

# ОВОЩИ РОССИИ

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

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

6 2021

VEGETABLE  
crops of RUSSIA  
Scientific peer-reviewed journal

## УРАЛХИМ

### МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ И СЕРВИС

#### АЗОТНЫЕ N/NS

КАЛЬЦИЙАЗОТУСУЛЬФАТ, АЗОТОФОСФАТ 33:3,  
СУЛЬФОНИТРАТ NS 30:7



#### СЛОЖНЫЕ NPK/NPKS

НИТРОАММОФОСКА NPKS 22:7:12:2,  
АЗОФОСКА NPKS 27:6:6:2



#### АГРОКОНСУЛЬТИРОВАНИЕ

Подбор оптимальных удобрений, доз и сроков их внесения с учетом почвенного плодородия и агрометеорологических условий.



#### АГРОСПРОВОЖДЕНИЕ

Комплекс услуг по корректировке системы питания, закладке производственных испытаний, оказанию консультаций по применению удобрений и проведению выездных агросеминаров.



#### АГРОЛАБОРАТОРИЯ

Услуги по проведению быстрых и качественных агрохимических анализов почвы/грунтов, растений (в том числе конечной продукции) и кормов.



+7 495 721-89-89 /

marketing@uralchem.com /

www.agro.uralchem.ru /

www.uralchem.ru



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



ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН СЕМЯН  
ФГБНУ ФНЦО

Наши сорта и технологии - гарантия урожая и качества

## МАСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

### Капуста японская Салют Юбилею

Неприхотливый, скороспелый урожайный сорт капусты японской.

Растение формирует розетку сильноорассеченных перистораздельных листьев, черешок плоский, без окаймления, светло-зеленого цвета. Основание листовой пластинки клиновидное, верхушка – заостренная.

Поверхность листа гладкая с зеленой окраской, жилкование – перистое, тонкое, редкой густоты.

**Ценность сорта:** скороспелость, быстрое отрастание листьев после срезки.

Используется для свежего потребления и переработки (заморозка, сушка, маринование).

Нежные листья японской капусты обладают пикантным пряным вкусом, напоминающим рукколу. За счет незначительного количества горчичных масел после употребления остается специфический аромат и приятное послевкусие.

**Микрозелень** капусты японской содержит биологически активные и полезные для организма вещества, это целый калейдоскоп витаминов (А, С, группы В, Е, РР), минеральных веществ.

Сорт рекомендован для выращивания в открытом и защищенном грунте при многократных посевах за сезон. Высадка рассады по схеме 50х30 см. Урожайность листьев с черешками – 5,0-6,7 кг/м<sup>2</sup>.



Капуста японская Салют Юбилею

#### Приобрести «СЕМЕНА ВНИССОК»

вы можете разными способами, в зависимости от количества и упаковки:

1. Для оптовых покупателей/производителей/фермеров мы предлагаем семена в:

- Цветных пакетах
- Профессиональной упаковке
- Весовые семена

Телефон: +7 (495) 594-77-17

Электронная почта: [vniissokseeds@yandex.ru](mailto:vniissokseeds@yandex.ru)

Отдел продаж находится в центральном офисе по адресу:

143080, Россия, Московская область,

Одинцовский район, п. ВНИССОК, ул. Селекционная, д. 14

Оплата производится по безналичному расчету,

банковской картой, наличными.

## 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 Bhatti 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 учредителя и редакции:** 143080, Россия, Московская область, Одинцовский район,

п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

**E-mail:** [vegetables.of.russia@yandex.ru](mailto:vegetables.of.russia@yandex.ru)

<http://www.vegetables.ru> Тел.: +7(495) 599-24-42

**Тираж 150 экземпляров.**

**Дата выхода в свет: 25.11.2021**

**Цена свободная**

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

394019, г. Воронеж, ул. Краснодарская, 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.

Журнал включен в базу данных компании EBSCO Publishing на платформе EBSCOhost.



## Editor in chief

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

## EDITORIAL BOARD

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

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

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

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

**Agnieszka Sękara** – 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. Allahverdiev** – Dr. Sci. (Biology), Professor, Bartin University, Turkey

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

**Leonid F. Volosciuk** – Dr. Sci. (Biology), Head of the Laboratory of phytopathology and biotechnology, Institute of Genetics, Physiology and Protection of Plants, Academy of Sciences of Moldova, 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. Zhuravieva** – 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.ru> tel.: +7 (495) 599-24-42

**Circulation is 150 copies. Free price. Published: 25.11.2021**

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

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

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

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

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

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

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



**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ****Rajametov S.N., Cho M.C., Lee K., Jeong H.B., Yang E.Y.**

Жаростойкий сорт перца демонстрирует высокие показатели хлорофилла, фотосинтеза, устьичной проводимости и транспирации в режиме теплового стресса на стадии развития плодов. .... 5

**ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА****Singh M., Singh R.S., Singh K.P.**

Изучение структуры сбережений и инвестиций на примере выборочных фермерских хозяйств. .... 10

**СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ****Шамшин И.Н., Грошева Е.В., Маслова М.В., Самойлова Р.М.**

Создание новых форм томата с генами устойчивости к грибным болезням на основе маркерной селекции. .... 16

**Калашникова Е.А., Киракосян Р.Н., Абубакаров Х.Г., Гушин А.В.,****Слепцов Н.Н., Темирбекова С.К., Глинушкин А.П., Мелешина О.В., Ребух Н.Я., Тареева М.М.**

Выращивание *Ipomoea batatas* (L.) Lam. в условиях светокультуры *in vitro* и *ex vitro*. .... 22

**Арипова Ш.Р., Дусмуратова С.И., Хакимов Р.А.**

Результаты конкурсного сортоиспытания новых сортов кабачка в Узбекистане. .... 30

**Корнилова М.С., Курунина Д.П., Варивода Г.В.**

Создание конкурентоспособных сортов дыни и тыквы с ценными хозяйственными признаками. .... 36

**Тимакова Л.Н., Долгополова М.А.**

Морфометрическое проявление признаков у инбредных линий раздельноплодной свеклы столовой (*Beta vulgaris* L). .... 42

**Ворончихина И.Н., Щуклина О.А., Ворончихин В.В.,****Аленичева А.Д., Клименкова И.Н., Квитко В.Е., Завгородний С.В.**

Перспективные сорта георгины культурной (*Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reis.) при выращивании на срезку в условиях защищенного грунта. .... 47

**Шилов Л.М., Ушакова И.Т., Левко Г.Д.**

Новый сорт лихниса корончатого (*Lychnis coronaria* (L.) Murray ex Desr.) Малиновый рассвет селекции ФГБНУ ФНЦО. .... 52

**Мастяев И.С., Агафонов А.Ф., Кривенков Л.В.**

Оценка образцов лука репчатого (*Allium cepa* L.) различного происхождения в условиях предгорной зоны Северного Кавказа и выделение исходного материала для селекции. .... 58

**Кигашпаева О.П., Гулин А.В., Лаврова Л.П.**

Селекционные линии огурца – перспективный материал при создании новых сортов для открытого грунта юга России. .... 65

**Кигашпаева О.П., Гулин А.В., Джабраилова В.Ю.**

Семенная продуктивность сортов томата астраханской селекции. .... 68

**Кузьмин С.В.**

Линии женского типа цветения как основа новых высокопродуктивных F<sub>1</sub> гибридов кабачка. .... 71

**Курепин А.В., Першин А.Ф., Шевкунов В.Н.**

Ранняя диагностика устойчивости растений огурца к пониженной освещенности. .... 76

**ОВОЩЕВОДСТВО****Мачулкина В.А., Кигашпаева О.П., Гулин А.В., Капанова Р.Х.** ..... 82

Солнечно-воздушная сушка баклажан – на пути к безотходному производству.

**ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ****Мацишина Н.В., Фисенко П.В., Собко О.А., Ким И.В., Волков Д.И., Богинская Н.Г.**

Изучение изолятов *Phytophthora infestans* Mont. de Bary в посадках картофеля. .... 86

**ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ****Жаркова С.В., Манылова О.В.**

Формирование густоты стояния растений и урожайности семян сои в условиях Алтайского края. .... 92

**PLANTS PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY****Rajametov S.N., Cho M.C., Lee K., Jeong H.B., Yang E.Y.**

Heat-tolerant pepper cultivar exhibits high rates of chlorophyll, photosynthesis, stomatal conductance and transpiration in heat stress regime at fruit developing stage. ....

5

**AGRICULTURAL MANAGEMENT****Singh M., Singh R.S., Singh K.P.**

Study of saving and investment pattern on sample farms households. ....

10

**BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS****Shamshin I.N., Grosheva E.V., Maslova M.V., Samoilova R.M.**

Creation of new tomato forms with fungal disease resistance genes based on marker selection. ....

16

**Kalashnikova E.A., Kirakosyan R.N., Gushchin A.V., Abubakarov Kh.G.,****Sleptsov N.N., Temirbekova S.K., Glinushkin A.P., Meleshina O.V., Rebouh N.Ya., Tareeva M.M.***Ipomoea batatas* (L.) Lam. cultivationin the conditions of light culture *in vitro* and *ex vitro*. ....

22

**Aripova Sh.R., Dusmuratova S.I., Khakimov R.A.**

Results of competitive variety testing

of new squash varieties in Uzbekistan. ....

30

**Kornilova M.S., Kurunina D.P., Varivoda G.V.**

Creation of competitive varieties of melon

and pumpkin with valuable economic trends. ....

36

**Timakova L.N., Dolgopolova M.A.**

Morphometric trait manifestation in inbred lines

of monogerm beetroot (*Beta vulgaris* L.). ....

42

**Voronchikhina I.N., Shchuklina O.A., Voronchikhin V.V.,****Alenicheva A.D., Klimenkova I.N., Kvitko V.E., Zavgorodny S.V.**Prospective varieties of dahlia cultural (*Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reis.)

when growing for shearing in conditions of protected ground. ....

47

**Shilo L.M., Ushakova I.T., Levko G.D.**New variety of the *Lychnis coronaria* (L.) Murray Ex Desr.

Malinovy Rassvet selected by FSBSI FSVC. ....

52

**Mastyayev I.S., Agafonov A.F., Krivenkov L.V.**Evaluation of onion samples (*Allium cepa* L.) of various origins in the

foothill zone of the North Caucasus and creation of source material for breeding. ....

58

**Kigashpaeva O.P., Gulin A.V., Lavrova L.P.**

Cucumber breeding lines are a prospective material

for creating new varieties for open ground in southern Russia. ....

65

**Kigashpaeva O.P., Gulin A.V., Dzhabrailova V.Y.**

Seed productivity of tomato varieties

of the Astrakhan selection. ....

68

**Kuzmin S.V.**

Female flowering lines as the basis

for new highly productive F<sub>1</sub> zucchini hybrids. ....

71

**Kurepin A.V., Pershin A.F., Shevkunov V.N.**

Early diagnosis of cucumber plants resistance to low light. ....

76

**VEGETABLE PRODUCTION****Machulkina V.A., Kigashpaeva O.P., Gulin A.V., Kapanova R.H.**

Solar-air drying of eggplant – on the way to waste-free production. ....

82

**PLANT PROTECTION****Matsishina N.V., Fisenko P.V., Sobko O.A., Kim I.V., Volkov D.I., Boginskaya H.G.**Study of *Phytophthora infestans* Mont. De Bary isolates in the in the planting of potatoes. ....

86

**AGRICULTURE****Zharkova S.V., Manylova O.V.**

Formation of plants density and seed yield

of soybean varieties in Altai Krai. ....

92

## Оригинальные статьи / Original articles

https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-5-9

Sherzod Nigmatullayevich Rajametov,  
Myeong-Cheoul Cho,  
Kwanuk Lee, Hyo-Bong Jeong,  
Eun-Young Yang\*

National Institute of Horticultural & Herbal Science,  
Rural Development Administration,  
Wanju, 55365, Republic of Korea

\*Correspondence: yangyang2@korea.kr (E.Y.Y.)

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Author Contributions:** Conceptualization, M.C.C and E.Y.Y.; methodology, S.N.R., M.C.C., and E.Y.Y.; investigation, S.N.R., K.L., H.B.J., and E.Y.Y.; writing—original draft preparation, S.N.R. and K.L.; writing—review and editing, S.N.R., K.L., E.Y.Y., and M.C.C.; visualization, S.N.R. and K.L.; supervision, M.C.C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This study was supported by a grant (Project No: PJ01267102 “Study on the physiological mechanism of temperature adaptable pepper lines”) from the National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration.

**Data Availability Statement:** The datasets presented in this study are available upon request to the corresponding author.

**For citations:** Rajametov S.N., Cho M.C., Lee K., Jeong H.B., Yang E.Y. Heat-tolerant pepper cultivar exhibits high rates of chlorophyll, photosynthesis, stomatal conductance and transpiration in heat stress regime at fruit developing stage. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):5-9. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-5-9>

Received: 07.10.2021

Accepted for publication: 18.10.2021

Published: 25.11.2021

Sherzod Nigmatullayevich Rajametov,  
Myeong-Cheoul Cho,  
Kwanuk Lee, Hyo-Bong Jeong,  
Eun-Young Yang\*

Национальный научный институт плодовоощеводства и лекарственных растений,  
Администрация развития сельского хозяйства  
г. Вонжу, 55365, Южная Корея

\*Автор для корреспонденции:  
yangyang2@korea.kr (E.Y.Y.)

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

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

**Финансирование.** Это исследование было поддержано грантом (Project No: PJ01267102 “Study on the physiological mechanism of temperature adaptable pepper lines”) the National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration.

**Для цитирования:** Rajametov S.N., Cho M.C., Lee K., Jeong H.B., Yang E.Y. Heat-tolerant pepper cultivar exhibits high rates of chlorophyll, photosynthesis, stomatal conductance and transpiration in heat stress regime at fruit developing stage. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):5-9. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-5-9>

Поступила в редакцию: 07.10.2021

Принята к печати: 18.10.2021

Опубликована: 25.11.2021

# Heat-tolerant pepper cultivar exhibits high rates of chlorophyll, photosynthesis, stomatal conductance and transpiration in heat stress regime at fruit developing stage



## Abstract

**Relevance.** Abiotic stress, as heat, significantly affect plant and floral organs growth and development, fruit set, productivity, the quality, and survival of crops. Heat injury occurs when plants are exposed to these temperatures for a long period of time. Depending on the intensity and duration of exposure to the high temperatures, photosynthesis, respiration, membrane integrity, water relations and the hormone balance of the plants may be affected.

**Material and methods.** In this study used the commercial pepper cultivar “NW Bigarim” (HT37) released in South Korea and accessions “Kobra” (HT1) and “Samchukjaere” (HT7) selected as heat tolerant and susceptible, respectively. Total chlorophyll index and photosynthetic activities measured using a SPAD meter (Konica, Japan) and portable photosynthesis measurement system (LI-6400, LI-COR Bioscience, Lincoln, NE, USA), respectively.

**Results.** To evaluate the positive effects of high temperature regime (40/28°C day/night, 14/10-h light/dark cycle) on the response of photosynthetic parameters in pepper plants with different heat susceptibility, we measured the total chlorophyll content (CHL) and photosynthetic activities such as photosynthesis (Pn), stomatal conductance to H<sub>2</sub>O (Gs) and transpiration rate (Tr) in a heat-tolerant (HT1) and -susceptible cultivars (HT7) in comparison with released cultivar (HT37) at fruit development stage. Heat-tolerant cultivars showed higher and more stable index of the CHL, Pn, Gs and Tr than those in heat-sensitive cultivars for 14 days of heat treatment (HT) period. However, the initial index of Pn, Gs and Tr showed significant alteration among pepper plants regardless of thermotolerance rate before HT on day 0 and day 7 after recovery at normal treatment condition (NT) except for CHL, meaning that plants response to high temperature regime is different from that in normal condition. These results suggest that constant high rates of Pn, Gs and Tr as well as of CHL in heat stress condition periods confer to avoid from heat injury during reproductive growth stages.

**Keywords:** pepper, cultivar, tolerance, susceptible, high temperature, chlorophyll content, photosynthesis, stomatal conductance to H<sub>2</sub>O, transpiration

## Жаростойкий сорт перца демонстрирует высокие показатели хлорофилла, фотосинтеза, устьичной проводимости и транспирации в режиме теплового стресса на стадии развития плодов

### Abstract

**Актуальность.** Абиотический стресс, такой как высокая температура, существенно влияет на рост и развитие репродуктивных органов растений, завязываемость плодов, продуктивность, качество и выживание. При длительном воздействии высоких температур у растений наблюдаются повреждения, и в зависимости от продолжительности и интенсивности высоких температур нарушается фотосинтез, транспирация, целостность мембраны, водный и гормональный баланс.

**Материал и методика.** В данной работе использовали районированный в Южной Корее сорт перца «NW Bigarim» (HT37), а также сортообразцы «Kobra» (HT1) и «Samchukjaere» (HT7) выделенные как устойчивый и восприимчивый к высоким температурам, соответственно. Фотосинтез и общее содержание хлорофилла в листьях определяли при помощи портативной системы (LI-6400, LI-COR Bioscience, Lincoln, NE, USA) и спадметра (Konica Japan), соответственно.

**Результаты.** Изучено и выявлено положительное влияние высокотемпературного режима (40/28°C день/ночь, 14/10-часовой цикл свет/темнота) на реакцию фотосинтетических параметров у растений перца с различной тепловой восприимчивостью, измерено общее содержание хлорофилла (CHL) и фотосинтетической активности, таких параметров, как фотосинтез (Pn), устьичная проводимость в H<sub>2</sub>O (Gs) и скорость транспирации (Tr) у листьев термостойкого (HT1) и чувствительного сортов (HT7) в сравнении с районированным сортом (HT37) на стадии развития плода. Термостойкий сорт показал более высокие и более стабильные показатели CHL, Pn, Gs и Tr, чем термочувствительный сорт HT7 в течение 14 дней термической обработки (HT). Однако исходные показатели Pn, Gs и Tr показали значительную вариабельность среди растений перца независимо от степени термотолерантности перед обработкой высокой температурой на 0 день и на день 7 после восстановления при нормальных условиях выращивания (NT), за исключением CHL, что означает, что растения реагируют на высокотемпературный режим, отличающийся от условий роста в NT. Эти результаты предполагают, что постоянное высокое снижение Pn, Gs и Tr, а также CHL в периоды теплового стресса позволяет избежать теплового повреждения на стадиях репродуктивного роста растений.

**Ключевые слова:** перец, сорт, устойчивость, температура, хлорофилл, фотосинтез, устьице, транспирация

## Introduction

Global climate change including very high temperatures, which has increased by 0.6°C over the past 100 years [1] and the average increase is expected to be 0.5–2.8°C by the end of the 21st century [2,3], which predict to have a general negative effect on plant growth and productivity among agricultural crops.

Pepper (*Capsicum annuum* L.) is considered as an agriculturally important vegetable of global significance. However, high sub-optimal temperatures over 30 °C frequently influence physiological traits and reduce the productivity of *Capsicum* species [4-6]. Meanwhile, the reproductive traits of pepper cultivars have been changed by the high temperature, since the mechanisms controlling heat stress response in plants are complex and the response of cultivars as well as their physiological and biochemical parameters on the high temperature is different and may vary in growth stages [4,7,8].

Recently, it has been found that different heat damage levels of tomato leaf [9] and pepper plants [6] significantly affect the vegetative parameters at recovery, where faster recovery was identified in a heat-tolerant cultivar than susceptible one. And, this is possibly due to the higher rates of *CHL* and photosynthetic activity such as *Pn*, *Gs* and *Tr* in a heat-tolerant cultivars at seedling growth stages through the entire days of HT than those in heat-susceptible cultivars [9]. It has been also reported that constant photosynthetic rate via increased transpiration rate as well as high proline content in heat stress condition confers fast recovery from heat damage of heat-tolerant cultivars at seedlings stages of pepper [6]. Moreover, it has been confirmed that grafting a pepper cultivar onto appropriate rootstocks can overcome the negative effects of heat stress conditions with a higher relative growth rate, leaf area and *Fv/Fm*, lower electrolyte leakage under the controlled conditions, and higher marketable yields under the greenhouse conditions [10].

Heat-tolerant plants may show properly functioning of the photosystem with normal *CHL* and chlorophyll fluorescence in stable PSII under high temperature conditions as compared to that of heat-sensitive cultivars [9,11,12]. Therefore, the investigation of the effect of high temperature regime on physiological activity and the understanding some mechanisms of heat tolerance in pepper cultivars is actual.

In this study, an attempt has been made to evaluate the response of physiological traits of pepper cultivars with a different susceptibility on high temperature condition.

## Materials and Methods

### 2.1. Plant Material and Growth Conditions

Planting material used in this study is the commercial pepper cultivar HT37 (NW Bigarim) released in South Korea and accessions HT1 (Kobra) and HT7 (Samchukjaere) selected as heat tolerant and susceptible, respectively from National Institute of Horticultural and Herbal Science (South Korea, Wanju, 35°83' N, 127°03' E).

Seeds of pepper accessions were sown in plastic trays (2021.02.23) and transplanted to plastic pots (2021.05.13) and maintained in normal treatment (NT) condition in a glasshouse (28/18 °C in day/night with relative humidity within 60–70%). All plants were grown in the soil medium containing 1:1 sand and commercial bed soil

(Bio Sangto, Seoul, Korea) containing coco peat (47.2%), peat moss (35%), zeolite (7%), vermiculite (10.0%), dolomite (0.6%), humectant (0.006%), and fertilizers (0.194%) containing 270 mg kg<sup>-1</sup> of *N*, *P*, and *K*, respectively.

The plants of pepper on 140 days after sowing at the fruit developmental stage were transferred to a growth chamber for HT, where plants were maintained under high temperature (40/28 °C day/night, 14/10-h light/dark cycle) and light intensity of 800 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> within 60% relative humidity. For each cultivar, a four biological replications were heat-treated in the growth chamber for 14 days and watered twice a day with total two-liter to avoid drought stress. After HT, the pepper plants were transferred to NT.

### 2.2. Measurement of chlorophyll contents and photosynthetic rate in seedlings under heat treatment

Total chlorophyll index (*CHL*) was estimated from fully expanded 3<sup>rd</sup> or 4<sup>th</sup> leaves from the top of the stem axis from each cultivar. Measurement of *CHL* was done before HT (0 day), on 2<sup>nd</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> days of HT and after 7 days of recovery at normal condition. Measured of *CHL* was done in four biological replications by SPAD meter (Konica, Japan).

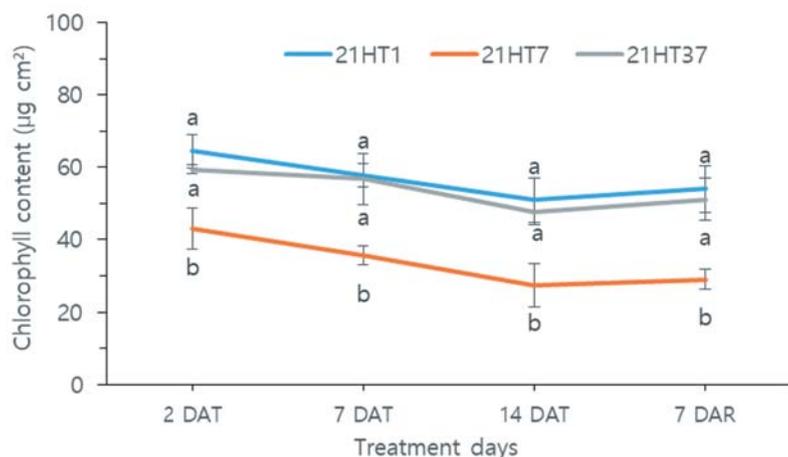
The photosynthetic rate *Pn* (μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), stomatal conductance *Gs* (mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) and transpiration rate *Tr* (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) measured using a portable photosynthesis measurement system (LI-6400, LI-COR Bioscience, Lincoln, NE, USA) on 2<sup>nd</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> days of HT and after 7 days of recovery at NT. Light response curves (PAR) was 800 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. The leaf chamber temperature was 25°C, and the CO<sub>2</sub> concentration was 400 μmol (CO<sub>2</sub>) mol<sup>-1</sup>. The photosynthetic rate was measured automatically after 3-4 min light exposure [6,13]. Data were recorded in four plants from fully expanded 3<sup>rd</sup> or 4<sup>th</sup> leaves from the top of the stem axis from each cultivar.

### 2.3. Statistical analysis

The experimental design of this study was completely randomized. Statistical analysis (ANOVA) was performed using the SAS Enterprise Guide 7.1 (SAS Institute Inc., NC, USA) to identify the significant difference in the parameters of *CHL*, *Pn*, *Gs* and *Tr* and mean values were compared with a significance level of 5% using Duncan's multiple range test at the  $p \leq 0.05$ ,  $p \leq 0.01$ , and  $p \leq 0.001$  levels, respectively.

## Results and Discussion

In measurement of the total chlorophyll content among all pepper cultivars under high temperature treatment showed degradation of the total *CHL* in leaves and ranged depending on treatment period and cultivar features (Fig. 1). The present study demonstrated that high temperature induces a reduction in *CHL* among all studied pepper cultivars and decreased to minimum on day 14 of heat treatment experiment, but the heat tolerant pepper plants persist the higher index of *CHL* than that of the susceptible cultivar. The significant degradation of *CHL* in leaves at HT condition was observed more in heat susceptible genotype HT7 than heat tolerant HT1 and HT37. This is in agreement with observations in Solanaceae plants [6,9,12,14].



**Figure 1. Changes of chlorophyll content among pepper cultivars under heat treatment condition. DAT - days after transplanting, DAR - days after recovery at normal condition. Vertical bars represent standard deviation ( $n=4$ ). Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$**

These results suggest that the cultivar with stay-green leaves is tolerant and the sensitive cultivars cannot stay green due to decrease in chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoid content and show early chlorosis and withered leaves [13,15,16]. The same pattern, the highest index of *CHL* in heat tolerant peppers HT1 and HT37, and the lowest in heat susceptible HT7 was identified on day 7 in pepper leaves after recover at NT condition. However, the index of *CHL* content slightly increased among all cultivars compared to the last treatment day 14.

Although the stay-green trait could be used as a morphological indicator to screen for heat tolerance in tomato, where the ability of tomatoes to stay green and maintain photosynthesis at different developmental stages, especially at anthesis (vegetative growth) which could be vital for reproductive growth and yield at high temperature [9,16].

Several studies have shown that *CHL* measured by SPAD increased in tomatoes and it may be an acclimation response of plants to high temperatures and duration of the treatment [6,12,17]. The mechanism by which high temperature may have caused chlorophyll loss is although it is unclear [18]. But, it might be a consequence of heat induced damage to thylakoid membrane, lipid peroxidation of chloroplast and oxygen evolving complex of PS II [19,20]. Also, degradation of chlorophyll in stressed leaves is due to activity of enzyme chlorophyllase [21,22]. By increasing chlorophyllase activity and decreasing the amount of photosynthetic pigments, heat stress ultimately reduces the plant photosynthetic and respiratory activity [23,24].

As photosynthesis and reproductive development are the most sensitive physiological processes to stress [13,25], depending on growth stages, it can be varied [9,16]. Exposure to high temperature of the pepper plants significantly has an effect on photosynthetic parameters. So, the index of *Pn* was higher in cultivars HT7 and HT37 and the low-

est was determined in HT1 before start of HT on day 0, and then on day 2. It was slightly risen in heat tolerant genotypes HT1 and HT37, and reached a maximum point with no significant difference on day 14, whereas high temperature slightly reduced the *Pn* in heat susceptible HT7 and showed the significant lowest value in comparison with heat tolerant cultivars during all HT period (Fig. 2).

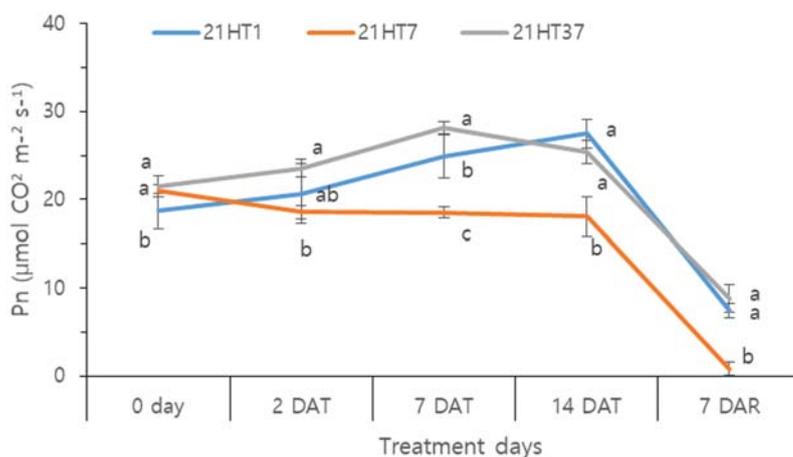
These findings are similar to those obtained from tomato and pepper plants, where a heat-tolerant variety is usually characterized by higher photosynthetic rates reflected in stay-green leaves, increased membrane thermostability and successful fruit set and yield under (over 30°C) high temperature conditions [9,16,17]. Meanwhile, in a literature also presented contrary results, where high temperature (30°C) reduced the photosynthetic rates and poor yield in pepper [26].

In general, heat tolerant pepper plants HT1 and HT37 may show properly functioning of the photosystem with normal *CHL* and chlorophyll fluorescence in stable PSII under high temperature conditions as compared to heat sensitive as previously reported [9,11,12].

In several genotypes of tomatoes differing in their capacity for thermotolerance, an increased chlorophyll a/b ratio is observed in the tolerant genotypes under high temperatures [16,20], indicating that these changes are related to thermotolerance [20,27]. Heat tolerant tomato plants maintained more available carbohydrates and accumulated more biomass as a result of higher *Pn* under heat stress, which benefits pollen development, fruit set and yield [13].

Interesting results were taken in measurement of the *Pn* on day 7 after heat treatment at recovery condition, where all pepper plants were found significantly more declining the index of *Pn* than those displayed during heat treatment periods. However, heat tolerant pepper cultivars HT1 and HT37 persist pattern with higher values of *Pn* than susceptible HT7. It means that heat treated plants need a period to recover the photosynthetic activity.

Transpiration rate was significantly higher in heat susceptible HT7 plants than heat tolerant HT1 and HT37 on day 0 before



**Figure 2. Changes of photosynthesis rate among pepper cultivars under heat treatment condition. DAT - days after transplanting, DAR - days after recovery at normal condition. Vertical bars represent standard deviation ( $n = 4$ ). Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$**

start the exposure to high temperature of pepper plants (Fig. 3).

However, as mentioned above, the measurement of  $P_n$  pepper heat sensitive HT7 showed almost the same pattern in study of  $Tr$  in heat treatment condition, where the index of  $Tr$  significantly reduced on day 2 and persist trend for 14 days of heat treatment more than heat tolerant peppers HT1 and HT37. And, index of  $Tr$  showed significantly ranging among pepper plants regardless of cultivar thermotolerance capacity, where it is significantly increased in HT1 and showed the higher index than in initial measurement on day 0 compared to HT7 and HT37.

While  $Tr$  can be significantly varied depending on genotypes in plants at high temperature conditions, and the heat-tolerant plants had an increase in transpiration [6,9,12,13], or decreased in pepper plants as previously reported [17,26].

The loss of heat from the leaf surface due to enhanced transpiration led to decreased leaf temperature [12,28] and the PSII functionality was not affected at low leaf temperature, which was evident by higher chlorophyll fluores-

cence at HT [29,30]. It was reported that membrane thermo-stability has correlation with photosynthetic activity and respiratory activity under temperature stress condition in tomato [25], on the contrary, there is no the link between cell membrane thermo-stability to photosynthetic and transpiration rates, as shown in previous studies [9,27].

The evaluation of the effect high temperature regime on pepper plants stomatal conductance to  $H_2O$  ( $G_s$ ) was observed almost with the same pattern as mentioned above in measurement of  $P_n$  and  $Tr$ , where the initial  $G_s$  index was significantly higher in heat susceptible HT7 than other on day 0 before start of heat treatment (Fig. 4).

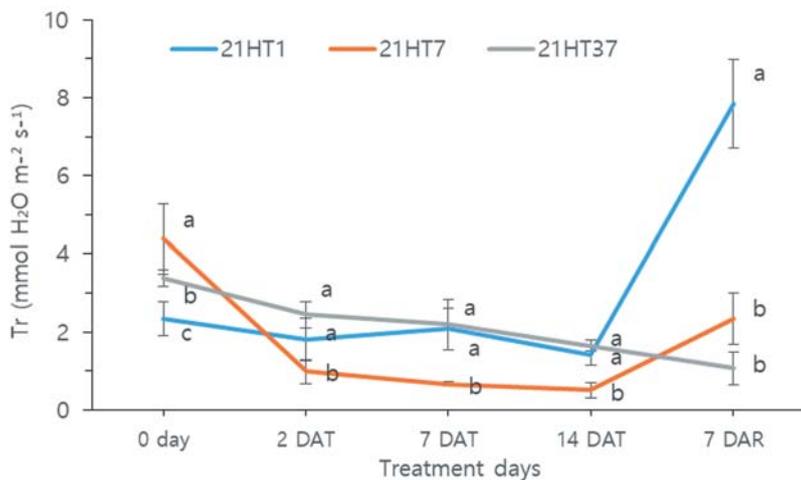
However,  $G_s$  values significantly declined on day 2 in HT7 and was persisted during all HT periods, whereas heat tolerant cultivars showed steady index of  $G_s$ . And, as mentioned in the study of  $Tr$ , the  $G_s$  index was significantly increased more in heat susceptible HT7 than that in tolerant cultivars.

An increase in transpiration likely facilitated an increase in the heat tolerant tomato plants stomatal conductance than sensitive [9,12,13,25,29], subsequently leading to an increase in  $CO_2$  diffusion into the leaves and slightly increasing intercellular  $CO_2$  concentration ( $C_i$ ) has been reported [9,13,28]. Also, stomatal closure (decreasing at HT) may be occurred as a main limiting factor of photosynthesis in *Capsicum annuum* plants [31].

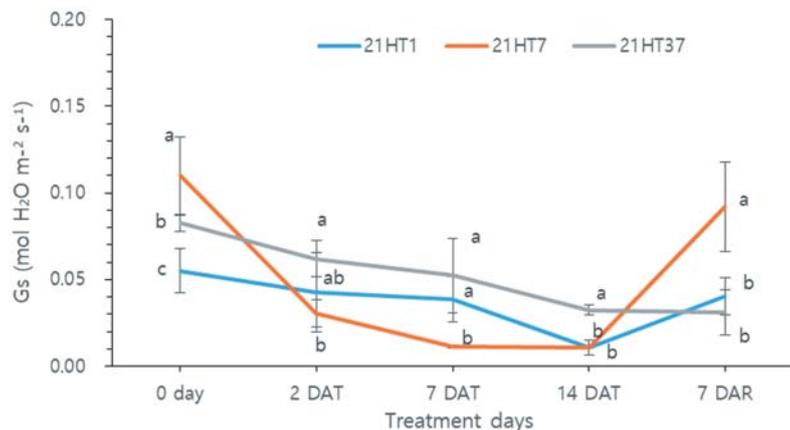
However, a literature presented contrary results, where  $P_n$ ,  $G_s$  and  $Tr$  in pepper with increasing temperature from 15 to 30 °C were decreased [26], while  $P_n$  was increased at temperature 40 °C, but  $G_s$  and  $Tr$  values decreased in tolerant cultivar at seedling stage of pepper [17]. Additionally, at heat stress regime (within 36-40 °C) main photosynthetic parameters such as  $P_n$ ,  $G_s$ ,  $C_i$  and  $Tr$  values were increased more in heat tolerant tomato seedlings than those in sensitive [9,13], while in other study,  $P_n$  and  $G_s$  were not significantly ranged more in heat tolerant tomato seedlings than those in sensitive one under HT (40 °C), where  $P_n$  and  $C_i$  decreased but  $G_s$  increased [11].

**Conclusion**

High temperature makes to reduce of  $CHL$  in all cultivars, but the response of cultivars is different. Pepper cultivar HT7 was identified as heat sensitive, which showed the lower index of  $CHL$  than heat tolerant HT1 and HT37 under HT regime. Heat tolerant cultivars HT1 and HT37 showed the higher values of  $CHL$ ,  $P_n$ ,  $G_s$  and  $Tr$  than heat sensitive HT7, in which the lowest values for all heat treatment periods were observed. It should be noted that the initial index of  $P_n$ ,  $G_s$  and  $Tr$  showed the significant alteration before HT on day 0 and day 7 after recovery at normal condition, it means that plants response to high temperature regime is different from that in normal condition.



**Figure 3. Changes of transpiration rate among pepper cultivars under heat treatment condition. DAT - days after transplanting, DAR - days after recovery at normal condition. Vertical bars represent standard deviation (n=4). Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test at p < 0.05**



**Figure 4. Changes of Stomatal conductance to H<sub>2</sub>O rate among pepper cultivars under heat treatment condition. DAT - days after transplanting, DAR - days after recovery at normal condition. Vertical bars represent standard deviation (n=4). Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test at p < 0.05**

**About the authors:**

**Sherzod Nigmatullayevich Rajametov** – PhD (Agriculture), Post Doctoral Researcher, sherzod\_2004@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7055-9932>

**Myeong-Cheoul Cho** – PhD (Agriculture), Head of laboratory, chomc@korea.kr, <https://orcid.org/0000-0002-8321-4826>

**Kwanuk Lee** – PhD (Agriculture), Researcher, kwanuk01@korea.kr, <https://orcid.org/0000-0001-8811-9230>

**Hyo-Bong Jeong** – Senior Researcher, bong9846@korea.kr, <https://orcid.org/0000-0003-0178-6765>

**Eun-Young Yang\*** – \*Correspondence author, PhD (Agriculture), Project Manager, yangyang2@korea.kr

• **References**

1. Root T.L., Price J.T., Hall K.R., Schneider S.H., Rosenzweig C., Pounds J.A. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*. 2003;421(2):57–60. <https://doi.org/10.1038/nature01333>
2. Vuuren D.P.V., Meinshausen M., Plattner G.K., Joose F., Strassman K.M., Smith S.J., Temperature increase of 21st century mitigation scenarios. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2008;105(40):15258–15262. <https://doi.org/10.1073/pnas.0711129105>
3. Beena R., Veena V., Narayankutty M.C. Evaluation of rice genotypes for acquired thermo-tolerance using Temperature Induction Response technique. *Oryza. Int. J. Rice*. 2018;55(2):285–291. <https://doi.org/10.5958/2249-5266.2018.00035.8>
4. Erickson A.N., Markhart A.H., Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. *Plant Cell Environ.* 2002;25:123–130. <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00807.x>
5. Heuvelink E., Korner O. Parthenocarpic fruit growth reduces yield fluctuation and blossom-end rot in sweet pepper. *Ann. Bot.* 2001;88:69–74. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1427>
6. Rajametov S., Yang E.Y., Cho M.C., Bong J.H., Chae S.Y., Chae W.B. Heat-tolerant hot pepper exhibits constant photosynthesis via increased transpiration rate, high proline content and fast recovery in heat stress condition. *Sci. Rep.* 2021;(11):14328. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93697-5>
7. Pagamas P., Nawata E. Effect of high temperature during the seed development on quality and chemical composition of chili pepper seed. *Jpn. J. Trop. Agr.* 2007;(51):22–29.
8. Park E., Hong S.J., Lee A.Y., Park J., Cho B.K., Kim G. Phenotyping of Low-Temperature Stressed Pepper Seedlings Using Infrared Thermography. *J. Biosyst. Eng.* 2017;42(3):163–169. <https://doi.org/10.1053/JBE.2017.42.3.163>
9. Rajametov S, Yang E.Y., Bong J.H., Cho M.C., Chae S.Y., Paudel N. Heat treatment in two tomato cultivars: a study of the effect on physiological and growth recovery. *J. Hortic.* 2021;7(5):119. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7050119>
10. Gisbert-Mullor R., Padilla Y.G., Martínez-Cuenca M., L'opez-Galarza S., Calatayud A. Suitable rootstocks can alleviate the effects of heat stress on pepper plants. *Sci. Hort.* 2021;(290):110529. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110529>
11. Camejo D., Rodríguez P., Morales M.A., Dell'Amico J.M., Torrecillas A., Alarcón J.J. High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility. *J. Plant Physiol.* 2005;(162):281–289. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.07.014>
12. Bhattarai S., Harvey J.T., Djidonou D., Leskovar D.I. Exploring Morpho-Physiological Variation for Heat Stress Tolerance in Tomato. *Plants*. 2021;(10):347. <https://doi.org/10.3390/plants10020347>
13. Zhou R., Yu X., Kjær K.H., Rosenqvist E., Ottosen C.O., Wu Z. Screening and validation of tomato genotypes under heat stress using Fv/Fm to reveal the physiological mechanism of heat tolerance. *Envir. Exp. Bot.* 2015;(118):1–11. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2015.05.006>
14. Camejo D., Torres W. High temperature effects on tomato (*Lycopersicon esculentum*) pigment and protein content and cellular viability. *Cult. Trop.* 2001;(22):13–17.
15. Scafaro A.P., Haynes P.A., Atwell B.J. Physiological and molecular changes in *Oryza meridionalis* Ng. a heat tolerant species of wild rice. *J. Exp. Bot.* 2010;(61):191–202. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp294>
16. Zhou R., Kjær K.H., Rosenqvist E., Yu X., Wu Z., Ottosen C.O. Physiological response to heat stress during seedling and anthesis stage in tomato genotypes differing in heat tolerance. *J. Agron. Crop Sci.* 2017;(203):68–80. <https://doi.org/10.1111/jac.12166>
17. Hussain T., Ayyub C.M., Amjad M., Hussain M. Analysis of morpho-physiological changes occurring in chilli genotypes (*Capsicum* spp.) under high temperature conditions. *Pak. J. Agri. Sci.* 2021;58(1):43–50. DOI:10.21162/PAKJAS/21.7185.
18. Ghai N., Kaur J., Jindal S.K., Dhaliwal M.S., Pahwa K. Physiological and biochemical response to higher temperature stress in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Appl. Nat. Sci.* 2016;8(3):1133 – 1137. doi:10.31018/jans.v8i3.930
19. Komayama K., Khatoon M., Takenaka D., Horie J., Yamashita A., Yoshioka M., Nakayama Y., Yoshida M., Ohira S., Morita N., Velitchkova M., Enami I., Yamamoto Y. Quality control of photosystem II: cleavage and aggregation of heat-damaged D1 protein in spinach thylakoids. *Biochem. Biophys. Acta.* 2007;(1767):838–46.
20. Camejo D., Jiménez A., Alarcón J.J., Torres W., Gómez J. M., Sevilla F. Changes in photosynthetic parameters and antioxidant activities following heat-shock treatment in tomato plants. *Funct. Plant Biol.* 2006;(33):177–187.
21. Taiz L., Zeiger E., Moller I.M., Murphy A. Plant Physiology and Development. Sinauer Associates, Massachusetts. 2015. 761p.
22. Cornic G. Drought stress inhibits photosynthesis by decreased stomatal aperture not by affecting ATP synthesis. *Trends Plant Sci.* 2000;(5):187–88. [https://doi.org/10.1016/51360-1385\(00\)01625-3](https://doi.org/10.1016/51360-1385(00)01625-3)
23. Todorov D., Karanov E., Smith A.R., Hall M.A. Chlorophyllase activity and chlorophyll content in wild and mutant plants of *Arabidopsis thaliana*. *Biol. Plant.* 2003;(46):125– 127. <https://doi.org/10.1023/A:1024896418839>
24. Sharkey T.D., Zhang R. High temperature effects on electron and proton circuits of photosynthesis. *J. Integr. Plant Biol.* 2010;(52):712–722. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2010.00975.x>
25. Vijayakumar A., Beena R. Impact of Temperature Difference on the Physicochemical Properties and Yield of Tomato: A Review. *Chem. Sci. Rev. Lett.* 2020;9(35):665–681. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05988>
26. Oh S.Y., Koh S.C. Fruit development and quality of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) under various temperature regimes. *Hortic. Sci. Technol.* 2019;37(3):313–321. <https://doi.org/10.7235/HORT.20190032>
27. Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M.R. Heat tolerance in plants: An overview. *Environ. Exp. Bot.* 2007;(61):199–223. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.05.011>
28. Zhou R., Yu X., Wen J., Jensen N.B., dos Santos T.M., Wu Z., Rosenqvist E., Ottosen C.O. Interactive effects of elevated CO<sub>2</sub> concentration and combined heat and drought stress on tomato photosynthesis. *BMC Plant Biol.* 2020;(20):1–12. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02457-6>
29. Jahan M.S., Wang Y., Shu S., Zhong M., Chen Z., Wu J., Sun J., Guo S. Exogenous salicylic acid increases the heat tolerance in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) by enhancing photosynthesis efficiency and improving antioxidant defense system through scavenging of reactive oxygen species. *Sci. Hortic.* 2019;(247):421–429. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.12.047>
30. Li X., Ahammed G.J., Zhang Y.Q., Zhang G.Q., Sun Z.H., Zhou J., Zhou Y.H., Xia X.J., Yu J.Q., Shi K. Carbon dioxide enrichment alleviates heat stress by improving cellular redox homeostasis through an ABA-independent process in tomato plants. *Plant Biol.* 2014;(17):81–89. <https://doi.org/10.1111/plb.12211>
31. Camposa H., Trejob C., Valdiviablo C.B.P., Navab R.G., Conde-Martínez F.V., Cruz-Ortega M.R. Stomatal and non-stomatal limitations of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants under water stress and re-watering: Delayed restoration of photosynthesis during recovery. *Environ. Exp. Bot.* 2014;(98):56–64. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.10.015>

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-10-15>

Manoj Singh<sup>1</sup>, Radhey Shyam Singh<sup>2\*</sup>,  
Krishna Pratap Singh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural Economics,  
T. D. Post-graduate College,  
Jaunpur, U.P., India

<sup>2</sup> Department of Plant Breeding and  
Genetics  
Mandan Bharti Agriculture College,  
Agwanpur, Saharsa-852201, India

\*Corresponding Author:  
singhrscogh@gmail.com

**Conflicts of Interest:** The authors declare  
no conflict of interest.

**Author Contributions:** Being research advisor,  
conceptualization of the experiment was done  
by Dr. K. P. Singh. Mr. Manoj Singh conducted  
the research, analysed recorded data and tabu-  
lated the results to draw the conclusion. The  
research finding and final draft was prepared by  
Dr. R. S. Singh on the basis of analysed data.  
All authors revised manuscript critically many  
times to make it intellectual content. All authors  
are equally accountable regarding any  
issue/integrity of the investigation.

