экстрактах растения на СФ-56. Перерасчет данных производили на рутин. Результаты выражали в % [19].

Сумма антоцианов определяли стандартным методом спектрофотометрически на СФ-56 по величине поглощения при 530 нм комплекса антоцианов с хлоридом кобальта (CoCl<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O, ГОСТ 4525-77, ч.д.а.). Перерасчет данных производили на 3-глюкозид цианидина. Результаты выражали в % [22].

Сумму антиоксидантов (ССА) определяли амперометрическим методом на приборе для экспресс-анализа суммарных антиоксидантов «ЦВЕТ-ЯУЗА-001-ААА». В качестве стандарта использовали галловую кислоту. Полученные результаты выражали в мг/г [23].

**2.4. Статистическая обработка результатов** осуществлялась с использованием статистической программы Excel. Полученные результаты были обработаны методом дисперсионного и корреляционного анализа Statistica 5.5.

## Результаты и обсуждение

Полученные результаты по суммарному содержанию фенольных соединений в различных органах *C. herbacea* представлены в таблице 1.

Таким образом, в результате анализов обнаружено, что суммарное содержание флавоноидов наибольшее в листьях и соцветиях, причем во всех образцах, и при этом разброс значений минимальный (2,67-2,97% – в листьях и 2,45-2,90% – в соцветиях). Стебли образцов показывают существенный разброс в содержании суммы флавоноидов (0,34-0,86%). Содержание антоцианов во всех образцах варьирует в пределах от 0,05% до 0,23%. Содержание антиоксидантов в плодах двух образцов почти не различается (21,35-21,40 мг/г.). В соцветиях каперсов травянистых из всех популяции наблюдается наибольшее значение суммарного содержания антиокси-

**Таблица 1. Суммарное содержание флавоноидов, антоцианов, антиоксидантов в различных органах дагестанских природных образцов каперсов травянистых *C. herbacea* Willd, сбор 2019 года**  
**Table 1. Total content of flavonoids, anthocyanins, antioxidants in various organs of Dagestan natural samples of herbaceous capers *C. herbacea* Willd, collection 2019**

Органы растения	Место, время сбора сырья	Высота над уровнем моря, м	Сумма флавоноидов, % the sum of flavonoids, %	Сумма антоцианов, % the sum of anthocyanins, %	Сумма антиоксидантов, мг/л the sum of antioxidants
Стебли stems	Окрестности с. М.Арешевка, 5.06.19.	h=30 м; сш-44011'33" вд-46050'56"	0,78±0,01	0,12±0,01	5,79±0,00
	Окрестности с. Тагиркент; 3.07.19.	h=40 м; сш-44049'2,05" вд-48030'19"	0,60±0,00	0,05±0,00	7,00±0,01
	Вдоль трассы у г. Дербент, 13.06.19.	h=79 м; сш-42003.29'09" вд-48016'38.21"	0,34±0,00	0,10±0,00	6,20±0,02
	Окрестности с. Кикунь, Гергебильский р-он; 30.05.19.	h=654 м; сш-42031'00.87" вд-47002'00.28"	0,86±0,00	0,10±0,00	6,02±0,00
Листья leaves	Округа с. М. Арешевка, 5.06.19.	h=30 м; сш-44011'33" вд-46050'56"	2,76±0,04	0,22±0,00	14,38±0,02
	Окрестности с. Тагиркент; 3.07.19.	h=40 м; сш-44049'2,05" вд-48030'19"	2,67±0,12	0,20±0,00	20,61±0,03
	Вдоль трассы у г. Дербент, 13.06.19.	h=79 м; сш-42003.29'09" вд-48016'38.21"	2,93±0,04	0,20±0,00	22,07±0,17
	Окрестности с. Кикунь, Гергебильский р-н; 30.05.19.	h=654 м; сш-42031'00.87" вд-47002'00.28"	2,97±0,03	0,23±0,00	18,89±0,18
Соцветия inflorescences	Округа с. М.Арешевка, 5.06.19.	h=30 м; сш-44011'33" вд-46050'56"	2,90±0,01	0,13±0,00	27,44±0,00
	Окрестности с. Тагиркент; 3.07.19.	h=40 м; сш-44049'2,05" вд-48030'19"	2,56±0,02	0,14±0,00	42,19±0,15
	Вдоль трассы у г. Дербент, 13.06.19.	h=79 м; сш-42003.29'09" вд-48016'38.21"	2,43±0,02	0,15±0,00	34,43±0,02
	Окрестности с. Кикунь, Гергебильский р-он; 30.05.19.	h=654 м; сш-42031'00.87" вд-47002'00.28"	2,45±0,01	0,14±0,00	38,36±0,04
Плоды fruit	Окрестности с. Тагиркент; 3.07.19.	h=40 м; сш-44049'2,05" вд-48030'19"	0,37±0,01	0,14±0,01	21,40±0,05
	Вдоль трассы у г. Дербент, 13.06.19.	h=79 м; сш-42003.29'09" вд-48016'38.21"	0,41±0,01	0,18±0,01	21,35±0,00

Таблица 2. Корреляционный анализ между суммарным содержанием флавоноидов, антоцианов, антиоксидантов в различных органах природных дагестанских образцов *C. herbacea* Willd, сбор 2019 года  
 Table 2. Correlation analysis between the total content of flavonoids, anthocyanins, and antioxidants in various organs of natural Dagestan samples of *C. herbacea* Willd, collected in 2019

Признаки	Фл. в ст.	Ант.в ст.	ССА в ст.	Фл. в лист.	Ант.в лист.	ССА в лист.	Фл. в соцв.	Ант.в соцв.	ССА в соцв.
Фл. в ст.	1,00								
Ант.в ст.	-0,76	1,00							
ССА в ст.	-0,64	0,99	1,00						
Фл. в лист.	0,95	-0,50	-0,36	1,00					
Ант.в лист.	-0,19	-0,50	-0,63	-0,50	1,00				
ССА в лист.	0,84	-0,99*	-0,96*	0,62	0,37	1,00			
Фл. в соцв.	0,14	-0,76	-0,85	-0,19	0,94	0,65	1,00		
Ант.в соцв.	0,95	-0,50	-0,36	0,99	-0,50	0,62	-0,19	1,00	
ССА в соцв.	-0,19	-0,50	-0,63	-0,50	0,99	0,37	0,94*	-0,50	1,00

**Примечание:** Фл. в ст. – суммарное содержание флавоноидов в стеблях; Фл. в лист. – суммарное содержание в листьях; Фл. в соцв. – суммарное содержание в соцветиях; Ант.в ст. – суммарное содержание антоцианов в стеблях; Ант.в лист. – суммарное содержание антоцианов в листьях; Ант.в соцв. – суммарное содержание антоцианов в соцветиях; ССА в ст. – суммарное содержание антиоксидантов в стеблях; ССА в лист. – суммарное содержание антиоксидантов в листьях; суммарное содержание в соцветиях;  $p < 0,05$ .

**Note:** Fl. In st. – the total content of flavonoids in the stems; Fl. in the leav. – the total content in leaves; Fl. in flor. – the total content in inflorescences; Ant. in st. – the total content of anthocyanins in the stems; Ant. in the leav. – the total content of anthocyanins in the leaves; Ant. in flor. – the total content in inflorescences; SSA in st. – the total content of antioxidants in the stems; SSA in the leav. – the total content of antioxidants in the leaves; SSA in flor. – total content of antioxidants in inflorescences;  $p < 0.05$ .

дантов (ССА (27,44-42,19 мг/г). Надо отметить, что значение ССА соцветий образца, собранного в округе с.Тагиркент, максимальное при минимальном суммарном значении флавоноидов и среднем значении антоцианов в них. Как видим, образцы с высоким содержанием флавоноидов показывают более низкое значение антиоксидантов. Вероятно, главной компонентой антиоксидантной системы исследуемых каперсов не являются флавоноиды.

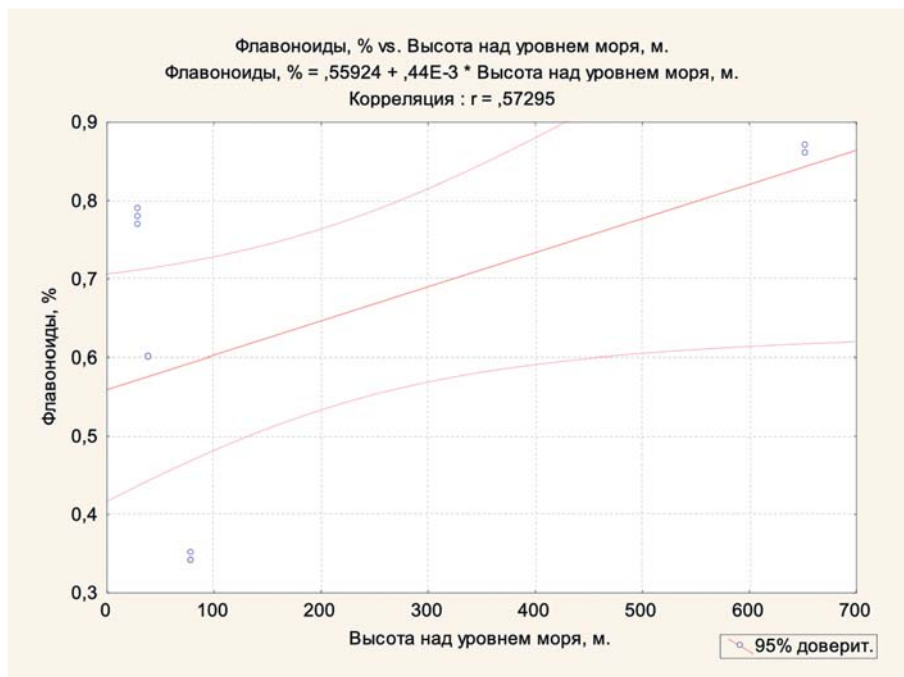
Корреляционный анализ показывает наличие высоких достоверных разновекторных связей между некоторыми признаками в разных органах *C. herbacea* при  $p < 0,05$  а именно: между суммарным содержанием антоцианов в стеблях и соцветиях и суммарным содержанием флавоноидов в стеблях; между суммарным содержанием антоцианов в стеблях и суммарным содержанием антиокси-

дантов в стеблях, листьях и так далее (табл.2).

Как отмечалось в литературе [21], в стрессовых условиях среды происходит повышение содержания вторичных метаболитов в растениях (защитная функция), и поэтому логично было бы ожидать достоверной положительной связи суммарного увеличения изучаемых фенольных соединений в органах *C. herbacea* с увеличением высоты над уровнем моря места сбора сырья. В целом же наблюдаются разнонаправленные векторы под влиянием высотного фактора среды, причем не всегда имеющие достоверной связи. Так, фактор высоты над уровнем моря места сбора сырья оказывает достоверное влияние не на все признаки (только сумма флавоноидов в стеблях, в листьях, соцветиях; сумма антоцианов в соцветиях и листьях зависят от фактора высоты, причем в разной степени). Влияние высоты над уровнем моря на накопле-

Таблица 3. Некоторые показатели дисперсионного и корреляционного анализа изменчивости накопления вторичных метаболитов в органах природных дагестанских образцов *C. herbacea* Willd., сбор 2019 года  
 Table 3. Some indicators of the analysis of variance and correlation analysis of the variability of the accumulation of secondary metabolites in the organs of natural Dagestan samples of *C. herbacea* Willd, collection of 2019

Признаки	Критерий Фишера (F) при $p < 0,05$	Коэффициент корреляции признака с высотой над уровнем моря ( $r^*$ ) при $p < 0,05$
Сумма флавоноидов в стеблях	3614,4***	0,57
Сумма антоцианов в стеблях	17853,1***	-
Сумма антиоксидантов в стеблях	1972,3***	-
Сумма флавоноидов в листьях	4,6*	0,56
Сумма антоцианов в листьях	624,8***	0,80
Сумма антиоксидантов в листьях	0,8*	-
Сумма флавоноидов в соцветиях	169,9***	-0,47
Сумма антоцианов в соцветиях	392,2***	-
Сумма антиоксидантов в соцветиях	6250,4***	-



**Рис. 2. Зависимость изменчивости содержания флавоноидов в стеблях *C. herbacea* Willd. (сбор 2019 года) от высотного градиента**  
**Fig.2. Dependence of the variability of the content of flavonoids in the stems of *C. herbacea* Willd. (collection of 2019) from altitude gradient**

ние других компонентов в изучаемых органах растения носит несущественный характер (табл.3 и рис.1).

Полученные результаты дисперсионного анализа показали, что различия на межпопуляционном уровне по всем данным суммарного содержания фенольных соединений достоверны на высшем уровне достоверности ( $p \leq 0,001$ ), кроме содержания флавоноидов и антиоксидантов в листьях – на уровне достоверности  $p \leq 0,05$ . Наибольшее значение по F-критерию выявлено по содержанию антоцианов и флавоноидов в стеблях, антоцианов в соцветиях каперсов травянистых (17853,1\*\*\*; 3614,4\*\*\*; 6250,4\*\*\*, соответственно) и наименьшее по содержанию флавоноидов и антиоксидантов в листьях (4,6\* и 0,8\*).

Таким образом, выявлена большая разница изменчивости вторичных метаболитов между отдельными группами растений при отсутствии внутригрупповой изменчивости (связано это, возможно, малой выборкой исследования) (табл.3).

### Заключение

Впервые изучено суммарное содержание флавоноидов, антоцианов, антиоксидантов в различных органах дикорастущих дагестанских природных образцов каперсов травянистых *C. herbacea*. Так, обнаруженные особенности накопления фенольных соединений в различных органах образцов каперсов травянистых четырех дагестанских природных популяций дают возможность определения образцов с более высокими показателями флавоноидов и антоцианов. При этом выявлено, что образцы с более высокими значениями флавоноидов проявляют наиболее низкие значения антиоксидантов (примером служит образец, собранный в окр. с. Тагиркент).

Кроме того, изучаемый фактор высоты места сбора сырья над уровнем моря показал разновекторный характер влияния на накопление изучаемых признаков в раз-

личных органах каперсов травянистых. Как видим, именно накопление флавоноидов в органах *C. herbacea*, в основном, связано с влиянием высотного фактора ( $r^* = 0,57$ ;  $r^* = 0,56$ ;  $r^* = 0,47$ , соответственно в стеблях, листьях, соцветиях), а также сумма антоцианов в листьях ( $r^* = 0,80$ ). Полученные нами результаты полностью согласуются с литературными данными [24, 25].

Результаты дисперсионного анализа выявили также большую межгрупповую разницу изменчивости вторичных метаболитов при отсутствии разницы внутри групп.

Надо отметить, что выявленные нами закономерности позволяют оценить влияние абиотических факторов в изменчивость содержания суммы фенольных соединений в органах *C. herbacea*, а также дать характеристику данного вида, как источника флавоноидов, антоцианов, антиоксидантов.





## Об авторах:

**Фазина Аскералиевна Вагабова** – кандидат техн. наук, с.н.с. лаборатории фитохимии и медицинской ботаники, fazina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3315-3874>

**Гаджи Камалудинович Раджабов** – н.с. лаборатории фитохимии и медицинской ботаники, chemfarm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9263-5684>

**Абдулахид Магомедович Мусаев** – с.н.с., зав. лабораторией фитохимии и медицинской ботаники, musaev-58@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6692-8571>

**Фатима Исламовна Исламова** – кандидат биол. наук, н.с. лаборатории фитохимии и медицинской ботаники; fatimaisl@mail.ru

## About the authors:

**Fazina A., Vagabova** – Cand. Sci. (Engineering), Senior Researcher, Laboratory of Phytochemistry and Medical Botany, fazina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3315-3874>

**Gadji K. Radjabov** – Researcher, Laboratory of Phytochemistry and Medical Botany, chemfarm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9263-5684>

**Abdulakhid M. Musaev** – Senior Researcher, head, the Laboratory of Phytochemistry and Medical Botany, musaev-58@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6692-8571>

**Fatima I. Islamova** – Cand. Sci. (Biology), Researcher the Laboratory of Phytochemistry and Medical Botany, fatimaisl@mail.ru