**Data Availability Statement:** The datasets  
presented in this study are available upon  
request to the corresponding author.

**For citations:** Singh M., Singh R.S.,  
Singh K.P. Study of saving and investment  
pattern on sample farms households. *Vegetable  
crops of Russia*. 2021;(6):10-15.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-10-15>

**Received:** 25.10.2021  
**Accepted for publication:** 12.11.2021  
**Published:** 25.11.2021

Manoj Singh<sup>1</sup>, Radhey Shyam Singh<sup>2\*</sup>,  
Krishna Pratap Singh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural Economics,  
T. D. Post-graduate College,  
Jaunpur, U.P., India

<sup>2</sup> Department of Plant Breeding and  
Genetics  
Mandan Bharti Agriculture College,  
Agwanpur, Saharsa-852201, India

\*Автор для переписки:  
singhrscogh@gmail.com

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

**Вклад авторов.** Все авторы участвовали в напи-  
сании статьи, прочитали и согласились с опу-  
бликованной версией рукописи.

**Для цитирования:** Singh M., Singh R.S., Singh  
K.P. Study of saving and investment pattern on  
sample farms households. *Vegetable crops of  
Russia*. 2021;(6):10-15.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-10-15>

**Поступила в редакцию:** 25.10.2021  
**Принята к печати:** 12.11.2021  
**Опубликована:** 25.11.2021

# Study of saving and investment pattern on sample farms households



## Abstract

The saving and investment pattern of different forms sample group was studied during 2014-16 and it was observed that large farm holders were able to save higher income than small farmers while lowest income group had negative savings. In respect of investment on different fixed assets, irrigation was on first priority, followed by purchase of milch animals, farms buildings and investment in land and its improvement. Investment on working capital amongst different cash inputs, hired human labourer accounted highest share (29.44 per cent), followed by manure & fertilizers (22.33 per cent), hired power tractor (16.96 per cent), irrigation (13.61 per cent) and seeds (13.50 per cent) to total cash inputs. Marginal farmers could not invest for non-farm physical capital because of no savings with them. Small and large farmers groups invest- ed in all the items in which it was highest in working capital (61.28 to 61.84 per cent), followed by investment in fixed capital (14.41 to 16.84 per cent), financial capital (12-14 per cent) and non-farm capital (7-12 per cent). The highest investment was made on working capital (69.02 per cent) by sample farmers. Current income was found to be the main source of finance in all income groups which accounted for 49.70 to 94.79 per cent share of the total investment fol- lowed by savings which shared for 40.10 to 49.12 per cent in total investment.

**Keywords:** Saving, investment, income, sample forms.

# Изучение структуры сбережений и инвестиций на примере выборочных фермерских хозяйств

## Резюме

Структура сбережений и инвестиций в различных группах выборки изучали в течение 2014-2016 годов. Было замечено, что крупные фермерские хозяйства смогли сэкономить более высокий доход, чем мелкие фермеры, в то время как группа с самым низким доходом имела отрицательные сбережения. Что касается инвестиций в различные основные фонды, первоочередной задачей было орошение, за которым последовали покупка дойного скота, хозяйственных построек и инвестиции в землю и ее улучшение. Инвестиции в оборотный капитал среди различных денежных затрат, наемный рабочий составлял наибольшую долю (29,44%), за ним следовали навоз и удобрения (22,33 процента), наемный трактор (16,96%), ирригация (13,61%) и семена (13,50%) к общему количеству денежных вло- жений. Маргинальные фермеры не могли вкладывать средства в физический капитал, не связанный с сельским хозяйством, из-за отсутствия у них сбережений. Группы мелких и крупных фермеров инве- стировали во все статьи, по которым они были самыми высокими, в оборотный капитал (от 61,28 до 61,84%), за которыми следовали инвестиции в основной капитал (от 14,41 до 16,84%), финансовый капитал (12-14%) и несельскохозяйственный капитал (7-12%). Наибольшие инвестиции в оборотный капитал (69,02%) были вложены фермерами из выборки. Текущий доход оказался основным источни- ком финансирования во всех доходных группах, на долю которых приходилось от 49,70 до 94,79% от общего объема инвестиций, за которыми следовали сбережения, на которые приходилось от 40,10 до 49,12% от общего объема инвестиций.

**Ключевые слова:** сбережения, инвестиции, доход, типовые формы.

## Introduction

Agriculture contributes about 17 per cent of the national income in the Indian economy and more than 70 per cent rural households depend on agriculture. In this respect income, saving and investment have been regarded as main variables of economic development. Increase in capital stock along with its efficiency directly influences the productive capacity of economy for increasing total income. However, this growth in capital is in turn directly dependent on the part of additional output which is not immediately consumed but is saved and is available for investment in capital. This important role of saving is a determinant factor of growth in income and economic development. Even the Keynesian consumption function which brought a revolution in the theory of employment is intimately linked to what he called, 'propensity to save'.

From the neo-classical economists, **"saving is an excess of income over necessary expenditure"**. According to J. S. Mill, **"saving enriches and spending impoverishes the community along with the individual"**. Alfred Marshall said, "The power to save depends on an excess of income over necessary expenditure and that a rise in the rate of interest offered for capital. Thus income, saving and investment constituted the three strategic determinants of economic development in the classical, neo-classical and Keynesian system.

Progressiveness of agriculture will, however, depend upon what farmers do with the additional income generated from their savings. Growth rate in the farm economy largely depends on the stock of capital built and plans of saving for further improvement. If increase in farm income, it is mostly utilized for increasing capital investment in farm organization, the growth rate in agriculture sector would be higher. If the increasing capital investments are spent on house hold expenditure without building up the necessary infrastructure, the economic development of agriculture might be hampered. Thus saving and investment in agriculture has assumed great significance in view of the Government's policy wherein it is clearly stated that investment in agriculture would receive highest priority in the economic development of the country side by side farmers would be motivated to increase production and make such adjustment in their investment pattern as to meet fully consumer's demand.

District Azamgarh of Eastern Uttar Pradesh, India has an important place in terms of fertility and agricultural advancement (Figure 1). Out of total cultivated area of the district, 74.20 per cent is under irrigation having 157.94 per cent cropping intensity. Thus, keeping in view the importance of saving and investment pattern in agricultural economy of the country, state and study area, present study was planned. The findings of the study would be of great significance to the policymakers, administrators, economists and extension workers for making development plans for the improvement of agricultural sector in the study area.

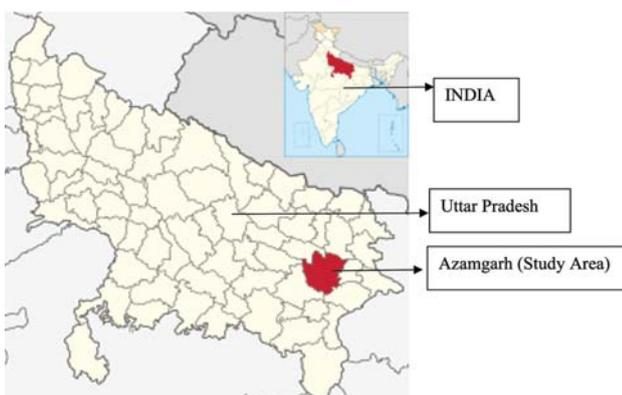


Figure 1. Study area highlighted.

## Materials and Methods:

### 1. Sampling Technique:

A multistage stratified random sampling technique was used to select the blocks, villages and sample farms. Out of 22 Blocks, 02 namely Koelsa and Mohamadpur were selected randomly. The list of all villages of the selected blocks was obtained from Lekhpal and Village Development Officer. Respondents were grouped under four categories namely, below 1 hectare (marginal), 1-2 hectare (medium), and more than 2 hectare (large). Sample of 100 farmers were drawn from the 10 villages (50 farmers from each block).

### 2. Method of Enquiry and Collection of Data:

Primary data were collected from sample farmers during 2014-15 & 2015-16 through direct/personal interview with the help of already prepared and pre-tested questionnaires and schedules. During the period of enquiry, several visits were made for collection of data keeping in view of the convenience of the respondents. All possible care was taken in the collection of correct and reliable information through cross checking. Secondary data were collected from published materials i.e. Journals, Books, Bulletins, Technical Reports etc. and records of the blocks, District headquarters, Tehsil headquarters, District Information Office, District Statistical Office, Lead Bank Office, records of Lekhpals etc.

## Results and Discussion

It is evident from Table 1 that marginal farm households groups were having no savings with them because of higher family consumption expenditure than total income. The main constraints to the small holder farmers' inability to save are inadequacy of income and fear of loss of their income [1; 2]. In case of small and large farm households, the savings level was of ₹ 21219.79 (318.81 US \$) and ₹ 117047.89 (1758.53 US \$) per household respectively. Thus, it is observed that farmers of large farm holdings were able to save higher income in comparison to small farmers. This trend was due to the fact that marginal propensity to consume goes on decreasing with increase in incomes of farm families. Therefore, percentage of total income consumed decreases with the increase in farm size, resulting in comparatively higher savings on large farms.

Table 2 reveals that sample households of lowest income group had negative savings ₹ -2193.80 per farm household (32.96 US \$)]. However, savings gave an increasing trend with increase in size of income groups. It was ₹ 25239.47 (379.20 US \$) on medium and ₹ 141980.15 (2133.12 US \$) per household on large income groups.

### Investment Pattern of Sample Farms

Investment Pattern of Sample Farms was worked out and observed that majority of farmers were invested their money in form of (i) farm capital consisting of working capital and fixed capital (ii) non-farm capital and (iii) financial capital. The term 'fixed capital' (durable capital) employed here is composed of capital invested on major farm equipments, irrigation structure, livestock and farm building etc. The working capital (non-durable capital) consists of capital spent on seeds, fertilizers, irrigation, insecticides, hired human labour, feed & concentrate, expenses on milch animals etc. The gross value of items of durable capital has been considered whereas investment in non-durable capital represents the purchase price of inputs. The level and pattern of investment on above mentioned forms of capital has been presented as follows:

### Investment on Fixed Capital

It is evident from Table 3 that marginal farmers could not invest in fixed capital due to lack of savings with them. These farmers consid-

Table 1. Level of saving on sample farm households in ₹ per household

Particulars	Size Group (in hectare)			Average
	Below 1 Hectare	1-2 Hectare	2 hectare & above	
<b>1. Total Income</b>				
Average (₹)	31750.42	63865.30	173551.31	57249.80
(In US \$)	477.02	959.52	2607.44	860.12
<b>2. Total family consumption expenditure</b>				
Average (₹)	31827.75	42645.51	56503.42	37415.42
(In US \$)	478.18	640.71	848.91	562.13
<b>3. Savings</b>				
Average (₹)	(-) 77.33	21219.79	117047.89	19834.39
(In US \$)	1.16	318.81	1758.53	297.99
<b>4. Percentage of savings to income</b>				
	- 0.24	33.22	67.44	34.64

(US \$ as on April 14, 2016; 1 US \$ = 66.56 ₹)

Table 2. Level of savings according to income groups ₹ Per household

Particulars	Income Group (in ₹)			Average
	Below ₹ 25,000 (375.6 US \$)	₹ 25000- 50000 (375.6 – 751.20 US \$)	₹ 50000 & above (751.20 US \$)	
<b>1. Total income per household</b>				
Average (₹)	31534.05	66179.44	192833.02	63350.89
(In US \$)	473.77	994.28	2897.13	951.79
<b>2. Total family consumption expenditure</b>				
Average (₹)	33727.85	40939.97	50852.86	38189.81
(In US \$)	506.73	615.08	764.02	573.77
<b>3. Savings per household</b>				
Average (₹)	(-) 2193.80	25239.47	141980.15	25161.08
(In US \$)	32.96	379.20	2133.12	378.02
<b>4. Percentage of saving to income</b>				
	(-) 6.96	38.14	73.62	42.39

(US \$ as on April 14, 2016; 1 US \$ = 66.56 ₹)

ered it as unnecessary investment (machinery & other fixed assets) because of their tiny holdings. While as per Saini and Kumar [3], livestock was the major contributor of total investment on marginal farms. In small farms, the emphasis was on purchase of milch animals with 43.80 per cent of total investment followed by irrigation works and farm buildings with 25.10 per cent and 13.68 per cent of the investment, respectively. While in case of large farms, investment on irrigation works was given first priority with 35.92 per cent investment followed by farm equipments and machineries 17.96 per cent, farm building 17.77 per cent milch cattle 15.50 per cent & land and its improvement 12.85 per cent. From the above analysis, it may be concluded that there was a great variation in the pattern and level of investment on fixed capital of different size group of farms holders. On an overall basis, it was found that amongst different fixed assets, investment on irrigation was given first priority, followed by purchase of milch animals, farms buildings and investment in land and its improvement. As per Ruedas and Guico (2021) women farmers save money in non-cash forms more than in n-cash forms. Cash forms include savings through banks, microfinance institutions, and money lending firms. Non-cash forms include agricultural pieces of machinery and equipment, livestock, land, children's education [4].

#### Investment in Working Capital

The investment in working capital here included investment in cash inputs i.e. hired human labourer, tractor power, seeds, manure & fertilizers, irrigation, insecticides & pesticides etc.

As per Table 4 it is obvious that investment on working capital amongst different cash inputs, hired human labourer accounted for highest share (29.44 per cent), followed by manure & fertilizers (22.33 per cent), hired power tractor (16.96 per cent), irrigation (13.61 per cent) and seeds (13.50 per cent) to total cash inputs. Nwibo and Mbam [5] have also found that farming households save

and invest mainly for the purchase of improved varieties and breeds, agrochemicals and feeds. In another study, the institutional credit used on costly investments like drip irrigation, farm buildings and farm machineries in borrower farms, while the non-borrowers made lesser investments on these assets as compared to the borrowers [6]. As regards different size groups, almost a similar trend was observed in all respondents with high values on large farms, but for hired tractor power where it was lower on large farms as compared to small farms. The investment on different cash inputs in general gave an increasing trend with increase in farm size due to increase in size of farm business.

#### Investment in Non-farm capital

It is evident from the Table 5 that marginal farmers could not invest for non-farm physical capital because of no savings with them. Maximum investment by small farmers and large farmers group was made on vehicle items, followed by television radio etc. because these farmers were able to spend their surplus savings.

#### Financial Investment

Financial investment made by sample farmers consisted of investment in National Saving Certificate (NSC), Kisan Vikas Patra, Life Insurance Corporation Policies, deposits in commercial banks and post offices, etc. and in the form of ornaments, besides repayment of loans. Personal sources of information plays greater role as compared to official sources in bringing awareness regarding institutional investments [7].

Table 6 reveals that on overall basis, the sample farmers made a financial investment of ₹ 5149.00 (77.36 US \$) in different schemes. They also kept some cash money with them to meet out day to day expenses. The marginal farmers group could not make investment in financial capital because of having no savings. However, they

Table 3. Pattern of Investment as fixed capital ₹ per household

Particulars of Investment	Size group in hectare			Average (1.17 hectare)
	Below 1 Hectare (0.52)	1-2 Hectare (1.35)	2 hectare & above (4.14)	
<b>1. Lands and its improvement</b>				
Average (₹)	-	1377.50	3570.00	767.15
(In US \$)	-	20.70 (13.22)	53.64 (12.85)	11.53 (13.00)
<b>2. Live stock (Milch cattle)</b>				
Average (₹)	-	4560.00	4305.00	1562.85
(In US \$)	-	68.51 (43.80)	64.68 (15.50)	23.48 (26.48)
<b>3. Farm equipment and machinery</b>				
Average (₹)	-	437.00	4987.50	744.51
(In US \$)	-	6.57 (4.20)	74.93 (17.96)	11.19 (12.62)
<b>4. Irrigation works</b>				
Average (₹)	-	2612.50	9975.00	1871.50
(In US \$)	-	39.25 (25.10)	149.86 (35.92)	28.12 (31.72)
<b>5. Farm buildings</b>				
Average (₹)	-	1425.00	4935.00	955.05
(In US \$)	-	21.41 (13.68)	74.14 (17.77)	14.35 (16.18)
<b>Total investment</b>				
Average (₹)	-	10412.00	27772.50	5901.06
(In US \$)	-	156.43 (100.00)	417.26 (100.00)	88.66 (100.00)

Note: Figures in parenthesis are per cent to total.  
(US \$ as on April 14, 2016; 1 US \$ = 66.56 ₹)

managed to repay some part of their loans by managing current incomes. The small farmers invested a higher share in post office deposits, followed by LIC policies while large farmers preferred to invest in purchase of NSC and Kisan Vikash Patra, followed by deposits in post office, Banks and purchase of ornaments etc. While in Nigeria around 64 per cent respondent saved their money at home/in cooperative societies, only 5% population saved it with

microfinance institutions and 0% population saved their money with commercial banks [8].

**Total Investment and source of finance according to income groups**

An examination of the total investment made by sample farmers distributed according to different income groups showed that

Table 4. Investment pattern of working capital ₹ per household

Variable input	Size group in hectare			Average
	Below 1 hectare	1-2 Hectare	2 hectare & above	
<b>1. Hired labourer</b>				
Average (₹)	1913.56	6709.28	41555.61	8122.08
(In US \$)	28.75 (17.32)	100.80 (22.13)	624.33 (39.31)	122.03 (29.44)
<b>2. Hired Tractor Power</b>				
Average (₹)	2709.00	6725.55	11075.74	4680.31
(In US \$)	40.70 (24.53)	101.04 (22.18)	166.40 (10.48)	70.32 (16.96)
<b>3. Seeds</b>				
Average (₹)	1511.26	4175.31	14008.64	3722.01
(In US \$)	22.71 (13.68)	62.73 (13.77)	210.47 (13.25)	55.92 (13.50)
<b>4. Manure &amp; Fertilizers</b>				
Average (₹)	2725.74	7142.84	21678.10	6161.31
(In US \$)	40.95 (24.68)	107.31 (23.56)	325.69 (20.51)	92.57 (22.33)
<b>5. Irrigation</b>				
Average (₹)	1662.64	4320.61	13271.52	3756.55
(In US \$)	24.98 (15.05)	64.91 (14.25)	199.39 (12.55)	56.44 (13.61)
<b>6. Insecticides/ Pesticides</b>				
Average (₹)	523.32	1247.71	4119.65	1150.20
(In US \$)	7.86 (4.74)	18.75 (4.11)	61.89 (4.00)	17.28 (4.16)
<b>Total Variable cost</b>				
Average (₹)	11045.52	30321.30	105709.28	27592.47
(In US \$)	165.95 (100.00)	455.55 (100.00)	1588.18 (100.00)	414.55 (100.00)

Note: Figures in parenthesis are per cent to total.  
(US \$ as on April 14, 2016; 1 US \$ = 66.56 ₹)

Table 5. Investment in non-farm capital ₹ per household

Particulars	Size group in hectare			Average
	Below 1 hectare	1-2 Hectare	2 hectare & above	
<b>1. Residential plots house etc.</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	-	-	-
<b>2. Furniture</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	472.50 7.10	1222.50 18.37	262.87 3.95
<b>3. Vehicle (Car, Motor cycle, Scooter, Bicycle etc.)</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	2172.00 32.64	11825.00 177.66	2015.20 30.28
<b>4. Television, Radio etc.</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	1627.50 24.45	8662.50 130.15	1484.17 22.30
<b>5. Other items</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	266.50 4.00	892.50 13.41	174.65 19.15
<b>Total Non- Farm expenditure</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	<b>4539.00</b> <b>68.19</b>	<b>22602.50</b> <b>339.58</b>	<b>3936.90</b> <b>59.15</b>

(US \$ as on April 14, 2016; 1 US \$ = 66.56 ₹)

highest investment of ₹ 48368.65 (726.69 US \$) was made on working capital being 69.02 per cent. Our results are also in conformity of the Odoemenem et al [9]. A similar trend was observed in all income groups. However, it stood highest being 98.48 per cent in lowest income groups because of no savings for investment in other items. Small and large farmers groups invested in all the items in which it was highest in working capital (61.28 to 61.84 per cent), fol-

lowed by investment in fixed capital (14.41 to 16.84 per cent), financial capital (12-14 per cent) and non-farm capital (7-12 per cent).

In case of sources of finance for investment, current income was found to be the main source of finance in all income groups which accounted for 49.70 to 94.79 per cent share of the total investment followed by savings which shared for 40.10 to 49.12 per cent in total investment.

Table 6. Financial investment made by sample farmers ₹ per household

Particulars of investment	Size group in hectare			Average
	Below 1 hectare	1-2 Hectare	2 hectare & above	
<b>1. Kisan Vikas Patra &amp; National Saving certificate etc.</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	-	5250.00 78.88 (22.65)	682.50 9.44 (13.25)
<b>2. Life Insurance Policies</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	2257.50 33.92 (24.98)	3024.00 45.43 (13.04)	889.77 13.37 (17.28)
<b>3. Deposits in banks</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	1930.95 29.01 (21.38)	5534.34 83.15 (23.87)	1144.27 17.19 (22.22)
<b>4. Deposits in post office</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	2649.57 39.81 (29.33)	4567.50 68.62 (19.70)	1176.67 17.68 (22.85)
<b>5. Gold &amp; Silver Ornaments</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	1942.50 29.18 (21.50)	4357.50 65.47 (18.80)	993.82 14.93 (19.30)
<b>6. Repayment of Loans</b>				
Average (₹) (In US \$)	227.00 3.41 (100.00)	254.10 3.82 (2.81)	450.00 6.76 (1.94)	261.95 3.94 (5.10)
<b>Total investment</b>				
Average (₹) (In US \$)	<b>227.00</b> <b>3.41</b> <b>(100.00)</b>	<b>9034.62</b> <b>135.74</b> <b>(100.00)</b>	<b>23183.34</b> <b>348.31</b> <b>(100.00)</b>	<b>5149.00</b> <b>77.36</b> <b>(100.00)</b>

Note: Figures in parenthesis are per cent to total  
(US \$ as on April 14, 2016; 1 US \$ = 66.56 ₹)

Table 7. Total Investment and source of finance according to income groups ₹ per household

Particulars	Size group in hectare			Average
	Below 1 hectare	1-2 Hectare	2 hectare & above	
<b>A. Farm Capital</b>				
<b>(i) Working Capital</b>				
Average (₹) (In US \$)	17074.12 256.52 (98.48)	26860.07 403.55 (61.28)	119181.15 1790.58 (61.84)	33381.68 501.53 (69.02)
<b>(ii) Fixed Capital</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	7389.16 111.02 (16.84)	27772.50 417.26 (14.41)	5901.06 88.66 (12.20)
<b>B. Non-farm capital</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	3221.22 48.40 (7.34)	22602.50 339.58 (11.73)	3936.16 59.14 (8.14)
<b>C. Financial Capital</b>				
Average (₹) (In US \$)	263.48 3.96 (1.52)	6411.66 96.33 (14.61)	23183.34 348.31 (12.02)	5149.00 77.36 (10.64)
<b>Total Investment</b>				
Average (₹) (In US \$)	17337.60 260.48 (100.00)	43882.11 659.29 (100.00)	192739.50 2895.73 (100.00)	48368.65 726.69 (100.00)
<b>Sources of finance</b>				
<b>1. Savings</b>				
Average (₹) (In US \$)	-	17596.73 264.36 (40.10)	94673.64 1422.38 (49.12)	17762.56 266.87 (36.73)
<b>2. Current Income</b>				
Average (₹) (In US \$)	16434.32 246.91 (94.79)	25785.13 387.40 (58.76)	95791.53 1439.18 (49.70)	29649.51 445.46 (61.30)
<b>3. Borrowing</b>				
Average (₹) (In US \$)	903.28 13.57 (5.21)	500.26 7.52 (1.14)	2274.33 34.17 (1.18)	956.58 14.37 (1.97)

(US \$ as on April 14, 2016; 1 US \$ = 66.56 ₹)

**Conclusion**

As per findings of the investigation, it is concluded that large farm holders were able to save higher income in comparison to small farmers while lowest income group have negative savings. In respect of investment, it was found that amongst different fixed assets, investment on irrigation was given first priority, followed by purchase of milch animals, farms buildings and investment in land and its improvement. Investment on working capital amongst different cash inputs, hired human labourer accounted highest share

(29.44 per cent), followed by manure & fertilizers (22.33 per cent), hired power tractor (16.96 per cent), irrigation (13.61 per cent) and seeds (13.50 per cent) to total cash inputs. Marginal farmers could not invest for non-farm physical capital because of no savings with them. The highest investment was made on working capital (69.02 per cent) by sample farmers. Current income was found to be the main source of finance in all income groups which accounted for 49.70 to 94.79 per cent share of the total investment followed by savings which shared for 40.10 to 49.12 per cent in total investment.

**About the authors:**

**Manoj Singh** – Research Scholar, manojsinghsahoffice@gmail.com

**Radhey Shyam Singh** –Assistant Professor cum Junior Scientist, <https://orcid.org/0000-0002-1918-3981>, Corresponding Author, singhrscoh@gmail.com

**Krishna Pratap Singh** – Associate Professor

**References**

- Osondu C.K., Obike K.C., and Ogbonna S.I. Savings, Income and Investment patterns and its determinants among small holder arable crop farmers in Umuahia Capital Territory, Abia State Nigeria. *European Journal of Business and Innovation Research*. 2015;3(1):51-70.
- Radha Priya C., Gayathri, R. Demographics Persuade the Savings and Investment Pattern of Farmers - An Empirical Study. *International Journal of Current Research and Modern Education*. 2018;3(1):111-125.
- Saini R., Kumar R. Determining the Factors Affecting Investment in Punjab Agriculture. *Economic Affairs*. 2020;65(4):511-520.
- Ruedas M. Y.A.D.R., Guico M.J. Saving Pattern of Small-Scale Women Rice Farmers in San Jose, Occidental Mindoro. *Journal of Asian Rural Studies*. 2021;5(1):48-55. <http://pasca.unhas.ac.id/ojs/index.php/jars/article/view/2707>
- Nwibo S.U., Mbam B.N. Determinants of Savings and Investment

- Capacities of Farming Households in Udi Local Government Area of Enugu State, Nigeria. *Research Journal of Finance and Accounting*. 2013;4(15):59-65.
- Kavitha B. Study on Investment Pattern in Farm Firms. *Acta Scientifica Agriculturae*. 2019;3(4):287-293.
- Gasti A.K. Savings and Investment Behaviour of Rural Household: an analytical Study of Households of Dharwad District of Karnataka State. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*. 2017;3(4):548-553.
- Iheoma C.C., Chidiebere A.C. Savings Level and Investment Behaviour of Cooperative Farmers (Analysis and Prospects) in Jos East Local Government Area; Plateau State. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*. 2020;17(3):20-26. <https://journalajeba.com/index.php/AJEB/article/view/30262>
- Odoemenem I.U., Ezihe J.A.C., Akerele S.O. Saving and Investment Pattern of Small-Scale Farmers of Benue State, Nigeria. *Global Journal of Human Social Science Sociology and Culture*. 2013;13(1):7-11.

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-16-21>  
УДК 635.64:631.524.86

**И.Н. Шамшин\*, Е.В. Грошева,  
М.В. Маслова, Р.М. Самойлова**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ) 393760, Российская Федерация, Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д.101

\*Автор для переписки:  
ivan\_shamshin@mail.ru

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства сельского хозяйства РФ № АААА-А20-120121700029-9.

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

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

**Для цитирования:** Шамшин И.Н., Грошева Е.В., Маслова М.В., Самойлова Р.М. Создание новых форм томата с генами устойчивости к грибным болезням на основе маркерной селекции. *Овощи России*. 2021;(6):16-21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-16-21>

**Поступила в редакцию:** 08.10.2021  
**Принята к печати:** 18.10.2021  
**Опубликована:** 25.11.2021

**Ivan N. Shamshin\*, Ekaterina V. Grosheva,  
Marina V. Maslova, Rufina M. Samoilova**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Michurinsky State Agrarian University" (Michurinsky GAU) 101, Internationalnaya Str., Michurinsk. Tambov region, Russian Federation, 393760

\*Corresponding Author:  
ivan\_shamshin@mail.ru

**Acknowledgments.** The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. АААА-А20-120121700029-9.

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

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

**For citations:** Shamshin I.N., Grosheva E.V., Maslova M.V., Samoilova R.M. Creation of new tomato forms with fungal disease resistance genes based on marker selection. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):16-21. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-16-21>

**Received:** 08.10.2021  
**Accepted for publication:** 18.10.2021  
**Published:** 25.11.2021

# Создание новых форм томата с генами устойчивости к грибным болезням на основе маркерной селекции



**Резюме**

**Цель.** Исследования направлены на получение новых форм томата с комплексом генов устойчивости к грибным болезням в сочетании со штамбовым типом куста и темной окраской плодов на основе маркер-опосредованной селекции.

**Методы.** Объект исследований – сорта и гибридные формы томата из коллекции Мичуринского ГАУ. Молекулярно-генетический анализ проводили с использованием следующих методов. Экстрагирование ДНК осуществляли из молодых листьев с применением набора для выделения НК «Проба НК» производства ООО «Агродиагностика» согласно протоколу производителя. Для проведения ПЦР использованы наборы производства компании Fermentas. Идентификацию гена устойчивости к кладоспориозу Cf-19 проводили с использованием ДНК-маркера P7. Наличие гена устойчивости к фузариозному увяданию определяли с помощью маркера I-2/5. Визуализацию результатов амплификации осуществляли с помощью электрофореза в агарозном геле.

**Результаты.** При проведении исследований была проанализирована коллекция сортов и гибридных форм томата Мичуринского ГАУ с целью идентификации генов устойчивости к кладоспориозу Cf-19 и фузариозному увяданию I-2. Всего проанализировано 52 генотипа. Установлено, что для большинства образцов (41 образец) характерно гетерозиготное состояние гена Cf-19. Все индетерминантные и полудетерминантные формы имели оба аллеля. Из 23 представленных в коллекции детерминантных форм у 10 отмечен только один аллель, соответствующий рецессивной гомозиготе. Среди всех анализируемых генотипов томата не отмечено доминантных гомозиготных форм. Изучение коллекции позволило выявить нескольких аллелей гена I-2. Всего амплифицировано четыре фрагмента, соответствующих различным аллелям. Всего устойчивых генотипов в коллекции выделено 50. У 42 образцов томата идентифицированы два аллеля гена I-2 (633/693 п.н.). Четыре сорта гомозиготны по одному аллелю (633 п.н.), обуславливающему устойчивость. Три сорта имеют второй аллель (566 п.н.) устойчивости. Один генотип имеет только аллель определяющий восприимчивость (693 п.н.).

На основании молекулярного анализа, а также оценки типа куста и окраски плода был проведен отбор исходных форм с последующей гибридизацией. Получено 67 гибридных растений томата. Оценка наличия генов устойчивости показала, что большинство полученных гибридов являются устойчивыми к кладоспориозу и фузариозу. Это обусловлено наличием доминантных аллелей генов Cf-19 и I-2 в гетерозиготном состоянии. Среди полученных гибридов выделены растения со штамбовым типом куста. Всего таких растений получено 13. Проведенная работа позволила получить гибридные формы томата, сочетающие признаки устойчивости к двум возбудителям грибных болезней и штамбовый тип куста. Эти формы планируется использовать в дальнейшей селекционной работе.

**Ключевые слова:** томат, маркер-опосредованная селекция, *Cladosporium fulvum*, *Fusarium oxysporum*, ДНК-маркер

# Creation of new tomato forms with fungal disease resistance genes based on marker selection

**Abstract**

**Relevance.** The presented studies are aimed at obtaining new forms of tomato with a complex of genes for resistance to fungal diseases in combination with a standard type of bush and dark coloring of fruits based on marker-mediated selection.

**Methodology.** The biological objects of the study are varieties and hybrid forms of tomato from the collection of the Michurinsky SAU. Molecular genetic analysis was performed using the following methods. DNA extraction was carried out from young leaves using a kit for isolation of NC Sample NC manufactured by Agrodiagnostika LLC according to the manufacturer's protocol. Fermentas production kits were used for PCR. Identification of the cladosporiosis resistance gene was Cf-19 performed using the DNA marker R7. The presence of a fusariosis resistance gene was determined by a I-2/5 marker. The amplification results were visualized by agarose gel electrophoresis.

**Results.** During the research, a collection of varieties and hybrid forms of tomato of the Michurinsky GAU was analyzed in order to identify genes for resistance to cladosporiosis Cf-19 and fusarium wilt I-2. A total of 52 genotypes were analyzed. It was found that most samples (41 samples) are characterized by a heterozygous state of the Cf-19 gene. All indeterminate and semi-determinant forms had both alleles. Of the 23 determinant forms presented in the collection, 10 had only one allele corresponding to recessive homozygote. Among all analyzed tomato genotypes, no dominant homozygous forms were noted. The study of the collection revealed several alleles of the I-2 gene. In total, four fragments corresponding to various alleles were amplified. A total of 50 resistant genotypes have been identified in the collection. Two alleles of the I-2 gene (633/693 bp) were identified in 42 tomato samples. Four varieties are homozygous in one allele (633 bp), which determines resistance. Three varieties have a second resistance allele (566 bp). One genotype has only an allele defining susceptibility (693 bp). On the basis of molecular analysis, as well as an assessment of the type of bush and fetal color, initial forms were selected with subsequent hybridization. 67 hybrid tomato plants were obtained. Evaluation of the presence of resistance genes showed that most of the resulting hybrids are resistant to cladosporiosis and fusariosis. This is due to the presence of dominant alleles of Cf-19 and I-2 genes in a heterozygous state. Among the resulting hybrids, plants with a bush type of bush were identified. A total of 13 such plants were obtained.

**Conclusion.** Thus, the work carried out allowed to obtain hybrid forms of tomato combine the signs of resistance to two pathogens of fungal diseases and the stem type of the bush. These forms are planned to be used in further selection work.

**Keywords:** tomato, marker-mediated selection, *Cladosporium fulvum*, *Fusarium oxysporum*, DNA-marker

### Введение

Грибные болезни томата являются одной из главных причин снижения урожайности. Они наносят значительный ущерб, как в защищенном грунте, так и в открытом. Основным способом борьбы с возбудителями заболеваний остается обработка химическими препаратами. Однако постоянное применение пестицидов индуцирует появление устойчивых к ним популяций вредных организмов [1, 2]. Кроме того, томат активно используется для диетического питания детей и взрослых. Это требует минимализации химической нагрузки [3]. Поэтому оптимальным вариантом является использование устойчивых сортов.

Одним из способов ускоренного создания высокопродуктивных форм томата с комплексом генов резистентности является маркерная селекция. Отбор растений непосредственно по анализу генома позволяет проводить пирамидирование генов в достаточно короткие сроки в сравнении с традиционными методами селекции.

Кладоспориоз томата – заболевание, вызываемое грибом *Cladosporium fulvum*. Он поражает листья томата, проникая через устьица. После заражения мицелий *C. fulvum* разрастается в клетках листа, и широко колонизирует межклеточные пространства. Через 10-14 дней конидии гриба прорастают на поверхность листовой пластины и способны к повторному заражению. Заболевание снижает интенсивность дыхания и приводит к гибели растения [4].

Во время колонизации листьев *C. fulvum* выделяет много низкомолекулярных белков в апопласт листа. Было показано, что некоторые из этих белков функционируют как детерминанты авирулентности (*Avr*) конкретных генотипов томатов [5]. Наличие гена устойчивости *Cf* позволяет синтезировать белок способный распознавать различные продукты гена *Avr*, кодируемые возбудителем. Возникает гиперчувствительный ответ. В результате на месте инфицирования образуются типичные некротические пятна и дальнейший рост гиф прекращается [6].

С момента открытия гена *Cf-1* в 1930 годах сообщалось о 24 идентифицированных генах устойчивости к кладоспориозу томата [7]. Большинство из них локализованы на коротких плечах 1 и 6 хромосомы [8]. К настоящему времени наиболее изученными остаются гены *Cf-2*, *Cf-4*, *Cf-4E*, *Cf-5* и *Cf-9*. Они клонированы, для значительной части из них известна нуклеотидная структура и размер [6]. Исследователи объединяют гены *Cf* в два мультигенных семейства *Hcr2s* и *Hcr9s*. Гены *Cf-4*, *Cf-4E*, *Cf-9* и *Cf-9DC* принадлежат к семейству генов *Hcr9s* [9, 6], тогда как гены *Cf-2* и *Cf-5* принадлежат к семейству *Hcr2* [10, 11].

Идентифицировано и картировано еще несколько генов устойчивости к *C. fulvum*, которые активно используются в селекции томата. Так в локусе *Hcr9s* на хромосоме 1 выявлен ген *Cf-10*. Доказана его роль в физиологической и транскрипционной регуляции устойчивости к кладоспориозу [8]. На хромосоме 8 установлено наличие еще одного гена *Cf-12*. Растения томата с ним проявляют высокую степень устойчивости к возбудителю [12]. Ген *Cf-19*, расположенный на хромосоме 1 является гомологом гена *Cf-9* (*Hcr9*) и позволяет растению противостоять расам 1,2,4,5 *C. fulvum*. Данный ген является доминантным. На сегодняшний день не зарегистрировано поражений генотипов томата с геном *Cf-19* [13].

Для идентификации *Cf-19* разработан молекулярный маркер P7. Он был успешно протестирован в селекционной работе и показал высокую эффективность. Авторы рекомендуют использовать его при маркер-опосредованном отборе [13].

Еще одним вредоносным заболеванием томата является фузариозное увядание. Его вызывает гриб *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL). *F. oxysporum* проникает в растения обычно

через микротрещины, возникающие при формировании боковых корней, или поранения, а также через корневые волоски.

Идентифицировано три расы возбудителей фузариоза [14]. Первая и вторая расы широко распространены по всему миру, а третья имеет ограниченное распространение в странах с жарким климатом [15]. В теплицах России преобладает раса 1 (90%), раса 2 встречается в 10% случаев заражения томата фузариозом [16].

В культурные сорта томата включены три гена устойчивости к болезни (*I*, *I-2*, *I-3*), взятые из дикорастущих видов. Гены *I* и *I-2* расположены на 11 хромосоме и получены от *S. pimpinellifolium*. Они придают устойчивость к расам 1 и 2 соответственно. Ген *I-3*, локализованный на 7 хромосоме, впервые идентифицирован у вида *S. pennellii*. Он дает возможность противостоять расе 1-3 возбудителя [17].

Гены устойчивости к фузариозу вырабатывают белок, взаимодействующий с эффекторными белками генов *Avr1*, *Avr2* и *Avr3* *F. oxysporum*. Эти эффекторы представляют собой небольшие белки с дисульфидной связью, которые секретируются в клеточный сок при заражении. При этом ген *Avr3* срабатывает только тогда, когда гриб находится в контакте с живыми клетками растений. Взаимодействие генов томата и возбудителя заболевания приводит к иммунитету, индуцируемому эффектором (effector-triggered immunity ETI), что предотвращает быстрое заражение растения [18].

Наибольшее значение в селекции томата на устойчивость к фузариозу имеет ген *I-2*. Именно его наличие в генотипе дает резистентность у большинства современных сортов [19-22]. Для его идентификации и ускорения отбора новых форм проведен ряд работ по поиску молекулярных маркеров [23-25].

В нашей стране доля томатов, выращенных в открытом грунте, остается значительной. Поэтому риск потери урожая от грибных инфекций высокий. Целесообразным является переход на сорта с комплексом генов устойчивости. Создание таких генотипов возможно с использованием пирамидирования генов на основе молекулярного анализа. В представленной работе изложены исследования коллекции томата Мичуринского ГАУ с применением молекулярных маркеров генов устойчивости к кладоспориозу и фузариозу, а также дальнейшее использование отобранных генотипов для получения новых форм томата для открытого грунта.

### Материалы и методы

Работа выполнена на базе учебно-исследовательского тепличного комплекса и лаборатории молекулярно-генетического анализа плодовых растений Мичуринского ГАУ. Исходные формы и гибриды томата культивировались в торфо-почвенной смеси в емкостях объемом 7 литров в условиях поликарбонатного укрытия. Были проанализированы по одному растению каждого сорта. Листья отбирали из коллекционных образцов на стадии рассады до высадки на постоянное место. Отобранные растения использовали для последующей селекционной работы. Всего проанализировано 52 сорта томата из коллекции Мичуринского ГАУ. Два сорта были отобраны для гибридизации и получено гибридное потомство. Проанализировано с использованием молекулярных маркеров 67 гибридных растений.

Выделение ДНК проводили из молодых листьев с использованием набора для экстрагирования нуклеиновых кислот «Проба НК» производства ООО «Агродиагностика» согласно протоколу.

Для оценки использованы молекулярные маркеры гена устойчивости к фузариозу (*I-2*) томата [24, 26]. Последовательность праймерных пар представлена в таблице 1.

Таблица 1. Нуклеотидная последовательность пар праймеров, используемых в работе  
Table 1. Nucleotide sequence of primer pairs used in operation

Название Name	Прямая последовательность Forward sequence	Обратная последовательность Reverse sequence
P7	AGTGCAGAAATGGGTTGTGTA	CCGGAGATCAAGCTCAACCA
I-2/5	CAAGGAACTGCGTCTGTCTG	ATGAGCAATTTGTGGCCAGT

Реакционная смесь для ПЦР со всеми праймерами объемом 15 мкл содержала: 20 нг ДНК, 1,5 мМ dNTP, 2,5 мМ MgSO<sub>4</sub>, 10 пМ каждого праймера, 1 ед. Taq-полимеразы и 10х стандартного ПЦР-буфера. Реакцию для обоих пар праймеров проводили в приборе SimpliAmp (Life Technology) по программе:

- для маркера P7 – 94°C – 4 мин, 35 циклов 94°C – 30 с, 60°C – 30 с, 72°C – 1 мин и финальная элонгация в течение 7 мин при 72°C;

- для маркера I-2/5 – 5 мин 94°C, 35 циклов 30 с 94°C, 30 с 55°C, 1 мин 72°C и финальная элонгация в течение 7 мин при 72°C.

Результаты амплификации разделялись путем электрофореза в 2% агарозном геле. После электрофореза гель анализировали в ультрафиолетовом свете с использованием трансиллюминатора.

Отбор исходных форм растений по признаку роста и окраске плодов томата осуществляли на основании визуальной оценки.

## Результаты и обсуждения

Для создания новых генотипов томата была проанализирована коллекция сортов Мичуринского ГАУ по ряду признаков. Проведен отбор по наличию генов устойчивости к кладоспориозу и фузариозу. Кроме признака устойчивости исходные формы отбирали по силе роста (штамбовые формы) и окраске плодов (темная-красная или фиолетовая).

Отбор по наличию генов устойчивости проводили с использованием ДНК-маркеров. В результате проведенного анализа получены четкие воспроизводимые результаты.

Коллекция исходных форм томата Мичуринского ГАУ проанализирована с использованием маркера P7 с целью идентификации гена устойчивости к кладоспориозу *Cf-19*. Маркер является кодоминантным и позволяет выявить аллельное состояние гена. Для апробации маркера было проведено его тестирование на 345 гибридах томата F<sub>2</sub>, полученных от скрещивания двух контрастных форм [26]. Также данный маркер был успешно использован при анализе 964 линий томатов разных семеноводческих компаний Китая [27].

Эффективность работы данного маркера была нами ранее проверена и проведено сравнение с результатами искусственного заражения. Все контрольные образцы с маркером P7 обладали устойчивостью [28].

В результате проведения реакции амплифицируется два фрагмента длиной 250 и 300 п.н. Первый фрагмент соответствует рецессивному аллелю, второй – доминантному [26]. Результаты проведенного анализа сортов томата представлены в таблице 2.

Исследование показало, что для большинства сортов и гибридов томата коллекции Мичуринского ГАУ (41 образец) характерно гетерозиготное состояние исследуемого гена. Можно отметить аллельное разнообразие гена *Cf-19* у генотипов с различным типом куста. Все индетерминантные и полудетерминантные формы имели оба аллеля. Из 23 представленных в коллекции детерминантных форм у 10 отмечен только один аллель, соответствующий рецессивной гомозиготе.

Среди всех анализируемых генотипов томата не отмечено доминантных гомозиготных форм. Вероятно, это объясняется отсутствием целенаправленного отбора по признаку устойчивости к кладоспориозу.

Наличие гена устойчивости к фузариозу I-2 проводили с использованием кодоминантного маркера I-2/5. Данный маркер, как и P7, рекомендован для маркерного отбора и широко используется при селекционной работе. Так маркер I-2/5 использован в оценке 10 линий томата турецкими селекционерами для дальнейшего пирамидирования генов устойчивости к фузариозу [21]. Исследователи института в Бейруте применяли его при анализе 40 исходных линий томата для идентификации гена I-2. При исследовании было установлено наличие гена в 39 линиях [20]. 27 генотипов томата изучено с использованием маркера I-2/5 белорусскими исследователями для оценки исходного материала [23].

Изучение коллекции томата Мичуринского ГАУ позволило выявить нескольких аллелей гена I-2. Всего амплифицировано четыре фрагмента различного размера: 633 п. н. (аллель I-2), 566 п. н. (аллель I-2C) – аллели устойчивости; 693 п. н. – аллель, определяющий восприимчивость [16]. Кроме того, был идентифицирован фрагмент размером 700 п.н., ранее не отмечавшийся исследователями. Результаты анализа отображены в таблице 2.

Всего устойчивых генотипов в коллекции идентифицировано 50. У 42 образцов томата идентифицированы два аллеля гена I-2 (633/693 п.н). Четыре сорта Сибирский скороспелый, Микадо сибирико, Иван Купала и Зефир в шоколаде гомозиготны по аллелю I-2 (633 п.н.). У детерминантных сортов Каротинка, Рио-Гранде и индетерминантного сорта Итальянское спагетти амплифицирован фрагмент размером 566 п.н. (аллель I-2C). При этом сорт Рио-Гранде является гомозиготной формой, а у сорта Итальянское спагетти в генотипе присутствуют оба аллеля, обуславливающие устойчивость. Один генотип имеет только аллель определяющий восприимчивость (693 п.н.).

У части исследуемых генотипов имеются дополнительные фрагменты. Так, у сортов Виват и Япончик выявлен фрагмент в 700 п.н. Возможно, что эти фрагменты являются дополнительными локусами гена I-2 и требуют дальнейшего изучения.