## • Литература

1. Кароматов, И.Д., Кодирова, Д.У. Каперсы колючие как средство древней медицины. *Биология и интегративная медицина*. 2018;(5):122-128.
2. Ramezani, Z., Keyghobadi, H., Aghel, N. Rutin from different parts of *Capparis spinosa* growing wild in Khuzestan/Iran. *Pakistan J. of Biol. Sciences*. 2008;11(5):768-772.
3. Tlili, N., Khaldi, A., Trik, i S., Munné-Bosch, S. Phenolic compounds and vitamin antioxidants of caper (*Capparis spinosa*). *Plant Foods Hum.Nutr.* 2010;65(3):260–265.
4. Асилбекова Д.Т., Турсунходжаева Ф.М. Липиды листьев *Capparis spinosa* L. *Химия растительного сырья*. 2009;(2):97–99.
5. Duman E., Ozcan M.M. Mineral contents of seed and seed oils of *Capparis species* growing wild in Turkey. *Environ. Monit. Assess* 2014,186(1):239-245.
6. Муртазалиев, Р.А. Конспект флоры Дагестана. Махачкала: Эпоха. 2009.(1):320.
7. Dawidowicz, A.L., Olszowy, M. Mechanism change in estimating of antioxidant activity of phenolic compounds. *Talanta*. 2012;(97):312-317.
8. Bueno J. M, Sáez-Plaza P., Ramos-Escudero F., Jiménez A. M., Fett R., Asuero A. G. Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part II: chemical structure, color, and intake of anthocyanins. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 2012,42(2):126–151
9. Siracusa, L., Kulisic-Bilusic, T., Politeo, O., Krause, I., Dejanovic, B., Ruberto, G. Phenolic composition and antioxidant activity of aqueous infusions from *Capparis spinosa* L. and *Crithmum maritimum* L. before and after submission to a two-step in vitro digestion model. *J. Agric. Food.Chem.* 2011;59(23):12453–12459.
10. Yang, T., Wang, C., Liu, H., Chou, G., Cheng, X., Wang, Z. A new antioxidant compound from *Capparis spinosa*. *Pharm. Biol.* 2010;48(5):589-594.
11. Kazemian, M., Abad, M., Haeri, M.R., Ebrahimi, M., Heidari, R. Antidiabetic effect of *Capparis spinosa* L. root extract in diabetic rats. *Avicenna J. Phytomed.* 2015;5(4):325–332.
12. Trombetta, D., Occhiuto, F., Perri, D., Puglia, C., Santagati, N.A., De Pasquale, A., Saija, A., Bonina, F. Antiallergic and antihistaminic effect of two extracts of *Capparis spinosa* L. flowering buds. *Phytother. Res.*2005;19(1):29–33.
13. Arena, A., Bisignano, G., Pavone, B., Tomaino, A., Bonina, F.P., Saija, A., Cristani, M., D'Arrigo, M., Trombetta, D. Antiviral and immunomodulatory effect of a lyophilized extract of *Capparis spinosa* L. buds. *Phytother. Res.* 2008;22(3):313–317.
14. Kulisic-Bilusic, T., Schmöller, I., Schnäbele, K., Siracusa, L., Ruberto, G. The anticarcinogenic potential of essential oil and aqueous infusion from caper (*Capparis spinosa* L.). *Food. Chem.* 2012;132(1):261-267.
15. Arslan, R., Bektas, N., Ozturk, Y. Antinociceptive activity of methanol extract of fruits of *Capparis ovate* in mice. *J. Ethnopharmacol.* 2010;131(1):28-32.
16. Tesoriere, L., Butera, D., Gentile, C., Livrea, M.A. Bioactive components of caper (*Capparis spinosa* L.) from Sicily and antioxidant effects in a red meat simulated gastric digestion. *J. Agric. Food. Chem.* 2007;55(21):8465-8471.
17. Zhou, H.F., Jian, R., Kang, J., Huang, X., Li, Y., Zhuang, C., Yang, F., Zhang, L., Fan, X., Wu, T., Wu, X. Anti-inflammatory effects of caper (*Capparis spinosa* L.) fruit aqueous extract and the isolation of main phytochemicals. *J. Agric. Food Chem.* 2010;58(24):12717-12721.
18. Ibrahim, M.H., Jaafar, Y.Z.E., Rahmat, Z.A. The Relationship between phenols and flavonoids production with total non structural carbohydrate and photosynthetic rate in *Labisia pulma* Benrh. Under High CO<sub>2</sub> and nitrogen Fertilization. *Molecules*. 2011;(16):162-174. Doi: 10.3390/molecules16010162
19. Харченко В.А., Молдован А.И., Голубкина Н.А., Кошеваров А.А., Карузо Д. Антиоксидантный статус сельдерея (*Apium graveolens* L.). *Овощи России*. 2020;(2):82-86. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-82-86>
20. Khan T.A., Mazid M., Mohammad F. Status of secondary plant products under abiotic stress: an overview. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 2011;7(2):75-98.
21. Кондратьев М.Н., Роньжина Е.С., Ларикова Ю.С. Влияние абиотических стрессоров на метаболизм вторичных соединений в растениях. *Известия КГТУ*. 2018;(4):1-17.
22. Государственная фармакопея, XI. М. 1998;(1,2):336.
23. Яшин, А.Я. Инжекционно-проточная система с амперометрическим детектором для селективного определения антиоксидантов в пищевых продуктах и напитках. *Российский химический журнал (Ж. Рос.хим. о-ва им. Д.И. Менделеева)*. 2008;(2):130-135.
24. Вагабова Ф.А., Мусаев А.М., Алибегова А.Н., Раджабов Г.К., Гасанов Р.З., Гусейнова З.А. Изучение суммарного содержания флавоноидов и антиоксидантной активности надземной части *Satureja subdentata* Boiss., произрастающей в условиях Дагестана. *Фундаментальные исследования*. 2013;(3):103-107.
25. Вагабова Ф.А., Раджабов Г.К., Мусаев А.М., Исламова Ф.И., Курамагомедов М.К. Сравнительный анализ содержания флавоноидов, антоцианов и суммарных антиоксидантов в надземной части *Teucrium orientale* L. из природных популяций Горного Дагестана. *Современные проблемы науки и образования*. 2015;(6). URL: <http://www.science-education.ru/130-23055> (дата обращения: 25.11.2015).

## • References

1. Karomatov, I. D., Kodirova, D.U. Prickly Capers as a means of ancient medicine. *Biology and integrative medicine*. 2018;(5):122-128. (In Russ.)
2. Ramezani, Z., Keyghobadi, H., Aghel, N. Rutin from different parts of *Capparis spinosa* growing wild in Khuzestan/Iran. *Pakistan J. of Biol. Sciences*. 2008;11(5):768-772.
3. Tlili, N., Khaldi, A., Trik, i S., Munné-Bosch, S. Phenolic compounds and vitamin antioxidants of caper (*Capparis spinosa*). *Plant Foods Hum.Nutr.* 2010;65(3):260–265.
4. Asilbekova D.T., Tursunhodzhaeva F.M. Lipids of leaves of *Capparis spinosa* L. *Chemistry of plant raw materials*. 2009;(2):97–99. (In Russ.)
5. Duman E., Ozcan M.M. Mineral contents of seed and seed oils of *Capparis species* growing wild in Turkey. *Environ. Monit. Assess* 2014,186(1):239-245.
6. Murtazaliev, R.A. Abstract of the flora of Dagestan. *Makhachkala: Epoch*. 2009.(1):320. (In Russ.)
7. Dawidowicz, A.L., Olszowy, M. Mechanism change in estimating of antioxidant activity of phenolic compounds. *Talanta*. 2012;(97):312-317.
8. Bueno J. M, Sáez-Plaza P., Ramos-Escudero F., Jiménez A. M., Fett R., Asuero A. G. Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part II: chemical structure, color, and intake of anthocyanins. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 2012,42(2):126–151
9. Siracusa, L., Kulisic-Bilusic, T., Politeo, O., Krause, I., Dejanovic, B., Ruberto, G. Phenolic composition and antioxidant activity of aqueous infusions from *Capparis spinosa* L. and *Crithmum maritimum* L. before and after submission to a two-step in vitro digestion model. *J. Agric. Food.Chem.* 2011;59(23):12453–12459.
10. Yang, T., Wang, C., Liu, H., Chou, G., Cheng, X., Wang, Z. A new antioxidant compound from *Capparis spinosa*. *Pharm. Biol.* 2010;48(5):589-594.
11. Kazemian, M., Abad, M., Haeri, M.R., Ebrahimi, M., Heidari, R. Antidiabetic effect of *Capparis spinosa* L. root extract in diabetic rats. *Avicenna J. Phytomed.* 2015;5(4):325–332.
12. Trombetta, D., Occhiuto, F., Perri, D., Puglia, C., Santagati, N.A., De Pasquale, A., Saija, A., Bonina, F. Antiallergic and antihistaminic effect of two extracts of *Capparis spinosa* L. flowering buds. *Phytother. Res.*2005;19(1):29–33.
13. Arena, A., Bisignano, G., Pavone, B., Tomaino, A., Bonina, F.P., Saija, A., Cristani, M., D'Arrigo, M., Trombetta, D. Antiviral and immunomodulatory effect of a lyophilized extract of *Capparis spinosa* L. buds. *Phytother. Res.* 2008;22(3):313–317.
14. Kulisic-Bilusic, T., Schmöller, I., Schnäbele, K., Siracusa, L., Ruberto, G. The anticarcinogenic potential of essential oil and aqueous infusion from caper (*Capparis spinosa* L.). *Food. Chem.* 2012;132(1):261-267.
15. Arslan, R., Bektas, N., Ozturk, Y. Antinociceptive activity of methanol extract of fruits of *Capparis ovate* in mice. *J. Ethnopharmacol.* 2010;131(1):28-32.
16. Tesoriere, L., Butera, D., Gentile, C., Livrea, M.A. Bioactive components of caper (*Capparis spinosa* L.) from Sicily and antioxidant effects in a red meat simulated gastric digestion. *J. Agric. Food. Chem.* 2007;55(21):8465-8471.
17. Zhou, H.F., Jian, R., Kang, J., Huang, X., Li, Y., Zhuang, C., Yang, F., Zhang, L., Fan, X., Wu, T., Wu, X. Anti-inflammatory effects of caper (*Capparis spinosa* L.) fruit aqueous extract and the isolation of main phytochemicals. *J. Agric. Food Chem.* 2010;58(24):12717-12721.
18. Ibrahim, M.H., Jaafar, Y.Z.E., Rahmat, Z.A. The Relationship between phenols and flavonoids production with total non structural carbohydrate and photosynthetic rate in *Labisia pulma* Benrh. Under High CO<sub>2</sub> and nitrogen Fertilization. *Molecules*. 2011;(16):162-174. Doi: 10.3390/molecules16010162
19. Kharchenko V.A., Moldovan A.I., Golubkina N.A., Koshevarov A.A., Caruso G. Antioxidant status of celery (*Apium graveolens* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2020;(2):82-86. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-82-86>
20. Khan T.A., Mazid M., Mohammad F. Status of secondary plant products under abiotic stress: an overview. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 2011;7(2):75-98.
21. Kondratyev M.N., Ronzhina E.S., Larikova Yu.S. Influence of abiotic stressors on the metabolism of secondary compounds in plants. *Izvestiya KSTU*. 2018;(4):1-17. (In Russ.)
22. State Pharmacopoeia, XI. M. 1998;(1,2):336. (In Russ.)
23. Yashin, A.Y. Injection flow system with amperometric detector for selective determination of antioxidants in foods and beverages. *Russian Chemical Journal (Zh. Rus. Mendeleev Chem. Society)*. 2008;1(2):130-135. (In Russ.)
24. Vagabova F.A., Musaev A.M., Alibegova A.N., Radjabov G.K., Gasanov R.Z., Guseynova Z.A. The study of the total flavonoid content and total antioxidants activity of the aerial part *Satureja subdentata* Boiss., growing in the conditions of Dagestan. *Basic research*. 2013;(3):103-107. (In Russ.)
25. Vagabova F.A., Radjabov G.K., Musaev A.M., Islamova F.I., Kuramagomedov M.K. The comparative analysis of flavonoids, anthocyanins and total antioxidants in the aerial parts *Teucrium Orientale* L. from natural populations of mountain Dagestan. *Modern problems of science and education*. 2015;(6). (In Russ.) Available at: <http://www.science-education.ru/130-23055> (accessed 25.11.015).

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-111-116>  
УДК 635.621:581.19

Н.А. Голубкина<sup>1</sup>, Г.А. Химич<sup>1</sup>,  
М.С. Антошкина<sup>1</sup>, У.Д. Плотникова<sup>1</sup>,  
С.М. Надежкин<sup>1,2</sup>, И.Б. Коротцева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО), 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14  
segolubkina45@gmail.com

<sup>2</sup>Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ имени М. В. Ломоносова 141592, Россия, Московская обл., пос. Чашниково, Солнечногорский р-н, п/о Ударный nadegs@yandex.ru

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

**Вклад авторов:** Н.А. Голубкина, С.М. Надежкин, И.Б. Коротцева – установление направления исследования, статистический анализ, написание статьи; М.С. Антошкина, Г.А. Химич – выращивание тыквы; Н.А. Голубкина, М.С. Антошкина, У.Д. Плотникова – биохимические исследования, статистический анализ, написание статьи.

**Для цитирования:** Голубкина Н.А., Химич Г.А., Антошкина М.С., Плотникова У.Д., Надежкин С.М., Коротцева И.Б. Особенности каротиноидного состава тыквы Конфетка, перспективы использования. *Овощи России*. 2021;(1):111-116. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-111-116>

**Поступила в редакцию:** 10.12.2020

**Принята к печати:** 29.01.2021

**Опубликована:** 25.02.2021

Nadezhda A. Golubkina<sup>1</sup>, Galina A. Khimich<sup>1</sup>,  
Marina S. Antoshkina<sup>1</sup>, Uljana D. Plotnikova<sup>1</sup>,  
Sergei M. Nadezhkin<sup>1,2</sup>, Irina B. Korotseva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC), 14, Selectionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072  
corresponding author:  
segolubkina45@gmail.com

<sup>2</sup>Educational and Experimental Soil and Ecological Center of Lomonosov Moscow State University Chashnikovo, Solnechnogorsk district, Moscow region, Russia, 141592  
nadegs@yandex.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** N.A. Golubkina, S.M. Nadezhkin, I.B. Korotseva - setting the direction of research, statistical analysis, writing an article; M.S. Antoshkina, G.A. Khimich – pumpkin cultivation; N.A. Golubkina, M.S. Antoshkina, U.D. Plotnikova – biochemical research, statistical analysis, article writing.

**For citations:** Golubkina N.A., Khimich G.A., Antoshkina M.S., Plotnikova U.D., Nadezhkin S.M., Korotseva I.B. Peculiarities of pumpkin carotenoid composition 'Konfetka' variety, prospects of utilization. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):111-116. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-111-116>

**Received:** 10.12.2020

**Accepted for publication:** 29.01.2021

**Accepted:** 25.02.2021

# Особенности каротиноидного состава тыквы Конфетка, перспективы использования



## Резюме

**Актуальность.** Тыква является важнейшим источником каротиноидов для человека: бета- и альфа-каротина, лютеина и зеаксантина, играющих фундаментальную роль в обеспечении сумеречного и соответственно цветового зрения у человека.

**Результаты.** Исследование каротиноидного состава мякоти тыквы сорта Конфетка впервые позволило выявить, что это единственный известный в настоящее время сорт, накапливающий исключительно лютеин в мякоти и лютеин и зеаксантин в кожуре. Содержание лютеина в мякоти тыквы составляло 11 мг/100 г, кожуре – 41,3 мг/100 г, плаценте – 51,2 мг/100 г. Уровень зеаксантина отсутствовал в мякоти и составил в кожуре – 28,3 мг/100 г, и в плаценте – 10 мг/100 г. Бета-каротин был обнаружен только в плаценте, где его содержание достигало 94,7 мг/100 г. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования всех частей тыквы сорта Конфетка как в пищевой промышленности, так и в производстве детских продуктов питания и БАДов, содержащих лютеин и зеаксантин.

**Ключевые слова:** тыква, каротиноиды, лютеин

# Peculiarities of pumpkin carotenoid composition 'Konfetka' variety, prospects of utilization

## Abstract

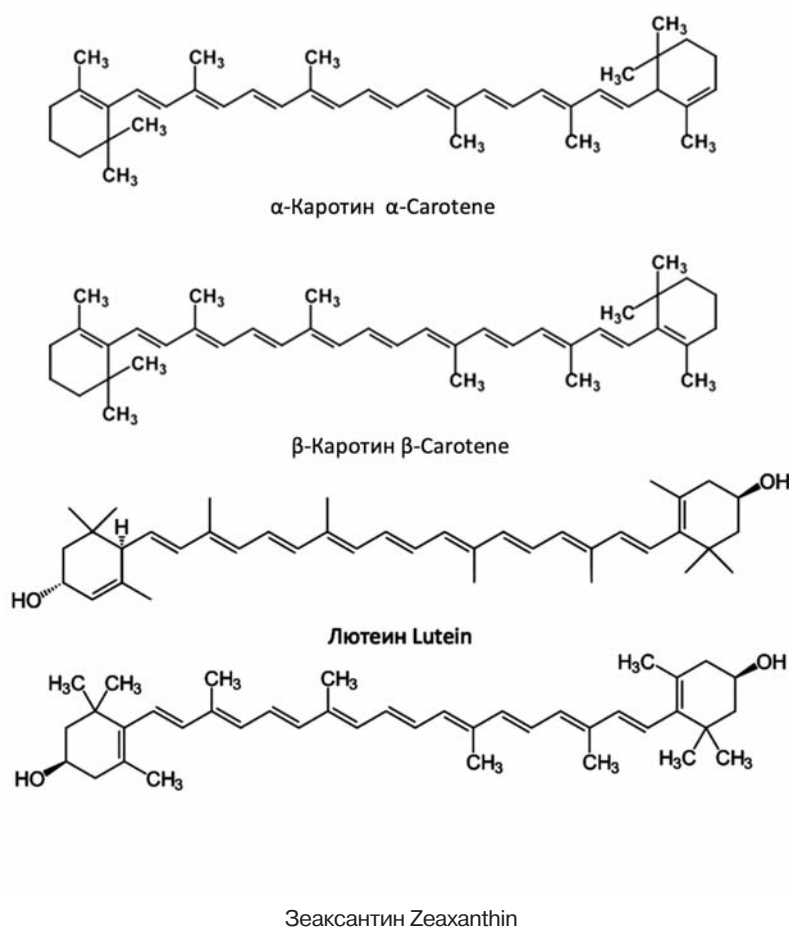
**Relevance.** Pumpkin is one of the most important source of carotenoids for humans:  $\beta$ - and  $\alpha$ -carotene, lutein and zeaxanthin playing a fundamental role in providing twilight and color vision accordingly.

**Results.** Investigation of pumpkin carotenoid composition, Konfetka variety, revealed for the first time that this cultivar is the only one containing exclusively lutein in pulp with lutein and zeaxanthin in peel and lutein, zeaxanthin and  $\beta$ -carotene in placenta. Lutein concentration in pulp reached 11 mg/100 g, peel – 41.3/100 g, placenta – 51.2 mg/100 g. Zeaxanthin was absent in pulp and reached 28.3 mg/100 g in peel, and 10 mg/100 g in placenta.  $\beta$ -Carotene was detected only in placenta where its concentration was as much as 94.7 mg/100 g. The results indicate great prospects of 'Konfetka' components utilization (pulp, peel, placenta) in food industry, production of baby food and biologically active food additives, containing lutein and zeaxanthin.

**Keywords:** pumpkin, carotenoids, lutein

## Введение

Тыква является неотъемлемым компонентом диетического питания, обеспечивающим поступление в организм человека жизненно важных полисахаридов, прежде всего, пектина, а также витаминов и каротиноидов (Zhou et al., 2007). Особое значение продукты из тыквы имеют для детского питания (Голубкина и др., 2012). Каротиноиды, разнообразие которых в природе насчитывает более 400, представлены в тыкве преимущественно несколькими важнейшими формами, составляющими изомеры: бета- и альфа- каротин, лютеин и зеаксантин (Murkovic et al., 2002; Norshazila et al., 2014)(рис.1).



**Рис.1 Важнейшие каротиноиды тыквы**  
**Fig.1. The most important pumpkin carotenoids**

Альфа- и бета-каротин являются предшественниками витамина А, входящего в состав зрительного пигмента родопсина периферической части сетчатки глаза и обеспечивающего сумеречное зрение. Наибольшее содержание лютеина и зеаксантина найдено в желтом пятне сетчатки, или макуле. Так же, как и альфа-, и бета-каротин, лютеин и зеаксантин обеспечивают антиоксидантную защиту сетчатки от оксидантного стресса, вызываемого УФ-излучением (Roberts, Dennison, 2015; Madhavan et al., 2018). Лютеин распределен по всей сетчатке, зеаксантин найден только в желтом пятне. Они действуют как сильные антиоксиданты, блокируя действие свободных радикалов, которые повреждают сетчатку и способствуют снижению зрения. Показано, что повышенное потребление ово-

щей и фруктов, богатых лютеином и зеаксантином (Humphries, Khachik, 2003; Khachik et al., 1999; Seddon et al., 1994; Sommerburg et al., 1998), снижает риск развития старческой катаракты и дегенерации макулы (Mares-Perlman et al., 2001).

Установлен эффект синергизма между лютеином и зеаксантином, обеспечивающий повышенную антиоксидантную активность комплекса лютеин-зеаксантин по сравнению с индивидуальными каротиноидами (Roberts, Dennison, 2015).

В настоящее время выпускается целая серия биологически активных добавок к пище, содержащих лютеин и/или зеаксантин, такие как Макулин плюс (Хорватия), Нутроф Тотал (Франция), Ретинорм (Германия), Окувайт лютеин (Германия), Супер Зеаксантин и чистый лютеин (США), Лютеин Интенсив (Швейцария) и др. Такие препараты показаны для предотвращения развития макулярной дистрофии, при зрительном утомлении, связанном с работой за компьютером, чтением, вождением автомобиля, вынужденной работой в условиях сниженной освещенности, при воздействии повышенных уровней УФ-излучения, например, в условиях высокогорья и др., для лиц, использующих контактные линзы и очки, а также в период восстановления после нарушений функций органа зрения, связанных с повреждением целостности тканей глаза (Корнеева, 2019). Кроме того, каротиноиды тыквы используют в качестве пищевых красителей. Например, пищевая добавка E161h представляет собой Зеаксантин (<https://ru.qaz.wiki/wiki/Zeaxanthin>).

Селекция тыквы в ФНЦО позволила создать несколько значимых сортов тыквы, таких как Конфетка, Москвичка, Россиянка, F1 Вега, Первенец ВНИИССОК, Грибовская Зимняя, Премьера и др. (Химич, Коротцева, 2013; Голубкина и др., 2012). Однако компонентный каротиноидный состав этих сортов до настоящего времени не был охарактеризован.

В этой связи интерес представляет не только содержание и компонентный состав каротиноидов в мякоти тыквы, но и распределение каротиноидов между мякотью, плацентой и кожурой. Общеизвестный факт более высоких концентраций каротиноидов и пектина в кожуре тыквы по сравнению с мякотью явился основанием разработки рецептур хлебобулочных изделий (Stauch et al., 2016), снеков (Norfezah et al., 2011) и бисквитов (Mishra, Sharma, 2019) с использованием порошка высушенной кожуры. В России тыква используется для приготовления сока и тыквенного пюре для детского питания. Кожура тыквы является не используемым отходом производства.

Целью настоящей работы явилось выделение, идентификация и количественная характеристика каротиноидов оранжевоплодной тыквы сорта Конфетка (*C. maxima*), распределение каротиноидов между мякотью, кожурой и плацентой, а также установление антиоксидантной активности выбранных частей плодов.



## Материалы и методы

### Условия и методики проведения исследований.

Тыкву сорт Конфетка выращивали на опытных полях ФГБНУ ФНЦО в 2020 году. Почвы дерново-подзолистые среднесуглинистые. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы перед высадкой рассады была следующей: содержание гумуса по Тюрину – 1,62%, pH – 6,1, гидролитическая кислотность – 1,32 мг-экв/100 г, сумма поглощенных оснований – 19,2 мг-экв/100 г, степень насыщенности основаниями – 93,6%, среднее содержание подвижного фосфора – 472 мг/кг, обменного калия – 167 мг/кг, минерального азота – 9 мг/кг.

Погодные условия в вегетационный период представлены в таблице 1.

метрически (спектрофотометр Unicо, США) после хроматографического разделения с использованием количественной бумажной хроматографии на хроматографической бумаге Ватман 3А (Голубкина и др., 2020). В качестве референс-стандартов использовали образцы чистых лютеина, зеаксантина и бета-каротина (Sigma).

Уровень общей антиоксидантной активности и содержание полифенолов определяли на спиртовых экстрактах (70% этанол, 1 час при 80°C) согласно методике (Голубкина и др., 2020). В качестве референс-стандарта применяли галловую кислоту.

Содержание сахаров регистрировали цианидным методом (Кидин, 1970).

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием статистической программы Excel.

Таблица 1. Температура воздуха и количество осадков за вегетационный период 2020 года  
Table 1. Air temperature and precipitation during vegetation period, 2020

Месяц Month	Температура, °C Temperature, °C	Осадки, мм, Precipitation, mm
Май May	11,2	160
Июнь June	18,7	159
Июль July	18,2	175
Август August	17,3	34
Сентябрь September	13,6	65

Посев семян осуществляли 6 июня в открытый грунт в лунки на расстоянии 1,0 м – между растениями и 90 см – между рядами. Внесение нитрофоски осуществляли в течение всего периода вегетации из расчета 5 кг на 10 м<sup>2</sup> каждые 20 дней. Размеры делянки – 5 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. В процессе вегетации проводили регулярную прополку, рыхление и полив. Сбор урожая осуществляли 2 октября.

Для сравнения использовали плоды оранжевоплодной тыквы сорт Россиянка со средней массой плода 1345 г.

### Пробоподготовка

Шесть плодов тыквы промывали проточной водой для удаления грязи, подсушивали, разрезали, разделяли мякоть, кожуру, плаценту и семена и взвешивали каждую составляющую. Толщина срезаемой кожуры составила 1 мм. Четвертую часть мякоти каждого плода и всю кожуру от выбранных плодов гомогенизировали.

### Биохимические анализы

Содержание сухого вещества устанавливали гравиметрически высушиванием при 70°C до постоянного веса.

Содержание и состав каротиноидов устанавливали на свежих гомогенизированных образцах спектрофото-

### Результаты и обсуждения

В последние годы все большее значение приобретает комплексная безотходная переработка овощной продукции с целью получения новых функциональных продуктов питания (Helkar et al., 2016; Torres-Leyn et al., 2018; Faustino et al., 2019; Iriondo-De Hond et al., 2018). Для тыквы наиболее привлекательным в этом отношении является оценка и использование кожуры и плаценты плодов – компонентов, наиболее богатых каротиноидами и пектином, а также семян (Zhou et al., 2007).

В работе использовали ярко-оранжевые образцы тыквы сорта Конфетка небольшого размера, поскольку именно в этих условиях доля массы кожуры существенно больше, чем у крупноплодных образцов. В данном эксперименте доля мякоти, кожуры и плаценты составила соответственно 80,5%, 14,4% и 8% (табл.2). При этом наибольшее содержание сухого вещества, как и следовало ожидать, приходится на кожуру. Таким образом, соотношение сухой массы мякоти, кожуры и плаценты достигало 44.0 : 5.7 : 1. Исследование содержания сахаров в мякоти, кожуре и плаценте исследуемого сорта показало отсутствие значимых различий в уровне моносахаров между плацентой, мякотью и кожурой и между мякотью и кожурой в содержании дисахаров. Содержание дисахаров для мякоти и кожуры оказалось в среднем в 2 раза ниже, чем моносахаров. В то время

Таблица 2. Показатели массы, сухого вещества, содержания сахаров, нитратов и водорастворимых соединений мякоти кожуры и плаценты тыквы сорта Конфетка  
 Table 2. Indicators of mass, dry matter, content of sugars, nitrates and water-soluble compounds of the pulp of the peel and placenta of pumpkin variety Konfetka

Показатель Parameter	Мякоть Pulp	Кожура Peel	Плацента Placenta
Масса, г Weight, g	1083±105a	193.2±18.1b	24.9±2.0c
Сухое вещество, % Dry matter, %	20.93±1.1a	28.80±1.0b	21.2±1.0a
Моносахара, % на сухую массу Monosugar, % on dry weight	22.5±1.5a	23.6±1.6a	19.8±1.2a
Дисахара, % на сухую массу Di-sugar, % on dry weight	10.7±0.8a	12.6±1.1a	6.0±0.4b

Значения в рядах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $P < 0.05$   
 Values in lines with similar indexes do not differ according to Duncan test at  $p < 0.05$

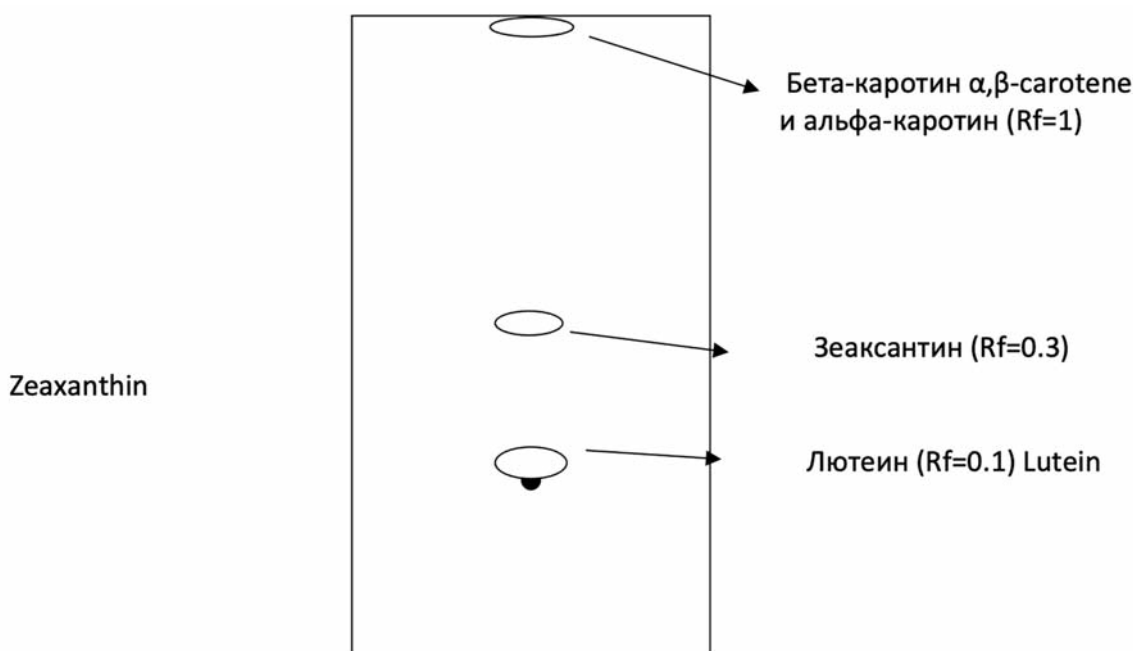


Рис. 2. ТСХ каротиноидов мякоти (1), кожуры (2) и плаценты (3) тыквы сорта Конфетка  
 Хроматографическая бумага Ватман 3А, система гексан : ацетон, 10:1  
 Fig.2. Carotenoids TLC of pulp (1), peel (2) and placenta (3) of Konfetka variety, chromatographic paper Vatman 3A; system hexan : acetin, 10:1

как уровень дисахаров в плаценте был в 3,3 раза ниже, чем моносахаров (табл.2).

Значительные различия в хроматографической подвижности бета/альфа каротина, лютеина и зеаксантина позволили количественно установить компонентный состав плаценты, кожуры и мякоти плодов тыквы (рис.2).

Исследование содержания каротиноидов и каротиноидного состава плодов выявила присутствие исключительно лютеина в мякоти, лютеина, зеаксантина и бета-каротина в кожуре и преобладание бета-каротина в плаценте (табл.3).

Известно, что бета-каротин является предшественником в биосинтезе лютеина и зеаксантина, что объясняет более высокое содержание этой формы в плаценте по сравнению с лютеином и зеаксантином.

Исследование в Польше на 9 сортах *Cucurbita pepo*, 6 сортах *Cucurbita moschata* и 8 сортах *Cucurbita maxima* (Kulczynski, Gramza-Michalowska, 2019 a,b) позволило авторам установить возрастание интенсивности накопления суммы каротиноидов и, в частности, лютеина и зеаксантина, в ряду и *C. moschata* < *C. pepo* < *C. maxima*. При этом в мякоти всех исследованных сортов присутствовали бета-каротин, лютеин и зеаксантин. Российский сорт крупноплодной тыквы Россиянка также характеризовался присутствием всех трех каротиноидов в мякоти в концентрациях: 3,5 мг/100 г бета-каротина, 5,0 мг/100 г лютеина и 4,8 мг/100 г зеаксантина при сравнительно более низком содержании суммы каротиноидов в кожуре (68,1 мг/100 г.) по сравнению с сортом Конфетка (81 мг/100 г). Исследование интернет-ресурсов за последние 30

Таблица 3. Содержание каротиноидов, полифенолов и общая антиоксидантная активность тыквы сорта Конфетка  
Table 3. Carotenoids, phenolics and total antioxidant activity of Konfetka variety

Показатель Parameter	Мякоть Pulp	Кожура Peel	Плацента Placenta
Бета-каротин, мг/100 г $\beta$ -carotene, mg/100 g	Следы traces	11.4±0.4 a	94.8±1.7 b
Лютеин, мг/100 г Lutein, mg/100 g	11.0±0.3 a	41.3±0.8 b	51.2±1.0c
Зеаксантин, мг/100 г Zeaxanthin, mg/100 g	Следы	28.3±0.7 a	10.2±0.5b
Сумма каротиноидов, мг/100 г Total carotenoid content, mg/100 g	11.0±0.7 a	81.0±4.5b	156.2±10.1c
АОА, мг-экв ГК/г с.м. AOA, mg GAE/g d.w.	15.4±1.0a	18.9±1.1b	18.4±1.1b
Полифенолы, мг-экв ГК/г с.м. Phenolics, mg GAE/g d.w.	11.0±0.7a	15.4±0.9b	15.0±0.9b

Значения в рядах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $P < 0.05$   
Values in lines with similar indexes do not differ according to Duncan test at  $p < 0.05$

лет по вопросу каротиноидного состава тыквы не позволило выявить ни одного сорта тыквы, способного накапливать исключительно лютеин. Наличие в мякоти сорта Конфетка исключительно лютеина открывает возможности налаживания собственного производства лютеина в стране без использования трудоемкого и вредного химического синтеза и создание отечественного фармацевтического препарата на основе чистого лютеина, используемого в настоящее время в профилактике и лечении макулярной дистрофии, борьбе с усталостью глаз, повышении остроты зрения, а также включаемого в состав детских молочных смесей в зарубежных странах (Корнеева, 2002). В России отсутствует как промышленное производство тыквы этого сорта, так и производство чистого лютеина, а также детских молочных смесей, обогащенных лютеином.

В целом, отличными источниками каротиноидов у сорта Конфетка являются также кожура и плацента, содержащие бета-каротин, лютеин и зеаксантин. Поскольку доля плаценты в данном сорте крайне низкая, то наибольший интерес представляет возможность переработки кожуры, которая может оказаться востребованной для использования в качестве пищевого красителя (Staichok et al., 2016).

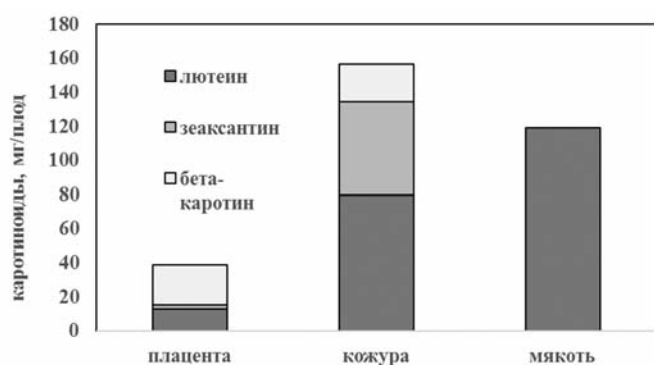


Рис.3. Распределение каротиноидов в плаценте, кожуре и мякоти тыквы сорта Конфетка  
Fig.3. Carotenoid distribution between placenta, peel and pulp of pumpkin variety Konfetka

Действительно, в пересчете на один плод суммарное содержание каротиноидов в кожуре достоверно выше, чем в мякоти (рис.3). Обращает также внимание высокое содержание сухого вещества в кожуре, что сводит к минимуму расходы на электроэнергию при высушивании материала. Так, если для высушивания мякоти требуется 3 дня при 70°C, то этот процесс для кожуры составляет всего 10 часов.

Известные литературные данные указывают на высокую антиоксидантную активность плодов тыквы, определяемую не только содержанием каротиноидов, но и уровнем накопления полифенолов (рис.4). Так, среди флавоноидов в тыкве идентифицированы рутин, кемпферол, изокверцетин, кверцетин, мирицетин и астрагалин (Kulczy'nski, Gramza-Michałowska, 2019a,b). Среди полифенолов тыквы присутствуют галловая, протокатеховая, 4-гидроксibenзойная, ванилиновая, хлорогеновая кислоты и рутин (Kulczy'nski, Gramza-Michałowska, 2019a,b). Оценка общей антиоксидантной активности плодов тыквы сорта Конфетка показывает, что около двух процентов полифенолов содержится в плаценте и около 30% – в неиспользуемой кожуре.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в 100 г мякоти тыквы Конфетка содержится около 11

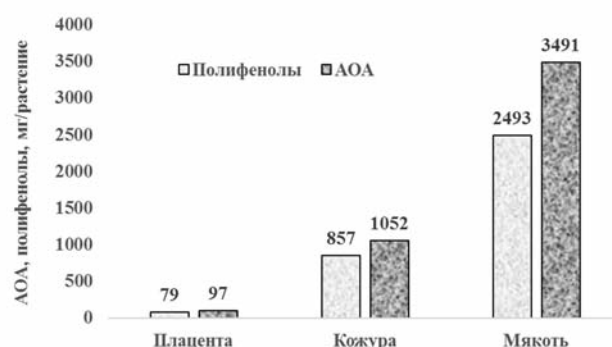


Рис.4. Содержание полифенолов и общая антиоксидантная активность плаценты, кожуры и мякоти тыквы сорта Конфетка  
Fig.4. Phenolics content and total antioxidant activity (AOA) of placenta, peel and pulp of pumpkin variety Konfetka



мг лютеина при минимальной суточной потребности в этом антиоксиданте – 5-10 мг (Методические рекомендации, 2004). 10 г порошка кожуры этого сорта при использовании в пищевой промышленности способны повысить пищевую ценность хлебобулочных изделий (Stauchok et al., 2016), обеспечивая 3,8 мг бета-каротина, 14,3 мг лютеина и 9,8 зеаксантина.

#### Об авторах:

**Надежда Александровна Голубкина** – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>, [segolubkina45@gmail.com](mailto:segolubkina45@gmail.com)

**Галина Александровна Химич** – старший научный сотрудник лаб. селекции и семеноводства тыквенных культур, [himich07@mail.ru](mailto:himich07@mail.ru)

**Марина Сергеевна Антошкина** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, [limont\\_m@mail.ru](mailto:limont_m@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>

**Ульяна Дмитриевна Плотникова** – лаборант-исследователь лабораторно-аналитического отдела, [ulyagulya3@gmail.com](mailto:ulyagulya3@gmail.com)

**Сергей Михайлович Надежкин** – доктор биол. наук, зав. лабораторно-аналитическим отделом, [nadegs@yandex.ru](mailto:nadegs@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5786-3454>

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

#### Заключение

Представленные результаты свидетельствуют о перспективности расширенного промышленного производства тыквы Конфетка и разработки технологии выделения чистого лютеина из мякоти, а также разработки технологии переработки кожуры этого сорта с целью применения в пищевой промышленности.