Из исследуемых генотипов томата были отобраны исходные формы для последующей гибридизации. Основной целью проводимой селекционной работы является создание сорта с комплексом генов устойчивости к грибным болезням, а также штамбовым типом куста и темной окраски плода. Штамбовые генотипы представлены в коллекции тремя сортами и одним гибридом F<sub>1</sub> (табл. 2). Наиболее перспективным является сорт Красавец селекции Мичуринского ГАУ. Он обладает компактным, в сравнении с остальными сортами коллекции, типом куста и хорошо зарекомендовал себя на протяжении ряда лет испытаний по ряду ценных признаков. В качестве генетического источника признака темной окраски плодов был выбран сорт Сибирский тигр (Siberian tiger). Оба отобранных генотипа устойчивы к фузариозному увяданию, что обусловлено присутствием гена I-2 в доминантном аллельном состоянии. Сорт Сибирский тигр так же обладает

Таблица 2. Результаты анализа исходных форм томата с использованием молекулярных маркеров  
 Table 2. Results of analysis of initial tomato forms using molecular markers

№ п/п No p/p	Сорт, гибрид томата Variety, tomato hybrid	Маркер P7. Размер фрагмента, п.н. Marker P7. Fragment size, bp	Маркер I-2/5. Размер фрагмента, п.н. Marker I-2/5. Fragment size, bp	Окраска зрелого плода Color of mature fruit	Тип куста Bush Type
1	Буй-Тур	250/300	633/693	Красная	Детерминантный/штамбовый
2	Волгоградский штамбовый	250/300	633/693	Красная	Детерминантный/штамбовый
3	Элтон Джон F <sub>1</sub>	250/300	633/693	Желтая	Детерминантный/штамбовый
4	Красавец	250	633/693	Красная	Детерминантный/штамбовый
5	Тамерлан	250/300	633/693	Красная	Детерминантный
6	Метелица	250/300	633/693	Красная	Детерминантный
7	Морковный	250/300	633/693	Красная	Детерминантный
8	Сибирский скороспелый	250/300	633	Красная	Детерминантный
9	Джина	250	633/693	Красная	Детерминантный
10	Дар Заволжья	250/300	633/693	Красная	Детерминантный
11	Жирдяй F <sub>1</sub>	250/300	633/693	Красная	Детерминантный
12	Благородный принц	250	693	Красная	Детерминантный
13	Каротинка	250/300	633/566	Оранжевая	Детерминантный
14	Непрядва	250	633/693	Красная	Детерминантный
15	Золотничок	250	633/693	Оранжевая	Детерминантный
16	Орлик	250	633/693	Оранжевая	Детерминантный
17	Виват	250	693/700	Оранжевая	Детерминантный
18	Япончик	250	633/566	Красная	Детерминантный
19	Рио-Гранде	250	566	Красная	Детерминантный
20	Непас 9	250/300	633/693	Красная	Детерминантный
21	Властелин степей F <sub>1</sub>	250/300	633/693	Красная	Детерминантный
22	Ажур F <sub>1</sub>	250/300	633/693	Красная	Детерминантный
23	Первоклашка	250/300	633/693	Розовая	Детерминантный
24	Красный петух	250/300	633/693	Красная	Детерминантный
25	Рябчик	250/300	633/693	Красная с желтыми опосами	Детерминантный
26	Демидов	250/300	633/693	Розовая	Детерминантный
27	Японская роза	250/300	633/693	Розовая	Детерминантный
28	Сокол	250/300	633/693	Оранжевая	Индетерминантный
29	Славянский шедевр	250/300	633/693	Красная	Индетерминантный
30	Золотая капля	250/300	633/693	Желтая	Индетерминантный
31	Мечта Алисы	250/300	633/693	Желто-оранжевая	Индетерминантный
32	Черное сердце (Brad's black heart)	250/300	633/693	Темно-красный с фиолетовым осованием	Индетерминантный
33	Синяя груша	250/300	633/693	Нижняя часть красно- коричневая, верхняя - фиолетовая	Индетерминантный
34	Белле F <sub>1</sub> (Belle F <sub>1</sub> )	250/300	633/693	Красная	Индетерминантный
35	Японский краб	250/300	633/693	Розовая	Индетерминантный
36	Сибирский тигр (Siberian tiger)	250/300	633/693	Темно-розовый с фиолетовыми штрихами	Индетерминантный
37	Золотой Кенигсберг	250/300	633/693	Желтая	Индетерминантный
38	Итальянское спагетти	250/300	633/566	Светло-красный цвет с тёмно-зелёным пятном у плодоножки	Индетерминантный
39	Паскаль из Пикардии (Pascal de Picardie)	250/300	633/693	Малиново-красная с фиолетовыми плечиками	Индетерминантный
40	Зефир в шоколаде	250	633	Красно-коричневая с зелеными штрихами у основания	Индетерминантный
41	Корнабель F <sub>1</sub>	250/300	633/693	Красная	Индетерминантный
42	Розовый гигант	250/300	633/693	Розовая	Индетерминантный
43	Черная принцесса	250/300	633/693	Буровато-коричневая	Индетерминантный
44	Микадо сибирико	250/300	633	Розовая	Индетерминантный
45	Иван Купала	250/300	633	Красная	Индетерминантный
46	Черный кот F <sub>1</sub>	250/300	633/693	Красно-коричневая	Индетерминантный
47	Черный мавр	250/300	633/693	Красно-коричневая	Полудетерминантный
48	Лодочка	250/300	633/693	Розовая	Полудетерминантный
49	Глаша	250/300	633/693	Розовая	Полудетерминантный
50	Оранжевые сливки	250/300	633/693	Оранжевая	Полудетерминантный
51	Король ранних	250/300	633/693	Красная	Полудетерминантный

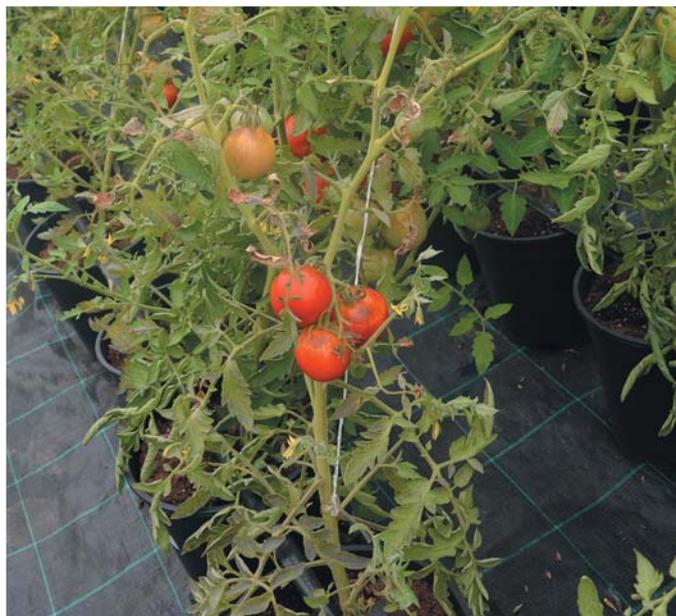
устойчивостью к кладоспориозу, являясь гетерозиготой по гену *Cf-19*.

От скрещивания сортов Красавец Ч Сибирский тигр получено 67 гибридных растений ( $F_1$ ). Все растения были проанализированы на наличие генов *Cf-19* и *I-2*. Анализ показал присутствие двух аллелей гена устойчивости к кладоспориозу (*Cf-19*) у всех гибридных форм томата. По гену *I-2* наблюдается разнообразие. У большинства исследуемых генотипов отмечены оба аллеля гена. Два растения гомозиготны по доминантным аллелям *I-2* и *I-2C*.

Среди полученных гибридов выделены растения со штамбовым типом куста. Всего таких растений получено 13 (рис. 1). Остальные растения были индетерминантного типа (рис. 2)



**Рис. 1. Гибриды томата  $F_1$  со штамбовым типом куста**  
**Fig. 1. Hybrids of tomato  $F_1$  with shtambovy type of bush**



**Рис. 2. Гибриды томата  $F_1$  с индетерминантным типом куста**  
**Fig. 2. Tomato  $F_1$  hybrids with an indeterminant type of bush**

У всех штамбовых растений окраска плода была монохроматической, как у исходного сорта Красавец (рис.3). Все индетерминантные растения имели плоды с окраской как у сорта Сибирский тигр (рис.4).

Результаты молекулярного анализа штамбовых гибридов показал наличие устойчивости к кладоспориозу и фузариозу у всех растений, обусловленные наличием доминантных аллелей генов *Cf-19* и *I-2*.



**Рис.3. Окраска плодов у штамбовых гибридов  $F_1$**   
**Fig.3. Fruit decoration in shtambovy hybrids  $F_1$**



**Рис.4. Окраска плодов у индетерминантных гибридов  $F_1$**   
**Fig.4. Fruit colour in indeterminant hybrids  $F_1$**

Таким образом, полученные гибридные формы томата сочетают признаки устойчивости к двум возбудителям грибных болезней и штамбовый тип куста. Эти формы планируются использовать в дальнейшей селекционной работе.

### Закключение

Проведенное исследование позволило проанализировать аллельное разнообразие генов устойчивости к кладоспориозу и фузариозу томата в коллекции сортов и гибридов Мичуринского ГАУ. На основании молекулярного исследования были отобраны исходные формы для селекции. С их использованием получены гибриды, сочетающие в себе два гена устойчивости и другие ценные признаки.

В дальнейшем селекционная работа с использованием данных гибридов будет продолжена. Для создания штамбового типа томата с темной окраской плодов планируется получение гибридов второго поколения от наиболее перспективных форм  $F_1$  с учетом данных молекулярного анализа.

**Об авторах:**

**Иван Николаевич Шамшин** – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией молекулярно-генетического анализа плодовых растений, <https://orcid.org/0000-0002-4464-1876>, Scopus ID 56708633300, Researcher ID AAZ-9047-2021, автор для переписки, [Ivan\\_Shamshin@mail.ru](mailto:Ivan_Shamshin@mail.ru)

**Екатерина Владимировна Грошева** – лаборант лаборатории молекулярно-генетического анализа плодовых растений, <https://orcid.org/0000-0001-6992-2407>, Researcher ID AAA7122-2020.

**Марина Витальевна Маслова** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории «Биофотоника», <https://orcid.org/0000-0002-5400-5937>, Researcher ID E-4506-2015

**Руфина Мамедхановна Самойлова** – учебный мастер кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур.

**About the authors:**

**Ivan N. Shamshin** – Cand. Sci. (Biology), Head of the laboratory of the molecular and genetic analysis of fruit plants, <https://orcid.org/0000-0002-4464-1876>, Scopus ID 56708633300, Researcher ID AAZ-9047-2021, Corresponding Author, [Ivan\\_Shamshin@mail.ru](mailto:Ivan_Shamshin@mail.ru)

**Ekatereina V. Grosheva** – Laboratory Assistant of the laboratory of molecular genetic analysis of fruit plants, <https://orcid.org/0000-0001-6992-2407>, Researcher ID AAA7122-2020.

**Marina V. Maslova** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Biofotonika laboratory, <https://orcid.org/0000-0002-5400-5937>, Researcher ID E-4506-2015

**Rufima M. Samoilova** – Educational Master of the Department of horticulture, biotechnology and crop selection

**• Литература / References**

- Litvinov S.S. [Phytopsanitary problems in modern vegetable production]. *Plant protection and quarantine*. 2015; 4. (in Russ.)
- Seitbatalova A.I., Sadanov A.K., Shemshura O.N., Kaptagai R.Zh., Ismailova E.T. [The influence of pre-treatment of seeds with isopp extract on the resistance of tomatoes to mushroom diseases in the field]. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan series biology and medicine*. 2017;5(233):222- 227. (in Russ.)
- Polyxenova V.D. [Induced resistance of plants to pathogens and abiotic stress factors: on the example of tomato]. *Bulletin of the Belarusian State University*. 2009;(1):48-60. (in Russ.)
- Iida Y., van 't Hof P., Beenen H., Mesarich C., Kubota M., Stergiopoulos I., de Wit P. J. Novel mutations detected in avirulence genes overcoming tomato Cf resistance genes in isolates of a Japanese population of *Cladosporium fulvum*. *PLoS one*. 2015;10(4). DOI 10.1371/journal.pone.0123271
- Thomas C.M., Jones D.A., Parniske M., Harrison K., Balint-Kurti P. ., Hatzixanthis K., Jones J.D. Characterization of the tomato Cf-4 gene for resistance to *Cladosporium fulvum* identifies sequences that determine recognition specificity in Cf-4 and Cf-9. *The Plant Cell*. 1997;9(12):2209-2224. DOI 10.1105/tpc.9.12.2209.
- Chai X., Xu X., Wang D., Xue D., Li J. Mapping and candidate gene screening of *Cladosporium fulvum* resistance gene Cf-12 in tomato (*Solanum lycopersicum*) by high-throughput sequencing. *Plant Breeding* 2020;139(5):977-987. DOI 10.1111/pbr.12852
- Zhang D., Bao Y., Sun Y., Yang H., Zhao T., Li H., Xu X. Comparative transcriptome analysis reveals the response mechanism of Cf-16-mediated resistance to *Cladosporium fulvum* infection in tomato. *BMC plant biology*. 2020;20(1):1-16. DOI 10.1186/s12870-020-2245-5
- Liu G., Liu J., Zhang C., You X., Zhao T., Jiang J., Xu X. Physiological and RNA-seq analyses provide insights into the response mechanism of the Cf-10-mediated resistance to *Cladosporium fulvum* infection in tomato. *Plant molecular biology*. 2018;96(4):403-416. DOI 10.1007/s11103-018-0706-0.
- Kruijt M., Brandwagt B.F., De Wit P.J. Rearrangements in the Cf-9 disease resistance gene cluster of wild tomato have resulted in three genes that mediate Avr9 responsiveness. *Genetics*. 2004;168(3):1655-1663. DOI 10.1534/genetics.104.028985.
- Jones D.A., Dickinson M.J., Balint-Kurti P.J., Dixon M.S., Jones J.D.G. Two complex resistance loci revealed in tomato by classical and RFLP mapping of the Cf-2, Cf-4, Cf-5, and Cf-9 genes for resistance to *Cladosporium fulvum*. *Molecular Plant Microbe Interactions*. 1993;6(3):348-357.
- Dixon M.S., Jones D.A., Keddie J.S., Thomas C.M., Harrison K., Jones J.D. The tomato Cf-2 disease resistance locus comprises two functional genes encoding leucine-rich repeat proteins. *Cell*. 1996;84(3):451-459. DOI 10.1016/S0092-8674(00)81290-8.
- Xue D.Q., Chen X.L., Zhang H., Chai X.F., Jiang J.B., Xu X.Y., Li J.F. Transcriptome analysis of the Cf-12-mediated resistance response to *Cladosporium fulvum* in tomato. *Frontiers in plant science*. 2017;(7):2012. DOI 10.3389/fpls.2016.02012.
- Zhao T., Liu W., Zhao Z., Yang H., Bao Y., Zhang D., Xu X. Transcriptome profiling reveals the response process of tomato carrying Cf-19 and *Cladosporium fulvum* interaction. *BMC plant biology*. 2019;19(1):1-12. DOI 10.1186/s12870-019-2150-y.
- Jordatilde D.O., de Almeida C.M.A., Malafaia C.B., da Silva M.L.R.B., dos Santos Correia M.T., de Menezes Lima V.L., da Silva, M.V. Identification of races 1, 2 and 3 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* by molecular markers. *African Journal of Microbiology Research*. 2013;7(20):2324-2331. DOI10.5897/AJMR12.2234.
- Gonzalez-Cendales Y., Catanzariti A.M., Baker B., Mcgrath D.J., Jones D.A.. Identification of I-7 expands the repertoire of genes for resistance to Fusarium wilt in tomato to three resistance gene classes. *Molecular Plant Pathology*. 2016;17(3):448-463. DOI10.1111/mpp.12294
- Eroshevskaya A.S., Egorova A.A., Milyukova N.A., Pyrsikov A.S. Molecular-genetic analysis of tomato hybrids F<sub>1</sub> on resistance to fusariosis. *Potatoes and vegetables*. 2021;(5):37-40. (In Russ.)
- Takken F., Rep M. The arms race between tomato and *Fusarium oxysporum*. *Molecular plant pathology*. 2010;11(2):309-314.
- Catanzariti A.M., Lim G.T., Jones D.A. The tomato I-3 gene: a novel gene for resistance to Fusarium wilt disease. *New Phytologist*. 2015;207(1):106-118. DOI 10.1111/nph.13348.
- Gardner R.G. Mountain Spring'tomato; NC8276 and NC84173 tomato breeding lines. *HortScience*. 1992;27(11):1233-1234.
- El Mohtar C.A., Atamia H.S., Dagher R.B., Abou-Jawdah Y., Salus M.S., Maxwell D.P. Marker-assisted selection of tomato genotypes with the I-2 gene for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 2. *Plant disease*. 2007;91(6):758-762. DOI 10.1094/PDIS-91-6-0758.
- Simsek D., Pinar H., Mutlu N. Development of *Fusarium oxysporum* f. Sp. *Lycopersici* (FOL) and *Fusarium oxysporum* f. Sp. *Radicis lycopersici* (FORL) resistant tomato lines with the aid of marker assisted selection. *Current Trends in Natural Sciences*. 2018;7(13):281-285.
- Pidigam S., Thuraga V., Munnam S.B., Amarapalli G., Kuraba G., Pandravada S.R., Sudini H.K. Genetic diversity, population structure and validation of SSR markers linked to Sw-5 and I-2 genes in tomato germplasm. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 2021;1-16. DOI 10.1007/s12298-021-01037-8.
- Adzhieva V.F., Grushetskaya Z.E., Malyshev S.V., Nekrashevich N.A., Babak O.G., Kilchevsky A.V. [Creation of a complex of DNA markers for tomato genes that determine the content of carotenoids and resistance to diseases and pests]. II International. научн. - практ. conf. "Modern trends in the selection and seed production of vegetable crops. Traditions and perspectives." Moscow, Russia. August 2-4, 2010; p. 47. (in Russ.)
- Yu S.C., Zou Y.M. A co-dominant molecular marker of Fusarium wilt resistance gene I-2 derived from gene sequence in tomato. *Yi Chuan= Hereditas*. 2008;30(7):926-932. DOI 10.3724/sp.j.1005.2008.00926.
- Arens P., Mansilla C., Deinum D., Cavellini L., Moretti A., Rolland S., Vosman B. Development and evaluation of robust molecular markers linked to disease resistance in tomato for distinctness, uniformity and stability testing. *Theoretical and applied genetics*. 2010;120(3):655-664. DOI 10.1007/s00122-009-1183-2.
- Zhao T., Jiang J., Liu G., He S., Zhang H., Chen X., Xu X. Mapping and candidate gene screening of tomato *Cladosporium fulvum*-resistant gene Cf-19, based on high-throughput sequencing technology. *BMC plant biology*. 2016;16(1):1-10. DOI 10.1186/s12870-016-0737-0.
- Nevamea A. Y. M., Xiaa L., Wentinga Z., Nchongboh C. G., Wenhua L., Hasand M. M., Longtinga S. Validation of some disease-resistance molecular markers associated with multiple diseases in tomato for marker-assisted selection program. *Scienceasia*. 2020;46(1):19-29. DOI 10.2306/scienceasia1513-1874.2020.006.
- Shamshin I.N., Maslova M.V., Gryazneva Yu.V. [Analysis of genetic collection of tomato varieties and hybrid forms by resistance to cladosporiosis using DNA markers]. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2019;180(3):63-70. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-3-63-70 (in Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-22-29  
 УДК 635.22:581.1.043:573.6

Е.А. Калашникова<sup>1\*</sup>, Р.Н. Киракосян<sup>1</sup>,  
 А.В. Гушин<sup>1</sup>, Х.Г. Абубакаров<sup>1</sup>, Н.Н. Слепцов<sup>1</sup>,  
 С.К. Темирбекова<sup>2</sup>, А.П. Глинушкин<sup>2</sup>,  
 О.В. Мелешина<sup>2</sup>, Н.Я. Ребух<sup>3</sup>, М.М. Тареева<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии»  
 Россия, Московская область, Одинцовский р., п. Большие Вязёмы, ул. Институт, вл. 5

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»  
 Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

<sup>4</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО)  
 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район,  
 п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

\*Автор для переписки: kalash0407@mail.ru

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

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

**Для цитирования:** Калашникова Е.А., Киракосян Р.Н., Гушин А.В., Абубакаров Х.Г., Слепцов Н.Н., Темирбекова С.К., Глинушкин А.П., Мелешина О.В., Ребух Н.Я., Тареева М.М. Выращивание *Ipomoea batatas* (L.) Lam. в условиях светокультуры *in vitro* и *ex vitro*. *Овощи России*. 2021;(6):22-29.  
 https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-22-29

**Поступила в редакцию:** 05.10.2021

**Принята к печати:** 15.10.2021

**Опубликована:** 25.11.2021

Elena A. Kalashnikova<sup>1\*</sup>, Rima N. Kirakosyan<sup>1</sup>,  
 Artem V. Gushchin<sup>1</sup>, Khalid G. Abubakarov<sup>1</sup>,  
 Nikolay N. Sleptsov<sup>1</sup>, Sulukhan K. Temirbekova<sup>2</sup>,  
 Alexey P. Glinushkin<sup>2</sup>, Olga V. Meleshina<sup>2</sup>,  
 Nazih Ya. Rebouh<sup>3</sup>, Marina M. Tareeva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
 49, Timiryazevskaya Str., Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of hytopathology  
 B. Vyazemy, Odintsovo district, Moscow region, Russian Federation

<sup>3</sup>Peoples Friendship University of Russia (RUDN University),  
 6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation

<sup>4</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)  
 14, Selectionnaya Str., VNIISOK, Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russian Federation

\*Corresponding Author: kalash0407@mail.ru

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

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

**For citations:** Kalashnikova E.A., Kirakosyan R.N., Gushchin A.V., Abubakarov Kh.G., Sleptsov N.N., Temirbekova S.K., Glinushkin A.P., Meleshina O.V., Rebouh N.Ya., Tareeva M.M. *Ipomoea batatas* (L.) Lam. cultivation in the conditions of light culture *in vitro* and *ex vitro*. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):22-29 (In Russ.)  
 https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-22-29

**Received:** 05.10.2021

**Accepted for publication:** 15.10.2021

**Published:** 25.11.2021

# Выращивание *Ipomoea batatas* (L.) Lam. в условиях светокультуры *in vitro* и *ex vitro*



## Резюме

**Актуальность.** В настоящее время особой популярностью пользуются продукты питания, в состав которых входят пребиотики, в частности, инулин. Интерес к данному веществу оправдан его ценными свойствами – он является хорошим иммуномодулятором, очищает организм от токсинов, радионуклидов, «плохого» холестерина, способствует усвоению полезных микроэлементов, необходимых для жизнедеятельности человека. Инулин содержится в таких растениях, как топинамбур, цикорий, а также в батате, популярность которого с каждым годом возрастает. Однако растения батата боятся холода и неморозоустойчивы. Поэтому создание новых сортов и гибридов, обладающих устойчивостью к пониженным температурам является актуальной проблемой. Клеточная биотехнология направлена на решение данной проблемы с применением методов клонального микроразмножения, клеточной селекции, соматической гибридизации и др. Для быстрого размножения и получения высококачественного посадочного материала применяют методы биотехнологии, в частности, клональное микроразмножение. Однако в этой технологии существуют трудности, связанные с плохой адаптацией микроклонов к условиям *ex vitro*. Этот факт вносит дополнительное требование к подбору оптимальных режимов укоренения *in vitro* и адаптации *ex vitro* микроклонов.

**Материал и методика.** Целью работы было изучение влияния условий культивирования на укоренение *in vitro* и адаптации *ex vitro* микроклонов *I. batatas* (L.). Объектом исследования были микрочеренки батата, размноженные *in vitro*. Микрочеренки *I. batatas* культивировали *in vitro* на питательной среде, содержащей минеральные соли по прописи Мурасига и Скуга, а также различные ауксины. Изучали влияние красного (R) и дальнего красного (FR) света на укоренение микропобегов *in vitro* и адаптацию микроклонов *ex vitro*.

**Результаты.** Экспериментально установлено, что выращивание микрочеренков на питательной среде, содержащей ИМК в концентрации 0,5-1 мг/л и в условиях освещения светодиодными лампами красного и дальнего красного света в равном соотношении, приводит к получению микроклонов с хорошо развитой корневой системой и надземной биомассой. Применение аэропонной установки на последнем этапе клонального микроразмножения позволяет получать высококачественный посадочный материал, способный хорошо переносить адаптацию к условиям открытого грунта.

**Ключевые слова:** батат, регуляторы роста, спектральный состав света, светодиоды, микроклоны, аэропоника, *in vitro*, *ex vitro*

# *Ipomoea batatas* (L.) Lam. cultivation in the conditions of light culture *in vitro* and *ex vitro*

## Abstract

**Relevance.** Currently, food products that include prebiotics, in particular, inulin, are particularly popular. Interest in this substance is justified by its valuable properties – it is a good immunomodulator, cleanses the body of toxins, radionuclides, "bad" cholesterol, promotes the assimilation of useful trace elements necessary for human life. Inulin is contained in plants such as Jerusalem artichoke, chicory, as well as in sweet potatoes, the popularity of which is increasing every year. However, sweet potato plants are afraid of cold and frost-resistant. Therefore, the creation of new varieties and hybrids that are resistant to low temperatures is an urgent problem. Cellular biotechnology is aimed at solving this problem using methods of clonal micro-reproduction, cell selection, somatic hybridization, etc. For rapid reproduction and obtaining high-quality planting material, biotechnology methods are used, in particular, clonal micro-propagation. However, in this technology there are difficulties associated with poor adaptation of microclones to *ex vitro* conditions. This fact introduces an additional requirement for the selection of optimal rooting modes *in vitro* and *ex vitro* adaptation of microclones.

**Material and methodology.** The aim of the work was to study the influence of cultivation conditions on *in vitro* rooting and *ex vitro* adaptation of *I. batatas* (L.) microclones. The object of the study was sweet potato micro-gears propagated *in vitro*. *I. batatas* micro-gears were cultured *in vitro* on a Murashige-Skug medium, differing by the type of auxins. The influence of red (R) and far red (FR) light on the shoots rooting *in vitro* and the adaptation of microclones *ex vitro* was studied.

**Results.** It has been experimentally established that the cultivation of micro-gears on a medium containing indolyl butyric acid at a concentration of 0.5-1 mg/l and under conditions of illumination by LED lamps of red and far red light in equal amounts leads to the production of microclones with a well-developed root system and vegetative biomass. The use of an aeroponic installation at the last stage of clonal micro-propagation makes it possible to obtain high-quality planting material that can adapt well to open ground conditions.

**Keywords:** batat, growth regulators, spectral composition of light, LEDs, microclones, aeroponics, *in vitro*, *ex vitro*

## Введение

В настоящее время большой популярностью пользуются продукты питания диетического и функционального назначения, в состав которых входят различные пребиотики, антиоксиданты, клетчатка и др. Это связано, прежде всего, с изменением экологической ситуации в мире и необходимостью защиты человека и животных от внешних стрессовых факторов. Особый интерес привлекают продукты, содержащие инулин – природный полисахарид, синтезируемый в растениях и не имеющий аналогов синтетического производства. Интерес к данному веществу оправдан его ценными свойствами. Благодаря инулину, который является естественным пребиотиком, улучшается перистальтика кишечника, пищеварение, обеспечивается питание и рост ценных бифидобактерий, растущие колонии которых вытесняют патогенную флору и оздоравливают кишечник, стимулируя биохимические реакции пищеварения [1,2,3]. Кроме того, инулин является хорошим иммуномодулятором, очищает организм от токсинов, радионуклидов, «плохого» холестерина, способствует усвоению полезных микроэлементов, необходимых для жизнедеятельности человека (кальций, магний, железо, медь, фосфор и др.). Экспериментально доказано, что инулин не оказывает негативное влияние на организм человека. Поэтому его включают в состав гипоаллергенного детского питания для детей грудного возраста. Однако следует отметить, что в пищевой промышленности используют импортный инулин, так как его производство в России практически отсутствует.

В настоящее время глобализация и информационная революция обострили существенные проблемы мировой экономики. Данное обстоятельство необходимо учитывать в Российской Федерации, т. к. современное развитие экономики страны связано с импортозамещением. Особую актуальность этот вопрос приобрел еще в 2015 году, когда США и страны Европейского союза и другие западные партнеры продлили экономические санкции против России. Поэтому необходимо пересмотреть системы управления производством и получать свою конкурентоспособную продукцию высокого качества. Данное направление приобретает особую актуальность и для производства продуктов питания функционального и диетического назначения.

В последнее время все чаще говорят о ценной сельскохозяйственной культуре – батат или сладкий картофель (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Интерес к данной культуре связан, прежде всего, с тем, что он является источником инулина. Батат внешне очень похож на картофель, но в реальности представляет собой нечто среднее между картофелем, морковью и тыквой.

Вопреки распространенному заблуждению батат с картофелем отнюдь не родственники. Картофель относится к семейству пасленовых, а батат – к семейству вьюнковых (ямсовых). Это многолетнее травянистое лиановидное растение любит мягкий теплый климат и выращивается обычно в тропических и субтропических странах, где достаточно влажный воздух способствует его активному росту. Батат боится

холода и неморозоустойчив, лучше всего он себя чувствует при средней температуре от 20 до 30°C и обилии солнечного света. В этих условиях клубни батата вызревают в зависимости от сорта от 2 до 9 месяцев. Несмотря на то, что растение является многолетним, обычно батат возделывается как однолетняя культура.

Корнеплоды батата в зависимости от сорта значительно отличаются по форме, размеру и цвету. Масса одного «клубня» может варьировать от 200 г до 10 кг. Форма бывает шаровидной или веретеновидной, а цвет – от желто-коричневого до красного снаружи и белого, желтого, розовато-фиолетового, красноватого или оранжевого внутри. Существует довольно много сортов батата, но все их делят на две основные группы: овощные (обычно с желтоватой мякотью) и десертные (с цветом мякоти от розового до красного). Первые – менее сладкие – по вкусу похожи на замороженный картофель, вторые напоминают тыкву, дыню, каштан и банан.

Основными производителями батата всегда считались Израиль и США, хотя сегодня свыше 80% его мирового урожая приходится на Китай. Батат прекрасно прижился в Японии, Южной Корее, а также на своей исторической родине – в Центральной и Южной Америке [4].

Ареал возделывания батата широкий. Его выращивают в странах Африки, Средней Азии, Перу, Колумбии, Китае и др. [5]. Что касается Российской Федерации, то батат выращивают в южных регионах с жарким климатом.

Однако при вегетативном размножении *I. batatas* L. часто происходит передача вирусов от растения-донора к новому посадочному материалу. Решить данную проблему можно с использованием биотехнологии, в частности, метода клонального микроразмножения [6]. Кроме того, в культуре каллусных клеток *in vitro* возможно получать самоклоны и использовать их в классической селекции в качестве нового исходного материала [7,8]. Для *I. batatas* L. данное направление исследований приобретает особое значение, так как необходимо создавать новые сорта, обладающие устойчивостью к низким положительным температурам для расширения ареала возделывания данной культуры в Российской Федерации. Поэтому разработка новых и эффективных методов размножения *in vitro*, регенерации растений из каллусной культуры, является актуальной задачей.

Для того, чтобы повысить эффективность производства, снизить материальные затраты, а также улучшить качество микроклонов, необходимо проводить оптимизацию технологии на каждом этапе клонального микроразмножения. Известно, что морфогенетический потенциал растений *in vitro* зависит от ряда взаимосвязанных факторов минеральной, гормональной и физической природы. Экспериментально доказано, что важное значение в регуляции морфогенеза оказывает система освещения. Спектральный состав света должны обеспечить наиболее благоприятные режимы для морфофизиологических ответных реакций исследуемых объектов на стресс [6]. В климатических камерах или световых комнатах для культивирования растений используют искусственные источ-

ники света, например, люминесцентные лампы, натриевые лампы, металлогалогенные лампы и др. Самыми популярными и самыми распространенными являются люминесцентные облучатели. Однако, по мнению многих исследователей, эти источники, с одной стороны, имеют излишне широкий спектр длин волн, который находится в интервале 350-750 нм, с другой стороны, излучение имеет линейчатую структуру с неравномерно распределёнными пиками мощности излучения. Светодиодные источники света, получившие распространение, позволяют создавать линейчатые спектры с точно заданными соотношениями участков спектра. Кроме того, традиционные источники света потребляют больше электрической энергии, и при этом излучают больше тепла. Особый интерес представляют исследования по изучению влияния спектрального состава света на укоренение микроклонов и их адаптацию *ex vitro*.

Вопросы укоренения микроклонов *in vitro* и приживаемости их *in vivo* тесно связаны между собой, поскольку большие потери растительного материала могут происходить при переводе микрорастений в асептические условия. Это связано с тем, что микрорастения имеют слабо развитую листовую пластинку, недостаточную саморегуляцию транспирации и низкую фотосинтетическую активность, обусловленные преимущественно гетеротрофным способом питания *in vitro* [9,10]. Кроме того, гибель микроклонов при переносе их в условия *ex vitro* может происходить в результате того, что корни, сформировавшиеся в условиях *in vitro*, отличаются ломкостью и чувствительны к различным механическим повреждениям [9]. Недостаточное содержание питательных веществ, медленный начальный рост после пересадки растений из пробирок в контейнеры с субстратом, слабо развитая надземная и подземная части – не дает возможности вырастить высококачественный посадочный материал к началу периода вегетации. Использование технологий, основанных на выращивании растений без почвы в воздушной среде – гидропонике и аэропонике – позволяет не только решить данные проблемы, но и оптимизировать параметры роста, морфологические и физиологические процессы.

Исходя из вышеизложенного, цель работы – усовершенствовать технологию укоренения *in vitro* и адаптации *ex vitro* микроклонов *I. batatas* (L.)

## Материалы и методы

Объектом исследования служили неукорененные микропобеги *I. batatas* (L.) сорт Jewel, размноженные *in vitro* (рис. 1).

## Укоренение микрочеренков *in vitro*

Микропобеги культивировали на питательной среде, содержащей ½ нормы минеральных солей по прописи Мурасига и Скуга (МС) [11], 2% сахарозы, а также различные ауксины. В качестве ауксинов исследовали индолил-3-уксусную кислоту (ИУК) и индолилмасляную кислоту (ИМК) в концентрациях 0,5 и 1 мг/л. Выращивание микропобегов проводили в биологических пробирках в условиях световой комнаты, при температуре +21...23°C, 16-часовом



**Рис. 1. Исходный материал в экспериментах**  
**Fig. 1. Source material in experiments**

фотопериоде, при освещении белыми флуоресцентными лампами (марка «OSRAM AG», производство – Германия) с интенсивностью 3-3,5 тыс. люкс. Исследования проводили в соответствии с методиками, разработанными на кафедре биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А.Тимязева [12].

## Выращивание микрочеренков в условиях светокультуры

Микрочеренки культивировали на двух вариантах питательных сред: 1) ½ нормы минеральных солей по прописи МС, 2% сахарозы, ИМК 0,5 мг/л, 0,7% агара; 2) дистиллированная вода, ИМК 0,5 мг/л и 0,7% агара.

Исследуемые микрочеренки батата помещали в светонепроницаемые грунты (Urban Grower 60x60x200 см (Gorshkoff, Россия)) с излучением, выровненным по плотности потока фотосинтетических фотонов, и различным соотношением уровней излучения в области 660 нм (R – красный) и 730 нм (FR – дальний красный). Контрольный вариант размещали в световой комнате, где было создано освещение белыми линейно-люминесцентными лампами (марка «OSRAM AG», производство – Германия) с интенсивностью 150 мкмоль/м<sup>2</sup>с.

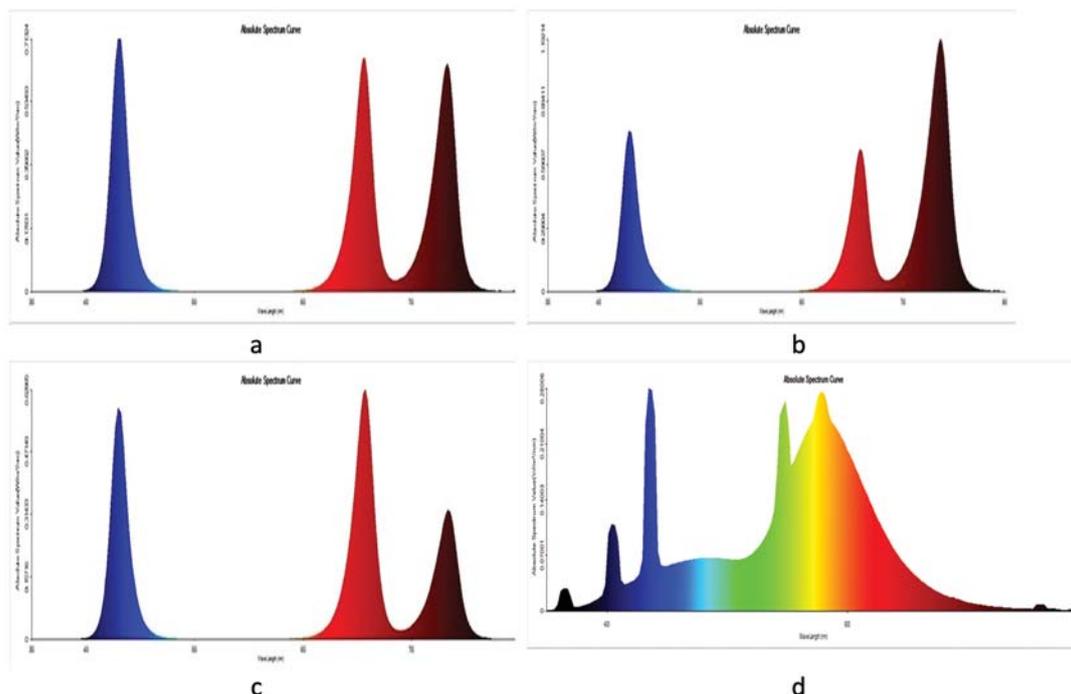
Варианты соотношения R/FR:

R/FR = 1, PPFD = 142 (±10) мкмоль/м<sup>2</sup>с (рис. 2a)

R/FR = 1/2, PPFD = 142 (±10) мкмоль/м<sup>2</sup>с (рис. 2d)

R/FR = 2, PPFD = 142 (±10) мкмоль/м<sup>2</sup>с (рис. 2c)

Контроль: линейно-люминесцентные лампы, 4000K, PPFD 150 мкмоль/м<sup>2</sup>с (рис. 2d)



**Рис. 2. Варианты соотношения R/FR: a - R=FR, b - R<FR, c - R>FR, d - контроль (люминесцентные лампы)**  
**Fig. 2. Variants of the R/FR ratio: a - R=FR, b - R<FR, c - R>FR, d - control (fluorescent lamps)**

Измерения спектров излучения выполнены прибором PLA-20 (Everfine, Китай).

В конце цикла выращивания учитывали следующие показатели: число корней (шт), длина корней (см), количество листьев (шт), площадь листьев (S) (см<sup>2</sup>), высота побега (см).

#### **Адаптация растений-регенерантов к условиям *ex vitro***

Адаптацию растений-регенерантов проводили двумя способами: на аэропонной установке и в почве.

Аэропоника основана на выращивании растений в воздушной или туманной среде без использования почвы или агрегатных сред. В качестве оборудования для адаптации микроклонов использовали GrowPlant X-Stream 120 (Нидерланды) – аэропонный клонер на 120 посадочных мест с системой орошения корневой зоны черенков или растений (Рис. 3). В комплектацию пропатор «X-Stream 120» входит клонарий, рама для горшков, система распыления, и пробки из неопрена.

В аэропонной установке применяли гранулированное минеральное удобрение «Растворин» (Россия), в состав которого включены: калий (от 18 до 28%), азот (8-18%), фосфор (5-18%), марганец 0,1%, бор 0,01%, медь 0,01%, цинк 0,01%, молибден 0,001%. Кроме удобрения «Растворин» в систему

добавляли 3 жидких комплексных минеральных удобрения марки General Hydroponics серии FloraSeries - FloraGrow, FloraBloom, FloraMicro.

При выращивании микроклонов в условиях аэропонии использовали светодиодную подсветку, которая располагалась равномерно от ряда к ряду с регулируемым спектром освещения и интенсивностью до 300 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

В работе использовали подсветку светодиодными лампами красного ( $\Delta\lambda_{0,5}=646\div674$  nm,  $\lambda_{\max}=660$  nm) и синего ( $\Delta\lambda_{0,5}=452\div477$  nm,  $\lambda_{\max}=465$  nm) спектра и 16-часовой фотопериод.

Оборудованием для адаптации микрорастений в почвенных условиях служила установка гидравлическая стеллажная УГС-4. Источником освещения служили натриевые лампы ДНаТ, мощностью 400 Вт, цоколь E40, установленные в теплице.

В качестве субстрата при адаптации в почвенных условиях использовали готовый грунт «Универсальный» (Россия) торговой марки «Родная Земля» – высококачественный натуральный грунт многоцелевого назначения на основе торфа, полностью готовый к применению для выращивания ягодных, цветочных и декоративных культур. Содержание питательных



**Рис. 3. Пропатор «X-Stream 120»: a – держатель для микроклонов, b – микроклоны перед адаптацией, c – внешний вид пропатора «X-Stream 120»**  
**Fig. 3. GrowPlant X-Stream 120: a – washers-holders, b – regenerating plants in holders, c – appearance of the propagator "X-Stream 120"**

веществ, мг/л: суммарный азот ( $\text{NH}_4+\text{NO}_3$ ) – не менее 240, фосфор ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – не менее 290, калий ( $\text{K}_2\text{O}$ ) – не менее 330.

Растения-регенеранты первоначально промывали раствором марганцовки ( $\text{KMnO}_4$ ) и пересаживали в пластиковые сосуды с заранее плотно набитым грунтом и сверху накрывали полиэтиленовым пакетом. В ходе процесса акклиматизации проводили опрыскивание растений и полив по мере необходимости.

### Доращивание растений в условиях теплицы

После одного месяца адаптации микроклонов батата в условиях аэропоники и почвы, их переносили для доращивания в условия теплицы. Для этого использовали цветочные горшки объемом 5 л. В качестве субстрата использовали смесь, состоящую из биоперегноя универсального (фирма «Поля русские») и вермикулита (марка «Morris Green») в соотношении 1:3. Полив и опрыскивание осуществляли один раз в неделю. Ежедневно проводили осмотр растений на наличие бактериальных и грибных болезней. В условиях теплицы поддерживали температуру  $+22^\circ\text{C}$  и относительную влажность воздуха 70-60%.

### Выращивание микроклонов в открытом грунте

Полученные микроклоны батата высаживали в грунт после установления погоды без заморозков. Работа выполнена на территории опытного поля ФГБНУ ВНИИ Фитопатологии (ОПИ, Раменки, Одинцовского района, МО). Оптимальной для нормального развития считается температура в пределах  $+25...30^\circ\text{C}$ . Для успешного выращивания растению требуется плодородная почва, по составу достаточно легкая и дренированная. Кислотность должна быть в пределах 5,5-6,5 pH.

### Статистическая обработка данных

Статистическая обработка результатов проведена по стандартным методикам [13]. Данные в таблицах приведены в виде средней арифметической со стандартной ошибкой ( $M \pm mM$ ). Оценка различия выборочных средних проведена при значении доверительной вероятности 0,95.

### Результаты и обсуждение

#### Влияние ауксинов на укоренение микрочеренков батата *in vitro*

Известно, что для формирования и оптимального роста

корневой системы требуется применение ауксина. Однако экспериментально установлено, что от типа и концентрации исследуемого ауксина качество корневой системы укорененных побегов или черенков будет различным. Можно наблюдать формирование утолщенных корней, ломких, слабо развитых и др. Как правило, для укоренения *in vivo* и *in vitro* применяют ИУК или ИМК. Поэтому мы в своей работе изучали действие именно этих ауксинов (0,5 и 1 мг/л) на укоренение микропобегов батата *in vitro*.

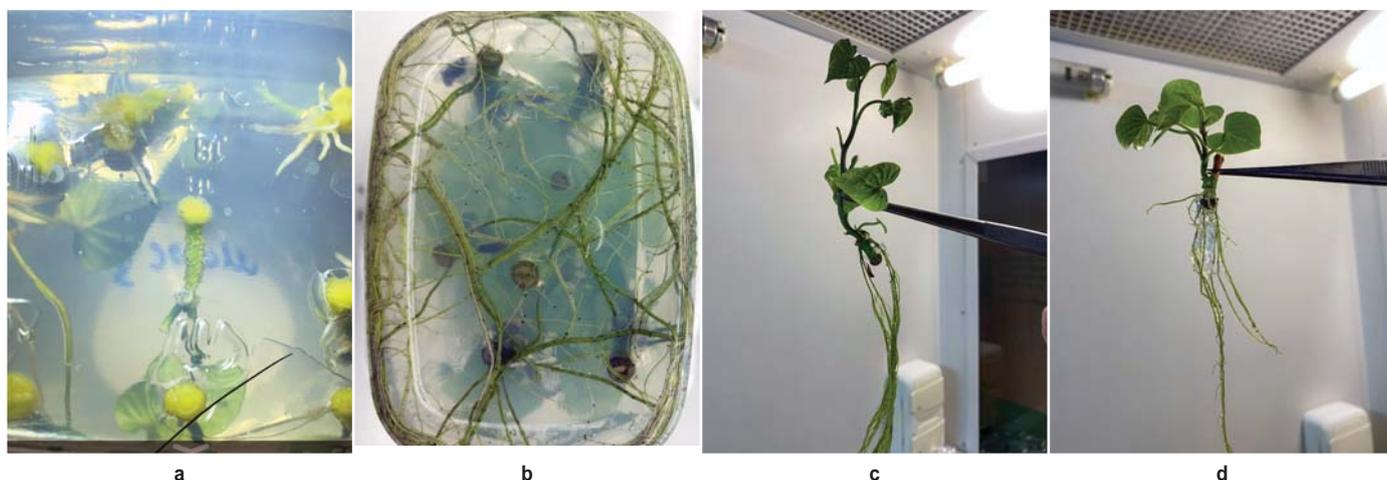
Исследования показали, что независимо от применяемого ауксина и его концентрации на 10 сутки с начала культивирования наблюдали образование в базальной части микропобегов каллусной ткани светло-желтого цвета и плотной консистенции (рис. 4 а). В процессе культивирования каллусная ткань зеленела, и в ней закладывались меристемы корня, которые развивались в мощную корневую систему к концу цикла выращивания (рис. 4 б). Средняя длина корней составила 15-18 см на среде с ИМК и на среде с ИУК – 10-12 см (рис. 4 с, d). Полученные данные согласуются с исследованиями Dugassa G., Feyissa T. [14] и Dolicski R., Olek O. [15]. Авторами показано, что для укоренения микрочеренков батата целесообразно применять ИМК в концентрации 0,5 мг/л. Однако в этих условиях культивирования длина корневой системы для исследуемых сортов батата не превышала 9-11 см.

Полученные в результате исследований растения-регенеранты, в дальнейшем использовали в работе по подбору оптимальных условий для их адаптации *ex vitro*.

#### Выращивание микрочеренков в условиях светокультуры

Исследования по влиянию света на микрочеренки растений *in vitro* с использованием светодиодов позволяют разработать режимы освещения на принципиально новом уровне, обеспечивая не только морфогенетическую активность экплантов *in vitro*, но эффективную адаптацию микроклонов *ex vitro*.

Фитохромы – широко распространенная группа красных/дальне-красных чувствительных фоторецепторов, которые впервые были обнаружены у растений, где они составляют один из трех основных классов регуляторов фотоморфогенеза. Все фитохромы используют ковалентно присоединенные хромофоры билина, которые обеспечивают фотоконверсию между краснопоглощающими (Pr) и дальнепоглощающими (Pfr) формами. Таким образом, фитохромы являются фотопереклаемыми фотосенсорами; канонические фитохромы имеют консервативное N-концевое фотосен-



**Рис. 4. Формирование каллусной ткани в базальной части микропобегов батата (а), формирование корневой системы (б) на среде, содержащей ИМК (с) и ИУК (d)**  
**Fig. 4. Formation of callus tissue in the basal part of sweet potato micro-shoots (a), formation of the root system (b), on a nutrient medium containing BCI (c), BER (d)**

сорное ядро и С-концевую регуляторную область, которая обычно включает в себя гистидинкиназный домен. Открытие новых бактериальных и цианобактериальных членов семейства фитохромов в течение последнего десятилетия значительно способствовало биохимической и структурной характеристике этой группы, причем первая кристаллическая структура фотосенсорного ядра бактериофитохрома появилась в 2005 году. Эта структура и другие недавние биохимические исследования позволили по-новому взглянуть на структуру фитохрома, процесс фотоконверсии, который является центральным для восприятия света, и механизм передачи сигнала этим важным семейством фоторецепторов [16]. Фитохром измеряет отношение красного света (R) к дальнему красному свету (FR), тем самым позволяя растению оценить количество фотосинтетически активного света и вызвать реакцию избегания тени [17].

Излучение в области FR очень плохо поглощается, и, следовательно, свет, который проходит через растительные объекты или отражается от них, обеднен R и значительно обогащен длинами волн FR. Таким образом, полезным параметром для описания естественного освещения является отношение фотонной освещенности в R к таковой в FR (соотношение R:FR). Этот параметр часто напрямую определяется следующим соотношением [18]:

$$R : FR \text{ ratio} = \frac{\text{photon irradiance between 655 and 665 nm}}{\text{photon irradiance between 725 and 735 nm}}$$

Исследования по изучению влияния соотношения R к FR на морфофизиологические показатели растений были проведены в условиях *ex vitro* на различных зеленых культурах (салат, крест-салат), пряных травах (базилик, руккола), овощных (томат, огурец), а также на плодово-ягодных культурах (малина, ежевика) [19]. Авторами показано, что соотношение крас-

ного и дальнего красного света оказывает не однозначное влияние на ростовые и биохимические процессы, и исследования в этом направлении необходимо дополнять результатами, полученными в контролируемых условиях *in vitro*. Наиболее изучено влияние СД-облучателей разного спектра действия – красного, синего, зеленого, оранжевого и др [20]. Авторы отмечают, что различные световые режимы оказывают стимулирующее действие на физиологические процессы в микрорастениях. Причем, основное действие режимов освещения направлено на формирование эффективно функционирующего фотосинтетического аппарата, с помощью которого клонированные растения будут более успешно преодолевать стресс, в том числе в ходе их акклиматизации к условиям *ex vitro* [21]. Что касается растений батата, то исследования такого рода ранее никем как в России, так и за рубежом не проводились.

Микрочеренки батата выращивали на двух вариантах питательной среды: содержащие минеральные соли по МС и не содержащие никаких солей (вода и агар). Контейнеры с эксплантами помещали в грунты, в которых соотношение красного (R) и дальнекрасного (FR) находилось в разных соотношениях. Основные биометрические показатели микрорастений по вариантам приведены в таблицах 1 и 2.

Из полученных результатов следует, что изученные режимы выращивания оказывают не однозначное влияние на морфометрические показатели микрорастений батата. Установлено, что при культивировании растений в более стрессовых условиях, например, на питательной среде, содержащей только воду и агар, действие спектрального состава проявляется более выражено, по сравнению с питательной средой, содержащей минеральные соли по прописи МС. Так, в условиях отсутствия питания и при освещении R=FR все учитываемые показатели были в 1,5-2 раза выше,

**Таблица 1. Влияние режимов выращивания на биометрические показатели микрорастений батата, культивируемых на среде МС**  
[Table 1. Influence of growing modes on biometric indicators of sweet potato microplants cultivated on MS medium]

Показатели	R<FR	R=FR	R>FR	Люминесцентные лампы (контроль)
R/FR	0,5	1	3	10
Ср. число корней, шт	5,25 ± 0,25	3,75 ± 0,15	3,25 ± 0,16	3,75 ± 0,15
Средняя длина корней, см	11,87 ± 0,63	14,37 ± 0,75	11,75 ± 0,60	12,25 ± 0,69
Среднее число листьев, шт	4,25 ± 0,22	5,25 ± 0,20	4,00 ± 0,24	4,75 ± 0,21
S листа, см <sup>2</sup>	3,23 ± 0,15	3,88 ± 0,15	2,89 ± 0,13	3,18 ± 0,14
Средняя длина побега, см	1,87 ± 0,10	2,37 ± 0,12	1,80 ± 0,10	1,82 ± 0,12

**Таблица 2. Влияние режимов выращивания на биометрические показатели микрорастений батата, культивируемых на воде**  
[Table 2. Influence of growing modes on biometric indicators of sweet potato microplants cultivated on water]

Показатели	R<FR	R=FR	R>FR	Люминесцентные лампы (контроль)
R/FR	0,5	1	2	10
Среднее число корней, шт	5,67 ± 0,38	4,33 ± 0,25	2,33 ± 0,15	2,25 ± 0,11
Средняя длина корней, см	6,83 ± 0,30	11,75 ± 0,63	7,33 ± 0,33	7,62 ± 0,38
Среднее число листьев, шт	2,00 ± 0,10	2,00 ± 0,10	1,33 ± 0,10	2,25 ± 0,11
S листа, см <sup>2</sup>	4,51 ± 0,22	3,96 ± 0,15	6,11 ± 0,39	2,35 ± 0,12
Средняя длина побега, см	0,95 ± 0,10	0,90 ± 0,10	1,33 ± 0,10	0,72 ± 0,10

чем в контрольном варианте (освещение люминесцентными лампами). В вариантах R<FR и R>FR существенные изменения были получены только по площади листовой пластинки и длине побега. Площадь листьев увеличилась в 2-3 раза, а высота побегов – в 1,5-2 раза по сравнению с контролем. В остальных вариантах учитываемые показатели были ниже контроля. Установлено, что при культивировании микроклубней батата на воде прослеживается обратная корреляция среднего количества корней и соотношения R/FR. Чем выше соотношение R/FR, тем меньше количество корней. Для более четкого доказательства данной корреляции необходимо провести эксперимент с большим и меньшим соотношениями R/FR, например, 0,01 и 20.

Что касается выращивания микроклубней на питательной среде с минеральной основой МС, то существенный стимулирующий эффект был получен только в варианте освещения R=FR. Средняя длина корней выше контроля на 17%, среднее число листьев – на 10%, площадь листовой пластинки – на 22%, средняя длина побега – на 30%. В остальных вариантах учитываемые показатели были ниже или на уровне контроля.

Таким образом, проведенные исследования позволили заключить, что для размножения и укоренения батата *in vitro* целесообразно применять освещение светодиодными лампами красного света (R) и дальнего красного света (FR) в равном соотношении.

### Адаптация микроклубней батата

Успех клонального микроклубней зависит, прежде всего, от правильного подбора условий адаптации полученных микроклубней. На этом этапе необходимо создавать условия, обеспечивающие быстрый рост как корней, так и надземной части растений, а также восстановлению функции устьичного аппарата – регулирование транспирации [6]. Решение задачи взаимодействия клонального микроклубней в условиях *in vitro* и условий адаптации микроклубней в условиях позволит достигнуть синергетического эффекта, выраженного в получении посадочного материала высокого качества с наименьшими экономическими и временными затратами.

Наши исследования показали, что применение аэропонной установки привело к 100%-ой акклиматизации микроклубней батата к условиям *ex vitro*. В этих условиях наблюдали активный рост как надземной, так и корневой системы. Следует отметить, что на 7 сутки с начала адаптации микроклубней, длина корневой системы составил 25-28 см и была

хорошо разветвленной, а средняя высота побегов составила 10-12 см. Работы по адаптации микроклубней батата на аэропонных установках ранее никем не проводились. Что касается адаптации микроклубней батата в почвенных условиях, то число адаптированных растений не превышало 85%. Причем, рост надземной части был замедлен и формирование побегов высотой 5-7 см было отмечено только на 14 сутки с начала адаптации. Полученные наши данные согласуются с результатами других авторов [1,2,5,8,14].

Таким образом, применение аэропонной установки на последнем этапе клонального микроклубней позволяет снизить процент гибели растений, активизировать рост и развитие зеленой биомассы, а также корневой системы, что является необходимым условием для последующего хорошего роста растений в условиях открытого грунта.

В дальнейшем адаптированные растения были перенесены в условия поля, где корневая система не заглублялась. Ее боковые ответвления, утолщаясь, превращаются в клубни. Для гарантии рекомендуем до устойчивого тепла укрывать пленкой или нетканым материалом.

Поливали умеренно, рыхлили грунт. При недостаточном жарких погодных условиях – температуре воздуха ниже 25°C – корнеплоды этого теплолюбивого растения будут не крупными.

В процессе роста микроклубней батата прошли фазу вегетации и перешли в фазу цветения (рис.5).

Осенью, за 2 недели до сбора урожая полив прекращали. Сбор батата происходил вручную. Клубни подкапывали, отряхивали от грунта. Одновременно срезали плети. Урожай помещали в ящики. Собранный сухой батат лучше хранится. Очищенные и высушенные клубни могут храниться до весны. Форма плодов может быть округлой, конусообразной, веретенообразной. В среднем корнеплоды вырастают массой от 0,5 кг до 1,0 кг. Крупные экземпляры массой более 10 кг в основном используют для производства муки, крахмала, сахара, спирта, а также идут на корм скоту. Кожица у плодов тонкая. Поверхность, в отличие от картофеля, без глазков, может быть гладкой, шероховатой, слегка бугристой. Цвет кожицы корнеплода имеет различные оттенки красного и коричневого, но бывает и других цветов (рис. 6). Мякоть, как правило, мягкая и сочная, но может быть твердой и сухой. Мякоть десертных сортов имеет розовый, красный, фиолетовый окрас, но изредка может быть и белый. Цвет мякоти корневых сортов как правило белая.



Рис. 5. Микроклубней батата в условиях открытого грунта  
[Fig. 5. Sweet potato microclones in open ground conditions]



**Рис. 6. Цвет корнеплода и мякоти**  
**[Fig. 6. The color of the root crop and pulp]**

Таким образом, в результате проведенных исследований были определены наилучшие условия, обеспечивающие высокое укоренение микропобегов *in vitro* и адаптацию микроклонов *I. batatas ex vitro*.

Применение светокультуры и аэропонной технологии позволило получить высококачественный посадочный материал, способный расти в условиях Московской области.

#### Об авторах:

**Елена Анатольевна Калашникова** – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биотехнологии, автор для переписки, kalash0407@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2655-1789>

**Рима Нориковна Киракосян** – кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии, mia41291@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5244-4311>

**Артем Владиславович Гушчин** – ассистент кафедры биотехнологии, temagushchin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6018-7300>

**Халид Геланевич Абубакаров** – аспирант кафедры биотехнологии, khrpo95@mail.ru

**Николай Николаевич Слепцов** – аспирант кафедры физиологии растений, inkss@mail.ru

**Сулухан Кудабердиевна Темирбекова** – доктор биологических наук, профессор, sul20@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9824-6364>

**Алексей Павлович Глинушкин** – доктор биологических наук, чл.-корр. РАН, <https://orcid.org/0000-0002-1757-0347>

**Ольга Викторовна Мелешина** – кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0001-9824-6364>

**Назих Ясер Ребух** – ассистент Аграрно-технологического института, n.yacer16@outlook.fr, <https://orcid.org/0000-0002-8621-6595>

**Марина Михайловна Тареева** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, tareeva-marina@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5817-0860>

#### About the authors:

**Elena A. Kalashnikova** – Dr. Sci. (Biology), Head of the Department of Biotechnology, Corresponding Author, kalash0407@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2655-1789>

**Rima N. Kirakosyan** – Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of the Department of Biotechnology, mia41291@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5244-4311>

**Artem V. Gushchin** – Assistant at the Department of Biotechnology, temagushchin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6018-7300>

**Khalid G. Abubakarov** – postgraduate student of the Department of Biotechnology, khrpo95@mail.ru

**Nikolay N. Sleptsov** – postgraduate student of the Department of Biotechnology, inkss@mail.ru

**Sulukhan K. Temirbekova** – Dr. Sci. (Biology), sul20@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9824-6364>

**Alexey P. Glinushkin** – Dr. Sci. (Biology), Corresponding Member RAS, <https://orcid.org/0000-0002-1757-0347>

**Olga V. Meleshina** – Cand. Sci. (Agriculture), <https://orcid.org/0000-0003-2847-3320>

**Nazih Yacer Rebouh** – Assistant at the Agricultural and Technological Institute, n.yacer16@outlook.fr, <https://orcid.org/0000-0002-8621-6595>

**Marina M. Tareeva** – Cand. Sci. (Agriculture), tareeva-marina@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5817-0860>

#### • Литература / References

- Adikini S., Settumba B.M., Mwangi R.O.M., Gibson R.W. Sweet potato cultivar degeneration rate under high and low potato virus disease pressure zones in Uganda. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 2015;37(1):136-147.
- Onwubiko N.C., Ihezue C.I., Mozie M.U. *In vitro* Regeneration of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) from Node Explants. *American Journal of Experimental Agriculture*. 2015;8(2):87-92.
- Sihachakr D., Haicour R., Cavalcante Aves J.M., Umboh I., Nzoghé D., Servaes A., Ducreux G. Plant regeneration in sweet potato (*Ipomoea batatas* L., Convolvulaceae). *Euphytica*. 1997;96(1):143-152.
- Abubakar A.S., Yahaya S.U., Shaibu A.S. *In vitro* propagation of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivars. *Agric. Sci. Digest*. 2018;38(1):17-21. doi: 10.18805/ag.D-128
- El-Afifi S.T., Zaghoul M.M., El Saady W.A., Mosaad F.S. Using tissue culture technique in micropropagation of sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Journal of Plant Production, Mansoura Univ*. 2012;3(7):2201-2209.
- Калашникова Е.А. *Клеточная инженерия растений*. М.: Юрайт. 2020. 347 с. [Kalashnikova, E.A. Cellular engineering of plants. M., 2020. 347 p. (In Russ.)]
- Gaba V.P. Plant growth regulators in plant tissue culture and development. *Plant development and biotechnology, CRC Press, Boca Raton*. 2005. P.87-99.
- Gubba A., Sivarsad B.J. Development of an efficient plant regeneration protocol for sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cv. Blesbok. *African Journal of Biotechnology*. 2002;11(84):14982-14987.
- Гушчин А.В., Швец Д.А., Навроцкая Э.В. Применение аэропонной установки для адаптации клонированных растений. 2019. 116 с. [Gushchin A.V., Shvets D.A., Navrotskaya E.V. The use of an aeroponic installation for the adaptation of cloned plants. 2019. 116 p. (In Russ.)]
- Калашникова Е.А., Киракосян Р.Н., Чукин И.С., Навроцкая Э.В., Аладина О.Н. Технология адаптации микроклонов *Vitis vinifera* к условиям *ex vitro*. Проблемы развития АПК региона. 2019;3(39):69-74. [Kalashnikova E.A., Kirakosyan R.N., Chuksin I.S., Navrotskaya E.V., Aladina O.N. Technology of adaptation of microclones of *Vitis vinifera* to *ex vitro* conditions. *Problems of the development of the agro-industrial complex of the region*. 2019;3(39):69-74. (In Russ.)]
- Murashige S., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*. 1962;(15):473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>

- Калашникова Е.А., Чередниченко М.Ю., Киракосян Р.Н., Зайцева С.М. Лабораторный практикум по культуре клеток и тканей растений. М.: РГАУ-МСХА. 2017. 163 с. [Kalashnikova E.A., Cherednichenko M.Yu., Kirakosyan R.N., Zaitseva S.M. Laboratory workshop on plant cell and tissue culture. Moscow: RGAU-MSHA. 2017. 163 p. (In Russ.)]
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа. 1990. 352 с. [Lakin G.F. Biometrics: textbook. Moscow: Higher School, 1990. 352 p. (In Russ.)]
- Dugassa G., Feyissa T. *In vitro* production of virus-free sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] by meristem culture and thermotherapy. *Ethiop. J. Sci*. 2011;34(1):17-28.
- Doliński R., Olek O. Micropropagation of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) from node explants. *Acta Sci Pol., Hortorum Cultus*. 2013;12(4):117-127.
- Rockwell N.C., Yi-Shin Su, Lagarias J.C. Phytochrome structure and signaling mechanisms. *Annual Review of Plant Biology*. 2006;(57):837-858.
- Sage L.C. Pigment of the Imagination: A History of Phytochrome Research. *San Diego: Academic Press, Inc*. 1992. 562 pp.
- Bot A. Phytochromes and Shade-avoidance Responses in Plants. *Annals of Botany*. 2005;96(2):169-175.
- Тараканов И.Г., Яковлева О.С. Влияние качества света на физиологические особенности и продукционный процесс базилика эвгенольного (*Ocimum gratissimum* L.). *Естественные науки*. 2012;(3):95-97. [Tarakanov I.G., Yakovleva O.S. Influence of light quality on physiological features and production process of eugenol basil (*Ocimum gratissimum* L.). *Natural sciences*. 2012;(3):95-97. (In Russ.)]
- Калашникова Е.А., Гудь Л.А., Анисимов А.А., Киракосян Р.Н., Васильев А., Тараканов И.Г. Влияние спектрального состава света на морфобиологические показатели микроклонов малины и ежевики *in vitro*. *Известия ТСХА*. 2020;(2):54-63. DOI 10.26897/0021-342X-2020-2-54-63 [Kalashnikova E.A., Gud L.A., Anisimov A.A., Kirakosyan R.N., Vasiliev A., Tarakanov I.G. Influence of the spectral composition of light on morphophysiological parameters of raspberry and blackberry microclones *in vitro*. *Izvestiya TSKHA*. 2020;(2):54-63. DOI 10.26897/0021-342X-2020-2-54-63. (In Russ.)]
- Kim H.H., Goins G.D., Wheeler R.M., Sager J.C. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes. *Hort. Sci*. 2004;(39):1617-1622.

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-30-35>  
УДК 635.621.3:631.526.32-048.24(575.1)

Ш.Р. Арипова<sup>1\*</sup>,  
С.И. Дусмуратова<sup>1</sup>,  
Р.А. Хакимов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт овоще-бахчевых культур и картофеля 111106, Республика Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский район, ул. Келес

<sup>2</sup> ГУП «Центр по развитию семеноводства» при Министерстве сельского хозяйства Республики Узбекистан

\*Автор для переписки:  
aripovashakhoza@gmail.com

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

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

**Для цитирования:** Арипова Ш.Р., Дусмуратова С.И., Хакимов Р.А. Результаты конкурсного сортоиспытания новых сортов кабачка в Узбекистане. *Овощи России*. 2021;(6):30-35. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-30-35>

**Поступила в редакцию:** 21.09.2021  
**Принята к печати:** 28.10.2021  
**Опубликована:** 25.11.2021

Shakhnoza R. Aripova<sup>1\*</sup>,  
Saodat I. Dusmuratova<sup>1</sup>,  
Rafikjon A. Khakimov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Research Institute Vegetable, melon crops and potato Keles str., Tashkent district, Tashkent region, 111106, Republic of Uzbekistan

<sup>2</sup>State Unitary Enterprise "Center for the Development of Seed Growing" under the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan

\*Corresponding Author:  
aripovashakhoza@gmail.com

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

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

**For citations:** Aripova Sh.R., Dusmuratova S.I., Khakimov R.A. Results of competitive variety testing of new squash varieties in Uzbekistan. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):30-35. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-30-35>

**Received:** 21.09.2021  
**Accepted for publication:** 28.10.2021  
**Published:** 25.11.2021

# Результаты конкурсного сортоиспытания новых сортов кабачка в Узбекистане



## Резюме

**Цель исследования** – выведение короткоплетистых, скороспелых, высокопродуктивных сортов кабачка в природно-климатических условиях Узбекистана.

**Методология.** Из генофонда Научно-исследовательского института растениеводства (Узбекистан) в 2012 году были взяты образцы кабачка 0044SQ (Голландия) и BT+KB-001 (Турция) для селекционной работы. В 2013 году образцы кабачка изучали в питомнике исходного материала, где их оценивали по биологическим и хозяйственно ценным признакам. Проводили индивидуальный отбор растений. В дальнейшей селекционной работе (в 2014-2016 и 2018 годах) выделили линии LZ-2513 и LH-1916.

**Результаты.** Методом аналитической селекции созданы короткоплетистые, скороспелые, высокопродуктивные линии кабачка LZ-2513 и LH-1916. У линии LZ-2513 плоды округлой формы светло-зеленой окраски. У сорта LH-1916 плоды удлиненные, темно-зеленой окраски. В 2019-2020 годах проведены конкурсные сортоиспытания новых линий. Стандартом служил районированный в республике сорт Унумдор. Установлено, что период от всходов до созревания плода у линии LZ-2513 составляет 44 суток, у линии LH-1916 – 45 суток. Высокая товарная урожайность отмечена у линии кабачка LZ-2513 – 18,3 т/га (122% к стандарту); у линии LH-1916 – 16,4 т/га (112,4% к стандарту). В текущем году организовано первичное семеноводство линий кабачка LZ-2513 и LH-1916 для размножения.

**Заключение.** Перспективные для возделывания в условиях Узбекистана линии кабачка LZ-2513 под названием Орбита (NAP 20200087) и LH-1916 под названием Вириди (NAP 20200088) переданы в Агентство по интеллектуальной собственности при Министерстве Юстиции Республики Узбекистан для получения патента.

**Ключевые слова:** кабачки, селекция, линия, сортоиспытание, перспективный сорт, урожайность, качество плодов

# Results of competitive variety testing of new squash varieties in Uzbekistan

## Abstract

**The aim** of the research is to breed short climbing, early maturing, high-yielding varieties of squash in the natural and climatic zone of Uzbekistan.

**Methods.** The samples of squash 0044SQ (Holland) and BT+KB-001 (Turkey) were taken from the gene pool of the Research Institute of Plant Industry (Uzbekistan) in 2012 for breeding work. In 2013, squash samples were studied in the nursery of the source material, where they were evaluated for biological and economically valuable traits. Individual selection of plants was carried out. In further breeding work (2014-2016 and 2018), the lines LZ-2513 and LH-1916 were distinguished.

**Results.** The method of analytical breeding created short-climbing, early maturing, high-yielding of squash lines LZ-2513 and LH-1916. Line LZ-2513 has rounded fruits of light green color. The LH-1916 variety has elongated, dark green fruits. Competitive variety trials of new lines were conducted in 2019-2020. Unumdor variety zoned in the republic served as a standard. It was found that from sprouting to maturity of the fruit in the line LZ-2513 is 44 days, in the line LH-1916 – 45 days. High marketable yield was recorded for squash line LZ-2513 – 18.3 tons/ha (122% of the standard); in line LH-1916 marketable yield was 16.4 tons/ha (112.4% of the standard). This year we organized the primary seed production of squash lines LZ-2513 and LH-1916 for multiplication.

**Conclusion.** Promising for cultivation in conditions of Uzbekistan squash line LZ-2513 Orbita (NAP 20200087) and line LH-1916 Viridi (NAP 20200088) were submitted to the Intellectual Property Agency under the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan to be patented.

**Keywords:** squash, breeding, line, variety testing, promising variety, yield, quality of fruits

**Введение**

**К**абачок и тыква являются ценными овощными культурами с высокими пищевыми, диетическими, лечебно-профилактическими качествами [1]. Диетические достоинства овощных тыкв обусловлены высоким содержанием витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, Е, каротиноидов ( $\alpha$ - и  $\beta$ -каротин, лютеин и зеаксантин), благоприятным соотношением калия и натрия, низкой калорийностью. Особое значение имеют содержащиеся в них пектины, которые связывают и удаляют из организма соли тяжелых металлов, свинца, ртути и радиоактивные элементы. Поэтому им придается большое значение при производстве продуктов детского питания [2]. Диетическая ценность кабачков обусловлена легкой усвояемостью всех углеводов, что позволяет использовать их при производстве консервированных продуктов. Из кабачков вырабатывают закусочные консервы, а также цукаты [3, 4].

Цветки являются источником минеральных веществ (особенно фосфора и калия), фитонутриентов (каротиноидов, флавоноидов, антоцианов, витаминов и биологически активных веществ) [5, 6, 7]. В Китае и Японии существует многовековая история использования цветков в пищу [8, 9]. Крупные одиночные цветки необычной формы и окраски могут стать украшением блюда. Широко распространено использование цветков для приготовления салатов, десертов, для различных способов переработки, сушки, консервирования и как источник красящих веществ [10]. К числу таких растений относится и кабачок, который имеет крупные ярко-желтые цветки [11].

Кабачок (*Cucurbita pepo* var. *giramontia* Duch.) – культура очень требовательная к свету и теплу. Из всех тыквенных кабачок наиболее холодостойкая, но все же теплолюбивая культура [12]. Несмотря на хорошо развитую корневую систему, положительно отзываясь на капельное орошение [13]. Требовательность к теплу у кабачка проявляется с момента прорастания семян, при температуре ниже 12...15°C прорастание резко подавляется, нормально оно проходит при 20...25°C [14]. Оптимальная температура для роста и развития кабачка до цветения 25...27°C в дневное время и 18...20°C – ночью, в период образования и созревания плодов – 18...25°C [15]. Рост практически останавливается при температуре ниже 10°C, и растения могут быть серьезно повреждены при температуре ниже 5°C в течение нескольких дней [16]. Заморозки в -1°C, даже если они длятся только 1-2 часа, вызывают их гибель. Также необходимо отметить, что высокие урожаи семян обеспечиваются только регулярными поливами [17].

Кабачок – это высокоинтенсивная, скороспелая, урожайная многосборная культура, позволяющая получать плоды в условиях открытого и защищенного грунта, а также обладающая высокими вкусовыми качествами и продолжительным периодом хранения, позволяющим снабжать население полезным продуктом в осенне-зимний период [18, 19].

Селекция тыквенных культур для открытого грунта в основном направлена на скороспелость, повышенную устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды (устойчивость к перепадам температур) и наиболее вредоносным заболеваниям [20].

Направления селекции определяются назначением, а также современными требованиями производства [21]. При этом во всем мире селекция до сих пор остаётся наиболее эффективным и экологически безопасным способом повышения урожайности сельскохозяйственных культур и качества продукции [22].

Для обеспечения населения республики витаминной продукцией и увеличения ее производства для экспорта, необходимо расширить исследования по селекции и совершенствованию технологии выращивания культуры кабачка, которая в последние годы получает распространение в Узбекистане и выращивается отдельными фермерами как в открытом, так и защищенном грунте.

Исследований по культуре кабачка в Узбекистане проведено крайне мало. Сортимент состоит из 10 гибридов F<sub>1</sub> зарубежной селекции и 3 сортов отечественной селекции: Греческие 110, Унумдор и Гайрат [23]. Впервые для почвенно-климатических условий Узбекистана М.Н. Кулаковой в 1950 году был выведен и районирован сорт кабачка Греческие 110. В 2015-2016 годах Научно-исследовательским институтом Растениеводства были районированы сорта Унумдор и Гайрат, которые в культуре являются длинноплетистыми. Поэтому изучение и выведение скороспелых, высокопродуктивных, короткоплетистых сортов кабачка является важным направлением исследований в обогащении сортимента овощных культур в Республике Узбекистан.

**Материалы, методы и условия проведения опытов**

Исследования по выведению новых сортов кабачка проводили в 2013-2020 годах. В 2013-2014 годах исследования были начаты на кафедре плодоводства, овощеводства и виноградарства Ташкентского государственного аграрного университета (ТашГАУ). Полевые опыты (2013-2014 годы) закладывали на экспериментальном поле в фермерском хозяйстве «Шухрат-Зиё» Ташкентского района Ташкентской области. В 2015-2020 годах селекционная работа с кабачком была продолжена в Научно-исследовательском институте овоще-бахчевых культур и картофеля. Институт расположен в Ташкентском районе Ташкентской области.

Климат региона схож с условиями большинства овощеводческих хозяйств, расположенных в равнинной центральной части Узбекистана. Регион отличается резким континентальным климатом, быстрым переходом от холодной дождливой весны к теплой, от теплой весны к сухому лету. Переход от осени к зиме также резок. Отмечается, что в эти разные периоды суточная температура января и июля изменяется с большой амплитудой (до 27-30°C). Континентальный климат меняется с большой разницей суточных температур.

В связи с тем, что территория Ташкентской области расположена далеко от морей и океанов, температура климатического региона резко изменчива. В целом, климатическая зона характеризуется большим приходом тепла и света, а также относительной засушливостью воздуха. Солнечные дни составляют 240 суток, или 2692-2889 часов в году. Безморозные дни длятся с 20-25 марта по 19 октября – 6 ноября и составляют 207-230 суток.

В Ташкентской области амплитуда минимальных и максимальных перепадов температур составляет 65-70°C в годовом цикле и 7...10°C – в зимние сутки, средняя температура в январе – 1°C, в июле – 26,7°C, максимальная температура летом – 42...43°C. Зима короткая. Снежный покров не застаивается. В низменной части области количество осадков составляет 200-316 мм в год. Осадки выпадают в основном зимой и ранней весной. Относительная влажность воздуха зимой составляет 80-90%, летом – 20-30% [24].

В целом, погодные условия 2013-2020 годов, в период проведения исследований, были благоприятными для роста и развития кабачка, за исключением засушливого июля и августа, в течение которых недостаток влаги компенсировали поливами.

Для проведения селекционной работы в 2012 году образцы кабачка 0044SQ (Голландия) и BT+KB-001 (Турция) были взяты из генофонда Научно-исследовательского института растениеводства Узбекистана. В 2013 году вышеуказанные образцы кабачка изучали в питомнике исходного материала, в котором их оценивали по биологическим и хозяйственно ценным признакам. Были выделены короткоплетистые, транспортабельные, высокопродуктивные линии кабачка LZ-2513 и LH-1916. Перспективная линия кабачка LZ-2513 (Орбита) выделена методом отбора из образца кабачка 0044SQ (Голландия), а линия LZ-LH-1916 (Вириди) – методом отбора из образца BT+KB-001 (Турция).

В 2014-2018 годах проводили селекционную работу методом аналитической селекции. Отборы плодов проводили с применением инцухтирования (самоопыление) лучших растений, а затем семей. В 2019-2020 годах проведено конкурсное сортоиспытание в сравнении со стандартным сортом Унумдор (включен в Госреестр Республики Узбекистан в 2015 году). Площадь опытной делянки составляла 21 м<sup>2</sup>, схема посадки – (140+70)/2x50 см. На каждой делянке размещали по 40 растений, повторность – 4-х кратная [25]. Посев семян в открытый грунт проведен во второй декаде мая.

## Результаты исследований и их обсуждение

При оценке образца кабачка 0044SQ (Голландия) форма плода была в пределах потомства различной: эллиптической (91,2%), удлинённой (5,3%) и округлой (3,5%). Из этих форм плодов были выделены образцы с необычной округлой формой плода со средней массой 270-300 г. Также у образца кабачка BT+KB-001 (Турция) в потомстве плоды имели разную окраску: зеленую (97,2%) и светло-зеленую (2,8%). В процессе селекционной работы с данными линиями были выделены линии LZ-2513 (сорт Орбита) с плодами округлой формы светло-зеленой окраски и LH-1916 (сорт Вириди) с удлинёнными плодами темно-зелёной окраски.

Фенологические наблюдения в конкурсном сортоиспытании (2019-2020 годы) показали равномерное появление всходов стандарта и изученных линий, что составило 7 суток (табл.1).

Число суток от всходов до массового цветения мужских цветков у сорта Унумдор составило 39, у изученных линий – 36 суток, опережение в развитии – 3 суток. В фазу массового цветения женских цветков вступали: сорта Орбита и Вириди на 38-е сутки от всходов, стандартный сорт – на 41-е сутки; новые сорта вступали в фазу цветения женских цветков на 3 суток раньше стандарта.

Вегетационный период у сорта Орбита (рис.1) составил 44 суток, у сорта Вириди (рис.2) – 45 суток, у стандартного сорта Унумдор (рис.3) – 48 суток. Созревание первого зеленца у сорта Вириди наступало на 3 суток раньше стандарта; у сорта Орбита опережение в развитии составило 4 суток (табл. 1).

Определение средней массы зеленца показало, что изученные перспективные сорта различаются между собой по величине зеленца. Наиболее крупными по средней массе зеленца оказались сорта Орбита (285,5 г) и Вириди (208,0 г). Наименьшей средней массой зеленцов обладал стандартный сорт Унумдор (193,0 г).

Основным показателем для оценки эффективности селекционной работы является урожайность. Проведенные учеты урожая показали, что новые сорта

**Таблица 1. Продолжительность межфазных периодов у изученных в конкурсном сортоиспытании перспективных сортов кабачка (2019-2020 годы), сутки**  
**Table 1. Duration of interphase periods in promising squash varieties studied in competitive variety testing (2019-2020), days**

Наименование показателей	Сорта								
	Унумдор (St)			Вириди			Орбита		
Годы исследований	2019	2020	среднее	2019	2020	среднее	2019	2020	среднее
Посев-всходы	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Число суток от всходов до цветения мужских цветков	39	38	39	36	36	36	35	36	36
Число суток от всходов до цветения женских цветков	41	41	41	38	38	38	37	38	38
Число суток от всходов до плодоношения	48	48	48	45	45	45	44	44	44



**Рис. 1. Новый сорт Орбита**  
**Fig. 1. The new variety Orbita**



**Рис. 2. Новый сорт Вириди**  
**Fig. 2. The new variety Viridi**



**Рис. 3. Стандартный сорт Унумдор**  
**Fig. 3. Standard variety Unumdor**

кабачка по общей урожайности превышали стандартный сорт Унумдор (16,9 т/га). Наиболее урожайным оказался сорт Орбита (20,8 т/га, или 123,1% к стандарту), у сорта Вириди общая урожайность составила 18,9 т/га, или 111,8% к стандарту (табл. 2).

Среди изученных сортов в конкурсном сортоиспытании наиболее высоким товарным урожаем зеленцов отличился сорт Орбита, в среднем за два года товарная урожайность составила 18,3 т/га, или 125,8% к стандарту. У сорта

Вириди в среднем за два года – 16,4 т/га, или 112,4% к стандарту. Стандартный сорт имел более низкую товарную урожайность – 14,6 т/га (табл. 3).

Для установления питательной ценности новых сортов кабачками проведено изучение плодов по содержанию в них сухого вещества, сахаров, витамина С и нитратов в технической зрелости (3-4-дневные).

В лаборатории Агрохимии и качества Института овощебахчевых культур и картофеля проведены ана-

**Таблица 2. Средняя масса плода и урожайность новых сортов кабачка в конкурсном сортоиспытании (2019-2020 годы)**  
**Table 2. Average weight of fruit and yield of new squash varieties in competitive variety testing (2019-2020)**

Сорта	Средняя масса зеленца, г				Общая урожайность зеленцов, т/га			
	2019 год	2020 год	среднее	в % к стандарту	2019 год	2020 год	среднее	в % к стандарту
Унумдор (st)	185,0	201,0	193,0	100,0	16,6	17,2	16,9	100
Вириди	203,0	213,0	208,0	107,8	18,5	19,3	18,9	111,8
Орбита	275,0	296,0	285,5	147,9	20,2	21,4	20,8	123,1
НСР <sub>05</sub>					1,47	1,41		
S $\bar{x}$ %					8,0	7,3		

**Таблица 3. Товарная урожайность перспективных сортов кабачка в конкурсном сортоиспытании (2019-2020 годы)**  
**Table 3. Marketable yield of promising squash varieties in competitive variety testing (2019-2020)**

Сорта	Средняя урожайность зеленцов за два года, т/га	Товарная урожайность зеленцов, т/га			
		2019 год	2020 год	средняя	в % к стандарту
Унумдор (st)	16,9	14,9	14,2	14,6	100,0
Вириди	18,9	16,7	16,0	16,4	112,4
Орбита	20,8	18,6	18,0	18,3	125,8

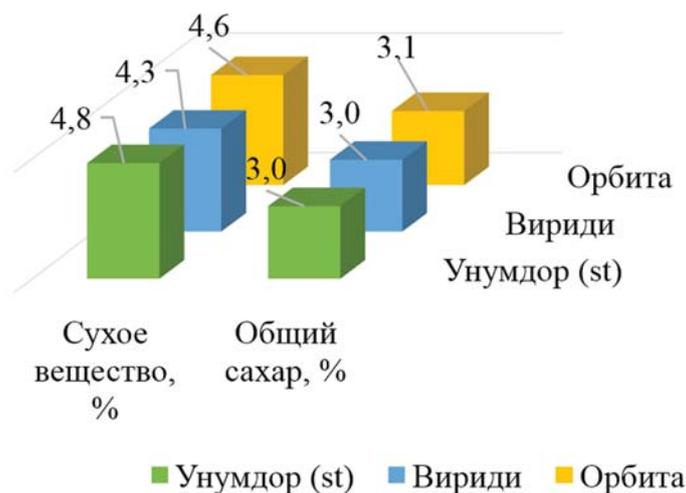


Рис.4. Содержание сухого вещества и общего сахара в плодах кабачка в технической зрелости, % (2019-2020 годы)  
 Fig.4. Dry matter and total sugar content in squash fruits at technical maturity, % (2019-2020)

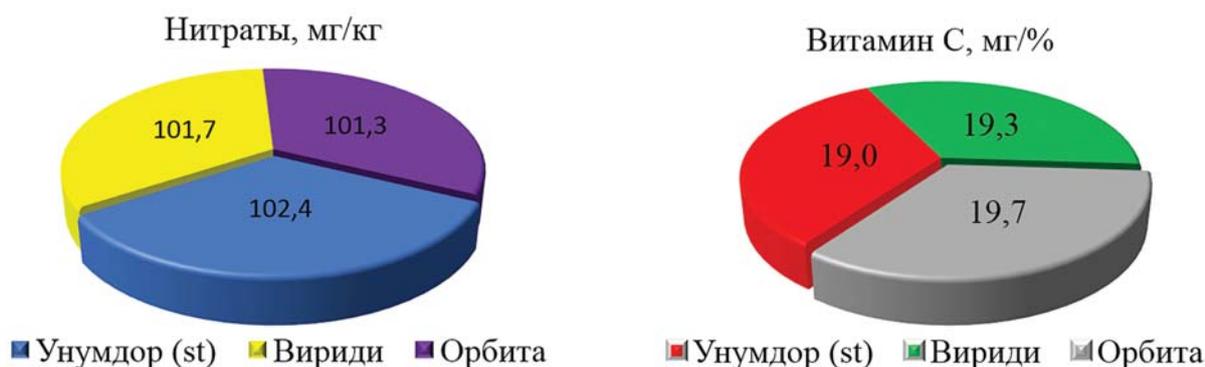


Рис.5. Содержание нитратов (мг/кг) и витамина С (мг/%) в плодах кабачка в технической зрелости (2019-2020 годы)  
 Fig.5. Nitrate content (mg/kg) and vitamin C content (mg/%) in squash fruits at technical maturity (2019-2020)

лизы зеленцов сортов Вириди и Орбита, а также стандартного сорта Унумдор. Результаты проведенных анализов показали, что по содержанию сухого вещества и общего сахара испытанные сорта кабачка немного уступали стандартному сорту Унумдор (рис.4).

Однако по содержанию витамина С лучшими показателями отличился сорт Вириди (19,8 мг%), затем сорт Орбита (19,2 мг%). У сорта Унумдор содержание витамина С составило 18,3 мг%. Содержание нитратов у новых сортов составило 96,8-98,0 мг/кг, у стандартного сорта Унумдор – 102,5 мг/кг (рис.5).

Таким образом, результаты конкурсного сортоиспытания показали, что новые сорта отличаются более высокой скороспелостью. Число суток от всходов до массового цветения мужских цветков у сорта Унумдор было 39, у новых сортов – 36 суток. В фазу массового цветения женскими цветками вступали: сорта Орбита и Вириди – на 38-е сутки от всходов, а стандартный сорт – на 41-е сутки. Вегетационный период (число суток от всходов до созревания 1-го плода) у сорта Орбита составил 44 суток, сорта Вириди – 45 суток,

сорта Унумдор – 48 суток. Наиболее высокой товарной урожайностью зеленцов отличился сорт Орбита, в среднем за два года она составила 18,3 т/га (125,8% к стандарту). У сорта Вириди товарная урожайность зеленцов в среднем за два года составила 16,4 т/га (112,4% к стандарту).

По содержанию витамина С в плодах лучшими показателями обладали сорта Вириди (19,8 мг%) и Орбита (19,2 мг%). В плодах сорта Унумдор содержание витамина С составило 18,3 мг%. Новые перспективные сорта меньше накапливали нитратов в плодах (96,8-98,0 мг/кг) по сравнению со стандартным сортом Унумдор (102,5 мг/кг). Эти значения содержания нитратов являются ниже предельно допустимой концентрации (ПДК = 400 мг/кг).

Перспективными для возделывания в условиях Узбекистана новые сорта кабачка Орбита (за номером NAR 20200087) и Вириди (за номером NAR 20200088) переданы в Агентство по интеллектуальной собственности при Министерстве Юстиции Республики Узбекистан для получения патента. В 2021 году организовано их первичное семеноводство.

**Об авторах:**

**Шахноза Рахмановна Арипова** – докторант 3-го курса, младший научный сотрудник лаборатории Селекции овоще-бахчевых культур, автор для переписки, aripovashakhnoza@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8711-2632>.

**Саодат Исмаиловна Дусмуратова** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, saodatis@mail.ru

**Рафикжон Абдунабиевич Хакимов** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заместитель директора ГУП «Центр по развитию семеноводства» при Министерстве сельского хозяйства Республики Узбекистан, khakimov@urugmarkaz.uz.

**About the authors:**

**Shakhnoza R. Aripova** – Doctoral student, Junior Researcher of the Laboratory of Vegetable and melon crops breeding, Corresponding Author, aripovashakhnoza@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8711-2632>

**Saodat I. Dusmuratova** – Doc. Sci. (Agriculture), professor, saodatis@mail.ru

**Rafikjon A. Khakimov** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, deputy director of the State Unitary Enterprise «Center for Seed Production Development» under the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan, khakimov@urugmarkaz.uz

## • Литература / References

1. Пискунова Т.М., Мутьева З.Ф. Коллекция ВИР – источник исходного материала для перспективных направлений селекции кабачка и тыквы. *Овощи России*. 2016;(3):18-23. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-3-18-23>.
2. Пискунова Т.М., Мутьева З.Ф. Сравнительная оценка хозяйственно-ценных признаков кабачка в условиях северо-западного региона РФ. Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной VII Квасниковским чтениям — Рязань: ГУП РО «Рязанская областная типография», 2016. С.240-243.
3. Санникова Т.А., Мачулкина В.А., Павлов Л.В., Гулин А.В. Влияние сорта и степени зрелости плода на органолептические показатели цукатов из кабачков. *Овощи России*. 2020;(1):42-44. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-42-44>
4. Слепцов Ю. Плод для икры. Выбираем сорт кабачка. *Растениеводство*. 2011;(6):57.
5. Benvenuti S., Bortolotti E., Maggini R. Antioxidant power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. *Scientia Horticulturae*. 2016;(199):170-177.
6. Koone R., Harrington R.J., Gozzi M., McCarthy M. The role of acidity, sweetness, tannin and consumer knowledge on wine and food match perceptions. *Wine Res*. 2014;(25):158-174.
7. Mlcek J., Rop O. Fresh edible flowers of ornamental plants - A new source of nutraceutical foods. *Trends Food Sci. Technol*. 2011;(22):561-569.
8. Копец К., Балк J. Kvalitologie Zahradnickych Produktu, 1st ed. Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno. Brno, Czech Republic. 2008. P.140-161.
9. Yang S.L., Walters T.W. Ethnobotany and the economic role of the Cucurbitaceae in China. *Econ. Bot*. 1992;(46):349-367.
10. Иванова М.И., Кашлева А.И., Разин А.Ф., Разин О.А. Производство съедобных цветков – альтернатива мелкотоварным фермерским хозяйствам в условиях аграрного кризиса. *Аграрная Россия*. 2016;(10):41-43.
11. Бухаров А.Ф., Степанюк Н.В., Бухарова А.Р., Иванова М.И. Цветки тыквы крупноплодной как источник антиоксидантов и перспективы их использования в пищу. *Овощи России*. 2019;(1):86-88. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-86-88>
12. Kenneth V.A. Richardson. Evaluation of three hybrid squash (Cucurbita pepo L.) varieties for the fresh and frozen markets. *Gladstone Road Agricultural Centre, Crop Research Report*. Nassau, Bahamas. October 2016;(25):1-8.
13. Ходяков Е.А. Особенности режима капельного орошения и водопотребления кабачков, выращиваемых в Нижнем Поволжье. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2017;3(47):90-97.
14. Гойсюк Л.В. Економічна ефективність вирощування кабачка кущового в умовах південної частини Лісостепу Західного. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: зб. наук. пр. Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т біоенергет. культур і цукрових буряків*; ред. М. В. Поїк. Київ, 2012;(15):287-289.
15. Teresa A. Lust, Harry S. Paris. Italian horticultural and culinary records of summer squash (*Cucurbita pepo*, Cucurbitaceae) and emergence of the zucchini in 19<sup>th</sup>-century Milan. *Annals of Botany*. 2016;(118):53–69.
16. Rosie Lerner B., Michael N. Dana. Growing Cucumbers, Melons, Squash, Pumpkins and Gourds. *Purdue University Cooperative Extension Service*. 2015;(4/01):2-6.
17. Щепляев А.Н., Китов А.Ю. Физико-механические свойства плодов бахчевых культур // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2017;3(47):216-225.
18. Тараканов Г.И., Авилова С.В., Гончаров А.В. Биологические особенности формирования урожая тыквы. (Докл. Научная конференция по актуальным проблемам земледелия, защиты растений, генетики, селекции и семеноводства полевых, овощных и плодовых культур. Москва, дек., 2003). М., 2004. С.357-360.
19. Гончарова Э.А. Стратегия физиологического базиса адаптации растительных ресурсов // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2007;(164):328-349.
20. Соколов С.Д. и др. Способ повышения продуктивности семеноводческих посевов. *Антропогенная трансформация геопространства: природа, хозяйство, общество. Волгоград*, 01-04 октября 2019 г. Сборник трудов конференции. 2019. С.285-289.
21. Valencia-Diaz S. et al. How does the presence of endosperm affect seed size and germination? *Journal of Bot. Sci*. 2015;(4):783-789.
22. Коротцева И.Б. Направления работы и основные достижения лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур ВНИИССОК. *Овощи России*. 2015;(3-4):54-57. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-54-57>
23. Государственный реестр сельскохозяйственных культур, рекомендованных к посеву на территории Республики Узбекистан. Ташкент, 2020. С.62.
24. Чуб В.Е. Природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. Ташкент. Гл. упр. По метеорологии при Каб. Мин. РУз. 2000. С.15-38.
25. Методические указания ВИР по изучению и поддержанию мировой коллекции тыквенных культур. 1988. С.37.