#### About the authors:

**Nadezhda A. Golubkina** – Doc. Sci. (Agriculture), Chief Researcher Laboratory Analytical Department, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>, [segolubkina45@gmail.com](mailto:segolubkina45@gmail.com)

**Galina A. Khimich** – Senior Researcher of the laboratory of selection and seed production of pumpkin crops, [himich07@mail.ru](mailto:himich07@mail.ru)

**Marina S. Antoshkina** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher Laboratory Analytical Department, Ph.D. e-mail: [limont\\_m@mail.ru](mailto:limont_m@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>

**Uliana D. Plotnikova** – Researcher-assistant Laboratory Analytical Department, [ulyagulya3@gmail.com](mailto:ulyagulya3@gmail.com)

**Sergei M. Nadezhkin** – Doc. Sci. (Biology), head of Laboratory Analytical Department, [nadegs@yandex.ru](mailto:nadegs@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5786-3454>

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

#### • Литература / References

1. Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надежкин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. *М., Инфра-М. 2020.* [Golubkina N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V., Antoshkina M.S., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V. Plants antioxidants and methods of their determination. *Moscow, Infra-M. 2020.* (In Russ.)]
2. Голубкина Н.А., Терешонок В.И., Надежкин С.М., Молчанова А.В., Коротцева И.Б., Химич Г.А. Перспективы использования новых сортов тыквы в производстве тыквенного пюре. *Нива Поволжья. 2015;2(35).* [Golubkina N.A., Tereshonok V.I., Nadezhkin S.M., Molchanova A.V., Korotseva I.B., Khimich G.A. Prospects of new pumpkin varieties utilization in production of pumpkin puree. *Niva Povolgia. 2015;2(35).* (In Russ.)]
3. Кидин В.В. Практикум по агрохимии. *М., Колос. 2008.* С.236-240. [Kidin V.V. Workshop on agrochemistry. *Moscow, Kolos. 2008.* P.236-240. (In Russ.)]
4. Корнеева А.В. Лютеин-зеаксантиновый комплекс: выбор офтальмологов. *РМЖ «Клиническая Офтальмология». 2019;(1):54-58.* [Korneeva A.V. Lutein-zeaxanthin complex: choice of ophthalmologist. *Russian Medical Journal Clinical Ophthalmology. 2019;(1): 54-58.* (In Russ.)]
5. Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04 "Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ" (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 2 июля 2004 г.) [Guidelines МР 2.3.1.1915-04 'Recommended consumption levels of food and biologically active substances. (In Russ.)]
6. Короцева И.Б., Химич Г.А. Основные направления и задачи селекции тыквенных культур. *Овощи России. 2013;(2):17-21.* <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-2-17-21> [Korotseva I.B., Khimich G.A. Main trends and challenges in breeding of pumpkin crops. *Vegetable crops of Russia. 2013;(2):17-21.* (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-2-17-21>]
7. Faustino M., Veiga M., Sousa P., Costa E.M., Silva S., Pintado M. Agro-Food Byproducts as a New Source of Natural Food Additives. *Molecules. 2019;(24):1056; doi:10.3390/molecules24061056*
8. Helkar P.B., Sahoo A.K., Patil N.J. Review: Food Industry By-Products used as a Functional Food Ingredients. *Int J Waste Resour. 2016;6(3):248. doi: 10.4172/2252-5211.1000248*
9. Humphries J.M., Khachik F. Distribution of lutein, zeaxanthin, and related geometrical isomers in fruit, vegetables, wheat, and pasta products. *J Agr Food Chemistry. 2003;51(1322)–1327.*
10. Iriando-De Hond M., Miguel E., del Castillo M.D. Food Byproducts as Sustainable Ingredients for Innovative and Healthy Dairy Foods. *Nutrients. 2018;(10):1358. doi:10.3390/nu10101358*
11. Kulczyński B., Gramza-Michałowska A. The Profile of Secondary Metabolites and Other Bioactive Compounds in *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita moschata* Pumpkin Cultivars. *Molecules. 2019a;(24):2945. doi:10.3390/molecules24162945*
12. Kulczyński B., Gramza-Michałowska A. The Profile of Carotenoids and

Other Bioactive Molecules in Various Pumpkin Fruits (*Cucurbita maxima* Duchesne) Cultivars. *Molecules. 2019b;24(18):3212. doi: 10.3390/molecules24183212*

13. Khachik F., Beecher G.R., Goli M.B., Lusby W.R. Separation, identification, and quantification of carotenoids in fruits, vegetables and human plasma by high performance liquid chromatography. *Pure and Applied Chemistry. 1991;63(1):71–80.*

14. Madhavan J., Chandrasekharan S., Priya M.K., Godavarthi A. Modulatory Effect of Carotenoid Supplement Constituting Lutein and Zeaxanthin (10:1) on Anti-oxidant Enzymes and Macular Pigments Level in Rats. *Pharmacogn Mag. 2018;14(54):268-274. doi: 10.4103/pm.pm\_340\_17.*

15. Mares-Perlman J.A., Fisher A.I., Klein R. et al. Lutein and zeaxanthin in the diet and serum and their relation to age-related maculopathy in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiology. 2001;153(5):424–432.*

16. Mishra S., Sharma K. Development of pumpkin peel cookies and its nutritional composition. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2019;8(4):370-372.*

17. Norfzeh M.N., Hardacre A., Brennan C.S. Comparison of waste pumpkin material and its potential use in extruded snack foods. *Food Science and Technology International. 2011;17(4):367–373.* <https://doi.org/10.1177/1082013210382484>

18. Murkovic M., Mülleder U., Neunteufl H. Carotenoid Content in Different Varieties of Pumpkins. *Journal of Food Composition and Analysis. 2002;15(6):633-638. DOI: 10.1006/jfca.2002.1052*

19. Roberts J.E., Dennison J. The Photobiology of Lutein and Zeaxanthin in the EyeJ *Ophthalmol. 2015;(2015):687173. doi: 10.1155/2015/687173*

20. Seddon J.M., Ajani U.A., Sperduto R.D. et al. Dietary carotenoids, vitamins A, C, and E, and advanced age-related macular degeneration. EyeDiseaseCase-Control StudyGroup. *J. Am. Med. Assoc. 1994;272(18):1413–1420.*

21. Sommerburg O., Keunen J. E.E., Bird A.C., van Kuijk. Fruits and vegetables that are sources for lutein and zeaxanthin: the macular pigment in human eyes. *British J Ophthalmology. 1998;82(8):907–910.*

22. Staichok A.C.B., Mendonça K.R.B., Alves dos Santos P.G., Garcia L.G.C., Damiani C. Pumpkin Peel Flour (*Cucurbita maxima* L.) – Characterization and Technological Applicability. *Journal of Food and Nutrition Research. 2016;4(5):327-333. DOI:10.12691/jfnr-4-5-9*

23. Torres-León C., Ramírez-Guzman N., Londoño-Hernandez L., Martínez-Medina G.A., Díaz-Herrera R., Navarro-Macias V., Alvarez-Pérez O.B., Picazo B., Villarreal-Vázquez M., Ascacio-Valdes J., Aguilar C.N. Food Waste and Byproducts: An Opportunity to Minimize Malnutrition and Hunger in Developing Countries. *Front. Sustain. Food Syst. 2018;(2):52. doi: 10.3389/fsufs.2018.00052*

24. USDA Carotenoid Database, 1998.

25. Zhou T., King Q., Huang J., Dai R., Li Q. Characterization of nutritional components and utilization of pumpkin. *Food. Global Science books. 2007;1(2):313-321.*

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-117-120>  
УДК 635.64:581.132.043

Т.В. Никонович<sup>1</sup>,  
Ю.В. Трофимов<sup>2</sup>,  
М.И. Баркун<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Белорусская государственная сельскохозяйственная академия  
5, ул. Мичурина, г. Горки,  
Могилевская обл., 213410, Республика Беларусь  
tvnikonovich@gmail.com

<sup>2</sup> Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук  
Беларуси  
20, Логойский тракт,  
Минск, 220090, Республика Беларусь

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований по теме: «Оценка генетико-биохимических особенностей морфогенеза растений в условиях *in vitro* при различном светодиодном освещении», договор с БРФФИ № Б19-112.

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Никонович Т.В., Трофимов Ю.В., Баркун М.И. Влияние светодиодного освещения на содержание фотосинтезирующих пигментов в листьях томата. *Овощи России*. 2021;(1):117-120.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-117-120>

**Поступила в редакцию:** 04.05.2020  
**Принята к печати:** 18.09.2020  
**Опубликована:** 25.02.2021

Tamara V. Nikanovich<sup>1</sup>,  
Yuri V. Trofimov<sup>2</sup>,  
Mikhail I. Barkun<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Belarusian State Agricultural Academy  
5, Michurin st., Gorki, Mogilev region, 213410,  
Republic of Belarus  
tvnikonovich@gmail.com

<sup>2</sup> Center for LED and Optoelectronic Technologies of the National Academy of Sciences of Belarus  
20, Logoisk tract, Minsk, 220090, Republic of Belarus

**Acknowledgments.** The work was carried out with the financial support of the Belarusian Republican Foundation for Basic Research on the topic: "Evaluation of genetic and biochemical features of plant morphogenesis *in vitro* under various LED lighting", contract with the BRFFR № B19-112.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed equally to the writing of the article.

**For citations:** Nikanovich T.V., Trofimov Yu.V., Barkun M.I. The impact of LED lighting on the content of photosynthetic pigments in tomato leaves. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):117-120. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-117-120>

**Received:** 04.05.2020  
**Accepted for publication:** 18.09.2020  
**Accepted:** 25.02.2021

# Влияние светодиодного освещения на содержание фотосинтезирующих пигментов в листьях томата



## Резюме

**Актуальность и методика.** Изучали влияние светодиодного освещения разного спектрального состава на содержание фотосинтезирующих пигментов в листьях томата для выявления оптимального варианта освещения, пригодного для получения качественной рассады в контролируемых условиях. Применяли светодиодные светильники, у которых отношение плотности потока фотонов (ППФ) оранжево-красной полосы (607–694 нм) к ППФ синей полосы (400–495 нм) варьировало от 1 до 20. При этом доля ППФ в диапазоне 580–607 нм (желтый) составляла от 13 до 22%, а доля фотонов в диапазоне 495–580 нм (зеленый) – от 18 до 38%. Исследования проводили с двумя сортами томата белорусской селекции, которые отличались по ряду морфобиологических признаков.

**Результаты.** Установлено, что применение светодиодного освещения разного спектрального состава оказало в основном ингибирующее действие на биосинтез хлорофиллов и каротиноидов в листовой ткани растений. Снижение количества пигментов, по сравнению с контрольным вариантом, достигало 47-57%. Выявлено, что при всех исследуемых вариантах освещения, за исключением условий, где спектральное соотношение R/B («красный/синий») составляло 0,8, величина совокупного ингибирующего эффекта у сорта Черри Коралл оказалась в 1,2-1,7 раза меньше, чем у сорта Зорка, что свидетельствовало о значительно меньшей восприимчивости пигментного фонда первого из них к светодиодному освещению. Наименьшее ингибирующее влияние последнего на биосинтез фотосинтезирующих пигментов у обоих сортов томата установлено при потоке фотонов 69,1 мкмоль/с, тогда как наибольшее, превосходящее его в 3,0-3,1 раза – у сорта Зорка и в 4,5-5,3 раза – у сорта Черри Коралл при потоке фотонов 73,9 мкмоль/с.

**Ключевые слова:** томат, светодиодное освещение, хлорофиллы, каротиноиды, спектральный состав света

# The impact of LED lightning on the content of photosynthetic pigments in tomato leaves

## Abstract

**Relevance and methods.** We studied the influence of LED lighting of different spectral composition on the content of photosynthetic pigments in tomato leaves to identify the most optimal lighting option suitable for obtaining high-quality seedlings under controlled conditions. We used LED lamps in which the ratio of the photon flux density (PFD) of the orange-red band (607–694 nm) to the PFD of the blue band (400–495 nm) varied from 1 to 20. In this case, the proportion of the PFD in the range 580-607 nm (yellow) ranged from 13 to 22%, and the fraction of photons in the range 495–580 nm (green) ranged from 18 to 38%. The research was carried out with two varieties of Belarusian tomato varieties, which differed in a number of morphobiological characteristics.

**Results.** It was found that the use of LED lighting of different spectral composition had mainly an inhibitory effect on the biosynthesis of chlorophylls and carotenoids in the leaf tissue of plants. The decrease in the amount of pigments, in comparison with the control variant, reached 47-57%. It was revealed that under all studied lighting options, with the exception of conditions where the spectral ratio R / B ("red/blue") was 0.8, the value of the total inhibitory effect in the Cherry Coral variety was 1.2-1.7 times lower than that of the Zorka variety, which indicated a significantly lower susceptibility of the pigment fund of the former to LED lighting. The smallest inhibitory effect of the latter on the biosynthesis of photosynthetic pigments in both tomato varieties was established at a photon flux of 69.1  $\mu\text{mol/s}$ , while the greatest, exceeding it by 3.0-3.1 times in the Zorka variety and 4.5-5.3 times for the Cherry Coral variety with a photon flux of 73.9  $\mu\text{mol/s}$ .

**Keywords:** tomato, LED lightning, chlorophylls, carotenoids, spectral composition

### Введение

Для успешного выращивания растений, особенно в контролируемых условиях, важную роль играет освещение. Параметры светового режима оказывают не только прямое влияние на фотосинтез и рост растений, но и в значительной мере определяют их морфогенез и онтогенез [1]. Оптимизация процесса развития растений находится в прямой зависимости от уровня освещенности, длительности светового периода, а также от спектра искусственного источника света. При правильно подобранных параметрах освещения уменьшается срок созревания плодов, увеличивается уровень производительности выбранной технологии и значительно улучшается качество продукции. В частности, физико-биохимические эффекты, вызываемые воздействием красного или синего света или даже простым изменением соотношения красных и синих лучей в световых источниках излучения, настолько значимы, что становится актуальной задача регуляции фотосинтетической деятельности растения с помощью изменения спектрального состава света [2, 3].

Перспективным направлением является использование установок на основе света искусственных диодов. В настоящее время активно развиваются светодиодные технологии, которые в разы надежнее и отличаются низким потреблением электроэнергии. Современные светодиодные осветители перекрывают весь видимый диапазон оптического спектра: от красного до

«ЦСОН НАН Беларуси». В этих светильниках отношение ППФ (плотность потока фотонов в диапазоне 400-700 нм) оранжево-красно полосы (607-694 нм) к ППФ синей полосы (400-495 нм) варьировало от 1 до 20. При этом доля ППФ в диапазоне 580-607 нм (желтый) составляла от 13 до 22%, а доля фотонов в диапазоне 495-580 нм (зеленый) – от 18 до 38%. По морфометрическим признакам растений томата были определены пять лучших вариантов освещения, которые обозначены порядковыми номерами, присвоенными им согласно общей нумерации, используемой в лаборатории, а именно 16, 17, 19, 20, 21. Контрольным источником света были люминесцентные лампы марки OSRAM 36W/765 Cool Daylight с плотностью потока фотонов –  $38,2 \pm 13,4$  мкмоль/м<sup>2</sup>·с (вариант 22). Характеристика вариантов освещения представлена в таблице 1. Листья опытных растений, сформировавшихся при указанных вариантах освещения, подвергали биохимическому анализу. В свежих усредненных пробах определяли содержание фотосинтезирующих пигментов – хлорофиллов а и b по методу Т.Н. Годнева [8,9], β-каротина и суммы каротиноидов – по ГОСТ 8756.22-80 [10]. Все измерения и определения осуществляли в 2-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторности с последующей статистической обработкой экспериментальных данных по методике, принятой для биологических исследований [11] с использованием программы Microsoft Office Excel 2007 [12, 13].

Таблица 1. Характеристика вариантов освещения  
Table 1. Characteristics of lighting options

Вариант освещения	Обозначение светильника	Поток фотонов в диапазоне длин волн 400-800 нм, мкмоль/с	Спектральное соотношение R/B («красный»/«синий»)
16	ДНБ01-4х9-001-05 У4.1	69,3	6,9
17	ДНБ01-4х9-001-03 У4.1	69,1	4,0
19	ДНБ01-4х9-001-09 У4.1	73,9	0,8
20	ДНБ01-4х9-001-07 У4.1	69,3	13,2
21	ДНБ01-4х9-001-08 У4.1	67,9	20,7

фиолетового цвета [4, 5]. Составляя комбинации из светодиодов разных цветовых групп, можно получить источник света с практически любым спектральным составом в зависимости от потребностей конкретной культуры. Кроме того, существует возможность управлять не только интенсивностью, но и спектральным составом излучения в зависимости от фазы развития растения [6, 7].

Таким образом, цель наших исследований заключалась в оценке влияния светодиодного освещения разного спектрального состава на содержание фотосинтезирующих пигментов в листьях растений двух сортов томата белорусской селекции.

### Материалы и методы

Исследования выполняли в условиях биотехнологической лаборатории кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. В качестве объектов исследований использовали растения томата двух сортов. **Сорт Зорка** – раннеспелый детерминантный, для открытого грунта. **Черри Коралл** – индетерминантный сорт вишневидного томата для защищенного грунта.

Семена высевали в стаканчики 10х10 см, заполненные ионообменным субстратом Триона. Полив осуществляли водопроводной водой. Температура культивирования составляла 24°C, фотопериод – 16 часов. В качестве источников света применяли светодиодные осветители с различным спектральным распределением излучения в диапазоне 380-780 нм и цветовой температурой от 2400 до 6500К. Всего 11 вариантов, которые представлены модельным рядом светодиодных светильников серии «Светодар» производства Государственного предприятия

### Результаты и их обсуждение

В результате изучения влияния источников светодиодного освещения на состояние пигментного фонда пластид листьев двух сортов томата Зорка и Черри Коралл установлена выраженная зависимость анализируемых характеристик от спектрального состава данных источников на фоне отчетливых генотипических различий степени ее проявления.

С целью установления влияния светодиодного освещения на основные характеристики пигментного фонда листьев томата, было выполнено определение содержания в них хлорофиллов и каротиноидов. Установлено, что содержание и тех, и других в листовой ткани обоих сортов томата менялось в области довольно близких значений (табл. 2). Так, суммарное содержание хлорофиллов в сухой массе листовой ткани сорта Зорка находилось в диапазоне 509,8-1191,2 мг/100 г, в том числе хлорофилла а – 309,6-798,0 мг/100 г, хлорофилла b – 188,1-393,1 мг/100 г, тогда как аналогичные диапазоны изменения данных показателей в листьях сорта Черри Коралл составляли соответственно 556,6-1200,4; 364,3-805,0 и 192,3-395,4 мг/100 г. Близкая к этой картина наблюдалась и в каротиноидном комплексе ассимилирующих органов опытных растений. Так, если суммарное содержание желтых пигментов в сухом веществе листовой ткани сорта Зорка изменялось в рамках эксперимента от 93,5 до 200,0 мг/100 г, в том числе β-каротина – от 47,0 до 106,5 мг/100 г, ксантофиллов – от 38,5 до 98,0 мг/100 г, то аналогичные диапазоны варьирования данных показателей в листьях сорта Черри Коралл составляли соответственно 96,2-209,4; 53,1-90,5 и 32,2-118,9 мг/100 г. При этом производные характеристики пигментного фонда пластид – соотношения количеств хлорофиллов а и b, хлорофиллов и каротиноидов у опытных сортов томата изменялись в рамках



эксперимента в достаточно близких между собой диапазонах, соответствовавших значениям 1,6-2,1 и 5,3-6,7. Соотношения количеств  $\beta$ -каротина и ксантофиллов у сорта Зорка охватывали область более высоких значений, нежели у сорта Черри Коралл, составлявших соответственно 1,01-2,11 против 0,76-2,00, что указывало на усиление в первом случае позиций  $\beta$ -каротина в составе каротиноидного комплекса.