## • Литература / References

1. Piskunova T.M., Muteva Z.F. The VIR collection – a source of initial breeding material for the perspective directions of breeding of a vegetable marrow and pumpkin. *Vegetable crops of Russia*. 2016;(3):18-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-3-18-23>
2. Piskunova T.M., Muteva Z.F. Comparative assessment of economically valuable signs of marrow in the north-western region of the Russian Federation. *Selection, seed production and varietal agricultural technology of vegetable, melon and flower crops*. Collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference dedicated to the VII Kvasnikov readings. Ryazan: GUP RO «Ryazan Regional Printing House», 2016. P.240-243. (In Russ.)
3. Sannikova T.A., Machulkina V.A., Pavlov L.V., Gulina A.V. The effect of variety and degree of maturity of the fruit on the organoleptic characteristics of candied zucchini. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(1):42-44. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-42-44>
4. Sleptsov Yu. Fruit for caviar. Choosing a variety of zucchini. *Plant growing*. 2011;(6):57. (In Russ.)
5. Benvenuti S., Bortolotti E., Maggini R. Antioxidant power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. *Scientia Horticulturae*. 2016;(199):170-177.
6. Koone R., Harrington R.J., Gozzi M., McCarthy M. The role of acidity, sweetness, tannin and consumer knowledge on wine and food match perceptions. *Wine Res*. 2014;(25):158-174.
7. Mlcek J., Rop O. Fresh edible flowers of ornamental plants - A new source of nutraceutical foods. *Trends Food Sci. Technol*. 2011;(22):561-569.
8. Копец К., Балк J. Kvalitologie Zahradnickych Produktu, 1st ed. Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno. Brno, Czech Republic. 2008. P.140-161.
9. Yang S.L., Walters T.W. Ethnobotany and the economic role of the Cucurbitaceae in China. *Econ. Bot*. 1992;(46):349-367.
10. Ivanova M.I., Kashleva A.I., Razin A.F., Razin O.A. The production of edible flowers is an alternative to small-scale farms in the conditions of the agrarian crisis. *Agrarian Russia*. 2016;(10):41-43. (In Russ.)
11. Bukharov A.F., Stepaniuk N.V., Bukharova A.R., Ivanova M.I. Flowers of cucurbita maxima L. as a source of antioxidants and prospects of their use in food. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(1):86-88. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-86-88>
12. Kenneth V.A. Richardson. Evaluation of three hybrid squash (Cucurbita pepo L.) varieties for the fresh and frozen markets. *Gladstone Road Agricultural Centre, Crop Research Report*. Nassau, Bahamas. October 2016;(25):1-8.
13. Khodyakov E.A. Features of the regime of drip irrigation and water consumption of zucchini grown in the Lower Volga region. *Bulletin of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education*. 2017;3(47):90-97. (In Russ.)
14. Goysyuk LV. Economic efficiency of growing zucchini in the southern part of the Western Forest-Steppe. *The latest technologies for growing crops: Sb. scientific etc. nat. acad. agrarian. Sciences of Ukraine, Inst. of Bioenergy crops and sugar beet*; ed. MV Roik. Kiev, 2012;(15):287-289.
15. Teresa A. Lust, Harry S. Paris. Italian horticultural and culinary records of summer squash (*Cucurbita pepo*, Cucurbitaceae) and emergence of the zucchini in 19<sup>th</sup>-century Milan. *Annals of Botany*. 2016;(118):53–69.
16. Rosie Lerner B., Michael N. Dana. Growing Cucumbers, Melons, Squash, Pumpkins and Gourds. *Purdue University Cooperative Extension Service*. 2015;(4/01):2-6.
17. Tseplyaev A.N., Kitov A.Yu. Physical and mechanical properties of melons and gourds. *News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education*. 2017;3(47):216-225. (In Russ.)
18. Tarakanov G.I., Avilova S.V., Goncharov A.V. Biological features of the formation of the pumpkin crop. *Report Scientific conference on topical problems of agriculture, plant protection, genetics, selection and seed production of field, vegetable and fruit crops*, Moscow, December 2003. *Report of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2004;(276):357-360. (In Russ.)
19. Goncharova E.A. The strategy of the physiological basis for the adaptation of plant resources. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2007;(164):328-349. (In Russ.)
20. Sokolov S.D. and other Method of increasing the productivity of seed crops. *Anthropogenic transformation of geospace: nature, economy, society Volgograd*, October 01-04, 2019. P.285-289. (In Russ.)
21. Valencia-Diaz S. et al. How does the presence of endosperm affect seed size and germination? *Journal of Bot. Sci*. 2015;(4):783-789.
22. Korotseva I.B. Aspects of work and main achievements of the laboratory of breeding and seed production of cucurbits crops. *Vegetable crops of Russia*. 2015;(3-4):54-57. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-54-57>
23. State register of agricultural crops recommended for sowing on the territory of the Republic of Uzbekistan. Tashkent, 2020. P.62.
24. Chub V.E. Natural resource potential of the Republic of Uzbekistan. Climate change and its impact on the natural resource potential of the Republic of Uzbekistan. Tashkent. Ch. ex. on meteorology at Cab. Min. RUz. 2000. Pp. 15-38. (In Russ.)
25. VIR guidelines for the study and maintenance of the world collection of pumpkin crops. 1988. P.37. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-36-41>  
УДК 635.61/.62:631.526.32

М.С. Корнилова,  
Д.П. Курунина,  
Г.В. Варивода\*

Быковская бахчевая селекционная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр овощеводства" 404067, Россия, Волгоградская обл., Быковский район, п. Зелёный, ул. Сиреневая, д. 11

\*Автор для корреспонденции:  
elena-varivoda@mail.ru

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

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

**Для цитирования:** Корнилова М.С., Курунина Д.П., Варивода Г.В. Создание конкурентоспособных сортов дыни и тыквы с ценными хозяйственными признаками. *Овощи России*. 2021;(6):36-41 <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-36-41>

**Поступила в редакцию:** 15.06.2021  
**Принята к печати:** 01.11.2021  
**Опубликована:** 25.11.2021

Maria S. Kornilova,  
Dina P. Kurunina,  
Gennady V. Varivoda\*

Bykovskaya cucurbits breeding experimental station – branch of the Federal state budgetary scientific institution "Federal scientific vegetable center" (BCBES – branch of the FSBSI FSVC) 11, Sirenevaya str., p. Zeleny, Bykovsky district, Volgograd region, 404067, Russia

\*Corresponding Author: elena-varivoda@mail.ru

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

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

**For citations:** Kornilova M.S., Kurunina D.P., Varivoda G.V. Creation of competitive varieties of melon and pumpkin with valuable economic trends. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):36-41. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-36-41>

**Received:** 15.05.2021  
**Accepted for publication:** 01.11.2021  
**Published:** 25.11.2021

# Создание конкурентоспособных сортов дыни и тыквы с ценными хозяйственными признаками



## Резюме

**Актуальность.** Почвенно-климатические условия Нижнего Заволжья считаются благоприятными для бахчеводства и позволяют получить качественную продукцию. Целью исследований являлось создание новых конкурентоспособных сортов и гибридов дыни и тыквы.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являются созданные на Быковской бахчевой селекционной опытной станции новые сортообразцы дыни и тыквы мускатной. В качестве стандартов использовали сорт дыни Осень и сорт тыквы Жемчужина. Методами создания являются межсортовая гибридизация, индивидуальный и массовый отборы. Во время вегетации проводили соответствующие наблюдения и учеты.

**Результаты.** В результате многолетней селекционной работы на Быковской бахчевой селекционной опытной станции созданы сортообразец дыни 251 и сортообразец тыквы 509. Полученные сортообразцы оценивали по вкусовым качествам, урожайности, устойчивости к био- и абиотическим факторам среды, содержанию сухого вещества, размеру плода, окраске плода и мякоти. В ходе сравнительной оценки сортообразцов определено, что новые сортообразцы дыни и тыквы превышают стандарты по основным хозяйственно ценным признакам. Средняя урожайность за годы исследований превысила стандарт у сортообразца дыни 251 – на 47,8%, у сортообразца тыквы – на 69,6%. По вкусовым качествам новый сортообразец дыни был на уровне стандарта сорта Осень. Сортообразец тыквы мускатной превысил стандарт по всем качественным показателям. Восприимчивость к мучнистой росе у сортообразца дыни колебалась в зависимости от года исследований. К антракнозу образец дыни проявил устойчивость выше, чем стандарт на 16,4 и 18,6%, по годам исследования. У сортообразца тыквы устойчивость к мучнистой росе и антракнозу была выше стандарта, в среднем на 34,9% – к мучнистой росе и на 28,6% – к антракнозу. Таким образом, новые сортообразцы дыни и тыквы отвечают современным требованиям отрасли промышленного бахчеводства, устойчивы к стрессовым факторам среды, распространенным заболеваниям, обладают хозяйственно ценными признаками.

**Ключевые слова:** вегетационный период, сухое вещество, урожайность, сортообразец, дыня, тыква

# Creation of competitive varieties of melon and pumpkin with valuable economic trends

## Abstract

**Relevance.** The soil and climatic conditions of the Lower Trans-Volga region are considered favorable for melon growing and make it possible to obtain high-quality products. The purpose of the research was to create new competitive varieties and hybrids of melon and pumpkin.

**Materials and methods.** The object of the research is new varieties of melon and butternut pumpkin created at the Bykovskaya melon breeding experimental station. Melon cultivar Osen and pumpkin cv. Zhemchuzhina were used as standards. The methods of creation are intervarietal hybridization, individual and mass selection. During the growing season, appropriate observations and counts were carried out.

**Results.** As a result of many years of breeding work at the Bykovskaya cucurbits selection experimental station, a melon cultivar 251 and a pumpkin cultivar 509 have been created. both producers and consumers. Therefore, the obtained varieties were evaluated for taste, yield, resistance to biological and abiotic factors of the environment, dry matter content, fruit size, fruit and pulp color. During the comparative assessment of the accessions, it was determined that the new varieties of melon and pumpkin exceed the standards in terms of the main economically valuable traits. The average yield during the study, in the melon cultivar 251, exceeded the standard by 47.8%. In the pumpkin cultivar, the average yield for three years of research exceeded the standard by 69.6%. In terms of taste, the new melon variety was at the level of the standard, the cv. Osen. A variety of butternut pumpkin exceeded the standard in all quality indicators. The susceptibility to powdery mildew in the melon cultivar varied depending on the year of research. The melon sample showed resistance to anthracnose higher than the standard by 16.4 and 18.6%, over the years of study. In the pumpkin cultivar, resistance to powdery mildew and anthracnose was higher than the standard, on average by 34.9% to powdery mildew and by 28.6% to anthracnose. Thus, new varieties of melon and pumpkin meet the modern requirements of the industrial melon industry, are resistant to environmental stress factors, common diseases, and have economically valuable traits.

**Keywords:** growing season, dry matter, yield, specimen, melon, pumpkin.

### Введение

Базовым направлением селекционной работы в бахчеводстве остаётся создание сортов с высоким потенциалом продуктивности, способных успешно конкурировать по этому признаку с зарубежными аналогами [1].

Почвенные и климатические условия Волгоградского Заволжья являются оптимальными для выращивания бахчевых культур [2].

Именно в этой зоне в 1930 году была создана Быковская бахчевая селекционная опытная станция, занимающаяся селекцией, семеноводством и разработкой агротехнических приёмов выращивания бахчевых культур [3]. Селекционная работа Быковской опытной станции направлена на повышение устойчивости растений к абиотическим и биотическим факторам среды, имеет региональный характер и экологическую целенаправленность, ориентированную урожайность. Быковская бахчевая селекционная опытная станция занимается выращиванием бахчевых культур и выведением новых сортов, качество которых соответствует всем потребительским нормам. Лабораторным путем контролируется содержание нитратов, сахаров, витамина С, фруктозы, глюкозы, кислотности в плодах [4].

Актуальность работы заключалась в создании сортов дыни и тыквы, адаптированных к климатическим условиям, с комплексной устойчивостью к болезням, ценными хозяйственными признаками и соответствовать возросшим требованиям товаропроизводителей.

Во всём мире наиболее эффективным и экологически безопасным способом повышения урожайности сельскохозяйственных культур и качества продукции был и остаётся сорт [5]. Прежде чем приступить к выведению сорта, важным этапом технологии селекционного процесса является создание модели сорта с учетом основных показателей, обеспечивающих его устойчивую урожайность и высокое качество продукции. После создания модели сорта необходимо подобрать материал, который при определенной схеме скрещиваний обеспечит нужную генетическую изменчивость в селекционируемой популяции и обусловит генетический состав будущего сорта [6]. Наличие ценного исходного материала, соответствующего селекционным задачам, является одним из главных условий успеха селекционного процесса. Детально изученный исходный материал создает основу для подбора родительских форм, способствует выявлению у образцов ценных признаков, объединение которых является целью селекции [7].

Родиной дыни, как и всего рода *Cucumis*, по-видимому, надо считать тропические Африку и Азию. Дикая форма дыни в Северной Африке доходит до долины р. Нил и заходит в Малую Азию; здесь, вероятно, и произошло интенсивное формирование культурных сортов дыни. Для успешного возделывания дыни, считаются благоприятными районы, обеспечивающие сумму эффективных температур 2500-3000°C [8].

Дыня (*Cucumis melo* L.), семейство тыквенные – однолетняя бахчевая культура. Ароматные плоды отличаются высоким содержанием сахаров (до 13,0%) и особенно сахарозы (5,9%), витаминов А, В, С. Благодаря наличию особых ферментов дыня является лечебным средством при болезнях почек, печени, желчного пузыря, при малокровии сердечно-сосудистых заболеваниях, атеросклерозе. Семена дыни являются ценным источником масла [9].

Дыню употребляют не только в свежем виде. Замороженные кусочки мякоти дыни освежающий десерт, который можно употреблять в любое время года. Цукаты, мёд

бекмез, вяленые дольки из дыни – отличное натуральное лакомство.

Сорта дыни имеют большие различия по вкусовым качествам, сахаристости, консистенции мякоти – от маслянистой до сочной хрустящей, окраска мякоти, которая бывает белая, кремовая, светло-зеленая, оранжевая, форме плода – от округлой до сигаровидной [10, 11].

Тыква – важная пищевая, лекарственная и кормовая культура. Тыкву возделывают во всех странах мира. Это продукт с высокой пищевой и биологической ценностью. Основную массу питательных веществ плодов составляют углеводы [12]. Высокой пищевой ценностью обладают тыквенные семечки, основными питательными компонентами которых являются белки (30–51%) и масла (до 40%). Также они богаты углеводами и микроэлементами [13]. Тыква широко используется в национальной кухне многих стран, а также в качестве сырья для консервной промышленности и в фармацевтической для производства лекарств. Сорта, возделываемые в нашем регионе, относятся к трем ботаническим видам: тыква твердокорая (*Cucurbita pepo*), тыква крупноплодная (*Cucurbita maxima*) и тыква мускатная (*Cucurbita moschata*). Тыква мускатная более требовательна к теплу, ее выращивают в южных регионах: Краснодарский и Ставропольский край, Астраханской, Ростовской и Волгоградской областях. На Быковской бахчевой опытной станции работа по селекции тыквы направлена на создание высокопродуктивных сортов, устойчивых к стрессовым факторам среды и болезням, обладающих хорошими вкусовыми качествами.

### Материалы и методы исследования

Опыты закладывали на Быковской опытной станции в богарных условиях. Исследования проводили в питомнике конкурсного сортоиспытания.

Объектом исследований являлись селекционные образцы дыни и тыквы мускатной.

В работе использовали классические методы селекции: межсортовая гибридизация, индивидуальный и семейственный отбор.

В качестве стандартов использовали районированные сорта: дыни – среднеспелый сорт Осень селекции Быковской опытной станции; тыквы – сорт Жемчужина, оригинатор – Крымская опытная станция ВИР.

Проводили исследования с использованием существующих методик, рекомендаций, стандартов [14, 15, 16].

В процессе опытных исследований проводили следующие учёты и наблюдения:

- фенологические наблюдения по фазам роста и развития растений;
- учёт урожая;
- полевой и биохимический анализы плодов;
- проведена оценка устойчивости к антракнозу и мучнистой росе.

Агротехника – общепринятая для бахчевых культур.

### Результаты и их обсуждения

Опыты бахчевых культур закладываются в следующей последовательности:

- a) коллекционный и гибридный питомники (питомник исходного материала);
- b) селекционный питомник;
- c) контрольный питомник и предварительное сортоиспытание;
- d) конкурсное сортоиспытание.



Рис. 1. Сортообразец 251

Для получения модели сорта дыни с заданными параметрами (среднего срока созревания, плоды шаровидно-приплюснутой формы, с жёлтой окраской фона коры, наличием сплошной сетки, содержание сухого вещества не ниже 14%) в коллекционном питомнике были выделены образцы Эфиопка и Колхозница 749/753.

**Характеристика выделившихся образцов дыни:**

**Эфиопка** – среднеспелый сорт. Период от полных всходов до первого сбора плодов 70-80 дней. Масса плода – от 2,3 до 6,0 кг. Плод широкоокруглой формы, сегментированный, жёлтой окраски. Мякоть белая, сочная, тающая, сладкая. Вкус отличный, аромат сильно дынный. Отличается жаростойкостью и устойчивостью к солнечным ожогам.

**Колхозница 749/753** – среднеспелый сорт. Период от полных всходов до первого сбора плодов 77- 95 дней. Плод шаровидный, не крупный, массой 0,7-1,3 кг. Поверхность плода гладкая, жёлто-оранжевого цвета, без рисунка. Сетка частичная, крупночешуйчатая. Мякоть белая, волокнистая, плотная, плохо хрустящая, сочная, сладкая, тонкая. Ценность сорта: хорошая транспортабельность плодов. Устойчив к антракнозу и мучнистой росе.

Эти образцы были включены в гибридизацию: Эфиопка – в качестве материнской формы, Колхозница 749/753 – в качестве отцовской формы. На следующий год полученная гибридная комбинация дыни 251 (F<sub>1</sub>) была высеяна изолированно в гибридном питомнике. В дальнейшем в селекцион-

ном питомнике вели отбор по толщине мякоти, устойчивости к солнечным ожогам, вкусовым качествам и урожайности. Напряженность отбора с F<sub>3</sub> по F<sub>5</sub> составляла 20-40%. Начиная с шестого поколения, напряженность отбора увеличилась до 60%. Лучшие семьи гибридной популяции 251, начиная с F<sub>7</sub>, были переданы в контрольный питомник, где проводили отработку на однородность и стабильность по морфологическим признакам и продолжен отбор по хозяйственно ценным признакам. Сортообразец 251 был всесторонне изучен в контрольном питомнике. Вели учёт урожайности, фенологические наблюдения, определяли качество плодов, устойчивость к болезням и абиофакторам среды.

В дальнейшем сортообразец 251 поступил в питомник конкурсного испытания, где проходил испытания с 2018 по 2020 годы в сравнении с лучшими районированными сортами и перспективными сортообразцами. Дана по годам исследований характеристика сорта в сравнении со стандартом Осень.

**Сортообразец 251** – среднего срока созревания. Плоды имеют шаровидно-приплюснутую форму (рис.1). Окраска фона коры жёлтая, рисунка нет. Поверхность слабосегментированная, сетка сплошная. Мякоть белая, толстая, консистенция среднеплотная. Масса отобранных плодов 2,0-3,4 кг. Содержание сухого вещества –13,0-14,0%. Сортообразец 251 отличается хорошими вкусовыми качествами, устойчивостью плодов к солнечным ожогам. Урожайность – от 17,3 до 29,1 т/га.

**Осень (стандарт)**, вегетационный период – 81 сутки. Шаровидной формы плоды с средней массой 2,5 кг. Плоды жёлтые не имеют рисунка, с поверхностью слабосегментированной, имеется связанная, сплошная сетка. Консистенция мякоти картофельная или среднеплотная, бледно-зелёная. Содержание сухого вещества – от 12,0 до 15,8%. Три полуоткрытые плаценты. Жёлтые семена. Урожайность – от 12,3 до 20,3 т/га.

Результаты испытания приводятся в таблице 1.

По периоду плодоношения новый сортообразец 251 является более позднеспелым, по сравнению со стандартом сортом Осень, средняя длина вегетационного периода за три года составила 85 суток, у стандарта – 80 суток.

Результаты сравнительных испытаний показали, что превышение по урожайности нового сортообразца 251 наблюдалось в течение всего периода исследований. В среднем за три года превышение по урожайности над стандартом составило 47,8%. Наиболее высокая урожайность отмечена в 2020 году – 29,1 т/га, что на 14 т/га выше, чем у стандарта.

Таблица 1. Результаты конкурсного сортоиспытания дыни, 2018-2020 годы  
Table 1. Results of competitive melon variety testing (2018- 2020)

Показатели	Сортообразец 251				Стандарт – сорт Осень			
	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее
Вегетационный период, сут.	84	86	85	85	80	81	79	80
Урожайность, т/га	17,3	24,0	29,1	23,5	12,3	20,3	15,1	15,9
Сухое вещество, %	14,0	13,8	13,0	13,6	15,8	12,0	12,2	13,3
Общий сахар, %	11,4	12,5	10,0	11,3	12,1	10,8	10,5	11,1
Сахароза, %	8,1	8,0	7,0	7,7	8,3	6,4	6,3	7,0
Кислотность, %	0,134	0,134	0,134	0,134	0,167	0,134	0,167	0,156
Витамин С, мг/кг	47,8	31,6	34,1	37,8	35,3	39,3	36,1	36,9
Нитраты, мг/кг	49,3	75,8	42,0	55,7	38,3	73,0	80,9	64,3

НСР<sub>05</sub> (урожайность) – 1,24 т/га

Таблица 2. Устойчивость сортообразца 251 к мучнистой росе и антракнозу при искусственном заражении за 2 года в сравнении со стандартом Осень  
 Table 2. Resistance of cultivar 251 to powdery mildew and anthracnose during artificial infection for 2 years in comparison with the standard Osen,

Название образца	Мучнистая роса		Антракноз	
	% поражения	Средний балл поражения	% поражения	Средний балл поражения
2019 год				
Сортообразец 251	81,4	1,8	64,8	1,3
Осень – стандарт	72,8	1,6	81,2	1,7
2020 год				
Сортообразец 251	81,2	1,5	81,4	1,7
Осень – стандарт	91,2	2,3	100,0	2,0

Среднее содержание сухого вещества у нового сортообразца на уровне стандарта и составило 13,6%. Самый высокий показатель по сухому веществу (ниже стандарта) наблюдался в 2018 году и составлял 14,0%.

Все остальные показатели качества плодов были на уровне стандарта сорта Осень (табл. 1).

В течение двух лет проводили испытание сортообразца 251 на комплексную устойчивость к антракнозу и мучнистой росе при искусственном заражении в сравнении со стандартом. Заражение мучнистой росой и антракнозом проводили в лабораторных условиях отдельно.

Мучнистая роса начала проявляться на 8-10 сутки после заражения. Учет заболевших растений проводили по степени заражения по 5-бальной шкале и проценту поражения.

Заболевание антракнозом полностью проявилось на 12-13 сутки после заражения. Учет заболевших растений проводили по степени распространения и поражения.

В 2019 году Сортообразец 251 поразился мучнистой росой на 8,6% больше, чем стандарт Осень при балле поражения 1,8, тогда как у стандарта – 1,6 балла. Но в 2020 году мучнистой росой Сортообразец 251 поразился на 10% меньше, чем стандарт Осень при балле поражения 1,5, тогда как у стандарта – 2,3 балла.

Антракнозом в 2019 году сортообразец 251 поразился на 16,4% меньше, чем стандарт Осень при балле поражения 1,3, у стандарта – 1,7. В 2020 году процент поражения был на 18,6% меньше, чем у стандарта при балле поражения 1,7, у стандарта – 2,0.

В условиях засушливого и жаркого климата Волгоградского Заволжье наиболее актуальны сорта и гибриды тыквы, адаптированные к этим условиям. Поэтому в селекционной работе с тыквой мускатной уделяют больше внимания созданию сортов, способных давать высокие показатели даже в самый засушливый период.

При создании новых сортов и гибридов тыквы мускатной, должны учитываться высокие вкусовые качества, урожайность, раннеспелость, высокое содержание сухого вещества, устойчивость к болезням и т. д. Для получения сортов с требуемыми признаками в коллекционном питомнике были выделены образцы Новинка и Жемчужина.

#### Характеристика коллекционных образцов тыквы:

**Новинка (Украина).** Период от всходов до созревания плодов – 110-115 суток. Растение сильноплетистое. Плоды удлинненно-грушевидной формы, поверхность гладкая. Окраска плода оранжевая с розоватым оттенком и с темно-оранжевыми пятнами и полосами по фону. Средняя масса плода – 3,0-5,0 кг. Мякоть ярко-оранжевая, средней плотности, сочная, сладкая. Содержание сухого вещества в соке плода – 8,0%. Урожайность – 6,5 т/га.

**Жемчужина.** Вегетационный период 115 суток. Растение длинноплетистое. Плоды крупные, удлинненно-грушевидные, светло-коричневые, рисунок – бежевые пятна, поверхность гладкая. Средняя масса плода – 2,0 кг. Мякоть толщиной 2,0-3,0 см, ярко-оранжевая, плотная, сочная, малосладкая. Содержание сухого вещества в соке плода 9,0%. Семена грязно-белые с ободком. Урожайность – 5,5 т/га.

Была проведена гибридизация между сортом тыквы Новинка (в качестве материнской формы) и сортом тыквы Жемчужина (в качестве отцовской формы).

В результате получена гибридная комбинация 509 (F<sub>1</sub>), которая была высеяна в гибридный питомник. На протяжении нескольких лет проводили отработку новой комбинации на высокие вкусовые качества, урожайность, привлекательный внешний вид. Напряженность отбора с F<sub>4</sub> по F<sub>6</sub> составляла 25-35%. С седьмого поколения напряженность отбора увеличилась и составила 60%.

После отработки в 2018-2020 годах сортообразец 509 был включен в стационарное сортоиспытание в сравнении с лучшим районированным сортом стандартом Жемчужина.

**Сортообразец 509.** Среднего срока созревания, универсального использования Вегетационный период – 118-120 суток. Растение мощное, длинноплетистое. Плоды удлинненно-грушевидной формы, длиной 40-60 см, гладкие (рис.2). Массой 4,0-5,6 кг. Окраска фона плода светло-коричневая, рисунок светло-желтые полосы. Кора тонкая 0,1-0,2 см, гнущаяся. Мякоть ярко-оранжевая, плотная, хрустящая, сладкая, сочная. Содержание сухого вещества в соке плода 11,0-12,0%. Семена грязно-белые с ободком. Урожайность за годы испытания колебалась от 9,1 до 18,9 т/га.



Рис.2. Сортообразец 509

**Таблица 3. Характеристика нового сортообразца 509 в сравнении со стандартом Жемчужина**  
**Table 3. Characteristics of the new variety 509 in comparison with the Zhemchuzhina standard**

Показатели	Сортообразец 509				Жемчужина			
	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее
Вегетационный период, сут.	118	119	120	119	118	120	119	119
Урожайность, т/га	9,1	16,4	18,9	15,1	7,4	6,9	12,4	8,9
Сухое вещество, %	11,0	11,6	12,0	11,5	9,0	10,0	10,0	9,6
Общий сахар, %	7,25	6,65	6,80	6,56	6,10	5,35	6,55	6,33
Сахароза, %	4,37	4,16	5,60	4,71	3,60	3,09	4,93	3,87
Витамин С, мг%	6,17	9,97	7,16	7,43	5,15	6,60	4,15	5,63
Нитраты, мг/га	3,7	4,7	4,3	4,2	3,7	3,9	2,4	3,3

НСР<sub>05</sub> (урожайность) – 0,97 т/га

В контрольном питомнике сортообразец 509 был основательно изучен. Проводили фенологические наблюдения, учёт урожайности, определяли качество плодов, устойчивость к мучнистой росе и антракнозу и абиофакторам среды.

Основные характеристики нового сортообразца приведены в таблице 3.

Оценка результатов испытаний показала, что

В 2019 году сортообразец 509 поражен мучнистой росой на 30,0% меньше, чем стандарт Жемчужина при балле поражения 1,1, у стандарта – 2,3. В 2020 году мучнистой росой сортообразец 509 поражен на 39,8% меньше, чем стандарт при балле поражения 0,6, у стандарта – 1,9 балла.

Антракнозом в 2019 году сортообразец 509 поражен на 21,2% меньше, чем стандарт Жемчужина при балле поражения 1,7, у стандарта – 2,5 балла. В 2020 году у этого образца

**Таблица 4. Комплексная устойчивость к мучнистой росе и антракнозу сортообразца 509 в сравнении со стандартом Жемчужина при искусственном заражении, 2019-2020 годы**  
**Table 4. Complex resistance to powdery mildew and anthracnose of cultivar 509 in comparison with the Zhemchuzhina standard under artificial infection (2019-2020)**

Название образца	Мучнистая роса		Антракноз	
	% поражения	средний балл поражения	% поражения	средний балл поражения
<b>2019 год</b>				
Жемчужная – стандарт	100	2,3	88,8	2,5
Г-509	70,0	1,1	67,6	1,7
<b>2020 год</b>				
Жемчужная – стандарт	100	1,9	56,0	1,2
Г-509	60,2	0,6	20,2	0,2

Сортообразец 509 за три года испытаний превысил стандарт Жемчужина по всем показателям. По урожайности превышение составило в 2018 году – на 1,7 т/га, в 2019 – на 9,5 т/га и в 2020 году – на 6,5 т/га.

Содержание сухого вещества за три исследуемых года у Сортообразца 509 колебалось от 11,0% до 12,0%, что на 1,6-2,0% выше, чем у стандарта сорта Жемчужина. Среднее содержание сахарозы в плодах нового образца превышает стандарт на 0,84%, а содержание общего сахара – на 0,23% (табл. 3). Высокое содержание основных питательных веществ в плодах позволяет широко использовать их в питании и для переработки на детское питание.

Наиболее вредоносными заболеваниями у тыквы, как и у дыни в нашей зоне являются антракноз и мучнистая роса. На устойчивость к этим заболеваниям при искусственном заражении был проверен новый сортообразец тыквы.

По данным двухлетних испытаний сортообразец 509 проявил большую устойчивость, чем стандарт сорт Жемчужина.

процент поражения был на 36,0% меньше, чем у стандарта при балле поражения 0,2, у стандарта – 1,2 балла (табл. 4).

### Закключение

В результате проведенных исследований выявлено, что после длительной селекционной работы получены перспективные сортообразцы тыквы и дыни, отвечающие параметрам, заданным селекционерами. Новые сортообразцы отличаются хорошими вкусовыми качествами, высокой потенциальной урожайностью, дружным плодообразованием и созреванием, что высоко ценится товаропроизводителями и потребителями. Включение новых сортообразцов дыни и тыквы в производство позволит увеличить имеющийся ассортимент бахчевых культур по качественным и морфологическим признакам. А также благодаря устойчивости к основным заболеваниям получать высокие урожаи экологически безопасной бахчевой продукции в богарных условиях практически без применения фунгицидов.

**Об авторах:**

**Мария Сергеевна Корнилова** – научный сотрудник отдела селекции, <https://orcid.org/0000-0003-2030-7838>, BBSOS34@yandex.ru

**Дина Павловна Курунина** – научный сотрудник отдела селекции, <https://orcid.org/0000-0002-6018-8071>, BBSOS34@yandex.ru

**Геннадий Владимирович Варивода** – младший сотрудник отдела селекции, <https://orcid.org/0000-0003-3291-4408>, автор для переписки, elena-varivoda@mail.ru

**About the authors:**

**Maria S. Kornilova** – Researcher of the Breeding Department, <https://orcid.org/0000-0003-2030-7838>

**Dina P. Kurunina** – Researcher of the Breeding Department, <https://orcid.org/0000-0002-6018-8071>

**Gennady V. Varivoda** – Junior Researcher of the Breeding Department, <https://orcid.org/0000-0003-3291-4408>, Corresponding Author, elena-varivoda@mail.ru

## • Литература

1. Малуева С.В., Никулина Т.М., Курунина Д.П., Корнилова М.С. Основные направления и результаты селекционной работы в бахчеводстве. *Сб. науч. трудов Мировые научно – технологические тенденции социально – экономического развития ФПК и сельских территорий*. Волгоград. 2018. С.233-238.
2. Варивода Е.А., Келебошина Т.Г., Байбакова Н.Г. Использование генетических маркеров в гибридном семеноводстве арбуза. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2017;3(66):50-54. DOI: 10.21515/1999-1703-66-50-54
3. Варивода Е. А., Келебошина Т.Г. Результаты сравнительной оценки гетерозисных гибридов и сортов арбуза по хозяйственно-ценным признакам. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2018;(3):72-76. DOI: 10.21515/1999-1703-72-72-76
4. Галичкина Е.А. Польза бахчевых культур для человека. *Экологические проблемы современного овощеводства и качество овощной продукции. Сборник научных трудов ФГБНУ ВНИИО*. 2014. С.23-24.
5. Коротцева И.Б. Направления работы и основные достижения лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур ВНИИСОК. *Овощи России*. 2015;(3-4):54-57. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-54-57>
6. Козловская Е.А., Пышная О.Н., Мамедов М.И., Джос Е.А., Митрофанова О.А. Внутрисортные скрещивания как метод повышения адаптивного потенциала исходного материала. *Овощи России*. 2017;(5):18-20. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-18-20>
7. Малуева С.В. Бочерова И.Н. Корнилова М.С. Использование исходного материала в селекции арбуза и дыни. *Известия ФНЦО*. 2020;(2):68-72. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-2-68-72>
8. Пангало К.И. Дыни. Государственное издательство Молдавии. Кишинёв. 1958; 283 с.
9. Leila Rezig, Moncef Chouaibi, Kamel Msaada, Salem Hamdi. Cold pressed Cucumis melo L. seed oil. *Cold Pressed Oils. Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications*. 2020; P.611-623. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818188-1.00054-2>
10. Хакимов Р.А., Халилов М.У. Биологические и хозяйственные особенности Узбекских дынь. *Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству*. М. 2011; С.548-551.
11. Paris H.S., Tadmor Y., Schaffer A.A. Cucurbitaceae Melons, Squash, Cucumber. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition)*. 2017;(3):209-217 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00063-0>
12. Химич Г.А., Коротцева И.Б. Конвейер сортов тыквы столовой селекции ВНИИССОК. *Овощи России*. 2018;(1):63-65. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-1-63-65>
13. Mollika Paul, Md. Shihab Uddin Sohag, Alam Khan, Ranjan Kumar Barman, Mir Imam Ibne Wahed, Md. Rafiqul Islam Khan. Pumpkin (Cucurbita maxima) seeds protect against formaldehyde-induced major organ damages. *Heliyon*. 2020;(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04587>
14. Белик В.Ф., Бондаренко В.Ф. Методика полевого опыта в овощеводстве. М. 1979. 210 с.
15. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. Россельхозакадемия. М. 2011. 125 с.
16. Фурса Т.Б. Селекция бахчевых культур. Методические указания. Л. 1988. 78 с.

## • References

1. Malueva S.V., Nikulina T.M., Kurunina D.P., Kornilova M.S. The main directions and results of breeding work in melon growing. *Sb. nauch. Trudov Mirovye nauchno – tekhnologicheskie tendencii social'no – ekonomicheskogo razvitiya FPK i sel'skih territorij*. Volgograd. 2018; P.233-238. (In Russ.)
2. Varivoda E.A., Koleboshina T.G., Bajbakova N.G. The use of genetic markers in hybrid watermelon seed production. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017;3(66):50-54. (In Russ.) DOI: 10.21515/1999-1703-66-50-54
3. Varivoda E.A., Koleboshina T.G. The results of a comparative assessment of heterotic hybrids and varieties of watermelon for economically valuable traits. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018;(3):72-76. (In Russ.) DOI: 10.21515/1999-1703-72-72-76
4. Galichkina E.A. The benefits of melons and gourds for humans. *Ekologicheskie problem sovremennogo ovoshchevodstva i kachestvo ovoshchnoj produkcii. Sbornik nauchnyh trudov FGBNU VNIIO*. 2014;(1):23 - 24. (In Russ.)
5. Korotseva I.B. Aspects of work and main achievements of the laboratory of breeding and seed production of cucurbits crops. *Vegetable crops of Russia*. 2015;(3-4):54-57. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-54-57>
6. Kozlovskaya E.A., Pyshnaya O.N., Mamedov M.I., Djios E.A., Mitrofanova O.A. Intra-variety crossing as method to improve adaptation characteristics in initial breeding accessions. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(5):18-20. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-18-20>
7. Malueva S.V. Bocherova I.N. Kornilova M.S. The use of source material in the breeding of watermelon and melon. *News of FSVС*. 2020;(2):68-72. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-2-68-72>
8. Pangalo K.I. Melons. Gosudarstvennoe izdatel'stvo Moldavii. Kishinyov. 1958; P.283. (In Russ.)
9. Leila Rezig, Moncef Chouaibi, Kamel Msaada, Salem Hamdi. Cold pressed Cucumis melo L. seed oil. *Cold Pressed Oils. Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications*. 2020; P.611-623. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818188-1.00054-2>
10. Hakimov R.A., Halilov M.U. Biological and economic features of Uzbek melons. *Sbornik nauchnyh trudov po ovoshchevodstvu i bahchevodstvu*. M. 2011; P.548-551. (In Russ.)
11. Paris H.S., Tadmor Y., Schaffer A.A. Cucurbitaceae Melons, Squash, Cucumber. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition)*. 2017;(3):209-217 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00063-0>
12. Khimich G.A., Korotseva I.B. Conveyor of varieties of pumpkin of Federal research vegetable center (VNISSOK) selection. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(1):63-65. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-1-63-65>
13. Mollika Paul, Md. Shihab Uddin Sohag, Alam Khan, Ranjan Kumar Barman, Mir Imam Ibne Wahed, Md. Rafiqul Islam Khan. Pumpkin (Cucurbita maxima) seeds protect against formaldehyde-induced major organ damages. *Heliyon*. 2020;(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04587>
14. Belik V.F., Bondarenko V.F. Field experiment technique in vegetable growing. М. 1979; 210 p. (In Russ.)
15. Litvinov S.S. Field experiment technique in vegetable growing. М., 2011. 125 p. (In Russ.)
16. Fursa T.B. Selection of melons and gourds. Methodical instructions. L. 1988. 78 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-42-46>  
УДК 635.11:631.523.4

Л.Н. Тимакова\*,  
М.А. Долгополова

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

\*Автор для переписки:  
ljubovtimakova@rambler.ru

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

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

**Для цитирования:** Тимакова Л.Н., Долгополова М.А. Морфометрическое проявление признаков у инбредных линий раздельноплодной свеклы столовой (*Beta vulgaris* L.). *Овощи России*. 2021;(6):42-46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-42-46>

**Поступила в редакцию:** 25.06.2021  
**Принята к печати:** 28.10.2021  
**Опубликована:** 25.11.2021

Lyubov N. Timakova\*,  
Maria A. Dolgopolova

All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" p. 500, Vereya village, Ramensky district, Moscow region, 140153, Russia

\*Corresponding Author:  
ljubovtimakova@rambler.ru

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

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

**For citations:** Timakova L.N., Dolgopolova M.A. Morphometric trait manifestation in inbred lines of monogerm beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):42-46. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-42-46>

**Received:** 25.06.2021  
**Accepted for publication:** 28.10.2021  
**Published:** 25.11.2021

# Морфометрическое проявление признаков у инбредных линий раздельноплодной свеклы столовой (*Beta vulgaris* L.)



**Резюме**

**Актуальность.** Инбридинг, как наиболее широко распространенный метод получения исходного материала, занимает ведущее место в селекционных программах по гетерозису у большинства сельскохозяйственных культур. Поддержание линейного материала свеклы столовой по хозяйственно ценным признакам, требует глубоких теоретических и практических разработок. У самоопыленных растений по ряду признаков возникает депрессия. Целью исследования явилось изучение изменчивости признаков корнеплода и листовой розетки в процессе самоопыления и наследование признака раздельноплодность у свеклы столовой.

**Материалы и методы.** Экспериментальная работа проведена во Всероссийском Научно-исследовательском институте овощеводства – филиале ФГБНУ ФНЦО в 2011-2020 годах, Московская область. Исходным материалом послужили образцы зарубежной селекции. Объектом исследования служили инцухт-линии свеклы столовой. Материалом для исследований послужили данные полевых измерений и учетов.

**Результаты.** Экспериментально показано, что константными признаками самоопыленных линий свеклы столовой 1 года жизни являются положение и высота листовой розетки. Стабилизация и поддержание раздельноплодности на высоком уровне осуществляется отбором. Отмечена отрицательная корреляционная связь между признаками степени раздельноплодности и высота листовой розетки растения, доля шейки корнеплода в его диаметре, масса корнеплода и доля корнеплода в биомассе растения у потомства четвертого поколения инцухта. Снижение продуктивности семенного растения происходит в начале процесса создания самоопыленных линий – в первом поколении.

**Ключевые слова:** свекла столовая, раздельноплодность, инцухт-линии, самоопыление, продуктивность

# Morphometric trait manifestation in inbred lines of monogerm beetroot (*Beta vulgaris* L.)

**Abstract**

**Relevance.** Inbreeding is the most widespread method of obtaining starting breeding material and plays a central role in heterosis breeding programs of most crops. Beetroot inbred lines possessing economically valuable characteristics require constant maintenance via self-pollination. However, self-pollination leads to depression of a number of traits. Thorough theoretical studies and practical developments are needed to preserve valuable beetroot lines. We aimed to study the root and leaf rosette variability resulting from beetroot self-pollination. We also investigated the inheritance of monogermity in beetroots.

**Materials and methods.** Experimental work was carried out at the All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" (FSBSI F SVC), 2011-2021, Moscow Region. The object of the study was inbred beetroot lines originated from beetroots of foreign selection. The research data were obtained via field observations and measurements.

**Results.** It has been experimentally shown that the constant signs of self-pollinated beet lines of 1 year of life are the position and height of the leaf rosette. Stabilization and maintenance of separate fertility at a high level is carried out by selection. A negative correlation was noted between the signs of the degree of separateness and the height of the leaf rosette of the plant, the proportion of the neck of the root crop in its diameter, the mass of the root crop and the proportion of the root crop in the biomass of the plant in the offspring of the fourth generation of the inbreeding. The decrease in the productivity of the seed plant occurs at the beginning of the process of creating self-pollinated lines – in the first generation.

**Keywords:** beetroot, monogermity, inbred lines, monogerm, inbreeding, seed productivity.

### Введение

В селекции свеклы столовой приоритетным направлением является создание конкурентноспособных гетерозисных межлинейных гибридов, превышающих сорта по товарным и технологическим качествам. Для повышения гетерозиса столовой свеклы большое значение имеет создание и использование линейного материала. Инбридинг (*Inbreeding* – англ.) или инцухт (*Inzucht* – нем.) как метод получения чистых линий при самоопылении растений свеклы играет большую роль в практической селекции. Он позволяет проводить генетическую дифференциацию сложной перекрёстноопыляющейся популяции на отдельные формы и выделять в гомозиготном состоянии линии в комплексе признаков, обогащать усреднённый тип популяции разнообразными формами [1]. Практическими исследованиями отечественных и зарубежных селекционеров показано, что относительная стабильность линий по комплексу признаков у свеклы обеспечивается после трех-четырёхкратного инцухтирования [2]. Высокая выравненность самоопыленных линий по многим признакам является предпосылкой превосходства межлинейных гибридов над межсортовыми [3].

При создании самоопыленных линий как сахарной, так и столовой свеклы селекционеры сталкиваются с определенными трудностями. У самоопыленных растений по ряду признаков возникает депрессия, выражающаяся уменьшением числа семян, понижением их всхожести, ослаблением роста молодых растений, уменьшением общей продуктивности. Наиболее резко это проявляется у первых инбредных поколений. Достигнув определенного уровня, депрессия останавливается [4-6].

Для сельского хозяйства создание генетически раздельноплодных сортов и гибридов столовой свеклы имеет большое значение, т.к. позволяет выращивать культуру без затрат ручного труда. Большой практический интерес представляет изучение генетики раздельноплодности. Ещё в 1905 году К. Тоусендом показана возможность отбора на повышение процента одноплодных клубочков у растений сахарной свеклы [7].

Для получения нового одностросткового материала селекционеры используют следующие пути их получения: естественные мутации, беккросс скрещивания одностростковой и многостростковой свеклы, межвидовую гибридизацию с дикими видами, экспериментальный мутагенез [8, 9]. В селекционных учреждениях при работе с одностростковыми сортами свёклы постоянно осуществляется массовая браковка растений сростноплодного фенотипа.

Проведение постоянных поддерживающих отборов односемянных форм ставит вопрос о генетической природе раздельноплодности. Ответ на этот вопрос в настоящее время полностью не найден. В последние десятилетия имеется информация, описывающая особенности проявления признака односемянности в селекционных образцах сахарной свеклы [10, 11]. Авторы подтверждают гипотезу о том, что поддержание раздельноплодности на высоком уровне осуществляется именно отбором, а инбридинг дает прямо противоположный эффект. В связи с этим изучение изменчивости морфологических признаков в процессе самоопыления и наследование признака раздельноплодности у столовой свеклы является актуальным направлением исследования.

### Материалы и методы исследований

Экспериментальная работа проведена во Всероссийском Научно-исследовательском институте овощеводства – филиале ФГБНУ ФНЦО в период 2011-2020 годов. В качестве исходного материала свеклы столовой использовали образцы иностранной селекции с высокой степенью раздельноплодности. Объектом исследования служили инбредные линии свеклы столовой. Материалом для исследований послужили данные полевых измерений и учетов.

Цель исследований – определить изменение признаков линий свеклы столовой 1 и 2 года жизни в процессе их самоопыления.

Для получения самоопыленных потомств семенные растения изолировали индивидуальными изоляторами из нетканого материала «Спанбонд», плотностью 80 г/м<sup>2</sup>. Расстояние между рядами 70 см. Перед укрытием изоляторами семенных растений побеги прищипывали.

Массу 1000 плодов определяли по методике согласно ГОСТ 32592-2013 [12].

Семена высевали широкорядным способом, расстояние между растениями 5 см. Агротехника на опытных участках – общепринятая для данной зоны. Площадь делянки варьировала от 1 до 7 м<sup>2</sup>, исходя из наличия семян. Хозяйственно полезные признаки растений первого года оценивали в условиях открытого грунта. Полевые опыты выполнены согласно методическим указаниям по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов [13].

### Результаты и обсуждение

Исходные формы свеклы столовой обладали округлой формой корнеплода. На массу корнеплода большое влияние оказывает густота стояния растений. Поэтому для оценки перспективных линий, особое внимание уделили признакам, определяющим технологические и товарные качества свеклы столовой: положение листовой розетки в пространстве, доля шейки корнеплода в его диаметре, соотношение листовой биомассы к общему весу растения, и поверхность кожицы корнеплода.

Для механизированной уборки предпочтительнее прямостоячее или полураскидистое положение листовой розетки в пространстве. Степень инцухта не оказала значительного влияния на данный признак. В номерах 134, 139 и 553 у исходных форм и потомств 1 и 3 поколения отмечено полураскидистое положение листовой розетки. При втором самоопылении (2015 год) у всех линий отмечено горизонтальное (раскидистое) положение листовой розетки.

По высоте листовой розетки, в среднем по поколениям, больших различий не обнаружено. Можно отметить достаточную стабильность этого признака в пределах линии 553. За 5 лет изучения от поколения к поколению линии данный показатель изменялся незначительно от 32,5 до 38,9 см.

У всех инцухт-линий доля корнеплода в биомассе растений превышает 70%, что свидетельствует о продуктивной работе фотосинтетического аппарата. На протяжении первых трех поколений инцухта этот показатель изменялся незначительно (на 2-4%). К четвертому уровню самоопыления доля корнеплода в биомассе растений уменьшилась на 8 (№138, 506) – 21% (№553).

Таблица 1. Влияние инбридинга на проявление морфологических и хозяйственно-полезных признаков у линий свеклы столовой (2012-2019 годы)  
Table 1. The influence of inbreeding on the manifestation of morphological and economically useful traits in beetroot lines (2012-2019)

Поклоение инбридинга	Селекционный номер	Листовая розетка		Доля шейки корнеплода в его диаметре, %	Корнеплод	
		положение*	высота, см		поверхность кожицы	Доля в биомассе растения, %
исходные	134 P-12	3	29	32,4	гладкая	79,5
	139 L-12	3	32,5	25,0	гладкая	88,2
	506 M-12	3	23,8	32,5	гладкая	86,5
	553	3	33,5	33,3	гладкая	85,8
среднее			<b>29,7</b>	<b>30,8</b>	-	<b>85,0</b>
I <sub>1</sub> (2013 год)	134 P-12	3	29	33,6	гладкая	77,4
	139 L-12	3	32,5	21,5	гладкая	88,4
	506 M-12	5	23,8	32,1	гладкая	87,1
	553	3	35,7	39,7	гладкая	80,4
среднее			<b>30,2</b>	<b>30,1</b>		<b>83,3</b>
I <sub>2</sub> (2015 год)	134 P-12	5	39,5	36,7	гладкая	86,3
	139 L-12	5	48,9	30,6	гладкая	89,4
	506 M-12	5	42,5	31,9	гладкая	86,7
	553	5	38,9	38,1	гладкая, сетчатая	84,2
среднее			<b>42,4</b>	<b>34,3</b>		<b>86,6</b>
I <sub>3</sub> (2017 год)	134 P-12	3	35,2	63	гладкая	71,0
	139 L-12	3	39,1	63,5	гладкая	80,0
	506 M-12	3	39,1	35,4	сетчатая	79,0
	553	3	32,5	53,2	гладкая, сетчатая	63,0
среднее			<b>36,4</b>	<b>53,7</b>		<b>73,2</b>
I <sub>4</sub> (2019 год)	134 P-12	1	43,6	55,5	сетчатая	65,7
	139 L-12	3	30,4	57,7	гладкая	84,7
	506 M-12	3	37,5	50,5	гладкая, сетчатая	77,9
	553	3	38,7	64,4	сетчатая	-
среднее			<b>37,5</b>	<b>57,0</b>		<b>76,1</b>
НСР <sub>05</sub>				16,2		9,8

Положение листовой розетки: 1 – прямостоячая, 3 – полураскидистая, 5 – горизонтальная (согласно методике испытаний на ООС, разработанная Госсортокмиссией).

Товарный вид корнеплода свеклы столовой определяется, в том числе и небольшой головкой корнеплода (шейкой). У линий различного уровня инцухта достоверно отличается (НСР<sub>05</sub>=16,2) средний показатель доли шейки корнеплода в его диаметре. Так, потомства растения 3 и 4 инцухта имеют долю шейки корнеплода в его диаметре в среднем на 74-85% больше, по сравнению с исходными формами.

Гладкая кожица корнеплода – один из показателей товарной привлекательности культуры. Отбор исходного материала проводили по этому признаку. Однако, начиная со второго поколения самоопыления, в линии 553 появляются растения с сетчатой поверхностью корнеплода. Потомство 4 уровня самоопыления обладали сетчатой поверхностью корнеплода, исключение составил №139.

Изучение морфометрических признаков самоопыленных линий раздельноплодной столовой свеклы показало, что наиболее константным признаками растений первого года являются положение и высота листовой розетки.

Создание односемянных сортов и гибридов предусматривает проведение отборов растений во второй год вегетации свеклы столовой. В таблице 2 проанализировано изменение признака раздельноплодности у линий, которые в 2020 году оказались полностью или с высокой степенью раздельноплодны. Ежегодная браковка сростноплодных генотипов позволила увеличить степень раздельноплодности и долю одноплодных растений в линии.

Период стабилизации признака раздельноплодности у образцов различен, это свидетельствует о генетической неоднородности по данному признаку исходных форм. Из

Таблица 2. Стабилизация признака раздельноплодности у инцухт-линий столовой свеклы (2012-2020 годы)  
Table 2. Stabilization of the sign of separateness in the inbred lines of beetroot (2012-2020)

Линии	I <sub>1</sub> (2012)			I <sub>2</sub> (2014)			I <sub>3</sub> (2016)			I <sub>4</sub> (2018)		I <sub>5</sub> (2020)	
	Селекционный номер потомства	Степень раздельноплодности	Доля одноплодных растений	Степень раздельноплодности	Доля одноплодных растений	Доля одноплодных растений	Степень раздельноплодности	Доля одноплодных растений	Степень раздельноплодности	Доля одноплодных растений	Степень раздельноплодности	Доля одноплодных растений	
134		95,2	37,7	0	60,8	30	100	100	97	77,8			
139		91,1	51,7	11,1	91	50	97	75	100	100			
506		88,5	13,2	0	100	100	100	100	100	100			
553		50,0	65	37	91	50	100	100	100	100			
среднее		<b>81,2</b>	<b>41,9</b>	<b>12,0</b>	<b>85,7</b>	<b>57,5</b>	<b>99,2</b>	<b>93,7</b>	<b>99,2</b>	<b>94,4</b>			

Таблица 3. Корреляционные связи у инцухт-линий раздельноплодной столовой свеклы (2011-2020 годы)  
Table 3. Correlations in inbred lines of separate beetroot (2011-2020)

Признаки	Коэффициент корреляции, (r)			
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>
Уровень раздельноплодности – высота листовой розетки	-0,7	-0,02	0,4	-0,5
Уровень раздельноплодности – доля шейки корнеплода в его диаметре	-0,3	0,4	-0,7	-0,5
Уровень раздельноплодности – масса корнеплода	0,2	0,4	-0,3	-0,6
Уровень раздельноплодности – доля корнеплода в биомассе	-0,2	-0,2	0,3	-0,6

номера 506 за два поколения инцухта удалось выделить растение, сохраняющее раздельноплодность на протяжении последующих трех самоопылений. Следует отметить, что потомства, полученные от самоопыления растений со 100% односемянностью, не всегда полностью односемянные. Так, у линии 134 со 100% раздельноплодностью в 2018 году, в 2020 году появилось 22,2% растений с одно-двусемянными плодами. Это, доказывает теорию исследователей [1, 14-17] о полигенном наследовании этого признака. Множественность аллелей в структурном и регуляторном локусах, с одной стороны, и множество генов-модификаторов, влияющих на формирование раздельно-сростноплодности, с другой, а также взаимодействие генетических факторов с условиями произрастания растений создают в совокупности сложную и противоречивую картину проявления признака раздельноплодности [18]. В связи с этим, для практической селекции и первичного семеноводства необходимо постоянно и строго вести отбор по признаку «раздельноплодность».

Для выявления признаков, наиболее тесно связанных между собой, был проведен корреляционный анализ. Считается, что при коэффициенте корреляции (r) >0,7 взаимосвязь сильная, при r = 0,3-0,7 – средняя, а при r < 0,3 – слабая [19]. Для работы с самоопыленными линиями важно знать взаимосвязь между признаками корнеплода и степенью раздельноплодности и изменение этих связей с углублением инбридинга.

Между уровнем раздельноплодности и высотой листовой розетки отмечена сильная отрицательная взаимосвязь при первом самоопылении. С углублением инбридинга их взаимное влияние ослабевает. Средняя отрицательная взаимосвязь прослеживается в четвертом поколении инбридинга между уровнем раздельноплодности и

высотой листовой розетки, долей шейки корнеплода в его диаметре, массой корнеплода и долей корнеплода в его биомассе.

Получение инбредных линий у свёклы сопряжено с биологическими особенностями культуры. Препятствием для самоопыления служит система самонесовместимости, осложняющая создание самоопыленных линий. В результате при инбридинге семена или не завязываются совсем, или завязываются в небольшом количестве.

В своей работе мы проследили влияние инбридинга на продуктивность семенных растений и массу 1000 семян свеклы столовой. В каждой линии оценивали не менее 15 раздельноплодных растений.

Статистически достоверное уменьшение продуктивности семенных растений у свеклы столовой произошло уже после первого самоопыления. В зависимости от линии продуктивность снизилась на 28,9 (№553) – 78% (№506). В целом, снижение продуктивности растений связано низкой завязываемостью семян при принудительном самоопылении. Кроме того, у линий 134 и 139 к третьему уровню инбридинга уменьшается масса 1000 семян. С углублением инбридинга дальнейшего столь резкого уменьшения данного показателя не отмечено. Исключение составил №134, у которого с каждым циклом самоопыления, до четвертого поколения включительно, продуктивность снижалась на 45-61%. После пятого самоопыления депрессия признака у номеров 139 и 506 была преодолена, у них отмечено увеличение продуктивности растений выше или на уровне исходных родительских форм. В процессе самоопыления тип семенного куста практически не изменялся и характеризовался как промежуточный, исключение составила линия 134, у которой, начиная с 4 поколения, образовалось 20% семенных кустов лидерного типа.

Таблица 4. Влияние инцухта на продуктивность семенного растения и массу 1000 плодов (2012-2020 годы)  
Table 4. The effect of inbreeding on the productivity of the seed plant and the weight of 1000 fruits (2012-2020)

Признак	Поколение инбридинга	Селекционный номер потомства				среднее
		134	139	506	553	
Продуктивность, г	I <sub>1</sub>	16,9	17,8	36,7	6,9	20,2
	I <sub>2</sub>	8,4	5,0	7,9	4,9	6,5
	I <sub>3</sub>	4,7	3,8	7,6	7,7	5,9
	I <sub>4</sub>	1,8	7,1	10,2	5,3	6,1
	I <sub>5</sub>	5,2	15,9	46,4	1,7	17,3
НСР <sub>05</sub>						8,6
Масса 1000 семян, г	I <sub>2</sub>	9,1	14,2	8,5	7,1	9,7
	I <sub>3</sub>	7,2	7,7	8,1	12,3	8,8
	I <sub>4</sub>	8,4	11,9	6,8	5,6	8,1
	I <sub>5</sub>	8,7	7,4	7,0	9,9	8,2
НСР <sub>05</sub>						1,1

Изменение продуктивности растений происходит при незначительных колебаниях массы 1000 семян. Наибольший размах данного показателя у номеров 139 (от 7,4 до 11,9 г) и 553 (5,6 до 12,3 г).

У отдельных инбредных потомств выщепляются растения, склонные к самостерильности. Считается, что растения свеклы самонесовместимы, если при самоопылении они завязывают не более 50 шт. семян [20]. Количество растений, не завязывающих семена в результате принудительного самоопыления, может изменяться в зависимости от условий года и наследственных особенностей селекционного материала. По данным Малецкого, признак самонесовместимости контролируется двумя комплементарными генами S и Z, проявляющими независимое друг от друга действие [18]. Автор считает, что при наличии одинаковых аллелей в пыльцевой трубке и тканях пестика растение не способно к самооплодотворению, а завязывает семена при чужеродном опылении пыльцой, несущей неидентичные аллели. В 2018 году ( $I_4$ ) у растений 4 поколения инцухта отмечены самостерильные растения в количестве от 12 до 33% в зависимости от линии, в 2020 ( $I_5$ ) 50% растений в номере 134.

#### Об авторах:

**Любовь Николаевна Тимакова** – канд. с.-х. наук, с.н.с. отдела селекции и семеноводства, <https://orcid.org/0000-0003-3628-6728>, автор для переписки, [ljubovtimakova@rambler.ru](mailto:ljubovtimakova@rambler.ru)

**Мария Анатольевна Долгополова** – канд. с.-х. наук, н.с. отдела селекции и семеноводства, [dolgopolova.mariya@inbox.ru](mailto:dolgopolova.mariya@inbox.ru)

#### Выводы

В результате изучения морфометрических признаков самоопыленных линий раздельноплодной свеклы столовой выявлено, что наиболее стабильными признаками являются положение и высота листовой розетки. В процессе инбридинга происходит изменение структуры кожицы корнеплода, увеличивается доля шейки корнеплода в его диаметре и доля корнеплода в биомассе растения.

Ежегодная браковка сростноплодных генотипов в течение 4-х циклов позволила увеличить степень раздельноплодности (с 41,9 до 99,2%) и долю одноплодных растений (с 12,0 до 94,4%) в среднем по линиям.

Корреляционный анализ инбредных линий свеклы столовой показал, что у растений 4 поколения самоопыления с увеличением уровня раздельноплодности происходит снижение таких показателей, как высота листовой розетки растения ( $r=-0.5$ ), индекс головки корнеплода ( $r=-0.5$ ), масса корнеплода и доля корнеплода в биомассе растения ( $r=-0.6$ ).

После первого самоопыления раздельноплодных линий произошло снижение продуктивности семенного растения на 45-61% при незначительном изменении массы 1000 плодов.

#### About the authors:

**Lyubov N. Timakova** – Cand. Sci. (Agriculture), senior researcher of the department of breeding and seed growing, <https://orcid.org/0000-0003-3628-6728>, Corresponding Author, [ljubovtimakova@rambler.ru](mailto:ljubovtimakova@rambler.ru)

**Maria A. Dolgopolova** – Cand. Sci. (Agriculture), researcher of the department of breeding and seed growing, [dolgopolova.mariya@inbox.ru](mailto:dolgopolova.mariya@inbox.ru)

#### • Литература

1. Мейстер Г.К. Инцухт и его значение в формообразовательных процессах. Теоретические основы учения об изменчивости. *Пособие по селекции. Выпуск 1*. М. 1936. 314 с.
2. Oldemeyer R.K., Davis W., Bush H., Erichsen A. The evolution of and the use of the top-cross test as a method of selecting inbred lines of sugar-beets for general combining ability. *Journ. Amer. Soc. Sugarbeet Techn.* 1968;15(1):49-60.
3. Шевцов И.А. Использование инбридинга у растений. Киев, Наукова думка, 1983. С. 199.
4. Балков И.Я. ЦМС сахарной свеклы М.: Агропромиздат, 1990. 239 с.
5. Соколова Д.В. Создание и оценка самоопыленных линий раздельноплодной свеклы столовой. Санкт-Петербург, 2011. 23 с.
6. Тимакова Л.Н., Долгополова М.А. Инцухт линии свеклы. *Картофель и овощи*. 2015;(3):35-36.
7. Townsend C.O., Rittue E.E. The development of single-germ beet seed. *USDA Bureau Plant Indust. Bul.* 1905;(7):9-26.
8. Голев И.Ф. Раздельноплодные мутанты сахарной свеклы и факторы интенсификации их отбора в процессе селекции. Киев, 1991. 48 с.
9. Barocka K.H. Die Variabilität des Fruchtmerkmals Mehrblütigkeit von *Beta vulgaris* L. *Züchter Pflanzenzucht*. 1966;(56):377-388.
10. Богомолов М.А., Федулова Т.П., Ващенко Т.Г. Особенности наследования признака раздельноплодности у апомиктичных линий сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.). *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2016;2(49):74-82.
11. Ошевнев В.П., Грибанова Н.П., Васильченко Е.Н., Бердников Р.В. Стабилизация признака односемянности при создании компонентов гибридов сахарной свеклы. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018;20(2):186-191.
12. ГОСТ 32592-2013 Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортавые и посевные качества. Общие технические условия М.: Стандартинформ, 2014. 25 с.
13. Буренин В.И. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов. Ленинград, 1989. 165 с.
14. Корниенко А.В., Орлов С.Д. Закономерности проявления признака растительного организма. Рамонь, 2002. 80 с.
15. Лободин О.К. Наследование признака односемянности у сахарной свеклы и значение промежуточных форм по числу плодов форм в процессе селекции на односемянность. Киев, 1971. 28 с.
16. Малецкий С.И. О терминологии и классификации растений по признаку одно-многокостности. Однокостность свеклы. Эмбриология, генетика, селекция. Новосибирск: Наука, 1988. С.5-12.
17. Малецкий С.И. Эпигенетическое наследование признака раздельно-сростноцветковости у сахарной свеклы. Факторы экспериментальной эволюции организмов. Киев: КВЦ, 2004;(2):242-248.
18. Малецкий С.И. Эпигенетическая изменчивость признака раздельно-сростноцветковости у сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.). Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб, 2005. С.179-189.
19. Малецкий С.И. Энциклопедия рода *Beta*. Новосибирск. 2010. С.278-289.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
21. Балков И.Я. Селекция сахарной свеклы на гетерозис. М., 1978.

#### • References

1. Meister G.K. Inbreeding and its importance in the formative processes. Theoretical foundations of the doctrine of variability. *Selection guide. Issue 1*. M., 1936. 314 p. (In Russ.)
2. Oldemeyer R.K., Davis W., Bush H., Erichsen A. The evolution of and the use of the top-cross test as a method of selecting inbred lines of sugar-beets for general combining ability. *Journ. Amer. Soc. Sugarbeet Techn.* 1968;15(1):49-60.
3. Shevtsov I.A. The use of inbreeding in plants. Kiev, Naukova Dumka, 1983. P.199. (In Russ.)
4. Balkov I. Ya. CMS of sugar beet M.: Agropromizdat, 1990. 239 p. (In Russ.)
5. Sokolova D.V. Creation and evaluation of self-pollinated lines of dioecious can-teen beets. St. Petersburg, 2011. 23 p. (In Russ.)
6. Timakova L.N., Dolgopolova M.A. Inbreed beet lines. *Potatoes and vegetables*. 2015;(3):35-36. (In Russ.)
7. Townsend C.O., Rittue E.E. The development of single-germ beet seed. *USDA Bureau Plant Indust. Bul.* 1905;(7):9-26.
8. Golev I.F. Separate-fruited sugar beet mutants and factors of intensification of their selection in the selection process. Kiev, 1991. 48 p. (In Russ.)
9. Barocka K.H. Die Variabilität des Fruchtmerkmals Mehrblütigkeit von *Beta vulgaris* L. *Züchter Pflanzenzucht*. 1966;(56):377-388.
10. Bogomolov M.A., Fedulova T.P., Vaschenko T.G. Peculiarities of inheritance of the divorce trait in apomictic lines of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Voronezh State Agrarian University Bulletin*. 2016;2(49):74-82. (In Russ.)
11. Oshenev V.P., Gribanova N.P., Vasilchenko E.N., Berdnikov R.V. Stabilization of the single-seeded trait when creating components of sugar beet hybrids. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018;20(2):186-191. (In Russ.)
12. GOST 32592-2013 Seeds of vegetables, melons and gourds, fodder root crops and fodder cabbage. Varietal and sowing qualities. General technical conditions M.: Standardinform, 2014. 25 p. (In Russ.)
13. Burenin V.I. Methodical instructions for the study and maintenance of the world collection of root crops. Leningrad, 1989. 165 p. (In Russ.)
14. Kornienko A.V., Orlov S.D. Patterns of manifestation of a trait of a plant organism. Ramon, 2002. 80 p. (In Russ.)
15. Lobodin O.K. Inheritance of the single-seeded trait in sugar beets and the value of forms intermediate in the number of fruits in the process of selection for single-seededness. Kiev, 1971. 28 p. (In Russ.)
16. Maletskiy S.I. On the terminology and classification of plants on the basis of one-multiplicity. One sprout of beets. Embryology, genetics, breeding. Novosibirsk: Nauka, 1988. pp. 5-12. (In Russ.)
17. Maletskiy S.I. Epigenetic inheritance of the separate intergrowth trait in sugar beet. Trading posts of experimental evolutionary organisms. Kiev. 2004;(2):242-248. (In Russ.)
18. Maletskiy S.I. Epigenetic variability of the separate-inter-flowering trait in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Identified plant gene pool and breeding. SPb, 2005. P.179-189. (In Russ.)
19. Maletskiy S.I. Encyclopedia of the genus *Beta*. Novosibirsk. 2010. P.278-289. (In Russ.)
20. Dospekhov B.A. Field experiment technique. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)
21. Balkov I.Ya. Breeding sugar beets for heterosis. M., 1978. (In Russ.)

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-47-51>  
УДК 635.9:631.544

И.Н. Ворончихина,  
О.А. Шуклина\*,  
В.В. Ворончихин,  
А.Д. Аленичева,  
И.Н. Клименкова,  
В.Е. Квитко,  
С.В. Завгородний

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН)  
127276, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая, д.4

\*Автор для переписки:  
oashuklina@gmail.com

**Ключевые слова:** георгина культурная, сорт, декоративность, декоративные признаки

**Благодарности:** Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№ 19-119012390082-6). Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

**Для цитирования:** Ворончихина И.Н., Шуклина О.А., Ворончихин В.В., Аленичева А.Д., Клименкова И.Н., Квитко В.Е., Завгородний С.В. Перспективные сорта георгины культурной (*Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reis.) при выращивании на срезку в условиях защищенного грунта. *Овощи России*. 2021; (6):47-51. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-47-51>

**Поступила в редакцию:** 10.09.2021  
**Принята к печати:** 17.10.2021  
**Опубликована:** 25.11.2021

Irina N. Voronchikhina,  
Olga A. Shchuklina,  
Viktor V. Voronchikhin,  
Anastasia D. Alenicheva,  
Irina N. Klimentkova,  
Valeriya E. Kvitko,  
Sergey V. Zavgorodniy

Federal State Budgetary Institution of science Main Botanical Garden named after N. Tsitsin of Russian Academy of Sciences (GBS RAN)  
4, Botanicheskaya st.,  
Moscow, Russia, 127276

\*Corresponding Author:  
oashuklina@gmail.com

**Acknowledgments:** This work was carried out within the framework of the State Security Service of the Russian Academy of Sciences (No. 19-119012390082-6).

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

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

**For citations:** Voronchikhina I.N., Shchuklina O.A., Voronchikhin V.V., Alenicheva A.D., Klimentkova I.N., Kvitko V.E., Zavgorodniy S.V. Prospective varieties of dahlia cultural (*Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reis.) when growing for shearing in conditions of protected ground. *Vegetable crops of Russia*. 2021; (6):47-51. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-47-51>

**Received:** 10.09.2021  
**Accepted for publication:** 17.10.2021  
**Published:** 25.11.2021

# Перспективные сорта георгины культурной (*Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reis.) при выращивании на срезку в условиях защищенного грунта



## Резюме

**Актуальность.** По богатству окрасок, форм и размеров соцветий и относительной неприхотливости при выращивании, а также продолжительности цветения георгина культурная (*Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reis.) не знает равных. В основном данную цветочную культуру выращивают в открытом грунте и используют для озеленения территорий. Георгины, благодаря своей декоративности являются перспективной культурой для выращивания на срезку. Но рост объемов промышленного выращивания для срезки долгое время сдерживался двумя факторами - низкой продолжительностью жизни цветов в срезке, не пригодностью некоторых сортов георгины культурной для выращивания в условиях закрытого грунта, что значительно сокращает период активного цветения. Поэтому поиск и изучение сортов, отвечающих вышеупомянутым свойствам, является актуальной задачей.

**Материал и методы.** Материалом для исследования послужили 10 сортов *D. x cultorum*. Они относятся к разным группам георгин - шаровидные: Souvenir d'Été, The Voice, Jowey Winnie; декоративные - Orion, Café au Lait, Fleurel, Karma Чос и помпонные георгины: Little William, Cornel Bronze, Petra's Wedding. Все клубни были высажены в гряды фитотрона. Фенологические наблюдения за растениями проводили согласно Методике государственного сортоиспытания декоративных культур. В процессе вегетации определяли следующие показатели: наступление фенологических фаз развития, динамика роста растений, число и размер соцветий, длина цветоноса, продолжительность цветения.

**Результаты.** Было выявлено, что все изучаемые сорта георгины культурной обладают высокой декоративностью и пригодны для выращивания на срезку в условиях защищенного грунта. Выращивание растений в фитотроне позволяют получать качественную срезку практически на два месяца раньше, чем у георгин, выращенных в открытом грунте, а также иметь более продолжительное и обильное цветение. Было установлено, что сорт Café au Lait требует разработки индивидуальной для данного сорта технологии выращивания. Установлено, что сорт Fleurel по декоративности, размеру соцветия, длине цветоноса, времени наступления и продолжительности цветения превосходит другие изучаемые сорта. Существенным недостатком сорта является высокий рост. Самыми популярными среди флористов для срезки сортами оказались Fleurel, Petra's Wedding, Jowey Winnie и Little William. Было установлено, что все изучаемые сорта георгины культурной отличались не только декоративностью, но и стойкостью в вазе от 5 до 7 суток.

**Ключевые слова:** георгина культурная, сорт, декоративность, декоративные признаки

# Prospective varieties of dahlia cultural (*Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reis.) when growing for shearing in conditions of protected ground

## Abstract

**Relevance.** In terms of the richness of colors, shapes and sizes of inflorescences and relative unpretentiousness during cultivation, as well as the duration of flowering of a dahlia, the cultural has no equal. Basically, this flower crop is grown in the open field and used for landscaping areas. Dahlias, due to their decorative properties, are a promising crop for cutting. But the growth in the volume of industrial cultivation of cut dahlias has long been constrained by two negative factors - the low life expectancy of cut flowers, and the fact that not all varieties of cultivated dahlias are suitable for cultivation in greenhouses. Therefore, the search for varieties that meet the aforementioned properties is an especially urgent task.

**Material and methods.** The material for the study was 10 varieties of *Dahlia x cultorum* Dutch selection. They belong to different groups of dahlias - spherical: Souvenir d'Été, The Voice, Jowey Winnie; decorative - Orion, Café au Lait, Fleurel, Karma Choc and pompon dahlias: Little William, Cornel Bronze, Petra's Wedding. All tubers were planted in phytotron beds. Phenological observations of plants were carried out according to the Methodology of State Variety Testing of Ornamental Crops. During the growing season, the following indicators were determined: the onset of phenological phases of development, the dynamics of plant growth, the number and size of inflorescences, the length of the peduncle, the duration of flowering.

**Results.** It was found that all the studied varieties of cultural dahlias have a high decorative effect and are suitable for growing for cutting in greenhouse conditions. Growing plants in a phytotron allows you to get a high-quality cut almost two months ahead of time, as well as have a longer and more abundant flowering. It was found that the Café au Lait cultivar is not entirely suitable for cut cultivation in greenhouses or requires the development of cultivation technology that is individual for this cultivar. It was found that the Fleurel variety surpasses other studied varieties in terms of decorativeness, inflorescence size, peduncle length, onset time and flowering duration. A significant disadvantage of the variety is its high growth and fragility of the peduncles. The most popular cut varieties were Fleurel, Petra's Wedding, Jowey Winnie and Little William. It was found that the studied varieties of cultural dahlias were distinguished not only by high decorativeness, but also by high durability in a vase from 5 to 7 days.

**Keywords:** dahlia cultural, variety, decorative aspect, decorative signs

## Введение

Георгина культурная (*Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reis.) является одной из самых популярных цветочно-декоративных культур, которая благодаря своим непревзойденным декоративным свойствам часто используется при озеленении садов [1-3]. Гибридогенный вид – *D. variabilis* Desf. или *D. x cultorum* был получен в результате длительной гибридизации различных видов рода *Dahlia* и нашел широкое применение в цветоводстве. Благодаря стараниям двух самых больших обществ любителей георгин (Royal Horticultural Society's Garden, Великобритания и American Dahlia Society, США) в настоящее время официально зарегистрировано более 20 тыс. сортов георгин [4]. Международным органом регистрации сортов для рода *Dahlia* считается RHS, который регулярно выпускает список использованных названий сортов [5]. В связи с выведением новых сортов с оригинальной формой соцветий, георгины завоевывают все большее признание не только у садоводов, но и у флористов и декораторов [6-8]. Ученые разных стран уже обратили свое внимание на изучение ряда вопросов по улучшению «срезочных» сортов георгин для увеличения длительности транспортировки и вазостойкости срезанных цветов у конечного потребителя [9-11]. В то же время до сих пор остаются открытыми вопросы выращивания георгины в закрытом грунте, так как в некоторых странах, в том числе и в России, период активного цветения из-за сложных агрометеорологических условий иногда слишком короткий. И в большинстве случаев время окончания вегетации определяется началом первых заморозков, а не биологией сорта [12]. Поиск сортов, обладающих длительным сроком хранения в вазе (3-7 суток), при выращивании в закрытом грунте имеет важное значение. По мнению The American Dahlia Society, сорта, предназначенные для срезки, должны быть сильнорослыми, хорошо куститься от основания стебля, но при этом не давать большого количества боковых побегов. Кроме того, они должны иметь высокий цветонос и способность к длительной транспортировке без потерь декоративных качеств [13].

**Цель работы** изучение коллекции георгин отдела отдаленной гибридизации ГЭС РАН и определение биоморфологических и декоративных свойств для выявления наиболее перспективных сортов при выращивании на срезку в условиях защищенного грунта.

## Материалы и методы

Исследования проведены в отделе отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН в 2019 и 2020 годах. Интродукционные испытания прошли 30 сортов, из которых подробно были изучены 10 наиболее декоративных сортов георгины культурной.

В условиях защищенного грунта были подробно изучены следующие сорта:

**1. Souvenir d'Été** – относится к группе шаровидных георгин. Окраска соцветий имеет оранжевый, желтый, коралловый оттенки, в центре – более темные, чем по краям. Соцветие состоит из язычковых и трубчатых цветков. Язычковые цветки свернуты больше, чем наполовину в расширяющую сверху трубочку. Их кончики закруглены. Диаметр соцветия – 6-10 см. Высота растений около 90 см. Куст компактный. Автор: Verwer, Gebr. (Нидерланды), 1986 год [11].

**2. The Voice** – относится к группе шаровидных георгин. Высота растения до 100 см. Соцветия достигают в диамет-

ре 10-13 см, имеют ярко-лиловый оттенок, трубчатые цветки у основания в центре желтые.

**3. Orion** – относится к группе декоративных георгин. Имеет густо махровые соцветия с плоскими, широкими язычковыми цветками, слегка закругленными на концах. Окраска соцветий – розовая, кончики язычковых цветков насыщенного розово-фиолетового цвета. Диаметр соцветия – 10-15 см. Высота растения – 60-70 см. Автор: VEG Saatzucht / Zierpflanzen, Эрфурт (Германия), 1986 год [11].

**4. Café au Lait** – относится к группе декоративных георгин макси. На длинных, достигающих 1,5 м в высоту стеблях располагаются пышные крупные соцветия оттенка кофе с молоком. Соцветие может достигать 22 см в диаметре. Язычковые цветки бархатные, слегка закрученные, остро-конечные, отгибающиеся к стеблю. Листья овальные, крупные, темно-зеленые.

**5. Jowey Winnie** – имеет шаровидную форму соцветия. Диаметр соцветия до 10 см. Окраска розовая. Соцветие круглое из трубчатых цветков. Высота растения достигает 110 см. Отличается обильным и продолжительным цветением (рис. 1). Автор: Weyts, Jozer (Belgium), 2004 [11].

**6. Little William** – относится к группе помпонных георгин. Обильноцветущий сорт. Одновременно на растении может располагаться до 25 соцветий. Высота растения – 70-90 см. Соцветия двухцветные розово-белые, диаметром до 7-9 см. Автор: Bruidegom (Netherlands), 1954 год [11].

**7. Cornel Bronze** – относится к группе помпонных георгин. Соцветие имеет оранжево-медный оттенок, диаметром 7-10 см. Плоские язычковые цветки, слегка закрученные в трубочку, плотно прилегают друг к другу, образуя шар. Листья перистые, темно-зеленые, многочисленные. Куст мощный, пышный, стебли полые, высотой 90 см. Автор: Smits, P.K.J. (Netherlands), 2004 год [11].

**8. Petra's Wedding** – относится к группе помпонных георгин. Соцветие шаровидной формы, плотное и некрупное, до 8 см в диаметре. Окраска соцветия – ярко-белая со слегка зеленым пятном в центре. Высота растения достигает 70 см.

**9. Fleurel** – относится к группе декоративных георгин макси. Высота растения – 100 см, Диаметр соцветия – до 25 см. Цветение обильное и продолжительное, в течение всего лета до поздней осени. Соцветие представляет собой огромный белоснежный шар с многочисленными слегка заостренными язычковыми цветками (рис. 2). Автор: Lans-de Boer, van den (Netherlands), 1007 год [11].

**10. Karma Choc** – относится к группе декоративных георгин. Высота растения достигает 100 см. Размер соцветия 10-15 см. Соцветия темно-бордовой окраски, в центре практически черные, язычковые цветки бархатистые, широкие, слегка заостренные. Автор: Verwer, Gebr. (Нидерланды), 2005 год [11].

Современная классификация *D. x cultorum* носит условный характер, так как различные общества придерживаются своей классификации, однако все они составлены на основе формы и размера соцветия, высоты растений, формы и окраски лепестков [5, 13].

Посадку пророщенных клубней в фитотроне проводили в третьей декаде апреля в заранее подготовленные гряды. Расстояние между растениями в ряду – 60 см, между рядами – 70 см. Для опытов использовали клубни размера I и II (масса составляет не менее 50-100 г). Клубни такого размера образуют больше побегов, поскольку имеют больше ростовых почек. При посадке в грунт было внесено ком-



Рис. 1. Соцветие георгины Jowey Winnie  
Fig. 1. Dahlia inflorescence Jowey Winnie



Рис. 2. Соцветие георгины Fleurel  
Fig. 2. Dahlia cv. Fleurel

плексное удобрение «Азофоска» с содержанием NPK 16:16:16. Со второй половины вегетации была проведена однократная корневая подкормка монофосфатом калия, а также еженедельная подкормка водорастворимым комплексным удобрением Акварин 1 с содержанием NPK 7:11:30. Для профилактики распространения болезней и вредителей посадки были однократно обработаны фунгицидом Квадрис (д.в. азоксистробин) и каждые четыре недели инсектицидом Актара (д.в. тиаметоксам). Для увеличения размеров соцветий и ускорения цветения проводили пасынкование.

Все фенологические наблюдения проводили согласно Методике государственного сортоиспытания декоративных культур [15, 16, 17]. В течение вегетации определяли следующие показатели: наступление фенологических фаз развития, динамика роста растений, число и размер соцветий, длина цветоноса, продолжительность цветения.

### Результаты и обсуждение

Данные фенологических наблюдений представлены в таблице 1. Посадка клубней георгин в течение двух лет проведения опыта осуществлялась в период с 27.04 по 30.04. Начало бутонизации у всех сортов было отмечено в первой

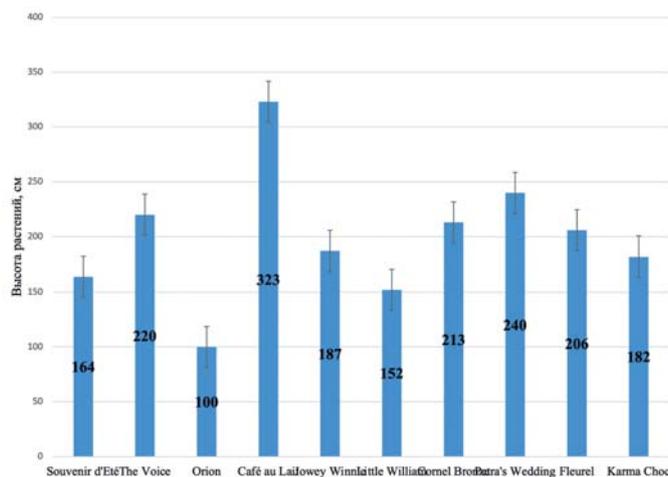
половине июня. Цветение наступало на 10-15 суток после начала бутонизации. Самым ранним цветением отличались следующие сорта: Fleurel, Jowey Winnie, Karma Choc, Little William и Souvenir d'Été.

Продолжительность цветения – это один из самых важных показателей при выращивании георгины культурной на срезку. Он определяется погодными условиями, а также индивидуальными особенностями сорта. Наши исследования показали, что все изучаемые сорта георгины культурной имели высокую продолжительность цветения, которая составляла более 120 суток. Наибольшая продолжительность была отмечена у сортов: Fleurel, Café au Lait, Jowey Winnie и Karma Choc. Дату окончания цветения 26.10 устанавливали самостоятельно, срезая вегетативные части растений, давали возможность клубням вызреть и перейти в состояние покоя для их своевременной закладки на зимнее хранение. Кроме того, время срезки георгин обусловлено снижением качества цветка.

Выращивание *D. x cultorum* в условиях фитотрона позволяет провести более раннюю высадку клубней, и тем самым ускорить сроки получения цветочной срезки, а также иметь более продолжительное цветение (вплоть до ноября), поскольку в условиях защищенного грунта нет вероятности поражения растений первыми заморозками.

Таблица 1. Фенологические наблюдения (среднее за 2019-2020 годы)  
Table 1. Phenological observations (average for 2019-2020)

№ п/п	Сорт	Дата высадки	Бутонизация	Начало цветения	Окончание цветения	Продолжительность цветения, сутки
1	Souvenir d'Été	28.04	08.06	21.06	26.10	128
2	The Voice	30.04	12.06	24.06	26.10	125
3	Orion	30.04	10.06	22.06	26.10	127
4	Café au Lait	28.04	15.06	24.06	26.10	125
5	Jowey Winnie	27.04	07.06	19.06	26.10	130
6	Little William	29.04	10.06	21.06	26.10	128
7	Cornel Bronze	30.04	13.06	24.06	26.10	125
8	Petra's Wedding	29.04	10.06	25.06	26.10	126
9	Fleurele	26.04	05.06	15.06	26.10	133
10	Karma Choc	28.04	10.06	20.06	26.10	129



**Рис. 3. Высота сортов георгины культурной в период цветения (в среднем за 2019-2020 годы)**  
**Fig. 3. Height of cultivars of cultivated Dahlia during the flowering period (on average for 2019-2020)**

Высота растений также имеет важное значение, поскольку при выращивании георгины на срезку определяющим признаком является длина цветоноса. В наших исследованиях при выращивании георгины культурной в комфортных условиях фитотрона все изучаемые сорта не просто превысили заявленную производителем высоту, а проявился весь возможный потенциал растений по данному признаку (рис. 3).

Все изучаемые сорта георгины культурной, согласно классификации, принятой для деления георгины по высоте, можно отнести к высокорослым (высота более 120 см) [10]. Исключение составил только сорт Orion, который относится к группе среднерослых (высота 90-120 см). Однако в условиях фитотрона реальная высота растений иногда превышала в 2-3 раза заявленные характеристики. Сорт Café au Lait достиг высоты 323 см, что значительно усложнило уход и срезку цветоносов.

При оценке декоративности одним из основных признаков является размер соцветий. В наших опытах наибольшим размером обладал сорт Fleurel, который относится к крупноцвет-

ковым георгинам. Диаметр его белых соцветий превысил заявленный в описании сорта размер и в среднем составил 25 см (табл.2, рис.2). Сорт Café au Lait, который также принадлежит к группе георгин Макси, несмотря на гигантские размеры вегетативной массы растения, к сожалению, не сформировал ожидаемых крупных соцветий (максимальный диаметр составил 15 см). По количеству соцветий на растении данный сорт также показал неудовлетворительный результат. Возможно это связано с тем, что сорт Café au Lait является более поздним сортом по сравнению с другими, обладает крупными листьями, которые нуждаются в интенсивном освещении и определенной длине дня.

По числу соцветий на растении следует отметить сорта Little William (23 шт.) и Petra's Wedding (25 шт.). В целом большинство изучаемых сортов достаточно обильно закладывали соцветия, что говорит об их хорошей приспособленности к выращиванию к условиям защищенного грунта.

Высота цветоноса также является важным показателем при выборе использования сорта – в качестве срезки. В наших исследованиях максимальной высотой цветоноса обладали сорта Café au Lait, Fleurel и Karma Choc. В целом, все сорта в опыте сформировали достаточно длинный цветонос (в среднем 45,5 см), что позволяет нам рекомендовать их для выращивания на срезку.

При выборе перспективных сортов для срезки большое значение имеет окраска соцветий. В нашем эксперименте 8 сортов формировали одноцветные соцветия, а 2 – двухцветные. Все изучаемые сорта отличались высокой декоративностью, формируя соцветия ярких и чистых тонов.

Самыми популярными для срезки сортами оказались Fleurel, Petra's Wedding, Jowey Winnie и Little William. Все изученные нами сорта отличались не только декоративностью, но и высокой стойкостью срезанных цветов в вазе от 5 до 7 суток.

**Таблица 2. Биоморфологическая оценка сортов георгины культурной (в среднем за 2 года исследования)**  
**Table 2. Biomorphological assessment of cultivars of Dahlia x cultorum (on average for 2 years of research)**

Сорт	Длина цветоноса, см	Количество соцветий на растении, шт.	Диаметр соцветия, см	Окраска соцветия	Окраска листьев
Souvenir d'Eté	34	13	7	ярко-оранжевая	светло-зеленая
The Voice	36	10	15	ярко-розовая, центр соцветия желтый	зеленая
Orion	40	9	9	розово-фиолетовая	зеленая
Café au Lait	60	5	16	нежно-розовый	темно-зеленая
Jowey Winnie	45	9	10	розовая	темно-зеленая
Little William	44	23	9	розово-белая	зеленая
Cornel Bronze	43	14	7	ярко-красная	темно-зеленая
Petra's Wedding	40	25	9	белая	светло-зеленая
Fleurel	57	9	25	белая	темно-зеленая
Karma Choc	56	9	12	темно-бордовая	темно-зеленая
HCP <sub>05</sub>	17,3	8,3	7,7	-	-

**Заключение**

Все изучаемые сорта *D. x cultorum* обладают высокой декоративностью и практически все пригодны для выращивания на срезку в условиях защищённого грунта. Выращивание растений в фитотроне позволяют получать качественную срезку за счет ранней высадки практически на два месяца раньше, а также иметь более продолжительное и обильное цветение.

Сорт Café au Lait нуждается в более интенсивном освещении и большей площади питания из-за крупного габитуса растений.

Беспорным фаворитом по декоративности, размеру соцветия, длине цветоноса, времени наступления и продолжительности цветения из декоративных георгинов

является крупноцветковый сорт Fleurel. Одним из недостатком является чрезмерно высокий рост вегетативной части в условиях защищенного грунта, что затрудняет уход и срезку цветоносов. Для сохранения цветоносов требуются дополнительные усилия и средства для установки опорных конструкций.

Было выявлено, что наибольшее количество соцветий на растении закладывают сорта, относящиеся к группе помпонных георгинов – Little William и Petra's Wedding.

Самыми популярными для срезки являлись: Fleurel, Petra's Wedding, Jowey Winnie и Little William. Все изучаемые сорта отличались не только высокой декоративностью, но и стойкостью срезанных цветов в вазе от 5 до 7 суток.