Сравнение исследуемых показателей в контроле и на фоне разных источников светодиодного освещения позволило установить заметные межвариантные различия в пигментном комплексе ассимилирующих органов опытных растений. Как следует из данных, представленных в таблице 3, во всех вариантах опыта с использованием светодиодного освещения наблюдалось обеднение их листовой ткани и зелеными, и желтыми пластидными пигментами, по сравнению с контролем, соответственно на 15-57% и 19-53% у сорта Зорка, на 6-47% и 15-54% у сорта Черри Коралл. При этом у обоих сортов томата, особенно у первого из них, наиболее значительное ингибирование биосинтеза и хлорофиллов, и каротиноидов наблюдалось в вариантах освещения 20 и 19, тогда как наименьшее – в варианте 17. Если для сорта Черри Коралл было показано пропорциональное снижение темпов накопления хлорофиллов *a* и *b*, что подтверждалось отсутствием достоверных различий с контролем соотношения их количеств в вариантах с применением светодиодов, за исключением варианта 19, то у сорта Зорка в большинстве случаев наблюдалось преимущественное ингибирование биосинтеза хлорофилла *a*, наибольшее – в варианте 19, на что указывало отставание от контроля на 20% указанного соотношения, и лишь в варианте 20 отмечено более выраженное снижение содержания хлорофилла *b*.

В каротиноидном комплексе листовой ткани обоих сортов томата были установлены более высокие темпы ослабления биосинтеза ксантофиллов, по сравнению с  $\beta$ -каротином, на что указывало увеличение, по сравнению с контролем, соотношения их количеств на 12-103% – у сорта Зорка и на 16-163% – у сорта Черри Коралл. Наибольшим значением данного показателя в первом случае характеризовались растения в 19 и особенно в 17 вариантах освещения, тогда как во втором – в 16 и 19

вариантах. В 17 варианте опыта, с наиболее выраженным в эксперименте «щадящим» действием светодиодного освещения на биосинтез фотосинтезирующих пигментов, в листовой ткани сорта Зорка наблюдалось хотя и незначительное (не более, чем на 4,4%), но все же достоверное увеличение содержания  $\beta$ -каротина относительно контроля при отсутствии различий с ним по данному признаку у сорта Черри Коралл.

Показанные выше изменения в пигментном комплексе пластид ассимилирующих органов растений томата обусловили в ряде вариантов опыта достоверные изменения соотношения содержания хлорофиллов и каротиноидов на 4-18%, по сравнению с контролем, свидетельствовавшие о преимущественном усилении в нем роли зеленых пигментов у сорта Черри Коралл, особенно в 17 и 16 вариантах освещения, и желтых пигментов у сорта Зорка, особенно в 19 варианте.

Таким образом, применение в эксперименте светодиодов разного спектрального состава оказало в основном ингибирующее влияние на темпы биосинтеза в листовой ткани томата хлорофиллов и каротиноидов при снижении их количества, по сравнению с контролем, и составило 47-57%. С целью выявления варианта опыта с максимальной и минимальной степенью данного негативного влияния, в каждом из них были определены суммарные показатели относительных размеров положительных и отрицательных отклонений от контроля общего количества хлорофиллов и каротиноидов, а также содержания основных форм этих пигментов, что позволило установить совокупный ингибирующий эффект от применения каждого источника освещения. Как следует из данных таблицы 3, у растений сорта Черри Коралл его величина оказалась в 1,2-1,7 раза меньшей, нежели у сорта Зорка, при отсутствии сортовых различий лишь в 19 варианте опыта, что свидетельствовало о меньшей восприимчивости пигментного фонда первого сорта к светодиодному освещению. При этом наименее выраженное ингибирующее влияние последнего на биосинтез фотосинтезирующих пигментов в листовой ткани обоих сортов томата установлено в 17 варианте опыта, тогда как наибольшее, превосходящее его в 3,0-3,1 раза – у сорта Зорка и в 4,5-5,3 раза – у сорта Черри Коралл – в 20 и 19 вариантах.

**Таблица 2. Содержание фотосинтезирующих пигментов в ассимилирующих органах сортов томата в вариантах опыта с использованием светодиодного освещения разного спектрального состава, мг на 100 г сухой массы**

**Table 2. Content of photosynthetic pigments in assimilating organs of tomato varieties in experimental variants using LED lighting of different spectral composition, mg per 100 g dry weight**

Вариант опыта	Сорт Зорка								
	Хлорофиллы				Каротиноиды				Хлорофиллы/ Каротиноиды
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>	<i>a/b</i>	сумма	$\beta$ -каротин	ксантофиллы	$\beta$ -каротин/ ксантоф.	
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	
Контроль-22	798,0±12,5	393,1±7,7	1191,2±20,0	2,0±0	200,0±1,7	102,0±0,3	98,0±1,9	1,04±0,02	6,0±0,1
21	441,5±5,8*	226,8±0,6*	668,3±6,4*	1,9±0*	104,8±3,5*	60,0±1,0*	44,8±2,5*	1,35±0,05*	6,4±0,1*
20	391,9±9,2*	188,1±4,3*	580,0±13,5*	2,1±0*	93,5±0,3*	47,0±0,4*	46,5±0,1*	1,01±0,01	6,2±0,1
19	309,6±2,6*	200,2±9,2*	509,8±6,6*	1,6±0,1*	96,4±4,3*	57,9±0,2*	38,5±4,5*	1,55±0,18*	5,3±0,2*
17	685,1±22,5*	326,3±4,7*	1011,4±27,2*	2,1±0,1	162,3±11,2*	106,5±0,7*	55,9±11,9*	2,11±0,20*	6,3±0,3
16	388,5±2,2*	200,0±2,2*	588,5±4,4*	1,9±0*	106,7±2,8*	57,3±0,6*	49,4±3,4*	1,17±0,04*	5,5±0,1*
Вариант опыта	Сорт Черри Коралл								
	Хлорофиллы				Каротиноиды				Хлорофиллы/ Каротиноиды
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>	<i>a/b</i>	сумма	$\beta$ -каротин	ксантофиллы	$\beta$ -каротин/ ксантоф.	
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	
Контроль-22	805,0±3,2	395,4±10,3	1200,4 13,5	2,0±0	209,4 0,6	90,5±0,8	118,9±0,2	0,76±0,01	5,7 0
21	490,5±21,9*	243,4±10,4*	733,9±32,3*	2,0±0	124,1±4,9*	57,8±0,6*	66,3±4,3*	0,88±0,03*	5,9 0*
20	413,3±11,2*	221,0±11,7*	634,3±22,3*	1,9±0,1	116,8±14,2*	53,1±0,2*	63,7±14,4*	0,93±0,03*	5,6 0,7
19	364,3±8,0*	192,3±2,5*	556,6±10,5*	1,9±0*	96,2±1,2*	64,0±0,1*	32,2±1,2*	2,00±0,08*	5,8 0
17	763,0±7,5*	368,5±3,8*	1131,5±11,3*	2,1±0	177,1±1,5*	90,4±0,3	86,7±1,2*	1,04±0,01*	6,4 0*
16	557,2±1,3*	284,7±16,6*	841,9±16,0*	2,0±0,1	126,4±5,0*	66,9±0,2*	59,5±5,0*	1,14±0,09*	6,7 0,2*

Примечание. \* – Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при  $P < 0,05$

Таблица 3. Относительные различия с контролем вариантов опыта с использованием светодиодного освещения разного спектрального состава по содержанию фотосинтезирующих пигментов в ассимилирующих органах сортов томата, %  
 Table 3. Relative differences with the control of experimental variants using LED lighting of different spectral composition in terms of the content of photosynthetic pigments in assimilating organs of tomato varieties, %

Сорт	Вариант опыта	Хлорофиллы				сумма	Каротиноиды			Хлорофиллы x Каротиноиды	Совокупный эффект*
		a	b	a+b	a+b		β-каротин	ксантофиллы	β-каротин + ксантофиллы		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зорка	21	-44,7	-42,3	-43,9	-5,0	-47,6	-41,2	-54,3	+29,8	+6,7	-274,0
	20	-50,9	-52,2	-51,3	+5,0	-53,3	-53,9	-52,6	-	-	-314,2
	19	-61,2	-49,1	-57,2	-20,0	-51,8	-43,2	-60,7	+49,0	-11,7	-323,2
	17	-14,1	-17,0	-15,1	-	-18,9	+4,4	-43,0	+102,9	-	-103,7
	16	-51,3	-49,1	-50,6	-5,0	-46,7	-43,8	-49,6	+12,5	-8,3	-291,1
Черри Коралл	21	-39,1	-38,4	-38,9	-	-40,7	-36,1	-44,2	+15,8	+3,5	-237,4
	20	-48,7	-44,1	-47,2	-	-44,2	-41,3	-46,4	+22,4	-	-271,9
	19	-54,7	-51,4	-53,6	-5,0	-54,1	-29,3	-72,9	+163,2	-	-316,0
	17	-5,2	-6,8	-5,7	-	-15,4	-	-27,1	+36,8	+12,3	-60,2
	16	-30,8	-28,0	-29,9	-	-39,6	-26,1	-50,0	+50,0	+17,5	-204,4

Примечание – Прочерк (-) означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с контролем при P<0,05

\* – Совокупный эффект установлен путем сложения данных столбцов 3, 4, 5, 7, 8 и 9, с учетом их знака

**Заключение**

В результате исследования влияния светодиодного освещения разного спектрального состава на состояние пигментного фонда пластид ассимилирующих органов двух сортов томата Зорка и Черри Коралл установлено, что применение светодиодов оказало в основном ингибирующее действие на темпы биосинтеза хлорофиллов и каротиноидов в листовой ткани растений при снижении их количества, по сравнению с контролем, достигавшем 47-57%. Показано, что во всех вариантах опыта, за исключением варианта 19, где поток фотонов в диапазоне длин волн 400-800 нм составил 73,9 мкмоль/с, величина совокупного ингибирующего эффекта у сорта Черри Коралл оказалась в 1,2-1,7 раза меньшей, чем у сорта Зорка, что свидетельствовало о меньшей восприимчивости пигмент-

ного фонда первого из них к светодиодному освещению. Наименьшее ингибирующее влияние последнего на биосинтез фотосинтезирующих пигментов у обоих сортов томата установлено в 17 варианте опыта, который имел спектральное соотношение R/B 0,8, тогда как наибольшее, превосходящее его в 3,0-3,1 раза – у сорта Зорка и в 4,5-5,3 раза – у сорта Черри Коралл в 20 и 19 вариантах.

Выявлено, что на фоне генотипических различий ответной реакции биосинтеза фотосинтезирующих пигментов у опытных сортов томата на испытываемые светодиоды, в обоих случаях одним из наиболее эффективных был вариант освещения с отношением красный/синий 4,0, тогда как одним из наименее результативных стал вариант освещения, у которого указанный показатель был на уровне 0,8.

**Об авторах:**

**Тамара Владимировна Никонович** – кандидат биол. наук, доцент кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
**Юрий Васильевич Трофимов** – кандидат технических наук, директор РНПУП «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси»  
**Михаил Иосифович Баркун** – ведущий инженер РНПУП «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси»

**About the authors:**

**Tamara V. Nikanovich** – Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of the Department of Agricultural Biotechnology, Ecology and Radiology, Belarusian State Agricultural Academy  
**Yuri V. Trofimov** – Cand. Sci. (Engineering), Director of the Center for LED and Optoelectronic Technologies of the National Academy of Sciences of Belarus  
**Mikhail I. Barkun** – Leading Engineer, Center for LED and Optoelectronic Technologies of the National Academy of Sciences of Belarus

**• Литература**

- Baroli I. et al. The Contribution of Photosynthesis to the Red Light Response of Stomatal Conductance. *Plant Physiol.* 2008;(146):737-747.
- Brodersen, C.R., Vogelmann T.C. Do changes in light direction affect absorption profiles in leaves? *Funct. Plant Biol.* 2010;(37):403-412.
- Cope, K., Bugbee B. Spectral effects of three types of white light emitting diodes on plant growth and development: absolute versus relative amounts of blue light. *HortScience.* 2013;48(4):504-509.
- Massa, G.D., Wheeler R.M., Mitchell C.A. Plant productivity in response to LED lighting. *HortScience.* 2008;(43):1951-1956.
- Yoneda K, Mori Ya. Method of cultivating plant and illumination for cultivating plant. – Patent EP 1 374 665 A1. 2004.
- Бахарев И. [и др.]. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы. М.: СТА-ПРЕСС, 2010. С.76–82.
- Никонович Т.В., Кильчевский А.В., Кардис Т.В., Филипеня В.Л., Чижик О.В., Трофимов Ю.В., Цвирко В.И., Керножицкий Е.В. Анализ сортовых различий растений-регенерантов картофеля *in vitro* при использовании светодиодных светильников. *Вестник БГСХА*. Горки, 2018;(1):73-79.
- Годнев Т.Н. Хлорофилл: его строение и образование в растениях. *Минск: Изд-во Акад. наук БССР*, 1963. 318 с.
- Кахнович Л.В. Фотосинтез. Методические рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов. *Минск: Изд-во Белорус. гос. ун-та*, 2003. 88 с.
- Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения каротина: ГОСТ 8756.22-80. Введ. 01.01.81. Дата последнего изменения 13.07.2017. М.: Изд-во стандартов, 2010. 6 с.
- Мятлев, В.Д. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М., 2009. 320 с.
- Боровиков, В.П. STATISTICA: Искусство анализа данных на компьютере. СПб., 2001. 650 с.
- Рупасова Ж.А., Решетников В.Н., Яковлев А.П. Способ ранжирования таксонов растений: пат. ВУ 17648 / дата публ. 30.10.13.

**• References**

- Baroli I. et al. The Contribution of Photosynthesis to the Red Light Response of Stomatal Conductance. *Plant Physiol.* 2008;(146):737-747.
- Brodersen, C.R., Vogelmann T.C. Do changes in light direction affect absorption profiles in leaves? *Funct. Plant Biol.* 2010;(37):403-412.
- Cope, K., Bugbee B. Spectral effects of three types of white light emitting diodes on plant growth and development: absolute versus relative amounts of blue light. *HortScience.* 2013;48(4):504-509.
- Massa, G.D., Wheeler R.M., Mitchell C.A. Plant productivity in response to LED lighting. *HortScience.* 2008;(43):1951-1956.
- Yoneda K, Mori Ya. Method of cultivating plant and illumination for cultivating plant. – Patent EP 1 374 665 A1. 2004.
- Bakharev I. The use of LED lamps for lighting greenhouses: reality and prospects. М.: СТА-ПРЕСС, 2010. P.76–82. (In Russ.)
- Nikonovich, T.V., Kilchevsky A.V., Kardis T.V., Filipenya V.L., Chizhik O.V., Trofimov Yu.V., Tsvirko V.I., Kernozhitskiy E.V. Analysis of varietal differences in potato regenerant plants *in vitro* using LED lamps. *Bulletin of the BSAA. Gorki*, 2018;(1):73-79. (In Russ.)
- Godnev, T.N. Chlorophyll: its structure and formation in plants. *Minsk: Publishing house Acad. sciences of the BSSR*, 1963. 318 p. (In Russ.)
- Kakhnovich L.V. Photosynthesis. Methodological recommendations for laboratory studies, tasks for independent work and control of students' knowledge. *Minsk: Publishing house of Belarus. state un.*, 2003. 88 p. (In Russ.)
- By-products of fruits and vegetables. Method for determination of carotene: GOST 8756.22-80. Enter. 01.01.81. Date of last change 13.07.2017. М.: Publishing house of standards, 2010. 6 p. (In Russ.)
- Myatlev, V.D. Theory of Probability and Mathematical Statistics. Mathematical models. Textbook for students of higher educational institutions. М., 2009. 320 p. (In Russ.)
- Borovikov, V.P. STATISTICA: The art of computer data analysis. SPb., 2001. 650 p. (In Russ.)
- Rupasova Zh.A., Reshetnikov V.N., Yakovlev A.P. Method for ranking plant taxa: US Pat. BY 17648 / published date 10/30/13. (In Russ.)

## Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-121-124>

УДК 635.24-02:631.563

**Н.М. Мудрых,  
С.А. Семакова**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

614990, Россия, г.

Пермь, ул. Петропавловская, д. 23

nata020880@hotmail.com,

ana.54@mail.ru

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Мудрых Н.М., Семакова С.А. Влияние условий хранения на качество топинамбура. *Овощи России*. 2021;(1):121-124. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-121-124>

**Поступила в редакцию:** 16.06.2020

**Принята к печати:** 29.07.2020

**Опубликована:** 25.02.2021

**Natalya M. Mudrykh,  
Svetlana A. Semakova**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov» 23, Petropavlovskaya st., Perm, 614990, Russia nata020880@hotmail.com, ana.54@mail.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed equally to the writing of the article.

**For citations:** Mudrykh N.M., Semakova S.A. Influence of storage conditions on the quality of jerusalem artichoke. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):121-124. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-121-124>

**Received:** 16.06.2020

**Accepted for publication:** 29.07.2020

**Accepted:** 25.02.2021

# Влияние условий хранения на качество топинамбура



## Резюме

**Актуальность.** Топинамбур – культура, которой в последнее время уделяется большое внимание. На его основе готовят высокоэффективные лекарственные средства, фруктово-овощные напитки и пюре, а также используют в кулинарии. Вопрос сохранения клубней топинамбура в качестве сырьевого источника, перспективное направление в технологии продуктов функциональной направленности. Цель исследований – определить влияние температурных режимов хранения на сохранение потребительских качеств клубней топинамбура.