**Об авторах:**

**Ирина Николаевна Ворончихина** – научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-0639-2709>

**Ольга Александровна Щуклина** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, автор для переписки, [oashuklina@gmail.com](mailto:oashuklina@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-3775-6077>

**Виктор Викторович Ворончихин** – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-5763-0877>

**Анастасия Дмитриевна Аленичева** – младший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-3479-5994>

**Ирина Николаевна Клименкова** – научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-9370-4442>

**Валерия Евгеньевна Квитко** – младший научный сотрудник <https://orcid.org/0000-0001-8337-5032>

**Сергей Владимирович Завгородний** – научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-8264-4499>

**About the authors:**

**Irina N. Voronchikhina** – Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-0639-2709>

**Olga A. Shchuklina** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Corresponding Author, [oashuklina@gmail.com](mailto:oashuklina@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-3775-6077>

**Viktor V. Voronchikhin** – Cand. Sci. (Agriculture), Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-5763-0877>

**Anastasia D. Alenicheva** – Junior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-3479-5994>

**Irina N. Klimenkova** – Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9370-4442>

**Valeriya E. Kvitko** – Junior Researcher <https://orcid.org/0000-0001-8337-5032>

**Sergey V. Zavgorodniy** – Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-8264-4499>

**• Литература**

1. Денисова С.Г., Миронова Л.Н. Интродукция георгинов в Башкирии. *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии*. 2007;(6):246-247.
2. Щуклина О.А., Ворончихина И.Н., Аленичева А.Д., Клименкова И.Н., Ворончихин В.В., Завгородний С.В. Особенности производственного выращивания и требования к свежим срезанным цветам в РФ. *Овощи России*. 2020;(6):126-129. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-126-129>.
3. Видехина Е.Л. Георгины: научно-популярное издание. М.: Армада-пресс. 2001. 32 с.
4. Макогон И.В. Коллекция *Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reis. в Донецком ботаническом саду: формирование, современное состояние, перспективы. *Промышленная ботаника*. 2019;(19):58-63.
5. The Royal Horticultural Society; [обновлено 30 августа 2021; процитировано 3 сентября 2021] Доступно: <https://www.rhs.org.uk/>
6. Миронова Л.Н., Воронцова А.А., Шипаева Г.В. Итоги интродукции и селекции декоративных травянистых растений в Республике Башкортостан. М.: Наука. 2006. 47 с.
7. Schneck K.K., Boyer C.R., Miller C.T. Supraoptimal Root-zone Temperatures Affect Dahlia Growth and Development. *Hort Technology*. 2021:1-12. [doi.org/10.21273/HORTTECH04896-21](https://doi.org/10.21273/HORTTECH04896-21)
8. Marina L.J. Cultivation of the Dahlia. *Cultivos Tropicales*. 2015;(36):103-110.
9. Azuma M., Onozaki T., Ichimura K. Difference of ethylene production and response to ethylene cut flowers of dahlia (*Dahlia variabilis*) cultivars. *Scientia Horticulturae*. 2020;(273):109635 DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109635
10. Onozaki T., Azuma M. Breeding for Long Vase in Dahlia (*Dahlia variabilis*) Cut Flower. *The Horticulture Journal*. 2019;(88):521-534. DOI: 10.2503 / hortj.UTD-091.
11. Bergmann B., Ahmad I., J. Dole. Benzyladenine and gibberellic acid pulses improve flower quality and extend vase life of cut dahlias. *Canadian Journal of Plant Science*. 2019;99(1):97-101. DOI: 10.1139/CJPS-2018-0126
12. Гуревич А.С. Хронологические закономерности онтогенетических изменений роста и фотосинтеза георгины культурной (*Dahlia x cultorum*). *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2010;(6):43-50.
13. Dahlia.org; 2021 [обновлено 1 сентября 2021; процитировано 5 сентября 2021] Доступно: <https://www.dahlia.org/>
14. Dahlia catalog; 2021 [обновлено 1 сентября 2021; процитировано 5 сентября 2021] Доступно: <http://www.dahlie.net>
15. Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. М.: Изд-во Мин-ва сельского хозяйства РСФСР. 1960. 86 с.
16. Манцева А.Е. Методика сравнительной сортооценки декоративных культур. *Тенденции развития науки и образования*. 2020;(63-1):14-18.
17. Ханбабаева О.Е., Орлова Е.Е. Методика сравнительной сортооценки декоративных культур. *Научная жизнь*. 2020;(6):734-742.

**• References**

1. Denisova S.G., Mironova L.N. Introduction of dahlias in Bashkiria. *Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia*. 2007;(6):246-247. (In Russ.)
2. Shchuklina O.A., Voronchikhina I.N., Alenicheva A.D., Klimenkova I.N., Voronchikhin V.V., Zavgorodny S.V. Characteristics of industrial cultivation and requirements to fresh cut flowers in the Russian Federation. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(6):126-129. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-126-129>
3. Videkhina E.L. Dahlias: Popular Science Edition. M.: Armada-press. 2001. 32 p. (In Russ.)
4. Makogon I. V. Collection *Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reis. in the Donetsk Botanical Garden: formation, current state, prospects. *Industrial botany*. 2019;(19):58-63 (In Russ.)
5. The Royal Horticultural Society; [updated August 30, 2021; quoted September 3, 2021] Available: <https://www.rhs.org.uk/>
6. Mironova L.N., Vorontsova A.A., Shipaeva G.V. Results of the introduction and selection of ornamental herbaceous plants in the Republic of Bashkortostan. M.: Science. 2006. 47 p. (In Russ.)
7. Schneck K.K., Boyer C.R., Miller C.T. Supraoptimal Root-zone Temperatures Affect Dahlia Growth and Development. *Hort Technology*. 2021:1-12. [doi.org/10.21273/HORTTECH04896-21](https://doi.org/10.21273/HORTTECH04896-21)
8. Marina L.J. Cultivation of the Dahlia. *Cultivos Tropicales*. 2015;(36):103-110.
9. Azuma M., Onozaki T., Ichimura K. Difference of ethylene production and response to ethylene cut flowers of dahlia (*Dahlia variabilis*) cultivars. *Scientia Horticulturae*. 2020;(273):109635 DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109635
10. Onozaki T., Azuma M. Breeding for Long Vase in Dahlia (*Dahlia variabilis*) Cut Flower. *The Horticulture Journal*. 2019;(88):521-534. DOI: 10.2503 / hortj.UTD-091.
11. Bergmann B., Ahmad I., J. Dole. Benzyladenine and gibberellic acid pulses improve flower quality and extend vase life of cut dahlias. *Canadian Journal of Plant Science*. 2019;99(1):97-101. DOI: 10.1139/CJPS-2018-0126
12. Gurevich A.S. Chronological regularities of ontogenetic changes in the growth and photosynthesis of the cultural dahlia (*Dahlia x cultorum*). *News of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2010;(6):43-50. (In Russ.)
13. Dahlia.org; 2021 [updated September 1, 2021; quoted September 5, 2021] Available: <https://www.dahlia.org/>
14. Dahlia catalog; 2021 [updated September 1, 2021; quoted September 5, 2021] Available: <http://www.dahlie.net>
15. Methodology for state variety testing of ornamental crops. M., 1960. 86 p. (In Russ.)
16. Mantseva A.E. Methodology for comparative assessment of ornamental crops. *Trends in the development of science and education*. 2020;(63-1):14-18. (In Russ.)
17. Khanbabayeva O.E., Orlova E.E. Methodology for comparative assessment of ornamental crops. *Scientific life*. 2020;(6):734-742. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-52-57>  
УДК 635.9:631.526.32

Л.М. Шило,  
И.Т. Ушакова\*,  
Г.Д. Левко

Федеральное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» 143072, Россия, Московская обл., Одинцовский район, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14

\*Автор для переписки:  
ushakova\_irinka@rambler.ru

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

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

**Для цитирования:** Шило Л.М., Ушакова И.Т., Левко Г.Д. Новый сорт лихниса корончатого (*Lychnis coronaria* (L.) Murray ex Desr.) Малиновый Рассвет селекции ФГБНУ ФНЦО. *Овощи России*. 2021;(6):52-57. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-52-57>

**Поступила в редакцию:** 01.10.2021  
**Принята к печати:** 28.10.2021  
**Опубликована:** 25.11.2021

Larisa M. Shilo,  
Irina T. Ushakova\*,  
Gennady D. Levko

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

\*Corresponding Author:  
ushakova\_irinka@rambler.ru

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

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

**For citations:** Shilo L.M., Ushakova I.T., Levko G.D. New variety of the *Lychnis coronaria* (L.) Murray Ex Desr. Malinovy Rassvet selected by FSBSI FSVC. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):52-57. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-52-57>

**Received:** 01.10.2021  
**Accepted for publication:** 28.10.2021  
**Published:** 25.11.2021

# Новый сорт лихниса корончатого (*Lychnis coronaria* (L.) Murray ex Desr.) Малиновый Рассвет селекции ФГБНУ ФНЦО



## Резюме

**Актуальность и материал исследований.** Лихнис корончатый – многолетнее травянистое растение, обладающее высокой декоративностью, с продолжительным цветением на второй, третий год вегетации. Опушённые листья образуют красивые розетки. Растение нетребовательное к условиям произрастания. Материалом исследований служила сортопопуляция лихниса корончатого. Изучение проводили в открытом грунте Московской области в 2014-2021 годах на опытных участках сектора цветочных культур ФГБНУ ФНЦО.

**Результаты.** Выделена наиболее выровненная по декоративным признакам форма – ЛК 1-21 с высокой семенной продуктивностью соцветий, декоративностью и зимостойкостью. Проведено сортоиспытание и предварительное размножение перспективного сортообразца лихниса корончатого. Данный сортообразец передан в ФГБУ "Госсорткомиссия" в 2021 году под названием Малиновый Рассвет. Такие признаки как «высота растения», «диаметр куста», «число декоративных побегов», «диаметр цветка», имели низкое или среднее значение варьирования, что характеризует данный образец как наиболее выровненный. Таким образом, лихнис корончатый сорта Малиновый Рассвет рекомендован к выращиванию и использованию в декоративных целях. Листья и яркая окраска цветков обеспечивают контраст многолетним бордюрам и клумбам. Хорошо смотрится как в одиночных, так и групповых посадках, а также в срезке. Выращивается как недолговечный многолетник. Основные достоинства сорта – стойкость окраски цветков при выгорании на солнце, устойчивость к болезням и вредителям, высокая семенная продуктивность.

**Ключевые слова:** лихнис корончатый, новый сорт, селекция.

# New variety of the *Lychnis coronaria* (L.) Murray Ex Desr. Malinovy Rassvet selected by FSBSI FSVC

## Abstract

**Relevance and methodology.** *Lychnis coronaria* is a perennial herbaceous plant with high decorative properties, with prolonged flowering in the second or third year of vegetation. The pubescent leaves form beautiful rosettes. The plant is undemanding to the growing conditions. The research material was the varietal population of *Lychnis coronaria*. The study was carried out in the open ground of the Moscow region (2014-2021) on experimental plots of the flower crops sector of the FSBSI FSVC.

**Results.** The most aligned form according to decorative features was identified – LC 1-21 with high seed productivity of inflorescences, decorative and winter hardiness. A variety testing and preliminary reproduction of a promising cultivar of *Lychnis coronaria* was carried out. This variety was transferred to the FSBI "State Export Commission" in 2021 under the name "Malinovy Rassvet". Such signs as "plant height", "bush diameter", "number of ornamental shoots", "flower diameter" had a low or average variation value, which characterizes this sample as the most aligned. Thus, the cv. "Malinovy Rassvet" of *Lychnis coronaria* is recommended for cultivation and use for decorative purposes. The leaves and the bright color of the flowers provide a contrast to the perennial borders and flower beds. It looks good both in single and group plantings, as well as in cutting. It is grown as a short-lived perennial. The main advantages of the variety are the color fastness of flowers when burned out in the sun, resistance to diseases and pests, high seed productivity.

**Keywords:** *Lychnis coronaria*, new variety, selection.

## Введение

**Л**ихнис корончатый или горицвет кожистый (*Lychnis coronaria* (L.) Murray ex Desr.), включён в род Зорька (*Lychnis*) семейства Гвоздичные (*Caryophyllaceae*). По другой классификации относится к роду Смолёвка (*Silene*), ранее включался в род Горицвет (*Coronaria*). Естественный ареал произрастания – Закавказье, Крым, Молдова, Средняя Азия, в качестве декоративного садового растения выращивается в Европе и Северной Америке. [1]. Род включает около 50 видов, среди них встречаются растения с белыми, розовыми, ярко-оранжевыми, желтоватыми и ярко-красными соцветиями [2].

Название этого растения происходит от греческого слова *lychos*, что означает «лампа» («фонарь»), то есть излучает свет, исходящий от красивых соцветий, которые могут украсить любое садовое пространство. Листья образуют аккуратные розетки, они узкие, опушённые, чаще вечнозелёные. К почве не требователен, переносит холодные зимы, засушливое лето, требует хорошего дренажа, выдерживает тень. В основном растёт как недолговечный многолетник, легко переносит пересадку [3]. Розетки мягких серебристо-серых листьев хорошо контрастируют с яркими пурпурными соцветиями. Его можно выращивать как пограничное растение или как часть смешанной многолетней экспозиции. Слово *sooparia* означает «корона», как основание «лампы» в виде плотных, густоопушённых листьев [4].

Лихнис корончатый – многолетнее травянистое растение, высотой до одного метра. Всё растение имеет густое опушение, за счет которого имеет серебристо-сизую окраску. Цветки чаще ярко-малиновой, но встречаются белой и розовой окрасок, на длинных цветоножках, собраны в щитковидные соцветия на концах стеблей. Период цветения у лихниса корончатого – с конца июня до начала августа. Плод – многоорешек. Семена серо- и темно-коричневой окраски, мелкие [5, 6, 7].

Лихнис гармонично вписывается в уже существующий садовый или парковый дизайн, эффектно смотрится при применении как одиночно, так и в групповых посадках. Опушённые листья придают растению особую декоративность.

Цветение у лихниса корончатого возможно только на второй год [8]. Он выглядит ажурным, за лето успевает вырасти много разветвленных побегов. До поздней осени растения лихниса остаются декоративными и привлекательными. Единичные цветки образуются до самых заморозков.

Растение довольно стойко переносит пониженные температуры и морозы, поэтому укрытие ему не требуется. После того, как с приходом осени листья и побеги начинают желтеть и увядать, их срезают до поверхности грунта [9].

Лихнис корончатый обладает и лекарственными свойствами. Так, он относится к числу растений, которые содержат экидистероиды, биологически активные вещества, обладающие способностью изменять гомеостаз организма, они используются для предупреждения болезней и поддержания иммунного статуса у человека [10, 11]. Однако это растение имеет вторичное значение из-за своей малой распространённости во флоре России [12].

В результате проведенного фитохимического изучения сырья, было установлено, что в его состав входят фенольные соединения, в частности флавоноиды и гидроксикоричные кислоты, также идентифицировано содержание рутина и кверцетина [13]. Показаны противоастматические эффекты *Lychnis coronaria* за счет снижения гиперре-

активности бронхов, а также клеточных и молекулярных маркеров воспаления дыхательных путей и иммунитета, подтверждено терапевтическое преимущества этого растения при бронхиальной астме [14]. Таким образом, сырье этого растения является перспективным материалом для изготовления препаратов в лечении широкого спектра заболеваний, как противоопухолевого, антимикробного, антиоксидантного, общеукрепляющего, гепатопротекторного действия [15, 16].

Привлекательность лихниса заключается в кажущейся сложности развития растения. Его ключевой особенностью является симподиальное ветвление, эта структура возникает в результате активности верхушек побегов, которые дают начало цветку в конечном положении и создают пару новых боковых вершин, повторяющееся до порогового возраста растения [17].

Лихнис практически устойчив к болезням, но при видимых поражениях на листьях и стеблях, которые потемнели и засохли, был обнаружен возбудитель, который был выделен и идентифицирован как *Rhizoctonia solani* [18]

Селекция и семеноводство декоративных культур в России в последнее время находится не в самой лучшей форме. Поэтому работа в этом направлении всегда будет оставаться актуальной и иметь свое высокое производственное значение.

У лихниса корончатого есть свои почитатели среди садоводов любителей и профессиональных ландшафтных архитекторов, в связи увеличением популярности «малых уходовых» садов, так как он обладает высокой и продолжительной декоративностью, хорошо смотрится как в одиночных, так и групповых посадках, срезке, прост в уходе и легко размножается семенами.

На данный момент сортов отечественной селекции нет, на рынке представлены лишь иностранные сорта (*Angels Blush* – с бело-розовыми цветками, *Atrosanguinea* – малиновой окраски, *Alba* – белой).

## Цель, материалы и методы исследований

Целью данной работы являлось создание сорта лихниса корончатого с высокой декоративностью и комплексом хозяйственно ценных признаков. Исходным материалом послужил селекционный образец с ярко-малиновой окраской цветка. При отборе учитывался размер цветка, яркость окраски и структура соцветия. Исследования проводили в условиях открытого грунта Московской области, на опытном участке сектора селекции и семеноводства цветочных культур ФГБНУ ФНЦО, начиная с 2014 года. Первичную оценку данного образца проводили по морфологическим, биологическим, хозяйственно ценным признакам [19]. В работе использованы методические рекомендации по элитному семеноводству, апробации посевов и сортоизучению цветочных культур [20].

## Агротехника лихниса корончатого

В условиях Подмосквья лихнис корончатый выращивали через рассаду. Семена высевали в ящики (март), наполненные смесью, состоящей из торфа и перлита. Глубина заделки семян 0,5 см, при температуре +20...+25°C. Всходы появляются на 5-10 сутки, через неделю сеянцы пикировали в кассеты (апрель). Высадка в открытый грунт во второй половине мая при высоте рассады 7-8 см. В период вегетации проводили четырехкратную прополку сорняков и рыхление междурядий. Зимуют

растения без укрытия. Весной (2,3-й годы вегетации) по талому снегу проводили первую подкормку минеральными удобрениями, в период бутонизации – вторую, фосфорными и калийными удобрениями, прополки и рыхления – по мере необходимости, во время созревания семян все вызревшие побеги срезали. После подсушивания вороха проводили обмолот, при этом использовали молотилку, а затем очищали на семяочистительной машине «Пектус».

## Результаты исследований и их обсуждение

Проведена работа по улучшению исходной популяции лихниса корончатого путём применения индивидуального отбора. Выделена наиболее выровненная по декоративным признакам форма – ЛК 1-21 с высокой семенной продуктивностью соцветий, декоративностью и зимостойкостью. Проведено сортоиспытание и предварительное размножение перспективного сортообразца лихниса корончатого. Данный сортообразец передан в ФГБУ "Госсорткомиссия" в 2021 году под названием Малиновый Рассвет (рис. 1).



Рис. 1. Лихнис корончатый Малиновый Рассвет  
Fig. 1. *Lychnis coronaria* Malinovy Rassvet

Предварительные фенологические наблюдения за проявлением основных декоративных признаков в течение нескольких репродукций показали, что растения лихниса корончатого выровнены по высоте, компактности куста и по окраске цветка. Примесей не обнаружено. После обработки этих образцов в 2019 году были отобраны элитные сеянцы и выделены растения с высокими декоративными признаками. Наблюдения проводили в течение последующих трех лет. Данные представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы, такие признаки как «высота растения», «диаметр куста», «число декоративных побегов», «диаметр цветка», имели низкое или среднее значение варьирования, что характеризует данный образец как выровненный, по сравнению с контрольным вариантом (исходная форма) [21]. Окраска цветков – ярко-малиновая.

В первый год вегетации у лихниса происходит закладка и формирование куста. На второй год вегетации показатели признаков «высота, диаметр куста», «число декоративных побегов», «число цветков на растении» увеличиваются. В этот период заканчивается этап формирования



Рис. 2. Растение первого года вегетации  
Fig. 2. Plant the first year of vegetation

Таблица. Изменчивость основных декоративных признаков у лихниса корончатого (2019-2021годы)  
Table. Variability of the main decorative features in *Lychnis coronaria* L. (2019-2021)

Год вегетации	Признаки							
	высота растения, см		диаметр куста, см		число декоративных побегов, шт.		диаметр цветка см	
	X±Sx	V,%	X±Sx	V,%	X±Sx	V,%	X±Sx	V,%
1 год вегетации, 2019	11,7±1,6	13,3	19,3±3,2	16,5	-	-	-	-
2 год вегетации, 2020	63±6,4	10,1	52,6±4,9	9,4	31,6±3,7	11,7	2,6±0,16	6,0
3 год вегетации, 2021	70,4±2,5	3,5	52,2±4,6	8,8	36,3±4,8	13,3	2,4±0,12	5,0
Контроль, селек. отбор (2 год вегетации)	60±9,2	16,6	50,4±8,9	17,6	31,6±6,7	21,2	2,3±0,14	6,1



**Рис. 3. Строение цветка**  
**Fig. 3. The structure of the flower**

куста. В третий год вегетации увеличивается высота куста в пределах 10 см, остальные показатели признаков «диаметр куста», «число декоративных побегов», «диаметр цветка» остаются прежними.

По содержанию антиоксидантов, полифенолов и антоцианов в соцветиях лихниса корончатого исследования проводили в лабораторно-аналитическом центре ФГБНУ ФНЦО. Так, в соцветиях лихниса во время цветения содержится антиоксидантов АОА – 16,4 мг-экв. ГК/г с.м., полифенолов – 13,8 мг-экв. ГК/г с.м., антоцианов – 4,3 мг/100 г. Антоцианы – окрашенные растительные гликозиды, относящиеся к флавоноидам. Они находятся в растениях, обуславливая их разнообразную окраску. Антоцианы, присутствующие у лихниса, в большом количестве находятся в соцветиях. Красная ярко-малиновая окраска цветка обусловлена содержанием антоцианов – пеларгонина и цианидина [22, 23].

Морфологические и биологические признаки сорта. В первый год вегетации растения лихниса корончатого сорта Малиновый Рассвет образуют только прикорневую розетку листьев. Куст шириной до 30 см (рис.2). В этой фазе растения уходят под зиму, сохраняя зелёные листья.

Растения второго и третьего года вегетации лихниса корончатого имеют высоту 60-65 см, диаметр куста – 35 см, с многочисленными прямостоячими побегами. Нижние листья продолговато-эллиптические, черешковые, верхние – сидячие, ланцетной формы, заостренные,

светло-зелёной окраски. Расположение листьев супротивное, по обеим сторонам шершавоопушенные (покрытые серовато-белым опушением). Стебель и лист по краю средней жилки с нижней стороны волосистые. Край листовой пластинки цельный. Форма цветка актиноморфная. Цветок имеет пять сросшихся чашелистиков, пять лепестков, один пестик, пять коротких и пять длинных тычинок (рис. 3).

Основная окраска верхней стороны цветка ярко-малиновая, с небольшими светлыми разводами в центре цветка. Окраска верхней стороны лепестка RHS Colour Chart (цветовая шкала RHS) – 71A PURPLE GROUP, нижней стороны лепестка – 71B PURPLE GROUP.

Размер цветка – 2,5x2,5 см (рис. 4). Соцветия щитковидной формы (рис. 5).



**Рис. 4. Цветок лихниса корончатого**  
**Fig. 4. Flower of Lychnis coronaria**



**Рис. 5. Соцветие лихниса корончатого**  
**Fig. 5. Inflorescence of Lychnis coronaria**



**Рис. 6. Общий вид растения лихниса корончатого сорта Малиновый Рассвет**  
**Fig. 6. General view of the plant *Lychnis coronaria* Malinovy Rassvet**



**Рис. 7. Семена лихниса корончатого**  
**Fig. 7. Seeds of *Lychnis coronaria***

Корневая система мочковатая (рис.6), корень уходит в почву на глубину до 15-20 см.

Культура обладает высокой декоративностью, образует плотный куст. Цветение продолжительное (с конца июня по первую декаду августа). Для продления периода цветения необходимо периодически удалять отцветшие цветки. После сбора семян на второй и третий годы вегетации срезается надземная часть растения до прикорневой розетки.

Растение достаточно засухоустойчиво, но при отсутствии влаги его необходимо поливать, совмещая с подкормками, которые проводят дважды за сезон: во время весенней вегетации комплексными удобрениями с преобладанием азота, а после срезки зеленой массы – с преобладанием калия. Размножают лихнис семенами. Сорт зимостоек. Растения хорошо развиваются в климатических условиях Нечерноземья. На одном растении во второй год вегетации образуется до 31 основных одревесневших побегов, каждый из которых в свою очередь, образует до 8 цветоносов, каждый цветонос заканчивается соцветием щиток, в котором образуется от 2 до 5 цветков (до 700 шт.). На третий год вегетации образуется до 36 основных одревесневших побегов (до 900 шт.).

Семена мелкие, серо-коричневой окраски и фасовидной формы (рис. 7). Растения лихниса корончатого отличаются высокой семенной продуктивностью. Масса 1000 семян – 0,5 г. В 1 г содержится до 1600 семян. Проведенная оценка сорта показала, что семенная продуктивность составляет от 18 до 20 г/растение.

Выращивать лихнис корончатый на одном месте целесообразно в течение трех лет. В дальнейшем он теряет свою декоративность, и посадки рекомендуется обновлять. Рекомендуемое расстояние при групповой посадке в грунт – 30 х 30 см.

Сорт практически не поражается болезнями и вредителями. При неправильном уходе и чрезмерном увлажнении грунта есть опасность появления на листьях ржавчины и пятнистости. Из вредителей очень редко встречаются листовёртки, тля и паутинный клещ.

### Закключение

Сорт рекомендован к использованию в декоративных целях. Листья и яркая окраска цветков обеспечивают контраст многолетним бордюрам и клумбам. Хорошо смотрится как в одиночных, так и групповых посадках, а также в срезке. Выращивается как недолговечный многолетник.

Основные достоинства сорта – опушенность листьев придающая особую декоративность, ярко-малиновая окраска цветка, стойкость при выгорании на солнце, зимостойкость, устойчивость к болезням и вредителям, высокая семенная продуктивность.

**Об авторах:**

**Лариса Михайловна Шило** – кандидат с.-х. наук, с.н.с. лаб. зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур, <https://orcid.org/0000-0001-5857-3555>, [shilo.lara@yandex.ru](mailto:shilo.lara@yandex.ru)

**Ирина Тимофеевна Ушакова** – кандидат с.-х. наук, с.н.с. лаб. зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур, <https://orcid.org/0000-0001-6672-8297>, автор для переписки, [ushakova\\_irinka@rambler.ru](mailto:ushakova_irinka@rambler.ru)

**Геннадий Дмитриевич Левко** – доктор с.-х. наук, в.н.с. лаб. зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур, <https://orcid.org/0000-0003-0865-3228>, [gennadylevko@yandex.ru](mailto:gennadylevko@yandex.ru)

**About the authors:**

**Larisa M. Shilo** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-5857-3555>, [shilo.lara@yandex.ru](mailto:shilo.lara@yandex.ru)

**Irina T. Ushakova** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-6672-8297>, Corresponding Author, [ushakova\\_irinka@rambler.ru](mailto:ushakova_irinka@rambler.ru)

**Gennady D. Levko** – Dc. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-0865-3228>, [gennadylevko@yandex.ru](mailto:gennadylevko@yandex.ru)

## • Литература

- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Горицвет\\_кожистый](https://ru.wikipedia.org/wiki/Горицвет_кожистый).
- Рандушка Д., Шомшак Л., Габерова И. Цветовой атлас растений. Пер. со словац. Рулина Е., Рябченко В. Братислава: Обзор, 1990. 411 с.
- <https://www.diggingdog.com/plant/P-1993>
- <https://www.seedaholic.com/lychnis-coronaria-white-rose-campion.html>
- Кудрявец Д.Б., Петренко Н.А. Как вырастить цветы. М.: Просвещение, 1993. 175 с.
- Новиков В.С., Губанов И.А. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения. 5-е изд., стереотип. М.: Дрофа, 2008. 415 с.
- Bahar Ahmed, Mubashir H. Masoodi, Shamshir Khan, Habibullah *Lychnis coronaria* Linn. A review. NPAIJ. 2008;4(1):22-25.
- Кудрявец Д.Б., Петренко Н.А. Атлас декоративных растений. Однолетники, двулетники, многолетники семенного размножения. М.: КРОН-ПРЕСС. 1996. 127 с.
- Аксенова Е.С., Аксенова Н.А. Энциклопедия природы России. Декоративные растения. М.:1997. 608 с.
- Dinan L., Balducci C., Guibout L. Small-scale analysis of phytoecdysteroids in seeds by HPLC-DAD-MS for the identification and quantification of specific analogues, dereplication and chemotaxonomy. *Journal of Wiley Analytical Science*. 2020;31(5,9/10):643-661.
- Volodin V., Chadin I., Whiting P., Dinan L. Screening plants of European North-East Russia for ecdysteroids. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2002;30(6):525-578.
- Ивановский А.А., Тимкина Е.Ю., Перминова З.К., Тимофеев Н.П. Эдистероиды и их роль в живой природе (Обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2009;4(15):57-61.
- Поліщук Ю.М., Процько В.В., Бурда Н.С. Попередні фітохімічні вивчення сировини ліхнісу корончатого (*Lychnis coronaria* (L.) Murray ex Desr.). *Технологічні та біофармацевтичні аспекти створення лікарських препаратів*. 2020. С.395.
- Gulati K. Evaluation of Cellular and Molecular Mechanism of Anti-Asthmatic Effects of A Traditional Herbal Drug In Rats. *Asian Journal of Pharmaceutical Research*. 2021;9(5 ):29-34.
- Mamadaliyeva N.Z. Phytoecdysteroids from Silene plants: distribution, diversity and biological (antitumour, antibacterial and antioxidant) activities. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 2012;11(6):474-497.
- Chandra S., Rawat D. Medicinal plants of the family Caryophyllaceae: a review of ethno-medicinal uses and pharmacological properties. *Integr Med Res*. 2015;4(3):123-131.
- Prusinkiewicz P., Cieslak M., Ferraro P., Hanan J. Modeling Plant Development with L-System. *Mathematical Modelling in Plant Biology*. 2018;(1):139-169.
- Bertetti, D., Ortu, G., Gullino, M. L., Garibaldi, A. Web blight caused by *Rhizoctonia solani* AG-1 IB on *Lychnis coronaria* cultivated in Italy. *Journal article : Protezione delle Colture*. 2014;(5):23-25.
- Туленкова А.Г. Селекция и семеноводство овощных культур. *Цветоводство*. М., 1970. С.110-111.
- Дрягина И.В., Бурлуцкая Л.В., Кудрявец Д.Б., Фоменко Н.Н., Левко Г.Д. Методические рекомендации по элитному семеноводству цветочных культур – горошка душистого (*Lathyrus odoratus* L.), настурции (*Tropaeolum majus* L.), василька синего (*Centaurea cyanus* L.), фиалки Витрокки (*Viola Wittrokiana* Gerns.), маргаритки (*Bellis perennis* L.), незабудки (*Myosotis silvatica* Hoffm.), люпина многолистного (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) в условиях Нечерноземной зоны России. М., 2005. 73 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, стер. Москва: Альянс, 2011. 351 с.
- Чуб В. Для чего нужны антоцианы. *Цветоводство*. 2008;(6):22-25.
- Tanaka Y., Brugliera F., Chandler S. Recent progress of flower colour modification by biotechnology. *Int. J. Mol. Sci*. 2009.

## • References

- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Горицвет\\_кожистый](https://ru.wikipedia.org/wiki/Горицвет_кожистый).
- Randushka D., Shomshak L., Gaberova I. Color atlas of plants: Trans. from the word. Rulina E., Ryabchenko V. Bratislava: Review, 1990. 411 p. (In Russ.)
- <https://www.diggingdog.com/plant/P-1993>
- <https://www.seedaholic.com/lychnis-coronaria-white-rose-campion.html>
- Kudryavets D.B., Petrenko N.A. How to grow flowers. Moscow: Prosveshchenie, 1993. 175 p. (In Russ.)
- Novikov V.S., Gubanov I.A. Popular atlas-determinant. Wild plants. 5th ed., stereotype. M.: Bustard, 2008. 415 p. (In Russ.)
- Bahar Ahmed, Mubashir H. Masoodi, Shamshir Khan, Habibullah *Lychnis coronaria* Linn. A review. NPAIJ. 2008;4(1):22-25.
- Kudryavets D.B., Petrenko N.A. Atlas of ornamental plants. Annuals, biennials, perennials of seed propagation. Moscow: KRON-PRESS. 1996. 127 p. (In Russ.)
- Aksenova E.S., Aksenova N.A. Encyclopedia of Nature of Russia. Ornamental plants. M.: 1997. 608 p. (In Russ.)
- Dinan L., Balducci C., Guibout L. Small-scale analysis of phytoecdysteroids in seeds by HPLC-DAD-MS for the identification and quantification of specific analogues, dereplication and chemotaxonomy. *Journal of Wiley Analytical Science*. 2020;31(5,9/10):643-661.
- Volodin V., Chadin I., Whiting P., Dinan L. Screening plants of European North-East Russia for ecdysteroids. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2002;30(6):525-578.
- Ivanovskiy A.A., Timkina E.Yu., Perminova Z.K., Timofeev N.P. Ecdysteroids and their role in wildlife (Review). *Agrarian Science of the Euro-North-East*. 2009;4(15):57-61. (In Russ.)
- Polishchuk Yu.M., Protska V.V., Burda N.E. Preliminary phytochemical study of raw materials of lychnis coronaria (*Lychnis coronaria* (L.) Murray ex Desr.). *Technological and biopharmaceutical aspects creation o medicines*. 2020. P.395.
- Gulati K. Evaluation of Cellular and Molecular Mechanism of Anti-Asthmatic Effects of A Traditional Herbal Drug In Rats. *Asian Journal of Pharmaceutical Research*. 2021;9(5 ):29-34.
- Mamadaliyeva N.Z. Phytoecdysteroids from Silene plants: distribution, diversity and biological (antitumour, antibacterial and antioxidant) activities. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 2012;11(6):474-497.
- Chandra S., Rawat D. Medicinal plants of the family Caryophyllaceae: a review of ethno-medicinal uses and pharmacological properties. *Integr Med Res*. 2015;4(3):123-131.
- Prusinkiewicz P., Cieslak M., Ferraro P., Hanan J. Modeling Plant Development with L-System. *Mathematical Modelling in Plant Biology*. 2018;(1):139-169.
- Bertetti, D., Ortu, G., Gullino, M. L., Garibaldi, A. Web blight caused by *Rhizoctonia solani* AG-1 IB on *Lychnis coronaria* cultivated in Italy. *Journal article : Protezione delle Colture*. 2014;(5):23-25.
- Tulenokova A.G. Selection and seed production of vegetable crops. *Floriculture*. M., 1970. pp. 110-111. (In Russ.)
- Dryagina I.V., Burlutskaya V., Kudryavets D.B., Fomenko N.N., Levko G.D. Methodological recommendations for elite seed production of flower crops – sweet pea *Lathyrus odoratus* L.), nasturtium (*Tropaeolum majus* L.), blue cornflower (*Centaurea cyanus* L.), Vitrocca violets (*Viola Wittrokiana* Gerns.), daisies (*Bellis perennis* L.), forget-me-not (*Myosotis silvatica* Hoffm.), lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) in the conditions of the Non-Chernozem zone of Russia. M., 2005. 73 p. (In Russ.)
- Dospikhov B.A. Methodology of field experience: (with the basics of statistical processing of research results). Ed. 6<sup>th</sup>, ster. Moscow: Alliance, 2011. 351 p. (In Russ.)
- Chub V. Why anthocyanins are needed. *Floriculture*. 2008;(6):22-25. (In Russ.)
- Tanaka Y., Brugliera F., Chandler S. Recent progress of flower colour modification by biotechnology. *Int. J. Mol. Sci*. 2009.

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-58-64>  
УДК 635.25:631.526(470.6)

И.С. Мастяев<sup>1</sup>,  
А.Ф. Агафонов<sup>2</sup>,  
Л.В. Кривенков<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Северо-Кавказский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (СКФ ФГБНУ ФНЦО) 357324, Ставропольский край, Кировский р-н, станица Зольская, skf.fsvc@mail.ru

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

\*Автор для переписки: krivenkov76@mail.ru

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

**Вклад авторов:** Мастяев И.С. – закладка опытов, проведение полевых исследований, учеты и оценка хозяйственно ценных признаков, статистическая обработка данных. Агафонов А.Ф. – подготовка материала для исследования и схем опытов. Кривенков Л.В. – подготовка материала для исследования. Все авторы принимали участие в написании статьи.

**Для цитирования:** Мастяев И.С., Агафонов А.Ф., Кривенков Л.В. Оценка образцов лука репчатого (*Allium cepa* L.) различного происхождения в условиях предгорной зоны Северного Кавказа и выделение исходного материала для селекции. *Овощи России*. 2021;(6):58-64 <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-58-64>

**Поступила в редакцию:** 21.10.2021  
**Принята к печати:** 05.11.2021  
**Опубликована:** 25.11.2021

Ivan S. Mastyaev<sup>1</sup>,  
Alexander F. Agafonov<sup>2</sup>,  
Leonid V. Krivenkov<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> North Caucasus branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" (SKF FSBSI FSVС) v. Zolskaya, Kirovsky district, Stavropol territory, Russia, 357324, skf.fsvc@mail.ru

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

\*Corresponding Author: krivenkov76@mail.ru

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

**Authors' Contribution:** I.S. Mastyaev – setting up experiments, conducting field research, accounting and evaluating economically valuable traits, statistical data processing. A.F. Agafonov – preparation of material for research and experimental schemes. L.V. Krivenkov – preparation of material for research. All authors took part in writing the article.

**For citations:** Mastyaev I.S., Agafonov A.F., Krivenkov L.V. Evaluation of onion samples (*Allium cepa* L.) of various origins in the foothill zone of the North Caucasus and creation of source material for breeding. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):58-64. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-58-64>

**Received:** 21.10.2021  
**Accepted for publication:** 05.11.2021  
**Published:** 25.11.2021

# Оценка образцов лука репчатого (*Allium cepa* L.) различного происхождения в условиях предгорной зоны Северного Кавказа и выделение исходного материала для селекции



**Резюме**

**Актуальность.** Успех селекционной работы, в том числе и на луковых культурах, в значительной мере определяется исходным материалом, поиск и создание которого для селекции начинается со сбора и изучения коллекционных образцов на выравненность морфологических признаков; на скороспелость и дружность созревания; на лежкость и транспортабельность луковиц; на качество продукции (высокое содержание биологически активных веществ и антиоксидантов); на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам конкретной зоны выращивания.

**Материалы и методы.** На базе Северо-Кавказского филиала ФГБНУ ФНЦО в коллекционном питомнике за период с 2017 по 2019 годы были оценены 90 образцов лука репчатого из 26 стран мира, из них 71 – сорта и 19 – гибриды F<sub>1</sub>. В гибридном питомнике были оценены 25 гибридных комбинаций, полученных из ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК). Закладку и размещение опытов, агротехнику возделывания, учеты и оценку хозяйственно ценных признаков проводили согласно общепринятым методикам. Стандарты – новые сорта Примо и Ампэкс селекции ФГБНУ ФНЦО и итальянский гибрид F<sub>1</sub> Ранко, которые размещали через каждые 10 коллекционных образцов.

**Результаты.** По итогам проведенной оценки среди изученных сортов и гибридов F<sub>1</sub> выделены источники хозяйственно ценных признаков, таких как урожайность (20-27 т/га), скороспелость (80-90 суток), сохранность (более 85%) при длительном хранении до 7 месяцев, фиолетовая, белая и розовая окраска луковиц, а также источники длинной формы луковицы. Наибольший интерес для селекции на урожайность представляют 9 перспективных сортов и 9 гибридов F<sub>1</sub> лука репчатого различного происхождения, а также 4 гибридных комбинации, которые отличались высокими показателями урожайности, выходу товарной продукции и массой товарной луковицы. Данные образцы рекомендованы для использования в селекционном процессе в качестве источников создания новых сортов и гибридов с высокой урожайностью для агроклиматических условий предгорной зоны Северного Кавказа.

**Ключевые слова:** лук репчатый (*Allium cepa* L.), сорта, гибриды, гибридные комбинации, селекция, источники

# Evaluation of onion samples (*Allium cepa* L.) of various origins in the foothill zone of the North Caucasus and creation of source material for breeding

**Abstract**

**Relevance.** The success of breeding work is largely determined by the source material, the search and creation of which for target breeding begins with the collection and study of collectible samples for the alignment of morphological features; for the precocity and amity of maturation; for the keeping quality and transportability of bulbs; for the quality of vegetable products (high content of biologically active substances and antioxidants); for resistance to biotic and abiotic stressors of a specific growing zone.

**Materials and methods.** On the basis of the North Caucasus branch FSBSI FSVС, 90 samples of spring onions from 26 countries of the world were evaluated in the number nursery for the period from 2017 to 2019, 71 of them were varieties and 19 were F<sub>1</sub> hybrids. In a hybrid nursery, 25 hybrid combinations obtained from FSBSI FSVС (VNISSOK) were evaluated. The laying and placement of experiments, agricultural techniques of cultivation, accounting and evaluation of economically valuable traits, biochemical analyses were carried out according to generally accepted methods. The standards are the new Primo and Ampex varieties of the selection of the FSBSI FSVС and the Italian F<sub>1</sub> hybrid Ranko, which were placed every 10 collection samples.

**Results.** According to the results of the assessment, among the studied F<sub>1</sub> varieties and hybrids, sources of economically valuable traits such as yield (20-27 t/ha), precocity (80-90 days), preservation (more than 85%) when laid for long-term storage up to 7 months, purple, white and pink color of bulbs, as well as sources of long-shaped bulbs were identified. The greatest interest for breeding for yield is represented by 9 promising varieties and 9 F<sub>1</sub> hybrids of onions of various origins, as well as 4 hybrid combinations that were distinguished by high yields, the yield of marketable products and the mass of marketable bulbs. These samples are recommended for use in the breeding process as sources for the creation of new varieties and hybrids with high yields for the agro-climatic conditions of the foothill zone of the North Caucasus.

**Keywords:** onion (*Allium cepa* L.), varieties, hybrids, hybrid combinations, breeding, sources

## Введение

Обеспечение продовольственной безопасности и независимости России, конкурентоспособности отечественной продукции на мировых рынках продовольствия, снижение технологических рисков в агропромышленном комплексе является важнейшей стратегией научно-технологического развития Российской Федерации. Поэтому первостепенной задачей селекционеров является создание соответствующих сортов и гибридов овощных культур. В настоящее время лук репчатый – одна из основных овощных культур, пользующаяся широким спросом у населения всего мира. Ценность лука репчатого определяется специфическим вкусом и запахом, питательностью и целебными свойствами [1-3]. Неповторимый острый вкус и специфический резкий запах придаёт луку содержащееся в нем эфирное масло, которое представляет собой сборную группу органических веществ. Большую часть их составляют фитонциды – летучие ароматические вещества особой природы, обладающие уникальным бактерицидным воздействием, которые широко применяются в медицине [4].

В зависимости от содержания эфирного масла (а не количества сахара) сорта лука разделяют на острые, полуострые и сладкие. Причем в остром луке сахара даже больше, чем в сладком. Острые сорта содержат общего сахара 9,13% от сырого вещества, в т. ч. сахарозы – 7,18%, полуострые – соответственно 7,7 и 4,7%, сладкие – 6,04 и 1,94%. Содержание белка в луковиче в зависимости от сорта и условий выращивания варьирует от 2 до 4%, в листьях – 1,3-1,9%. В состав лукович входит семь незаменимых аминокислот, среди которых значительная доля приходится на лизин, лейцин, изолейцин, треонин.

В луке отмечается высокое содержание сухого вещества: от 7 до 21%, при этом минеральные вещества находятся в виде легкоусвояемых солей различных минеральных и органических кислот и составляют 0,5-0,7% от сырого вещества. В состав золы входят 17 элементов, в том числе калий, фосфор, железо, кальций, магний, алюминий, цинк, бор, сера, йод, литий. Лук также ценен содержанием витаминов А, С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР. Содержание аскорбиновой кислоты в луковичах достигает 20 мг на 100 г сырого вещества, витамина В<sub>1</sub> (тиамин) в острых и сладких сортах – 0,06-0,33 и 0,05-0,1 мг соответственно, В<sub>2</sub> (рибофлавин) – 0,07-0,28 и 0,02-0,07 мг, РР (ниацин, никотиновая кислота) – 0,2-0,3 и 0,3-0,6 мг; А (ретинол) и провитамин А, (бета-каротин) – 2-3,7 мг/100 г [5]. Биохимическая оценка доказывает высокую пищевую ценность лука репчатого и широкие перспективы использования, как лукович, так и внешних чешуй [6;7]. Чешуи лукович служат источником кверцетина [8], из него получают препарат противоопухолевого действия [9], который эффективен при атеросклерозе и лучевой болезни [10] и задерживает развитие раковой опухоли [11].

Условия Ставропольского края являются благоприятными для возделывания лука репчатого, производство которого в 2015 году составило 10% от общероссийских сборов. Однако сортимент существующих сортов и гибридов, районированных в данном регионе, весьма ограничен, что затрудняет получение высоких стабильных урожаев этой культуры в регионе. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ на 2021 год, включено 407 сортов и гибридов лука репчатого, из которых 50% – иностранной селекции. Сорта

селекции ФГБНУ ФНЦО занимают всего 13,5% [12]. В этой связи, согласно принятой Государственной программы импортозамещения, возникает необходимость создания конкурентоспособных отечественных сортов и гибридов для выращивания их на продовольственные и семеноводческие цели в конкретных агроклиматических условиях региона. Это связано с тем, что сорта способны полностью реализовать генетический потенциал только в тех условиях, в которых были созданы [13;14].

Приоритетным направлением современной селекции является создание гетерозисных гибридов лука репчатого. Успех этой большой работы в значительной мере, как известно, определяется исходным материалом. В качестве исходного материала могут использоваться местные сорта лука репчатого, но большую ценность представляют образцы различного происхождения из мировой коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР), коллекций различных НИУ, ботанических садов [15;16], а также внутривидовые и межвидовые гибриды. Использование гибридной селекции дает возможность выделять оригинальные формы с новыми вкусовыми свойствами и мощным фармакологическим эффектом [17]. С использованием данного подхода в ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК) были созданы сорта и гибриды лука репчатого для Средней полосы России с низким баллом поражения пероноспорозом, дружностью созревания, высокими урожайностью и содержанием биологических активных веществ [18-21].

Поиск и создание исходного материала для селекции начинается со сбора и изучения коллекционных образцов на выравненность морфологических признаков; на скороспелость и дружность созревания; на лежкость и транспортабельность лукович; на качество овощной продукции (высокое содержание биологически активных веществ и антиоксидантов); на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам конкретной зоны выращивания [22].

**Цель исследований:** оценка коллекционных образцов лука репчатого различного происхождения и выделение источников основных хозяйственно ценных признаков (продуктивность, скороспелость, сохранность, качество лукович) как исходного материала для создания отечественных гибридов и сортов, адаптированных к условиям Северо-Кавказского региона.

## Методы исследований

Объект – лук репчатый (*Allium cepa* L.). Материал исследования – коллекционные и селекционные образцы ВИР и ФГБНУ ФНЦО, в том числе 115 образцов из 26 стран мира (71 сорт и 19 гибридов F<sub>1</sub>), 25 гибридных комбинаций. Исследования проведены в 2017-2019 годах на базе Северо-Кавказского филиала ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК). Опытные поля СКФ ФГБНУ ФНЦО расположены в Предгорной зоне Ставропольского края. Климат умеренно-континентальный. Средняя температура воздуха по краю: январь – 3...5°C, июль – 17...25°C. Продолжительность вегетационного периода – 200-234 суток.