**Материалы и методы.** Объект исследований – клубни топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.). Растения выращивали в Пермском районе Пермского края. Клубни перед закладкой на хранение отсортировали, помыли, подсушили и поместили в полимерные пакеты. Испытуемые образцы хранили при трех температурных режимах: -22...-18°C, 0...4 и 18...22°C в течение 3 месяцев. Пробы отбирали каждые 30 дней. Качество оценивали по органолептическим параметрам, содержанию сухого вещества, общего сахара, инулина и витамина С. Построение моделей прогноза качественных показателей топинамбура проводили на основе структурных взаимосвязей с условиями хранения, для установления которых, использовали два подхода: корреляционный и информационно-логический. **Результаты и выводы.** Органолептические параметры клубней исследуемых образцов соответствовали требованиям ГОСТ 32790-2014. Массовая доля общего сахара и витамина С при 18...22°C уменьшилась относительно исходного содержания соответственно на 10,8 и 57,8%. Хранение клубней сопровождается снижением инулина, и по истечении трех месяцев массовая доля его была ниже исходной на 61,9%. С помощью корреляционного анализа установлены линейные структурные взаимосвязи между качественными показателями и условиями хранения, согласно которым содержание углеводов, витамина С в первую очередь зависит от температурного режима ( $r = -0,8-0,4$ ), во вторую – от срока хранения ( $r = -0,3-0,3$ ). Применение информационно-логического метода позволило подтвердить установленные корреляционные связи. Полученные адекватные модели прогноза уровня качественных признаков клубней в зависимости от срока хранения и температурного режима позволяют при необходимости оперативно изменить условия хранения. Проведенный анализ позволил выделить оптимальный срок и температурный режим хранения клубней.

**Ключевые слова:** клубни, температурный режим, срок хранения, потребительские свойства, корреляционный анализ, статистические показатели, информационно-логический анализ

# Influence of storage conditions on the quality of jerusalem artichoke

## Abstract

**Relevance.** Jerusalem artichoke is a culture that has recently received a lot of attention. It is used to prepare highly effective medicines, fruit and vegetable drinks and purees, and is also used in cooking. The issue of preserving Jerusalem artichoke tubers as a raw material source, a promising direction in the technology of functional products. The purpose of the research is to determine the influence of temperature storage regimes on the preservation of consumer qualities of Jerusalem artichoke tubers.

**Materials and methods.** The object of research is Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.). Plants were grown in the Perm region of the Perm kray. Tubers before being stored were sorted, washed, dried and placed in polymer bags. The test samples were stored at three temperature regime: -22...-18°C, 0...4 and 18...22°C for 3 months. Samples were taken every 30 days. The quality was assessed by organoleptic parameters, dry matter content, total sugar, inulin and vitamin C. Construction of models for predicting the quality indicators of Jerusalem artichoke was carried out on the basis of structural relationships with storage conditions, which were established using two approaches: correlation and information-logical.

**Results.** Organoleptic parameters of tubers of the studied samples met the requirements of GOST 32790-2014. The mass fraction of total sugar and vitamin C at 18...22°C decreased relative to the initial content by 10.8 and 57.8%. Storage of tubers is accompanied by a decrease in inulin, and after three months, its mass fraction was lower than the original by 61.9%. Using correlation analysis, linear structural relationships between quality indicators and storage conditions were established, according to which the content of carbohydrates and vitamin C primarily depends on the temperature regime ( $r = -0.8-0.4$ ), and secondly – on the storage conditions term ( $r = -0.3-0.3$ ). The use of the information-logical method allowed us to confirm the established correlation relations. The obtained adequate models for predicting the level of quality characteristics of tubers, depending on the storage period and temperature regime, allow you if necessary to quickly change the storage conditions. The analysis made it possible to identify the optimal term and temperature regime of storage of tubers.

**Keywords:** tubers, temperature regime, shelf storage, consumer properties, correlation analysis, statistical indicators, information and logical analysis



### Введение

Особенностью топинамбура является накопление в качестве резервного полисахарида инулин, содержание которого в клубнях колеблется от 2 до 30%. Инулин и инулодекстрины способствуют сохранению и восстановлению микробиоты, витаминов, макро- и микроэлементов, что позволяет поддерживать иммунный статус и антиоксидантную систему организма на высоком уровне [1, 2]. Помимо пребиотиков клубни топинамбура содержат витамины групп В, РР, аскорбиновую кислоту, β-каротин, биотин, макро-, микроэлементы. Белок топинамбура содержит практически все незаменимые аминокислоты. Минеральный состав клубней представлен такими элементами как калий, магний кальций, фосфор, железо, цинк, кремний [2-5].

Мировой ассортимент насчитывает более 300 сортов и гибридов топинамбура, в том числе 12 дикорастущих, однако в России в Государственный реестр включено всего 5 [6-8].

Исследования показывают, что на основе топинамбура готовят высокоэффективные лекарственные средства, необходимые для коррекции обмена веществ при сахарном диабете, атеросклерозе, ожирении, при заболеваниях почек, печени, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, фруктово-овощные напитки и пюре, кофейные напитки, а также используют в кулинарии [9-16]. При хранении клубней происходят химические и биологические процессы, которые определяют в дальнейшем не только качество сырья, но и конечного продукта [5-8, 11, 17]. Вопрос сохранения клубней топинамбура в качестве сырьевого источника является недостаточно освещенными и требует дополнительного развития.

**Цель исследований.** Определить влияние температурных режимов хранения на сохранение потребительских качеств клубней топинамбура.

**Задачи:** установить оптимальный срок и температуру хранения клубней, при котором сохраняется их питательная ценность и потребительские качества.

### Материалы и методы исследований

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) выращивали в ООО «Агрофирма Усадьба» Пермского района Пермского края. Испытуемый сорт – Скороспелка, который рекомендован для выращивания в Пермском

крае. Перед закладкой на хранение клубни сортировали по размеру, мыли, подсушивали на воздухе и расфасовывали в полимерные пакеты вместимостью до 1 кг. Пакеты хранили в течение трех месяцев при температурах -22...-18°C, 0...4 и 18...22°C. Пробы отбирали через 30, 60 и 90 дней. Клубни анализировали на содержание сухого вещества весовым методом [18], витамина С титриметрическим методом [19], общего сахара перманганатным методом [20] и инулина гексацианоферратным методом [21]. Статистический анализ данных проводили с использованием программ Microsoft Excel, STATISTICA 8, программа для информационно-логического анализа ALL, созданная на кафедре почвоведения и агрохимии АГАТУ, авторы Л.М. Бурлакова, Д.И. Иваничкин. Достоверность корреляционных связей математически доказана при  $p < 0,05$ .

### Результаты

Клубни исследуемых образцов твердые, покрыты гладкой и белой кожурой, здоровые, не поврежденные, не проросшие и не подмороженные. Внутренняя часть светло-желтоватого цвета, на срезе имеется перламутровый отлив. Наибольший поперечный диаметр 25,4±0,8 мм. Клубни имеют сладковатый вкус, посторонние запахи и привкусы отсутствуют. Визуальная оценка топинамбура показала, что клубни соответствуют требованиям ГОСТ 32790-2014, поэтому могут быть реализованы в розничной торговле и(или) переработаны. Физико-химический анализ показал, что содержание сухого вещества в свежих клубнях составило 21,1±0,3 %, общего сахара 19,4±0,8, инулина 15,9±0,3 % (табл. 1). Концентрация углеводов и витамина С зависит от содержания сухого вещества в клубнях ( $r = 0,4-0,6$ ), уровень витамина С на прямую от общего сахара ( $r = 0,9$ ).

Качество клубней зависело от условий хранения, причем температурный режим оказал более сильное влияние, чем продолжительность. Положительная температура отрицательно повлияла на содержание витамина С и общего сахара. Их массовая доля при 18...22°C уменьшилась относительно исходного содержания соответственно на 57,8 и 10,8%. Накопление общего сахара при отрицательной температуре можно объяснить гидролизом запасных полисахаридов под действием инулазы и инвертазы, сохраняющих актив-

Таблица 1. Показатели качества клубней топинамбура  
Table 1. Quality indicators of Jerusalem artichoke tubers

Показатель Indicators	Температура, °C / Temperature, °C									
	0	0...4			18...22			-22...-18		
		Срок хранения, дней / Shelf storage, days								
		30	60	90	30	60	90	30	60	90
Сухое вещество, %	21,1±0,3	21,6±0,2	22,4±0,4	22,9±0,4	20,8±0,3	20,5±0,2	20,3±0,2	20,4±0,2	19,7±0,2	19,1±0,3
Витамин С, МЕ	25,9±1,0	28,6±2,0	37,4±1,6	46,2±1,8	18,0±2,0	16,4±2,0	14,6±0,8	30,2±4,2	22,6±1,0	28,8±2,4
Общий сахар, %	19,4±0,8	18,4±0,3	18,6±0,4	18,9±0,1	17,6±0,1	17,6±0,2	16,7±0,3	24,0±0,1	23,6±0,2	23,9±0,1
Инулин, %	15,9±0,3	15,7±0,5	15,0±0,0	14,5±0,2	11,9±0,1	10,9±0,1	10,4±0,3	10,3±0,1	6,8±0,0	6,1±0,0

ность в клубнях в процессе холодильного хранения. Хранение клубней сопровождалось снижением массовой доли инулина, и после трех месяцев она была ниже исходной на 61,9%. Содержание углеводов и витамина С определяется условиями хранения и содержанием сухого вещества в клубнях. Для получения моделей прогноза качества клубней от условий хранения необходимо установить тесноту связи между ними, которые позволят включить в уравнения только те показатели, которые являются значимыми. На основании корреляционного анализа установлено отсутствие математически доказуемой связи содержания сухого вещества от условий хранения. Температурный режим оказал существенное отрицательное влияние на содержание общего сахара ( $r = -0,789$ ) и витамина С ( $r = -0,742$ ) в клубнях и среднее положительное на концентрацию инулина ( $r = 0,467$ ). Срок хранения в меньшей степени определил изменения качественных показателей в клубнях ( $r = -0,293$ – $0,344$ ).

Для детальной оценки взаимосвязей изучаемых факторов на потребительские параметры качества использовали информационно-логический анализ, с помощью которого установлена теснота и форма структурной связи между качественными показателями клубней и условиями их хранения (табл. 2).

По усилению степени влияния условий хранения на качество топинамбура, образовали следующий ряд: температура > срок хранения. По общей информативности и коэффициенту эффективности передачи информации наиболее информативной является взаимосвязь между содержанием инулина в клубнях и температурой хранения.

Полученные структурные связи использовали для разработки моделей прогноза качественных признаков клубней (табл. 3). Модели качественные, так как имеют высокие показатели адекватности.

### Выводы

Исследования показали, что в процессе хранения при всех изученных режимах наиболее стабильным качественным показателем является содержание сухого вещества. Клубни топинамбура, используемые для переработки, целесообразно хранить при температуре 0...4°C в течение 90 дней и в течение 30 дней при -22...-18°C. Такие условия позволят максимально сохранить потребительские свойства клубней. Хранение топинамбура при температуре 18...22°C следует ограничивать до 14-15 суток, так как в последующие дни начинает ухудшаться качество клубней. Для обеспечения непрерывных поставок свежих клубней

Таблица 2. Результаты информационно-логического анализа  
Table 2. Information and logical analysis results

Показатель Indicators	Сухое вещество Dry matter content		Витамин С Vitamin C		Общий сахар Total sugar		Инулин Inulin	
	Срок хранения Shelf storage	Температура Temperature	Срок хранения Shelf storage	Температура Temperature	Срок хранения Shelf storage	Температура Temperature	Срок хранения Shelf storage	Температура Temperature
H(A)*	1,7439	1,7117	1,8399	1,8895	1,9633	1,8997	1,7793	1,7793
H(B)	1,9923	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000
T(A/B)	0,4028	1,0139	0,7048	0,8058	0,3852	0,8049	0,5228	1,2163
K(A/B)	0,2028	0,5060	0,3524	0,4029	0,1926	0,4035	0,2614	0,6084

Примечание: H(A) – неопределенность изучаемого явления (условия хранения); H(B) – неопределенность изучаемого фактора (качественные показатели клубней топинамбура); T(A/B) – количество информации, поступающей от фактора B к явлению A; K(A/B) – коэффициент эффективности передачи информации.

Таблица 3. Статистические показатели моделей ( $p < 0,05$ )  
Table 3. Statistical indicators of models ( $p < 0,05$ )

Модели Models		$\eta$	R <sup>2</sup> , %	$\theta$ , %
1	$Y_1 = -71,9 - 0,516X + 5,83X_1 + 4,41X_2$	0,9105	82,9	81,3
2	$Y_2 = 13,4 - 0,0566X + 2,49X_1 - 0,485X_1^2 + 0,283X_2$	0,9165	84,0	81,9
3	$Y_3 = 38,9 + 0,0520X - 0,0132X^2 - 0,000091X^3 - 1,01X_3$	0,9649	93,1	92,2

Примечание: Y<sub>1</sub> – содержание витамина С в клубнях, МЕ, Y<sub>2</sub> – содержание общего сахара в клубнях, %, Y<sub>3</sub> – содержание инулина в клубнях, %; X – температура хранения, °С, X<sub>1</sub> – срок хранения, месяц, X<sub>2</sub> – содержание сухого вещества в клубнях, %, X<sub>3</sub> – содержание общего сахара в клубнях.

топинамбура в торговые сети и на сырьевые площадки перерабатывающих предприятий рекомендуется хранить при температуре 0...4°C. В результате информационно-логического анализа, установлено, что определяющим критерием изменения качества

является температурный режим, на втором месте срок хранения. Полученные адекватные модели прогноза позволяют устанавливать уровень качественных признаков клубней топинамбура под влиянием условий хранения.

#### Об авторах:

**Наталья Михайловна Мудрых** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, [nata020880@hotmail.com](mailto:nata020880@hotmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-5855-977X>

**Светлана Анатольевна Семакова** – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, [ana.54@mail.ru](mailto:ana.54@mail.ru)

#### About the authors:

**Natalya M. Mudrykh** – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Agrochemistry, [nata020880@hotmail.com](mailto:nata020880@hotmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-5855-977X>

**Svetlana A. Semakova** – Cand. Sci. (Pharmaceutical), Associate Professor of the Department of Commodity Science and Expertise of Goods, [ana.54@mail.ru](mailto:ana.54@mail.ru)

#### • Литература

1. Леонтьев В.Н., Титок В.В., Дубарь Д.А. и др. Инулин из топинамбура: биосинтез, структура, свойства, применение. *Труды БГУ*. 2014;9(1):180-185.
2. Шаненко Е.Ф., Силаева М.А., Ермолаева Г.А. Топинамбур – сырье профилактического питания. *Вопросы питания*. 2016;85(S2):219.
3. Жучкова М.А., Скрипников С.Г. Топинамбур – растение XXI века. *Овощи России*. 2017;(1):31-33. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-1-31-33>.
4. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Топинамбур – кормовая культура. *АгроСнабФорум*. 2018;1(157):56-57.
5. Bhagia S., Ferreira J.F.S., Kothari N. et al. Sugar Yield and Composition of Tubers from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) Irrigated with Saline Waters: Sugar yields from Jerusalem artichoke tubers. *Biotechnology and Bioengineering*. 2018;115(6):1475-1484 <https://doi.org/10.1002/bit.26582>.
6. Зеленков В.Н., Романова Н.Г. Топинамбур: агробиологический портрет и перспективы инновационного применения. М.: РГАУ-МСХА. 2012. 161 с.
7. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2016. 504 с.
8. Лисовой В.В., Першакова Т.В., Викторова Е.П. и др. Характеристика и особенности современных сортов топинамбура. *Научный журнал КубГАУ*. 2017;120(06). URL <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/38.pdf>.
9. Gao J.-Q., Yuan Wen, Chen Lijie et al. Applications of the Jerusalem artichoke in the biological industry. *Modern Chemical Industry*. 2012;32(11):18-21.
10. Саякова Г.М., Великая Т.В. Перспективное создание новых лекарственных форм из отечественного растительного сырья – топинамбур. *Вестник Казахского Национального медицинского университета*. 2014;(1):343-345.
11. Киряков Цв., Михов Р., Караджов Гр. Изменение на температурата и влагата при изпичане пандишпанови блатове с топинамбур. *Научни трудове на Съюза на учение Пловдив. Серия Б: Естествени и хуманитарни науки*. 2015;(17):63-66.
12. Кароматов И.Д., Истамова Ф.М. Лекарственное растение подсолнечник клубненосный, топинамбур, земляная груша. *Биология и интегративная медицина*. 2017;(5):115-125.
13. Алабина Н.М., Посокина Н.Е., Нариньянц Т.В. и др. Напитки на основе топинамбура. *Актуальные вопросы индустрии напитков*. 2018;(2):15-18.
14. Гареева А.И., Нигматьянов А.А. Топинамбур и его вторичные продукты как ценная агропромышленная культура. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018;3(71):101-103.
15. Krochmal-Marczak B., Sawicka B., Bienia B. Topinambur jako surowiec dla przemyslu farmaceutycznego. Health-promoting properties of plants and their secondary metabolites. *Wydawnictwo Naukowe TYGIEL*. 2018. Pp.28-39.
16. Васильев А.С., Чумакова Е.Н., Фаринюк Ю.Т. Формирование показателей качества пшеничного хлеба при добавлении порошка топинамбура. *Вестник КрасГАУ*. 2019;(5):174-181.
17. Назаренко М.Н., Бархатова Т.В., Кожухова М.А. и др. Изменение инулина в клубнях топинамбура при хранении. *Научный журнал КубГАУ*. 2013;94(10). <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/18.pdf>.
18. ГОСТ 31640-2012. Межгосударственный стандарт. Корма. Методы определения содержания сухого вещества. МКС 65.120. Дата введения 2013-07-01. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 50 от 20 июля 2012 г.).
19. ГОСТ 24556-89. Межгосударственный стандарт. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. МКС 67.080.01. Дата введения 1990-01-01. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27.03.89 №743.
20. ГОСТ 8756.13-87. Межгосударственный стандарт. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. МКС 67.080.01. Дата введения 1989-01-01. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28.09.87 № 3736.
21. Coudray C., Demigné C., Rayssiguier Y. Effects of inulin-type fructans of different chain length and type of branching on intestinal absorption and balance of calcium and magnesium in rats. *Eur. J. Nutr.* 2003;(42):91-98.

#### • References

1. Leontiev V., Titok V., Dubar D. et al. Inulin of Jerusalem Artichoke: biosynthesis, structure, properties, application. *Proceedings of the Belarusian State University*. 2014;9(1):180-185. (In Russ.)
2. Shanenko E.F., Silaeva M.A., Ermolaeva G.A. Jerusalem Artichoke – preventive nutrition raw materials. *Problems of Nutrition*. 2016;85(S2):219. (In Russ.)
3. Zhuchkova M.A., Skripnikova S.G. Jerusalem Artichoke is a plant of 21st century. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(1):31-33. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-1-31-33>.
4. Starovojtov V.I., Starovojtova O.A., Manohina A.A. Jerusalem Artichoke – feed crop. *AgroSnaBForum*. 2018;1(157):56-57. (In Russ.)
5. Bhagia S., Ferreira J.F.S., Kothari N. et al. Sugar Yield and Composition of Tubers from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) Irrigated with Saline Waters: Sugar yields from Jerusalem artichoke tubers. *Biotechnology and Bioengineering*. 2018;115(6):1475-1484 <https://doi.org/10.1002/bit.26582>.
6. Zelenkov V.N., Romanova N.G. Jerusalem Artichoke: agrobiological portrait and prospects of innovative application. М.: RGAU-MSHA. 2012. P.161. (In Russ.)
7. State register of selection achievements approved for use. Vol. 1. "Plant Varieties" (official publication). М.: FGBNU «Rosinformagroteh». 2016. P.504. (In Russ.)
8. Lisovoy V.V., Pershakova T.V., Viktorova E.P. et al. Characteristic and features of modern topinambur varieties. *Scientific journal of the Kuban state agrarian University*. 2017;120(06). <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/38.pdf>. (In Russ.)
9. Gao J.-Q., Yuan Wen, Chen Lijie et al. Applications of the Jerusalem artichoke in the biological industry. *Modern Chemical Industry*. 2012;32(11):18-21.
10. Sayakova G.M., Velikaya T.V. Promising creation of new dosage forms of domestic vegetable raw – Jerusalem Artichoke. *Scientific-Practical Journal of Medicine "Vestnik KazNMU"*. 2014;(1):343-345. (In Russ.)
11. Kirjakov Cv., Mihov R., Karadzhov Gr. Changes to temperature and moisture when pandishpanov and Jerusalem artichoke are served. Teach a work on Syuz on a student Plovdiv. Series B: Natural sciences and humanities. 2015; 17:63-66. (In Bulgarian)
12. Karomatov I.D., Istamova F.M. Herb Jerusalem Artichoke. *Biology and integrative medicine*. 2017;(5):115-125. (In Russ.)
13. Alabina N.M., Posokina N.E., Narinyants T.V. et al. Drinks based on topinambur. *Current issues in the beverage industry*. 2018;(2):15-18. (In Russ.)
14. Gareeva A.I., Nigmatyanov A.A. Jerusalem Artichoke and the plants' by-products as a valuable agroindustrial crop. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;3(71):101-103. (In Russ.)
15. Krochmal-Marczak B., Sawicka B., Bienia B. Topinambur jako surowiec dla przemyslu farmaceutycznego. Health-promoting properties of plants and their secondary metabolites. *Wydawnictwo Naukowe TYGIEL*. 2018. P.28-39.
16. Vasilyev A.S., Chumakova E.N., Farinyuk Ju.T. The formation of wheat bread quality indicators by adding Jerusalem Artichoke powder. *Bulletin of KrasGAU*. 2019;(5):174-181. (In Russ.)
17. Nazarenko M.N., Barhatova T.V., Kozhyhova M.A. et al. Intensification of inulin extraction from tubers of Jerusalem Artichoke with the application of vibration effects. *Scientific journal of the Kuban state agrarian University*. 2013;94(10). <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/18.pdf>. (In Russ.)
18. GOST 31640-2012. International Standard. Feeds. Methods for determination of dry matter content MKS 65.120. Start of applied 2013-07-01. Confirmed of International Counsel by standards, metrology and certification (order from 20 of July 2012, № 50) (in Russ.)
19. GOST 24556-89. International Standard. Products of fruits and vegetables processing. Methods for determination of vitamin C. MKS 67.080.01. Start of applied 1990-01-01. Approved and put into effect by the Resolution of the State Committee of the Soviet Union of Socialist Republics on standards from 27 of March 1989, № 743 (in Russ.)
20. GOST 8756.13-87. International Standard. Fruit and vegetable products. Methods for determination of sugars. MKS 67.080.01. Start of applied 1989-01-01. Approved and put into effect by the Resolution of the State Committee of the Soviet Union of Socialist Republics on standards from 28 of September 1987, № 3736 (in Russ.)
21. Coudray C., Demigné C., Rayssiguier Y. Effects of inulin-type fructans of different chain length and type of branching on intestinal absorption and balance of calcium and magnesium in rats. *Eur. J. Nutr.* 2003;(42):91-98.



## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-125-129>  
УДК 635.64:632.38

Л.И. Мэрий,  
Л.И. Андроник,  
С.В. Смеря,  
И.Ф. Ерхан

Институт генетики, физиологии и защиты растений, Республика Молдова, г. Кишинэу, ул. Пэдурий 20, MD 2002  
institut.gfpp@gmail.com

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

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи.

**Для цитирования:** Мэрий Л.И., Андроник Л.И., Смеря С.В., Ерхан И.Ф. Оценка защитных реакций различных генотипов томата при инфицировании вирусными агентами. *Овощи России*. 2021;(1):125-129.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-125-129>

**Поступила в редакцию:** 27.05.2020  
**Принята к печати:** 29.09.2020  
**Опубликована:** 25.02.2021

Liliana I. Marii,  
Larisa I. Andronic,  
Svetlana V. Smerea,  
Irina F. Erhan

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection  
Republic of Moldova, Chisinau,  
20 Padurii St., MD 2002  
institut.gfpp@gmail.com

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors contributed equally to the writing of the article

**For citations:** Marii L.I., Andronic L.I., Smerea S.V., Erhan I.F. Assessment of the response reactions of tomatoes depending on the phytosanitary status in condition of infection with viral agents. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):125-129. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-125-129>

**Received:** 27.05.2020  
**Accepted for publication:** 29.09.2020  
**Accepted:** 25.02.2021

# Оценка защитных реакций различных генотипов томата при инфицировании вирусными агентами



## Резюме

**Актуальность.** Окислительные реакции (на основе активности пероксидаз, POX; полифенолоксидазы, PPO и содержания перекиси водорода), возникающие в ответ на инфицирование или реинфицирование потомства зараженных растений, зависят от типа взаимодействия хозяин-вирус (чувствительный, толерантный, устойчивый) и характера взаимодействия с вирусной инфекцией (первичное инфицирование, реинфицирование второго и третьего поколений).

**Результаты.** Реинфицирование вирусом аспермии томата (ВАТ) или вирусом табачной мозаики (ВТМ) потомства третьего поколения зараженных растений вызвало дифференциальные флуктуации активности POX по сравнению с потомствами, зараженными во втором поколении для генотипов Craigella (Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup>) и *S. pimpinellifolium*, или к увеличению для генотипов Rufina и Craigella (Tm-1/Tm-1). У генотипов, содержащие гены устойчивости, Rufina и Craigella, при первичном инфицировании ВТМ различия по отношению к контролю по PPO не наблюдали, тогда как при заражении ВАТ в системах, характеризующихся восприимчивостью, установили достоверные отличия. В результате инфицирования ВТМ у чувствительного генотипа (Elvira) и толерантного (*S. pimpinellifolium*) отмечено увеличение значений PPO по сравнению с контролем. Одновременно у большинства генотипов, первично/вторично зараженных ВАТ или ВТМ, выявлены статистически достоверные различия по активности POX или PPO, и также накоплению перекиси водорода в листьях растений, что свидетельствует о специфических защитных реакциях генотипов.

**Ключевые слова:** вирусы растений, антиоксидантные ферменты, пероксидаза, полифенолоксидаза, перекись водорода

## Assessment of the response reactions of tomatoes depending on the phytosanitary status in condition of infection with viral agents

### Abstract

**Relevance.** Oxidative reactions (based on peroxidase activity, POX and polyphenol oxidase, PPO; hydrogen peroxide content) that occur in response to infection or reinfection of the offspring of infected plants depend on the type of host-virus interaction (sensitive, tolerant, stable) and the nature of the interaction with viral infection (primary infection, reinfection of second and third generations).

**Results.** Reinfection with tomato aspermy virus (TAV) or tobacco mosaic virus (TMV) of the offspring of third infected tomato generation caused a significant decrease in POX activity compared to successive generations of infected plants (G<sub>2</sub>) for Craigella (Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup>) and *S. pimpinellifolium* genotypes or an increase for Rufina and Craigella (Tm-1/Tm-1) ones. In genotypes containing resistance genes, Rufina and Craigella, no differences were observed in PPO of TMV primary infection and control, while significant differences were found in case of TAV (susceptibility). As a result of TMV infection, the sensitive (Elvira) and tolerant (*S. pimpinellifolium*) genotypes showed an increase in PPO values compared to the control. At the same time, in most genotypes primarily / secondarily infected with TAV or TMV, statistically significant differences were revealed in the activity of POX or PPO, as well as the accumulation of hydrogen peroxide in plant leaves, which indicates specific protective reactions of the genotypes.

**Keywords:** plant viruses, antioxidant enzymes, peroxidase, polyphenol oxidase, hydrogen peroxide

В изменяющихся условиях среды обитания главным приоритетом любого организма является выживание и адаптация. Одновременно известно, что геном растений чувствителен к изменению внутренних метаболических процессов и варьированию факторов внешней среды. В качестве первичного ответа на внешние стрессовые воздействия возникает множество физиологических процессов, индуцирующих механизмы устойчивости или толерантности [1]. К числу ключевых защитных реакций относятся окислительный стресс [2], гибель клеток, накопление различных метаболитов с защитными функциями, синтез белков PR (*pathogen related*), а также другие факторы, участвующие в утолщении клеточной стенки и повышении активности ферментов клеточного метаболизма. В случае несовместимых взаимодействий запуск защитных механизмов приводит к возникновению сверхчувствительного ответа (RH), который связан с быстрым апоптозом и локализацией инфекции, приводящих к гибели клетки. Параллельно, с ограничивающим сверхчувствительным ответом часто устанавливается системный сигнал, который передается по растению и защищает его от других последующих заражений. Индукторами таких сигналов являются салициловая кислота, этилен или активные формы кислорода.

По мнению некоторых авторов [3, 4], защитные ферменты пероксидаза (peroxidase, POX) и полифенолоксидаза (polyphenol oxidase, PPO) связаны с ответными реакциями растений на стресс. Так, пероксидазы вовлечены во многие процессы, связанные с такими защитными реакциями, как сверхчувствительный ответ, лигнификация, суберизация. С увеличением активности пероксидаз в результате системно индуцированной устойчивости происходит быстрый синтез активных форм кислорода (АФК), вызывающих гибель клетки и подавление активности патогена. Активность PPO наиболее важна на начальных этапах ответной реакции, когда происходит разрушение целостности клеточной стенки и выделение фенольных соединений. PPO катализирует окисление фенолов, что в результате создает неблагоприятную среду для развития патогенов.

Естественные реакции растений при адаптации к стрессу предполагают изменения процессов обмена веществ чтобы соответствовать происходящим изменениям [5]. Многочисленные исследования свидетельствуют об ускорении реакций адаптации потомства растений, полученного в стрессовых условиях, в частности при вирусной инфекции (ранее инфицированных) [6, 7].

Цель данного исследования состояла в оценке защитных реакций инфицированных и реинфицированных вирусами генотипов томата по активности окислительных ферментов и накоплению перекиси кислорода.

## Материалы и методы

Оценку реакции растений томата на вирусные агенты, вирус табачной мозаики (ВТМ) или вирус аспермии томатов (ВАТ), проводили на 5 генотипах томата, с различным уровнем чувствительности: восприимчивый сорт Elvira, толерантный – дикая форма *S. pimpinellifolium* (SP) и генотипы, содержащие гены устойчивости к ВТМ – Craigella TM2 (Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup>), Craigella TM1 (Tm-1/Tm-1) и Rufina (Tm-1/Tm-2<sup>2</sup>).

В соответствии с представленной схемой, опыт включал следующие варианты: контроль – здоровые неинфицированные растения, G<sub>0</sub> – растения первично инфицированные, G<sub>2</sub> – реинфицированное потомство зараженных растений, G<sub>3</sub> – потомства вирусных (зараженных) растений инфицированные повторно через год. В каждом варианте из 5 генотипов, инфицированных ВАТ и ВТМ, были отобраны по 5 растений. На этапе внешнего проявления симптомов собирали листья для определения активности кислых пероксидаз (POX) и полифенолоксидазы (PPO) методом спектрофотометрии по динамике изменения оптической плотности экстракта [8]. Активность POX оценивали на основе окисления бензидина [по Бояркина], а активность PPO – по окислению п-фенилендиамина и выражали в условных единицах (изменение оптической плотности за 1 секунду на 1 грамм вегетативной массы) в трех биологических и аналитических повторностях. Наличие вирусных частиц у инокулированных растений было подтверждено методом негативного контрастирования с использованием электронной микроскопии [9]. Гистохимическую реакцию определения H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> проводили по известным методикам [10] с некоторыми модификациями. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программ Statgraphics Plus5. Статистическую достоверность различий определяли на основе теста F. Графическое представление результатов выполнено с использованием Excel.

## Результаты и их обсуждение

Растения генотипов с генами устойчивости и дикая форма при инфицировании ВТМ не проявили специфических симптомов заболевания и лишь небольшие некрозы были отмечены. В то же время, через 12 дней после инокуляции у восприимчивого генотипа были выявлены симптомы диффузной мозаики. В случае инфицирования ВАТ у всех растений проявился незначительный хлороз и деформация листьев. Результатами метода негативного контрастирования было подтверждено наличие в растениях вирусных частиц ВТМ и ВАТ.

**Активность пероксидаз (POX).** В результате анализа активности пероксидаз у растений 5 генотипов томата, инфицированных ВАТ и ВТМ, установлен ряд особенностей, зависящих от поколения, генотипа и использованного вирусного агента. Так, у растений, впервые зараженных ВАТ или ВТМ, значения POX существенно уменьшались по сравнению с контролем у генотипов Rufina, Craigella (Tm-1/Tm-1) и Elvira; в то же время у дикой формы *S. pimpinellifolium* при инфицировании ВТМ значения POX возрастали, тогда как у генотипа Craigella (Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup>) выявленные различия были несущественными. Аналогичные результаты были получены и другими авторами при вирусном инфицировании томата [11].

Статистический анализ значений POX в реинфицированных поколениях выявил наличие достоверных различий средних значений по сравнению с контролем у большинства генотипов – Craigella (Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup>), Craigella (Tm-1/Tm-1), Rufina, *S. pimpinellifolium* и Elvira, инфицированных ВТМ и ВАТ, за исключением генотипов Craigella (Tm-1/Tm-1) и *S. pimpinellifolium*, зараженных ВАТ, у которых при повторном инфицировании значения POX были ниже контрольных (Рис. 1 А-Е).

Схема эксперимента

Контроль		Варианты ВАТ	Варианты ВТМ
		Безвирусное потомство G <sub>2</sub> и G <sub>3</sub> от инфицированных растений	
Контроль М	M+ВАТ- G <sub>0</sub> M+ВТМ-G <sub>0</sub>	G <sub>2</sub> и G <sub>3</sub> – реинфицирование ВАТ (пометка в Рис.1 -VAT)	G <sub>2</sub> и G <sub>3</sub> – реинфицирование ВТМ (пометка в Рис.1 -VMT)

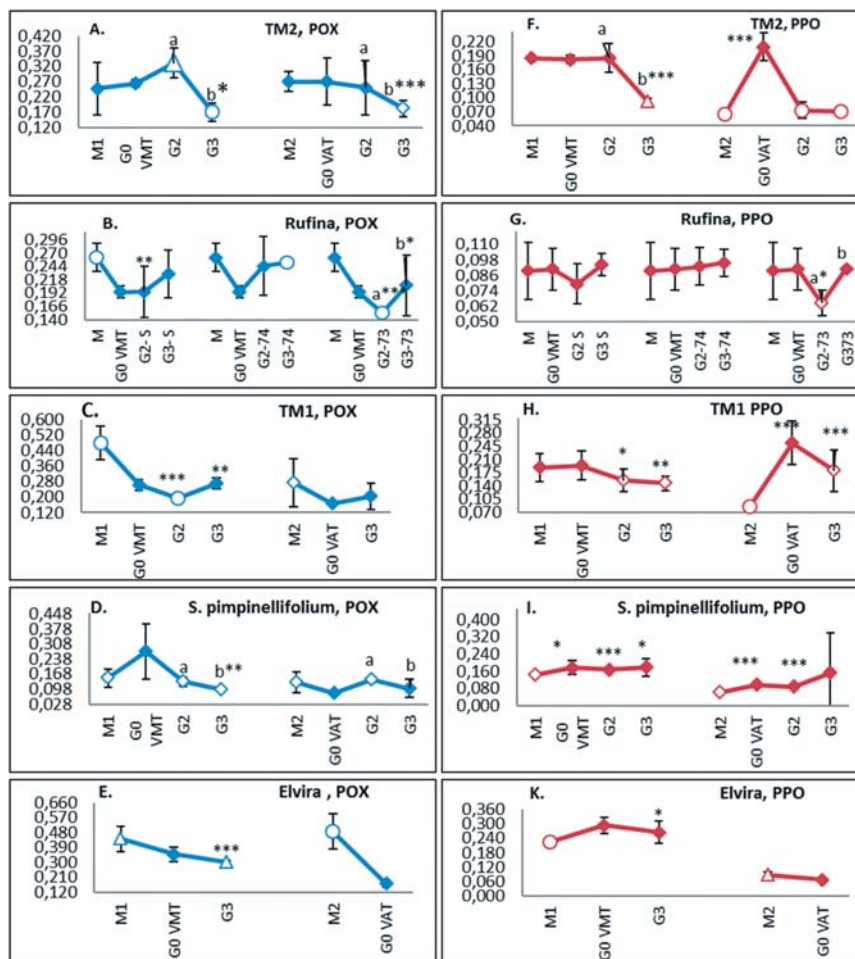


Рис. 1. Средние значения и стандартные отклонения значений активности POX и PPO для генотипов томата инфицированных VAT и BTM

Примечание: M<sub>1</sub> и M<sub>2</sub> – контроль, соответствующий каждому вирусному агенту (VAT и BTM). Неокрашенные фигуры указывают варианты с достоверными различиями по отношению к варианту G<sub>0</sub> – растения первично инфицированные; ◀ – достоверные различия при P ≤ 0,05; ◻ – P ≤ 0,01; ◯ – достоверно при P ≤ 0,001; \*, \*\*, \*\*\* – достоверные различия по отношению к контролю при P ≤ 0,05; P ≤ 0,01 и P ≤ 0,001, соответственно; буквы a и b – достоверные различия между последовательными поколениями G<sub>2</sub> и G<sub>3</sub> при P ≤ 0,05. Fig. 1. The average values and standard deviations of the values of the activity of POX and PPO for 5 tomato genotypes infected with TAV and TMV

Результаты оценки реакции потомства зараженных растений на повторное действие биотического фактора (вирус, бактерии) лимитированы лишь для некоторых видов: табак, арабидопсис и репа [7; 12; 13], при этом характер проявления и закрепления изменений указывает на их возможную передачу как минимум в 2-х поколениях. По мнению авторов, биотические факторы вызывают ряд изменений, приводящие к метилированию генетического материала и системной увеличению рекомбинации, способные передаваться в потомстве инфицированных и неинфицированных растений [6].

Специфическим моментом проведенных исследований является сравнительный анализ POX в вариантах, включающих реинфицирование растений. В результате сравнения первично инфицированных растений (G<sub>0</sub>) и реинфицированных (G<sub>2</sub>) установлено значительное снижение значений POX в G<sub>2</sub> для вариантов SP-BTM, TM1-BTM и Rufina-BTM, тогда как у генотипов TM2-BTM и SP-BAT значения этого показателя возросли (рис. 1. A-E). Кроме того, отмечено статистически достоверное уменьшение значений POX при реинфицировании третьего поколения по сравнению с первично инфицированными у генотипов TM2-BAT и BTM, SP-BTM и Elvira-BTM. Таким образом, у растений, инфицированных впервые, как правило, значения POX больше, чем у реинфицированных.

Аналогичные данные по изменению метаболического профиля выявлены у потомства зараженных растений табака [14]. В то же время полученные нами результаты приводят к идее, обсуждаемой в литературе, о запомина-

нии растениями ранее возникших изменений. Это может быть подтверждено и результатами сравнения реинфицированных вариантов. Есть мнение, что в случае повторного действия фактора в течение ряда поколений, растения будет реагировать уменьшением потребления метаболитов [15].

В соответствии с полученными результатами установлены различия между потомствами первичного и повторного инфицирования. В результате длительного отсутствия фактора стресса происходит частичное ремоделирование метаболических процессов. Таким образом, выявлена тенденция снижения POX в растениях, реинфицированных в третьем поколении, по сравнению с последовательно реинфицированными поколениями для генотипов Craigella (Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup>) и *S. pimpinellifolium*, как VAT, так и BTM. Для генотипов с геном устойчивости Tm-1 (Rufina и Craigella (Tm-1/Tm-1)) в варианте инфицирования BTM, наоборот, отмечено увеличение активности в G<sub>3</sub> по сравнению с G<sub>2</sub>.

**Активность полифенолоксидазы (PPO).** Анализ активности полифенолоксидазы (PPO) в варианте с BTM выявил для генотипов, содержащих гены устойчивости (Tm-1, Tm-2<sup>2</sup> и Tm-1/Tm-2<sup>2</sup>), отсутствие статистических различий между контрольными и первично зараженными растениями, а для толерантной формы (*S. pimpinellifolium*) и чувствительного сорта (Elvira) установлено достоверное увеличение значений PPO у инфицированных растений по сравнению с контролем (рис. 1. F-K). При заражении VAT показано значимое увеличение PPO у растений G<sub>0</sub> по



сравнению с контролем для генотипов TM1, TM2 и SP. Следовательно, увеличение значений РРО у первично инфицированных растений по сравнению с контролем, в основном, проявляется в случаях совместимых взаимодействий.

У спонтанной формы *S. pimpinellifolium* влияние как ВТМ, так и ВАТ индуцировало возникновение существенных различий по РРО в контрольных вариантах по сравнению с G<sub>2</sub> и G<sub>3</sub>, которые также выражали тенденцию значительного роста (рис. 1 I). Для генотипа TM1 выявлены различия между контролем и G<sub>3</sub> и G<sub>2</sub>, при этом действие ВАТ приводило к увеличению значений РРО в G<sub>3</sub> в сравнении с контролем, тогда как ВТМ уменьшал значения РРО в G<sub>2</sub> и G<sub>3</sub> по отношению к контролю (рис. 1 F).

В результате сравнения вариантов с различным фитосанитарным статусом взаимодействий установлено, что у растений первично инфицированных (G<sub>0</sub>) и реинфицированных (G<sub>2</sub> или G<sub>3</sub>) происходит значительное уменьшение значений РРО как для TM1, так и для TM2 вне зависимости от анализируемого вируса. В этом случае можно говорить о более слабой реакции растений на повторное действие вирусной инфекции, в некоторых вариантах такие же результаты были подтверждены и для РОХ.

При инфицировании ВТМ в ряду поколений G<sub>2</sub> и G<sub>3</sub> существенные различия по РРО отмечены только для генотипов, содержащих гены устойчивости, TM2 и Rufina. Обобщая вышесказанное, следует отметить, что в случае заражения ВТМ генотипов с генами устойчивости к этому вирусу не обнаружено различий между впервые инфицированными и контрольными растениями, но в случае заражения ВАТ реакция генотипов иная, связанная с восприимчивым типом ответа.

В то же время в случае инфицирования ВАТ и ВТМ реакция дикой и восприимчивой формы заключалась в изменении значений РРО. Принимая во внимание поливалентную роль РРО, особенно в качестве индикатора патогенеза, возможна зависимость ответных реакций от типа взаимодействий – совместимое или несовместимое. Особый интерес представляют различия, возникающие в результате сравнения вариантов одного генотипа при первичном и повторном инфицировании (G<sub>2</sub> или G<sub>3</sub>), а также различия в ряду последовательно реинфицированных поколений G<sub>2</sub> и G<sub>3</sub>.

**Гистохимическая реакция на наличие перекиси водорода (ПВ).** Накопления активных форм кислорода (АФК), в том числе H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, имеют важное значение для растения, в первую очередь, в локализации патогена и образовании сверхчувствительного ответа, впоследствии вызывая активацию генов для предотвращения системного эффекта на уровне растительного организма [16]. В то же время, на первом этапе происходит высвобождение умеренного количества АФК, а на втором этапе, который происходит позже, отмечается синтез АФК в гораздо больших количествах. Роль двухфазного ответа очень важна для обеспечения защитной реакции, так как в случае совместимых взаимодействий происходит только первый этап синтеза. Анализы, проведенные через 72 часа после инфицирования, выявили гистохимические накопления ПВ в местах поражений, вызванных механической инокуляцией. Впоследствии избыточные накопления были обнаружены в листьях верхних ярусов, которые не подвергались инокуляции и механическому травмированию. Следует отметить, что в динамике отмечено варьирование в зависимости от генотипа и варианта (рис. 2). Так, в случае инфицирования ВТМ через 14 дней после инокуляции у растений G<sub>2</sub> выявлено более интенсивное накопление ПВ по сравнению с G<sub>0</sub> и G<sub>3</sub> для генотипов Rufina и *S. pimpinellifolium*, а для восприимчивого сорта Elvira и генотипов с генами

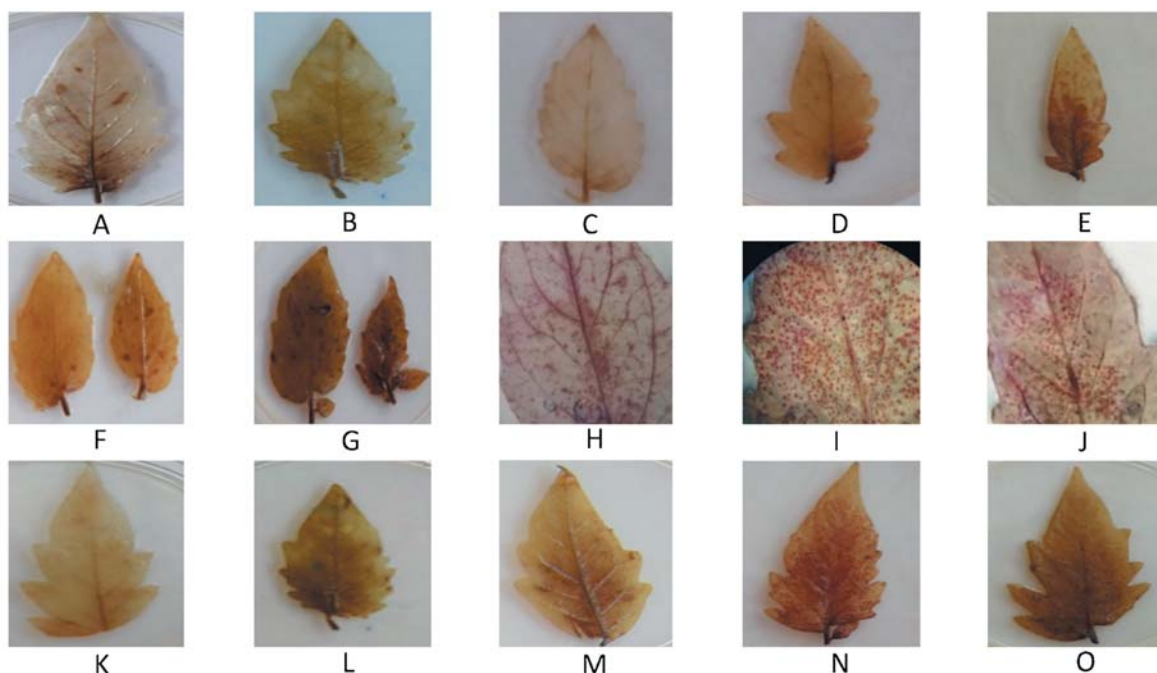
устойчивости TM1 и TM2 отмечены большие накопления ПВ у первично инфицированных растений и уменьшение в реинфицировании последующих поколений G<sub>2</sub> и G<sub>3</sub>. Этот факт может быть представлен по интенсивностью окрашивания в соответствии с накоплением АФК по следующей схеме: M < G<sub>3</sub> < G<sub>2</sub> < G<sub>0</sub> (для TM1, TM2 и Elvira) или M < G<sub>3</sub> < G<sub>0</sub> < G<sub>2</sub> (для *S. pimpinellifolium*, Rufina). В случае инфицирования генотипов ВАТ наблюдается однозначная картина, которая может быть отображена по схеме: M < G<sub>3</sub> < G<sub>2</sub> ≤ G<sub>0</sub>.

АФК, в частности перекись водорода, обладают двойным действием, вызывая реструктуризацию клеточных органелл, некротизацию клеток, приводящие к изолированию патогена (i) и сигналы индукции антиоксидантного эффекта и активацией генов, связанных с патогенезом (ii) [16]. Предполагается, что при совместимом взаимодействии ранняя активация антиоксидантных ферментов может сопровождаться индукцией сигналов АФК, участвующих в защитных реакциях хозяина. Однако реакция антиоксидантных ферментов в таких системах очень разнообразна, и может быть зарегистрировано как увеличение, так и снижение активности антиоксидантных ферментов [17]. Известно, что такие флуктуации окислительного стресса являются проявлением стратегий репликации вирусов [18].

В случае совместимых инфекций быстрая и эффективная передача сигналов АФК приводит к частичному подавлению синтеза вирусных компонентов [19; 20]. На ранних стадиях патогенеза на короткое время активируются антиоксидантные ответы, которые препятствуют передаче сигналов SRO, необходимых для инициации защитных ответов. На поздних стадиях патогенеза наблюдается дисбаланс метаболизма антиоксидантных ферментов. Эффективность защитных реакций при взаимодействии растения с вирусом определяется скоростью реакции хозяина, которой способствует раннему накоплению и локализации АФК в местах заражения. При менее эффективном антиоксидантном ответе допускается определенная степень репликации вируса и развития окислительного стресса [16]. В то же время роль АФК и метаболизма антиоксидантных ферментов в развитии реакций вирус-хозяин, а также в генерации сигналов патогенности в местах, удаленных от места инокуляции, а также в последующих поколениях, остается неясной. Информация о дифференцированном ответе растений в последующих поколениях при первичном или повторном инфицировании вирусами рассматривается как проявление памяти на воздействие фактора стресса, имеющее эпигенетический характер [21], основанной на взаимодействии генотип x патоген и проявленной в последующих поколениях в виде изменений биохимического статуса при повторном действии фактора.

## Заключение

Дифференцированный уровень активности РОХ, РРО и накопления перекиси водорода у растений томата в результате инфицирования ВАТ или ВТМ зависит от комбинации генотип-вирус и фитосанитарного статуса (первичное инфицирование или реинфицирование). Первичное инфицирование томатов вирусами ВАТ или ВТМ вызывает достоверные изменения активности пероксидаз по сравнению со здоровыми, а также реинфицированными растениями (за исключением генотипа Craigella (Tm-2<sup>2</sup>/Tm-2<sup>2</sup>). В зависимости от типа взаимодействия (совместимое или несовместимое) установлены четкие различия для уровня активности РРО у инфицированных и контрольных растений. Так, при несовместимом взаимодействии, заражение ВТМ генотипов с генами устойчивости не приводило к возникновению различий



**Рис. 2. Макроскопическая экспрессия накопления перекиси водорода в листьях растений инфицированных ВАТ или ВТМ: А, В – G<sub>0</sub> и G<sub>2</sub> через 6 дней после инокулирования ВТМ, *S. pimpinellifolium* и F, G – через 14 дней после инокулирования *S. pimpinellifolium*; C, D, E – контроль, G<sub>0</sub> и G<sub>2</sub> соответственно при инфицировании ВАТ, ТМ1; H, I, J – G<sub>0</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub> – инфицирование ВТМ, *Rufina* (x 15); K, L, M, N, O – генотипы G<sub>0</sub> *Elvira*, *S. pimpinellifolium*, ТМ1, ТМ2, *Rufina*, соответственно на 12 день после инокулирования ВТМ.**

**Fig. 2. Macroscopic expression of hydrogen peroxide accumulation in leaves infected with TAV or TMV**

между контрольными и инфицированными растениями, тогда как у толерантного и восприимчивого генотипов активность РРО у инфицированных растений возрастает. Увеличение РРО описано для всех анализированных комбинаций хозяин-патоген инфицированных ВАТ, характеризующихся совместимым типом взаимодействия. Интенсивность накопления перекиси водорода при инфицировании ВАТ или ВТМ зависит от реакции генотипа, выражая тенденции увеличения у восприимчивых

генотипов и при повторном инфицировании. Выявленные различия в проявлении активности РОХ, РРО или накоплению перекиси водорода в зависимости от фитосанитарного статуса растений – первичном или реинфицировании потомства зараженных растений, проявляются в подавление активности антиоксидантных ферментов при повторном заражении, и более усиленном накоплении перекиси водорода, уровень которого зависит от комбинации генотип-вирус.

#### Об авторах:

**Лилиана Ивановна Мэрий** – кандидат биологических наук., зав. лабораторией, <https://orcid.org/0000-0003-3702-3583>  
**Лариса Исааковна Андроник** – кандидат биологических наук., директор института,  
**Светлана Васильевна Смеря** – кандидат биологических наук., заместитель директора, <https://orcid.org/0000-0002-1978-0452>  
**Ирина Федоровна Ерхан** – младший научный сотрудник

#### About the authors:

**Liliana I. Marii** – Cand. Sci. (Biology), Head of the laboratory, <https://orcid.org/0000-0003-3702-3583>  
**Larisa I. Andronic** – Cand. Sci. (Biology), Director of the institute  
**Svetlana V. Smerea** – Cand. Sci. (Biology), Deputy Director <https://orcid.org/0000-0002-1978-0452>  
**Irina F. Erhan** – Junior Researcher

#### • Литература / References

1. Arnholdt-Schmitt B. Stress-Induced Cell Reprogramming. Role for Global Genome Regulation? *Plant Physiology*. 2004;(136):2579–2586.
2. Nath M., Bhatt D., Prasad R. et al. Reactive oxygen species generation-scavenging and signaling during plant-arbuscular Mycorrhizal and *Piriformospora indica* interaction under stress condition. *Front Plant Sci*. 2016;(7):1574-1584.
3. Taranto F., Pasqualone A., Mangini G. et al. Polyphenol oxidases in crops: Biochemical, physiological and genetic aspects. *Int. J. Mol. Sci*. 2017;18(2):377-393.
4. Almagro L., Gómez Ros L., Belchi-Navarro S. et al. Class III peroxidases in plant defense reactions. *Journal of Experimental Botany*, 2009;60(2):377–390.
5. Saijo Y., Loo E. Plant immunity in signal integration between biotic and abiotic stress responses. *New Phytologist*, 2020;(225):87–104.
6. Kathiria P., Sidler C., Golubov A. et al. Tobacco mosaic virus infection results in an increase in recombination frequency and resistance to viral, bacterial, and fungal pathogens in the progeny of infected tobacco plants. *Plant Physiol*. 2010;153(4):1859-1870.
7. Boyko A., Kovalchuk I. Genetic and epigenetic effects of plant-pathogen interactions: An evolutionary perspective. *Molecular Plant*, 2011;4(6):1014–1023.
8. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. *Л.: Агрпромуздат*. 1987. 430 с.
9. Hitchborn J.H., Hills G.I. The use of negative staining in the electron microscopic examination of plant viruses in crude extracts. *Virology*. 1965;(27):528-540.
10. Thordal-Christensen H., Zhang Z., Wei Y. and Collinge, D. B. Subcellular localization of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in plants. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> accumulation in papillae and hypersensitive response during the barley-powdery mildew interaction. *Plant J*. 1997;(11):1187-1194.
11. Matkovic B., Szabo L., Varga S. I. Study of host-parasite interaction in tomato plants. *Acta Biologica Szeged*. 1981;27(1-4):17-23.
12. Boyko A., Kathiria P., Zemp F. et al. Transgenerational changes in the genome stability and methylation in pathogen-infected plants: (virus-induced plant genome instability). *Nucleic Acids Res*. 2007;35(5):1714-1725.
13. Kalischuk M., Johnson D., Kawchuk L. Priming with a double-stranded DNA virus alters Brassica rapa seed architecture and facilitates a defense response. *Gene*. 2015;557(2):130-137.
14. Mandal R., P., Psychogios N. et al. Progeny of tobacco mosaic virus-infected Nicotiana tabacum plants exhibit trans-generational changes in metabolic profiles. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2012;1(2):115-123.
15. Balmer A., Pastor V., Gamir J. et al. The 'prime-one': towards a holistic approach to priming. *Trends Plant Sci*. 2015;20(7):443-452.
16. Hernández J., Gábor G.M., Clemente-Moreno J. et al. Oxidative stress and antioxidative responses in plant-virus interactions. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2016;(94):134-148.
17. Clarke S.F., Guy P.L., Burritt D.J. and Jameson P.E. Changes in the activities of antioxidant enzymes in response to virus infection and hormone treatment. *Physiol Plant*. 2002;(114):157–164.
18. Glingston R. S., Deb R., Kumar S., Nagotu S. Organelle dynamics and viral infections: at cross roads. *Microbes and Infection*. 2019;21(1):20-32.
19. Bacsó R., Hafez Y. M., Kiraly Z. and Kiraly L. Inhibition of virus replication and symptom expression by reactive oxygen species in tobacco infected with Tobacco mosaic virus. *Acta Phytopathologica Entomol Hung*. 2011;(46):1–10.
20. Hakmaoui A., Pérez-Bueno M.L., García-Fontana B. et al. Analysis of the antioxidant response of Nicotiana benthamiana to infection with two strains of Pepper mild mottle virus. *J. Exp. Bot*. 2012;(63):5487-5496.
21. Bilichak A., Ilnytskyi Y., Woycicki R. et al. The elucidation of stress memory inheritance in Brassica rapa plants. *Front Plant Sci*. 2015;(6):5-23.





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.



Пастернак Белый аист, Жемчуг, репа Петровская 1, свекла столовая Нежность, морковь Нантская 4

МАСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

[www.vniissok.com](http://www.vniissok.com)