Лабораторно-полевые опыты проводили по общепринятым методикам [23-26]. Опыт заложен на участке, подготовленном по принятой в СКФ агротехнике возделывания лука репчатого. Посев проводили в первой декаде апреля по схеме 60+(20x4), на глубину 3 см. Площадь учетной



**Рис. 1. Коллекционный питомник лука репчатого, СКФ ФГБНУ ФНЦО, 2017 год**  
**Fig. 1. The collection nursery of onion, SKF FSBSI FSVC, 2017**

делянки – 5 м<sup>2</sup> (3,33 погонных метра посевной ленты), повторность – 4-х кратная. Размещение делянок рендомизированное. Посев – вручную сухими семенами с последующим прикатыванием. Стандарты – новые сорта Примо и Ампэкс селекции ФГБНУ ФНЦО и итальянский гибрид F<sub>1</sub> Ранко, которые размещали через каждые 10 коллекционных образцов (рис. 1).

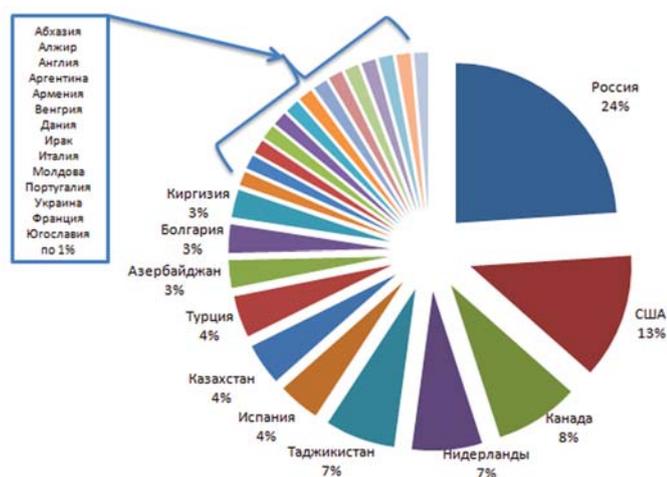
В течение вегетации проводили фенологические наблюдения. Описание морфологических и измерение биометрических признаков растений осуществляли согласно инструкции [27]. Учёт структуры урожая – по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [28] в фазу полного созревания.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного анализа [23] с помощью прикладных программ Microsoft Office Excel, 2010.

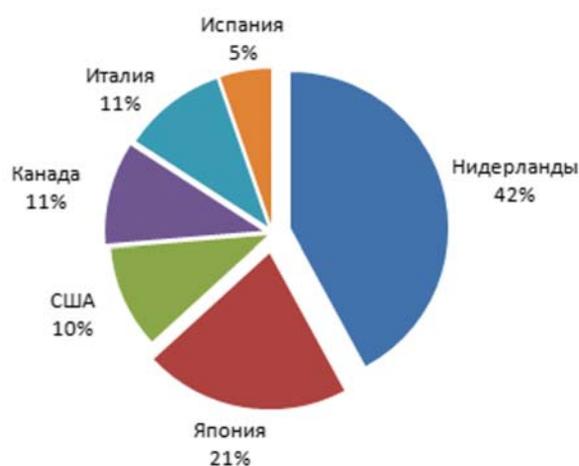
### Результаты и обсуждения

На опытном поле Северо-Кавказского филиала ФГБНУ ФНЦО за период с 2017 по 2019 годы были оценены 115 коллекционных образцов лука репчатого из 26 стран мира, из них 71 – сорта (рис. 2) и 19 – гибриды F<sub>1</sub> (рис. 3).

Большинство сортов в коллекции представлено отечественной селекцией (Россия – 24%), в том числе 6 сортов селекции ФГБНУ ФНЦО (8,5%). Сорта селекции США



**Рис. 2. Происхождение коллекционных сортов лука репчатого, 2017-2019 годы**  
**Fig. 2. Origin of collectible varieties of onion, 2017-2019**



**Рис. 3. Происхождение гибридов F<sub>1</sub> коллекции лука репчатого, 2017-2019 годы**  
**Fig. 3. The origin of F<sub>1</sub> hybrids of the onion collection, 2017-2019**

составили 13%, Канады – 8%, Нидерландов и Таджикистана – по 7%. Сорта из Испании, Казахстана, Турции, Азербайджана, Болгарии и Киргизии представлены по 3-4%. Остальные страны – по 1%. Из 19 гибридов F<sub>1</sub> большая часть голландской (42%) и японской (21%) селекции. Из США, Канады и Италии – примерно по 10%. В гибридном питомнике также были оценены 25 гибридных комбинаций (ВИР).

Анализ полученных данных не выявил широкого разнообразия изученных образцов по ряду признаков, тем не менее позволил выявить ряд источников таких признаков, как скороспелость, форма, окраска и качественные параметры сухих чешуй луковиц (табл. 1). Большая часть гибридов (79% и 92%) и сортов (65%) вошла в группу скороспелых (90-110 суток от всходов до полегания). К средне-спелым были отнесены 25% сортов, а среди гибридов F<sub>1</sub> и гибридных комбинаций их доля составила всего 4-5%. Позднеспелых образцов среди изученного материала не оказалось. Особую селекционную ценность представляют ультраскороспелые образцы, период вегетации которых заканчивается до 90 суток от всходов. К таким относились только 10% сортов – это три местных сорта из Таджикистана, два сорта из Испании: Delta и Delfos, местный сорт из Украины и сорт ON 10841 французской селекции. Из гибридов к ультраскороспелым относились Carlos F<sub>1</sub>, Аллюра F<sub>1</sub>, Bonus F<sub>1</sub> (16%) и комбинация 4192x509.

Таблица 1. Структура коллекционных образцов лука репчатого по хозяйственно ценным признакам, %  
Table 1. Structure of collection samples of onion by economically valuable characteristics, %

Признаки		Сорта	Гибриды F <sub>1</sub>	Гибридные комбинации
Группа спелости	ультраскороспелые	10	16	4
	скороспелые	65	79	92
	среднеспелые	25	5	4
Форма луковицы	длинная	3	0	0
	овальная	11	21	24
	округлая	73	79	48
	плоская	13	0	28
Окраска сухих чешуй	желтая	83	100	100
	фиолетовая	6	0	0
	розовая	10	0	0
	белая	1	0	0
Характер сухих чешуй	плотные	1	11	8
	средние	93	63	40
	слабые	6	26	52
Сцепление сухих чешуй	сильное	1	11	8
	среднее	94	79	72
	слабое	4	11	20

Большинство сортов и гибридов F<sub>1</sub> (более 70%) имело округлую форму луковиц, а среди гибридных комбинаций их доля составила только 48%. Источниками длинной формы луковицы могут являться сорта Гюмюрджинка из Болгарии и Местный сорт из Киргизии; плоской формы – 13% сортов и 28% гибридных комбинаций.

Все гибриды F<sub>1</sub> и гибридные комбинации были представлены желтоокрашенными образцами – 100% с окра-

ской сухих наружных чешуй от светло-желтой до коричневой. Число желтоокрашенных сортов в коллекции составило 83%, остальные сорта могут служить источниками создания нового исходного материала с фиолетовой окраской сухих наружных чешуй – это сорта Yakut, Rossa di Firenze, Чёрный принц, Amarilla, белой окраской – сорт Альба, розовой окраски – сорта Brunswick, Каба гюмюрджин, Akjiin 12, Местный из Армении, Delfos, Антураж и Медуза.

Таблица 2. Структура образцов лука репчатого коллекционного и гибридного питомников по хозяйственно ценным признакам, %  
Table 2. Structure of onion samples from collectible and hybrid nurseries by economically valuable traits, %

Признаки		Сорта	Гибриды F <sub>1</sub>	Гибридные комбинации
Высота растения	ниже стандартов	82	84	60
	на уровне стандартов	3	5	0
	выше стандартов	15	11	40
Число листьев	ниже стандартов	30	63	100
	на уровне стандартов	39	5	0
	выше стандартов	31	32	0
Площадь листьев	ниже стандартов	75	89	44
	на уровне стандартов	14	5	0
	выше стандартов	11	5	56
Общая урожайность	ниже стандартов	23	32	24
	на уровне стандартов	14	5	0
	выше стандартов	35	63	76
Товарная урожайность	ниже стандартов	32	53	84
	на уровне стандартов	31	5	0
	выше стандартов	37	42	16
Выход товарных луковиц	ниже стандартов	15	63	92
	на уровне стандартов	13	5	0
	выше стандартов	72	32	8
Товарная масса луковицы	ниже стандартов	21	42	68
	на уровне стандартов	13	5	0
	выше стандартов	66	53	32

Таблица 3. Структура урожайности выделенных образцов лука репчатого (средняя за 2017-2019 годы)  
Table 3. Yield structure of selected onion samples (average for 2017-2019)

	Название образца	Урожайность, т/га		Выход товарных луковиц, %	Масса луковицы, г	
		общая	товарная		общая	товарная
1	Ампэкс st	20,2±1,0	14,8±0,5	73,3±3,0	38,1±0,9	62,3±1,0
2	Примо st	17,7±1,1	13,0±0,2	73,3±2,5	34,6±1,0	61,0±2,3
3	Rossa di Firenze (Италия)	24,0±0,9	17,8±0,3	74,2±2,6	57,5±0,7	78,3±1,3
4	Yellow Strasburg (США)	28,1±1,1	19,3±0,4	68,7±2,4	41,0±1,2	72,4±2,9
5	к-1189 Местный (Ирак)	26,2±0,8	19,4±0,1	74,0±2,9	42,0±1,2	67,4±2,7
6	Sotetvoros (Венгрия)	23,5±0,7	18,5±0,5	78,7±1,5	41,6±1,3	55,5±1,5
7	Jaune Espagne (Алжир)	21,8±1,0	17,2±1,0	78,9±1,8	42,1±1,0	63,0±2,1
8	Lucrato RS (Нидерланды)	29,1±1,1	19,4±0,6	66,7±1,6	48,0±0,9	74,5±1,0
9	Apache Chief (США)	26,4±1,0	19,7±0,4	74,6±2,4	46,1±1,4	62,7±2,1
10	Ранко F <sub>1</sub> (Италия) st	19,3±0,5	14,7±0,8	76,2±2,6	43,9±1,9	62,4±2,0
11	Bonus F <sub>1</sub> (Япония)	27,9±0,9	20,6±0,9	73,9±3,5	37,7±0,7	63,4±1,3
12	Медуза F <sub>1</sub> (Япония)	21,2±1,0	17,3±1,0	81,8±4,1	45,1±1,5	65,1±2,5
13	Аллюра F <sub>1</sub> (Т – 803) (Япония)	32,9±1,2	27,0±1,1	82,1±1,9	54,7±1,9	72,4±3,0
14	Carlos F <sub>1</sub> (Япония)	24,4±0,8	17,3±1,2	70,8±1,2	39,2±0,7	67,5±2,9
15	Тареско F <sub>1</sub> (Нидерланды)	25,5±0,9	19,9±0,9	78,0±2,3	41,0±1,4	63,9±2,5
16	EYG 155 F <sub>1</sub> (США)	18,1±1,0	14,9±0,6	82,3±1,9	50,2±2,0	60,3±1,0
17	Huskin F <sub>1</sub> (Нидерланды)	21,9±1,0	17,9±0,5	81,7±2,4	46,3±1,2	60,8±2,4
18	Cassiopea F <sub>1</sub> (Нидерланды)	21,7±0,7	17,4±1,0	80,2±1,8	44,8±1,3	62,2±3,0
19	F <sub>1</sub> Медуза x Bonus	35,9±1,3	22,3±0,6	62,1±2,4	35,8±1,0	63,7±1,5
20	F <sub>1</sub> Lorenzos x Медуза x Bonus	29,5±1,1	17,1±0,8	58,0±2,6	34,4±1,4	69,2±1,0
21	F <sub>1</sub> Тареско x Скапино	31,6±1,3	17,9±0,7	56,6±3,7	35,9±1,2	62,7±2,0
22	F <sub>1</sub> Тареско x Bosko	30,3±1,8	18,4±0,9	60,7±2,5	42,2±0,9	68,6±1,8
	НСР <sub>05</sub>	2,6	2,1	3,9	3,7	5,3

Плотность и сцепление сухих наружных чешуй отвечает за лежкость и транспортабельность луковиц. Большинство изученных образцов луковицы по сочетанию этих параметров можно отнести к средней категории. Одновременно плотный характер и сильное сцепление наружных чешуй среди сортов отмечено только у стандарта Примо, среди гибридов F<sub>1</sub> – у Медуза F<sub>1</sub> и Elenka F<sub>1</sub> и у двух гибридных комбинаций ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК) 1013x7000 и 995x467. Все выделенные образцы характеризуются малогнездностью (от 1 до 2 зачатков), плотными луковицами (толщина мясистых чешуй до 5 мм) и отсутствием оголенных луковиц.

В ходе исследований проведена оценка основных количественных признаков и рассчитана доля образцов с различным их проявлением в анализируемых группах в сравнении с соответствующими стандартами (табл. 2). В группе сортов высота растений выше стандартов (более 42 см) отмечена у 15% образцов, у гибридов F<sub>1</sub> и гибридных комбинаций (более 56 см) – у 11% и 40%, соответственно. Число листьев более 9-10 штук отмечено более,

чем у 30% сортов и гибридов F<sub>1</sub>. Наиболее облиственными были 11% сортов и всего 5% гибридов F<sub>1</sub>, их площадь составила более 230 см<sup>2</sup>. Все изученные гибридные комбинации имели меньшее число листьев, однако у 56% гибридных комбинаций площадь листовой поверхности превышала показатели стандарта и составляла более 320 см<sup>2</sup>.

По массе луковицы выделилось 66% сортов, 53% гибридов F<sub>1</sub> и 32% гибридных комбинации, у которых этот показатель превысил 62 г.

Общая урожайность, превышающая показатели стандартов, отмечена у 35% сортов, 63% гибридов F<sub>1</sub> и 76% гибридных комбинаций. По товарной урожайности превышали стандарты 37% сортов, 42% гибридов F<sub>1</sub> и 16% гибридных комбинаций. Высокая доля выхода товарных луковиц отмечена у 72% сортов, а у гибридов F<sub>1</sub> она составила 32% и совсем немного у гибридных комбинаций – лишь 8% имели товарность выше уровня стандарта. Самая высокая товарность составила более 85% у сортов Delta и местного сорта из Турции, более 82% – у гибридов Аллюра F<sub>1</sub> и

Bonus F<sub>1</sub>Медуза F<sub>1</sub>Аллюра (Т-803) F<sub>1</sub>

**Рис. 4. Луковицы выделенных образцов лука репчатого, 2017 год**  
**Fig. 4. Bulbs of selected onion samples, 2017**

EYG 155 F<sub>1</sub>. По итогам трехлетних испытаний высокой общей и товарной урожайностью – более 30 т/га и более 20 т/га соответственно, характеризовались образцы Медуза х Bonus, Аллюра F<sub>1</sub>.

По итогам проведенной оценки из коллекции 2017-2019 годов были выделены 22 перспективных образца лука репчатого различного происхождения (включая стандарты), которые отличались комплексом хозяйственно ценных параметров (табл. 3; рис. 4).

Среди выделенных образцов наиболее урожайным является гибрид F<sub>1</sub> Аллюра, общая урожайность которого превысила стандарт на 71%, а товарная – на 84%. Выход товарной урожайности сорта составил 82%, причем общая масса луковицы была на 25% выше массы луковицы стандарта Ранко F<sub>1</sub>, а масса товарной луковицы – на 16%. По высокой общей и товарной урожайности выделяется и гибридная комбинация Медуза х Bonus. Показатели ее урожайности, соответственно, были на 86% и на 52% выше урожайности лучшего стандарта. Сорта Jaune Espagne и Sotetvoros и гибриды Медуза F<sub>1</sub>, EYG 155 F<sub>1</sub>, Hyskin F<sub>1</sub> и Cassiopea F<sub>1</sub> помимо высокой урожайности имели наибольший процент товарности среди выделенных образцов (79-82%). Итальянский сорт Rossa di Firenze особо отмечен по общей массе луковицы, которая превысила лучший стандарт Ампэкс на 51%, а по товарной массе – на 26%.

Среди изученных сортов и гибридов по комплексу хозяйственно ценных признаков также выделены следующие образцы: сорт Черный принц – как источник скороспелости, фиолетовой окраски и высокого содержания кверцетина, гибрид Бенефит F<sub>1</sub> – скороспелости, высокой сохранности и содержанию кверцетина, сорт Колобок – скороспелости, урожайности и содержанию кверцетина, сорт Альба – источник скороспелости и белой окраски луковиц, сорт Yakut – сохранности и фиолетовой окраски, сорт Золотничок – источник сохранности. Как источники скороспелости выделены сорта Министр, Southport Red, к4779 (Местный, Украина); Местные из Таджикистана (к4756, к4772, к4775); ON 10841, Delta, Delfos и гибрид Нyton F<sub>1</sub>. Источниками длинной формы являются сорта Гюмюрджинка и к4806 (Местный, Киргизия). Для селекции может представлять интерес такой признак как розовая окраска – источниками розовой окраски сухих чешуй являются сорта Brunswick, Каба гюмюрджин, Akjiin 12, Местный из Армении, Антураж, Антей и MOX-251.

Среди изученных 25 гибридных комбинаций были выделены перспективные к выращиванию в предгорной зоне Северного Кавказа. По сочетанию хозяйственно ценных признаков особый интерес представляет образец 1013х7000 (скороспелость – от 93 суток, характер и сцепление сухих наружных чешуй – сильное, плотное, сохран-

ность – 86%, содержание кверцетина – 3 мг%). С признаками скороспелость (до 95 суток) и высокая урожайность (общая – 17-21 т/га, товарная – 12-14 т/га) выделены комбинации 4192х353, 1159х236 и 4192х509. Комбинации 4192х7004 и 210х4192 выделены как урожайные (до 23 т/га) с высокой сохранностью (до 98%) при длительном хранении (до 7 месяцев).

### Закключение

Создание сортов, проявляющих в условиях возделывания повышенную жизнеспособность, пластичность, дающих высокую стабильную урожайность и товарность, обладающих устойчивостью к болезням и вредителям, имеющих высокое содержание БАВ, с высокой лежкостью и сохранностью луковиц – основная задача учёных-селекционеров. Использование в производстве таких сортов даст возможность максимально использовать климатический потенциал зоны возделывания, снизить нагрузку на окружающую среду, получить биологически безопасный продукт [29-31]. В регионах Северного Кавказа необходимо вести селекцию лука репчатого по различным направлениям, в первую очередь – на высокую урожайность в сочетании с высокой сохранностью луковиц. При оценке образцов лука репчатого на пригодность к хранению важно учитывать такие признаки, как число сухих чешуй и плотность их прилегания, толщину шейки луковицы, отделение и прилегание сухих чешуй после досушки [32].

По итогам трехлетней оценки коллекционного и гибридных питомников были выделены 22 образца, отличающиеся высокой урожайностью в сочетании с рядом других селекционно ценных признаков. Их товарная урожайность составила от 18 т/га до 36 т/га по образцам, выход товарных луковиц у некоторых достигал 80%, а масса товарной луковицы была от 55 г до 78 г.

У изученных образцов лука репчатого также была проведена биохимическая оценка и выделены образцы с высокой пищевой ценностью. Среди всех сортообразцов самое высокое содержание сухого вещества было у испанского сорта Amarilla (18,9%), а витамина С (13,1 мг%) – Rosa di Firenze итальянской селекции. Максимальный показатель суммы сахаров (13,3%) отмечен у гибридной комбинации 1013х7000, самое высокое содержание кверцетина – у 4287х1245 (5 мг%). Результаты оценки будут изложены в следующей публикации.

Использование выделенных образцов в селекционном процессе в качестве исходного материала даст возможность создать новые высокоурожайные сорта и гибриды F<sub>1</sub> лука репчатого для агроклиматических условий предгорной зоны Северного Кавказа.

## Об авторах:

**Иван Сергеевич Мастяев** – научный сотрудник, ivan.mastyayev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5699-8944>  
**Александр Фёдорович Агафонов** – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, agafonov@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3867-8074>  
**Леонид Викторович Кривенков** – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства луковых культур, автор для переписки, krivenkov76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>

## About the authors:

**Ivan S. Mastyayev** – Researcher, ivan.mastyayev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5699-8944>  
**Alexander F. Agafonov** – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Laboratory of Breeding and Seed Production of Onion Crops, agafonov@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3867-8074>  
**Leonid Viktorovich Krivenkov** – Cand. Sci. (Agriculture), Head, of Laboratory of Breeding and Seed Production of Onion Crops, Corresponding Author, krivenkov76@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>

## • Литература

1. Griffiths G., Trueman L., Crowther T., Thomas B., Smith B. Onions – a global benefit to health. *Phytother. Res.* 2002;(16):603-615. DOI:10.1002/ptr.1222
2. Водянова О.С. Луки. *Алматы.* 2007. 367 с.
3. Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Антошкина М.С., Надежкин С.М., А.Ф.Агафонов Сортовые различия в аккумуляровании биологически активных соединений луком репчатого *Allium cepa* L. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки.* 2016;(2):23-29.
4. Токин Б.П. Целебные яды растений. Л. 1967. 344 с.
5. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. *ВНИИССОК.* 2001. 500 с.
6. Geetha M., Ponmozhi P., Saravanakumar M., Suganyadevi P. Extraction of anthocyanin and analyzing its antioxidant properties from different onion (*Allium cepa*) varieties. *Int. J. Res. Pharm. Sci.* 2011;2(3):497-506.
7. Голубкина Н.А., Немтинов В.И., Костанчук Ю.Н., Карузо Д., Агафонов А.Ф., Мастяев И.С., Надежкин С.М. Пищевая ценность салатного лука крымской селекции. *Овощи России.* 2020;(1):74-79. DOI:10.18619/2072-9146-2020-1-74-79
8. Kashino Y., Murota K., Matsuda N., Tomotake M., Hamano T., Mukai R., Terao J. Effect of processed onions on the plasma concentration of quercetin in rats and humans. *J. Food Sci.* 2015;80(11):2597-2602. DOI:10.1111/1750-3841.13079
9. Бандюкова В.А., Молчанов Г.И. К вопросу оптимизации выделения кверцетина из чешуй лукавицы (*Allium cepa* L.). *Известия Северо-Кавказского науч. центра высшей школы.* 1975;(3):23-25.
10. Лисевецкая Л.И. и др. Актуальные вопросы фармации. *Пятигорск.* 1968;(1).
11. Bohm K. Pharmakol und therapeutische verwendung. *Aulendorf.* 1967.
12. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорта растений (официальное издание). *ФГБНУ Росинформагротех.* 2021. 719 с.
13. Кравченко Р.В. Эколого-биологическое обоснование методов селекции и семеноводства лука репчатого в условиях степной зоны Северного Кавказа. *Автореф. дисс. канд. с.-х. наук.* 1998. 24 с.
14. Спываков Н.С. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов и гибридов сорго. *Физиолого-генетические аспекты адаптации растений.* 1988. С.100-114.
15. Ибрагимбеков, М.Г. Создание исходного материала для селекции лука репчатого в однолетней культуре. *Плодоводство и ягодоводство России.* 2012;34(1):290-299.
16. Любченко А.В. Исходный материал для селекции лука на адаптивность и качество продукции в условиях предгорной зоны Республики Адыгея. *Автореф. дисс. канд. с.-х. наук.* 2015. 20 с.
17. Storsberg J., Schulz H., Keusgen M., Tannous F., Dehmer K., Keller J. Chemical characterization of interspecific hybrids between *Allium cepa* L. and *Allium kermesinum* Rchb. *Agric. Food. Chem.* 2004;(52):5499-5505.
18. Пивоваров В.Ф., Пышина О.Н., Шмыкова Н.А., Гуркина Л.К. Создание исходного материала овощных культур: идеи Н.И. Вавилова и современные технологии. *Сельскохозяйственная биология.* 2012;(5):39-47. DOI:10.15389/agrobiology.2012.5.39rus
19. Агафонов А.Ф., Шмыкова Н.А. Использование мужского гаметофита в селекции лука репчатого на устойчивость к бактериозу. *Методические указания по селекции луковых культур.* 1997. С.28-31.
20. Романов В.С., Кан Л.Ю., Тимин Н.И., Домблидес А.С., Молчанова А.В., Тарева М.М. Характеристика гибридов между *Allium cepa* L. и *Allium nutans* L. по биохимическому составу. *Овощи России.* 2017;(5):33-36. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-33-36
21. Агафонов А.Ф., Логунова В.В. Гетерозисная селекция лука репчатого. *Овощи России.* 2018;(5):25-28. DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-25-28
22. Кривенков Л.В., Агафонов А.Ф., Логунова В.В., Середин Т.М. Состояние и основные направления селекции луковых культур ФГБНУ ФНЦО. *Овощи России.* 2021;(3):24-28. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-24-28>
23. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: *Агропромиздат.* 1985. 351 с.
24. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. Белик В.Ф. М.: *Агропромиздат.* 1992. 319 с.
25. Методические указания по селекции луковых культур. Ершов И.И., Агафонов А.Ф. и др. 1997; 118 с.
26. Методические рекомендации по изучению и поддержанию в живом виде мировой коллекции лука и чеснока. *ВИР.* 2005; 305 с.
27. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур. *ФГБНУ ФНЦО.* 2018; 224 с.
28. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва. 1985;(1):263.
29. Жаркова С.В. формирование параметров адаптивности и стабильности сортов луковых культур репчатого в зависимости от условий среды. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* 2018;5(163):71-75.
30. Добруцкая Е.Г., Антошкин А.А., Агафонов А.Ф., Дубова М.В. Оценка разнообразия селекционного материала лука репчатого ВНИИССОК по адаптивности, показателям продуктивности и качеству продукции. *Гавриш.* 2008;(4):33-36.
31. Жаркова С.В., Добруцкая Е.Г., Сирота С.М., Бакулина В.А. Широкое эколого-географическое испытание как средство определения информативности среды для оценки адаптивности лука репчатого. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* 2009;11(61):28-32.
32. Давлетбаева О.Р., Ибрагимбеков М.Г., Ховрин А.Н. оценка коллекции лука репчатого по признакам листовой розетки и луковицы. *Овощи России.* 2018;(4):29-32. DOI:10.18619/2072-9146-2018-4-29-32

## • References

1. Griffiths G., Trueman L., Crowther T., Thomas B., Smith B. Onions – a global benefit to health. *Phytother. Res.* 2002;(16):603-615. DOI:10.1002/ptr.1222
2. Vodianova O.S. Luki. *Almaty.* 2007;367p. (In Russ.)
3. Golubkina N.A., Kekina E.G., Antoshkina M.S., Reliable S.M., A.F. Agafonov Varietal differences in the accumulation of biologically active compounds by *Allium cepa* L. onion. *Bulletin of the Russian Agricultural Science.* 2016;(2):23-29. (In Russ.)
4. Tokin B.P. Medicinal poisons of plants. L. 1967; 344 p. (In Russ.)
5. Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion cultures. *VNISSOK.* 2001; 500 p. (In Russ.)
6. Geetha M., Ponmozhi P., Saravanakumar M., Suganyadevi P. Extraction of anthocyanin and analyzing its antioxidant properties from different onion (*Allium cepa*) varieties. *Int. J. Res. Pharm. Sci.* 2011;2(3):497-506.
7. Golubkina N.A., Nemtinov V.I., Kostanchuk Yu.N., Caruso D., Agafonov A.F., Mas-tyaev I.S., Reliable S.M. Nutritional value of salad onions of the Crimean selection. *Vegetables crops of Russia.* 2020;(1):74-79. DOI:10.18619/2072-9146-2020-1-74-79. (In Russ.)
8. Kashino Y., Murota K., Matsuda N., Tomotake M., Hamano T., Mukai R., Terao J. Effect of processed onions on the plasma concentration of quercetin in rats and humans. *J. Food Sci.* 2015;80(11):2597-2602. DOI:10.1111/1750-3841.13079
9. Bandyukova V. A., Molchanov, G. I. optimizing the allocation of quercetin from the scales of the onion (*Allium cepa* L.). *News of the North Caucasus Scientific Center of Higher Education.* 1975;(3):23-25. (In Russ.)
10. Lisevetskaya L.I. et al. Topical issues of pharmacy. *Pyatigorsk.* 1968;(1). (In Russ.)
11. Bohm K. Pharmakol und therapeutische verwendung. *Aulendorf.* 1967.
12. State Register of breeding achievements approved for use. Vol. 1. Plant varieties (official publication). *FSBSI Rosinformagrotech.* 2021; 719 p. (In Russ.)
13. Kravchenko R.V. Ecological and biological substantiation of methods of selection and seed production of onions in the conditions of the steppe zone of the North Caucasus. *Autoref. diss. candidate of agricultural sciences.* 1998; 24 p. (In Russ.)
14. Spivakov N.S. Assessment of ecological plasticity and stability of sorghum varieties and hybrids. *Physiological and genetic aspects of plant adaptation.* 1988;100-114. (In Russ.)
15. Ibragimbekov M.G. Creation of source material for onion breeding in annual culture. *Fruit and berry growing in Russia.* 2012;34(1) 290-299. (In Russ.)
16. Lyubchenko A.V. Source material for onion breeding for adaptability and product quality in the conditions of the foothill zone of the Republic of Adygea. *Autoref. diss. candidate of agricultural sciences.* 2015; 20 p. (In Russ.)
17. Storsberg J., Schulz H., Keusgen M., Tannous F., Dehmer K., Keller J. Chemical characterization of interspecific hybrids between *Allium cepa* L. and *Allium kermesinum* Rchb. *Agric. Food. Chem.* 2004;(52):5499-5505.
18. Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Shmykova N.A., Gurkina L.K. Creation of the source material of vegetable crops: ideas of N.I. Vavilov and modern technologies. *Agricultural biology.* 2012;(5):39-47. DOI:10.15389/agrobiology.2012.5.39rus. (In Russ.)
19. Agafonov A.F., Shmykova N.A. The use of male gametophyte in onion selection for resistance to bacteriosis. *Methodological guidelines for the selection of onion crops.* 1997;28-31. (In Russ.)
20. Romanov V.S., Kan L.Yu., Timin N.I., Domblides A.S., Molchanova A.V., Tareeva M.M. Characteristics of hybrids between *Allium cepa* L. and *Allium nutans* L. by biochemical composition. *Vegetables crops of Russia.* 2017;(5):33-36. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-33-36. (In Russ.)
21. Agafonov A.F., Logunova V.V. Heterosis selection of onions. *Vegetables crops of Russia.* 2018;(5):25-28. DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-25-28 (In Russ.)
22. Krivenkov L.V., Agafonov A.F., Logunova V.V., Seredin T.M. The state and main directions of onion crop breeding of FSBSI FSVС. *Vegetable crops of Russia.* 2021;(3):24-28. DOI:10.18619/2072-9146-2021-3-24-28 (In Russ.)
23. Dospikhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M.: *Agropromizdat.* 1985; 351 p. (In Russ.)
24. Methods of experimental business in vegetable growing and melon growing. Belik V.F. M.: *Agropromizdat.* 1992; 319 p. (In Russ.)
25. Methodological guidelines for the selection of onion crops. Ershov I.I., Agafonov A.F. et al. 1997; 118 p. (In Russ.)
26. Methodological recommendations for the study and maintenance of the world collection of onions and garlic in a living form. *VIR.* 2005; 305 p. (In Russ.)
27. Methodological guidelines for the approbation of vegetable and melon crops. *FGBNU FNTSO.* 2018; 224 p. (In Russ.)
28. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Moscow. 1985;1:269. (In Russ.)
29. Zharkova S.V. formation of parameters of adaptability and stability of onion varieties depending on environmental conditions. *Bulletin of the Altai State Agrarian University.* 2018;5(163):71-75. (In Russ.)
30. Dobrutskaia E.G., Antoshkin A.A., Agafonov A.F., Dubova M.V. Evaluation of the diversity of the selection material of onion VNISSOK on adaptability, productivity indicators and product quality. *Gavrish.* 2008;(4):33-36. (In Russ.)
31. Zharkova S.V., Dobrutskaia E.G., Sirota S.M., Bakulina V.A. A wide ecological and geographical test as a means of determining the informativeness of the environment for assessing the adaptability of onions. *Bulletin of the Altai State Agrarian University.* 2009;11(61):28-32. (In Russ.)
32. Davletbaeva O.R., Ibragimbekov M.G., Khovrin A.N. Evaluation of the onion collection based on the characteristics of the leaf rosette and bulb. *Vegetable crops of Russia.* 2018;(4):29-32. DOI:10.18619/2072-9146-2018-4-29-32. (In Russ.)

## Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-65-67>  
УДК 635.63:631.52

О.П. Кигашпаева\*,  
А.В. Гулин,  
Л.П. Лаврова

ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» 416341, Россия, Астраханская обл., г. Камызяк, ул. Любича, 16

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

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

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

**Для цитирования:** Кигашпаева О.П., Гулин А.В., Лаврова Л.П. Селекционные линии огурца – перспективный материал при создании новых сортов для открытого грунта юга России. *Овощи России*. 2021;(6):65-67. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-65-67>

**Поступила в редакцию:** 01.06.2021

**Принята к печати:** 11.08.2021

**Опубликована:** 25.11.2021

Olga P. Kigashpaeva\*,  
Alexander V. Gulin,  
Larisa P. Lavrova

Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences (FSBSI «PAFSC RAS») 16, Lubich st., Kamzyak, Astrakhan region, Russia, 416341

\*Corresponding Author: [vniioab@mail.ru](mailto:vniioab@mail.ru)

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

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

**For citations:** Kigashpaeva O.P., Gulin A.V., Lavrova L.P. Cucumber breeding lines are a prospective material for creating new varieties for open ground in southern Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):65-67. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-65-67>

**Received:** 01.06.2021

**Accepted for publication:** 11.08.2021

**Published:** 25.11.2021

# Селекционные линии огурца – перспективный материал при создании новых сортов для открытого грунта юга России



## Резюме

Возделываемые в Астраханской области сорта и гибриды огурца недостаточно урожайны и в значительной мере поражаются рядом заболеваний. Внедрение в производство инновационных разработок, в частности, новых сортов и гибридов отечественной селекции во многом решает проблему импортозамещения и продовольственной безопасности. Цель – использование перспективных селекционных линий и их потомств в качестве генетических источников и доноров при создании новых сортов и гибридов для условий открытого грунта на юге России.

**Методы.** Опыты проводили на полях ВНИИОБ – филиале «ПАФНЦ РАН» по методикам, применяемым в Астраханской области. В течении трех лет было испытано 47 коллекционных образцов.

**Результаты.** В статье представлены результаты изучения 12 наиболее перспективных, выделившихся по комплексу хозяйственно ценных признаков, в частности по урожайности, дружности завязывания плодов, представляющих интерес для дальнейшей селекционной работы. По результатам полученных данных, лучшими были линии: 13-88RZ, 13-101RZ, Корнишоны, KRASTAVAC, Кураж, Зина, их можно использовать при создании новых сортов и гибридов огурца как доноров преимущественно женского типа цветения, дружности отдачи урожая.

**Ключевые слова:** огурец, коллекция, признаки, отбор, селекционные линии, доноры, сорта

# Cucumber breeding lines are a prospective material for creating new varieties for open ground in southern Russia

## Abstract

The varieties and hybrids of cucumbers cultivated in the Astrakhan region are insufficiently productive and are largely affected by a number of diseases. The introduction of innovative developments into production, in particular, new varieties and hybrids of domestic selection, largely solves the problem of import substitution and food security. The goal is to use promising breeding lines and their offspring as genetic sources and donors when creating new varieties and hybrids for open field conditions in southern Russia.

**Methods.** Experiments were carried out in the fields of Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences, according to the methods used in the Astrakhan region. Within three years, 47 collection samples were tested.

**Results.** The article presents the results of studying the 12 most promising ones, distinguished by a complex of valuable economic traits, in particular by yield, amicability of fruit setting, which are of interest for further breeding work. According to the results of the data obtained, we can say that the best were the lines: 13-88RZ, 13-101RZ, Gherkins, KRASTAVAC, Courage, Zina, they can be used to create new varieties and hybrids of cucumber as donors of a predominantly female type of flowering, harmonious yield.

**Keywords:** cucumber, collection, traits, selection, breeding lines, donors, varieties

## Введение

Культура огурца пользуется большой популярностью. Пищевое значение ее заключается не в питательности, а в высоких вкусовых качествах и аромате плодов [1, 2]. Плоды обладают диетическими свойствами, усиливают аппетит и способствуют хорошему пищеварению, богаты калием, фосфором, которые улучшают работу почек и сердца. В пищу их употребляют в незрелом виде как в свежем, так и в консервированном, соленом, в различных ассорти, но при этом и после переработки вкусовые качества плодов сохраняются [3, 4].

Возделываемые в Астраханской области сорта и гибриды огурца недостаточно урожайны и в значительной мере поражаются рядом заболеваний. Внедрение в производство инновационных разработок, в частности, новых сортов и гибридов во многом решает проблему продовольственной безопасности [5]. Потребность в расширении сортимента огурца существует всегда. Возделывание сельхозпроизводителями сортов местной селекции имеет существенные преимущества, т.к. они приспособлены к выращиванию в аридной зоне Астраханской и других южных областей, поэтому необходимо создавать высокоурожайные дружносозревающие сорта разных сроков созревания, с хорошими вкусовыми, технологическими качествами, устойчивыми к болезням, особенно мучнистым росам, бактериальным и другим болезням, экстремальным факторам среды: жаре, засухе и засолению [6, 7]. Актуальным является выведение новых сортов, отвечающих требованиям потребителя и торговли, чтобы плоды имели хороший товарный вид, обладали высокими вкусовыми качествами и были пригодны как для свежего потребления, так и для разнообразной консервной переработки и домашней кулинарии [8, 9].

## Методика и материалы

Опыты закладывали на полях Всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиале ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» в 2018-2020 годах. Посев проводили во 2-3 декадах мая сухими семенами в открытый грунт. Метод полива – капельный, 2-3 раза в неделю в зависимости от погодных условий и состояния растений [10]. Уход состоял из 1-2 культиваций междурядий, 2-3 ручных прополок в рядках. Подкормки проводили минеральными удобрениями через систему капельного орошения [11, 12, 13]. В период вегетации отмечали фенофазы развития растений: даты посева, всходов, начала и массового цветения,

технического и биологического созревания, описание морфологических признаков растений и плодов. Устойчивость к болезням определяли визуально. По образцам, выделившимся ценными признаками, провели биохимический анализ плодов и индивидуальные отборы. Биохимические анализы проводили согласно существующим методикам: сухое вещество – методом высушивания, сахарв – цианидным методом, аскорбиновую кислоту – йодометрическим методом.

## Результаты и обсуждение

Для того, чтобы решать задачу по созданию новых сортов огурца для условий Нижнего Поволжья, нами ставилась цель – изучение коллекционных образцов огурца, отбор выделившихся по ряду ценных признаков, изучение их потомств для использования в качестве доноров при создании новых сортов.

В течении трех лет было испытано 47 коллекционных образцов. Проведены фенологические наблюдения, описание морфологических и хозяйственных признаков растений и плодов. Лучшими по ряду признаков показали себя 12 селекционных линий. По 7 из них провели биохимический анализ плодов. Получены семена индивидуальных отборов, характеризующихся признаками: красивой формой и окраской плода – зеленца, сочетающихся с высокой урожайностью и хорошей завязываемостью плодов.

Так, у линии 13-88RZ зеленец темно-зеленой окраски цилиндрической формы длиной 11,1 см, диаметром 3,3 см, мелкобугорчатый, со светло-коричневыми частыми шипами, завязываемость плодов хорошая.

Линия 13-101RZ имеет зеленец цилиндрической формы длиной 9,9 см, диаметром 3,3 см, крупнобугорчатый, с частыми белыми шипами. Дружная отдача урожая.

Селекционная линия Корнишоны с зелеными плодами цилиндрической формы длиной 11,0 см, диаметром 3,0 см со сложными светло-коричневыми шипами средней густоты, имеются полосы, образование плодов хорошее.

У Линии KRASTAVAC длина зеленца – 15,8 см, диаметр – 3,4 см, форма удлинено-цилиндрическая, мелкобугорчатая, со сложными шипами средней густоты, имеет хорошее плодородие.

Линия Красотка имеет длину плода 12,8 см, диаметр – 4,3 см, светло-зеленую окраску, светло-зеленые полосы в нижней части плода, есть бугорки, редкие шипы, на растениях много женских цветков, созревание плодов дружное.

Таблица 1. Характеристика морфо-биологических и хозяйственных признаков линий огурца (среднее за 2018-2020 годы)  
Table 1. Morpho-biological and economic characteristics of cucumber lines (average for 2018-2020)

Название образца	Число суток от всходов до начала технической зрелости	Длина главной плети, см	Число боковых плетей, шт.	Число узлов с женскими цветками, шт.	Число узлов с мужскими цветками, шт.	Масса плода, г	Продуктивность кг с растения	Урожайность, т/га
13-88RZF <sub>1</sub> (2020 год)	30	127,6	5,6	58,2	4,4	106	8,78	26,3
13-101RZ F <sub>1</sub> (2020 год)	31	118,6	5,0	36,6	6,0	111	6,12	21,4
Линия Корнишоны F <sub>2</sub> (2019, 2020 г)	33	154,0	5,2	65,2	1,4	73,2	6,24	22,3
Линия KRASTAVAC F <sub>2</sub> (2019, 2020 голы)	33	184,2	4,8	78,6	14,0	96,4	9,09	27,2
Линия Cloud F <sub>2</sub> (2019, 2020 годы)	35	137,2	6,4	62,2	14,0	105,6	7,85	23,7
Линия Крепыш F <sub>2</sub> (2019, 2020 годы)	34	106,2	6,4	27,6	40,2	125	5,25	19,8
Линия Заначка F <sub>3</sub> (2018, 2019, 2020 годы)	34	169,2	5,6	25,8	73,4	113,3	4,91	17,9
Линия Заначка F <sub>3</sub> (2018, 2019, 2020 годы)	34	121,2	5,4	59,0	14,2	103,2	7,94	23,2
Линия Красотка F <sub>3</sub> (2018, 2019, 2020 голы)	36	135,4	7,6	36,2	54,2	93,0	5,94	20,2
Линия Кустовой (2018, 2019, 2020 годы)	39	191,4	6,6	35,2	72,0	121,0	6,38	22,9
Линия Зина (2018, 2019, 2020 годы)	35	134,0	5,6	32,8	24,8	98,0	5,44	19,8
Линия Огурцы гладкие (2018, 2019, 2020 годы)	36	118,6	4,4	68,8	8,0	99,2	8,1	24,5
НСР <sub>0,5</sub>								0,15%

У линии Гладкие плоды длиной 13-16 см, диаметром 4,2-4,5 см, светло-зеленой окраски с черными шипами. Дружная отдача урожая, устойчив к болезням.

Линия Кустовой – длина плода – 13-13,5 см, диаметр – 4-4,5 см, с черными шипами. Очень дружное созревание плодов. В естественных полевых условиях почти не поражен ложной мучнистой росой.

Плоды линии Cloud имеют зеленцы длиной 13,3 см, диаметром 3,3 см, немного граненные с полосами и белыми сложными шипами средней густоты с хорошей урожайностью.

Линия Крепыш имеет окраску плодов зеленца средней интенсивности, цилиндрической формы, длина – 11,8 см, диаметр – 4,0 см, мелкобугорчатый, с белыми шипами.

Линия Заначка – с плодами цилиндрической формы, зеленой окраски, длина зеленца – 12,9 см, диаметр – 3,7 см, бугорчатый с редкими светлыми шипами,

У Линии Кураж плоды зеленой окраски цилиндрической формы, длина зеленца – 10,3 см, диаметр – 3,9 см, слабобугорчатые, белошипые, с чуть заметными полосами, высокоурожайный, с дружной его отдачей.

Плоды линии Зина темно-зеленые, поверхность гладкая с чуть заметными белыми шипами, в среднем длина зеленца – 13,8 см, диаметр – 3,3 см, очень урожайная.

Лучшими по ряду хозяйственно ценных признаков: раннеспелость, преимущественно женский тип цветения и хорошее плодобразование, выделились линии 13-88RZ, 13-101RZ, Красотка, Зина, Кураж. Урожайность колебалась: самая высокая – 27,2 т/га у Линии KRASTAVAC F<sub>2</sub> (2019, 2020 годы) до 19,9 т/га у Линии Заначка F<sub>3</sub> (2018, 2019, 2020 годы) (табл. 1).

Таблица 2. Содержание биохимических веществ в плодах селекционных линий  
Table 2. Content of biochemical substances in fruits of breeding lines

Название образца	В % на сырое вещество		Аскорбиновая кислота, мг%
	сухого вещества	суммы сахаров	
13-88RZ	4,64	2,07	1,76
13-101RZ	4,68	1,35	1,32
Линия корнишоны	3,92	1,85	1,54
KRASTAVAC	4,04	2,03	1,76
Крепыш	4,16	2,36	2,30
Cloud	3,96	2,25	2,25
Кураж	3,96	2,47	3,20
НСР <sub>0,5</sub>			0,24

При биохимическом анализе плодов содержание сухого вещества в образцах варьировало от 3,96 до 4,68%, суммы сахаров – от 1,35 до 2,47%, а витамина С больше всех содержали плоды линий Кураж, Крепыш, Cloud (табл. 2).

### Выводы

Таким образом, можно сказать, что выделенные линии огурца представляют интерес для дальнейшей селекционной работы и могут использоваться в качестве источников генетических источников ценных признаков при создании новых сортов и гибридов в условиях открытого грунта Юга России.

### Об авторах:

**Ольга Петровна Кигашпаева** – ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и семеноводства, к.с.-х. н., автор для переписки, vniob@mail.ru

**Александр Владимирович Гулин** – ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, директор Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиала ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», al\_gulin@mail.ru

**Лариса Петровна Лаврова** – младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, vniob@mail.ru

### About the authors:

**Olga P. Kigashpaeva** – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Head of the Department of breeding and seed production, Corresponding Author, vniob@mail.ru

**Alexander V. Gulin** – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Head of the Department of breeding and seed production, director of the All-Russian research institute of irrigated vegetables and melon growing – branch of Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences FSBSI "RAFSC RAS", al\_gulin@mail.ru

**Larisa P. Lavrova** – Junior Researcher of the Department of breeding and seed production., vniob@mail.ru

### • Литература

1. Авдеев Ю.И. Методические разработки, доноры и направления исследований в селекции овощных культур. Нижневолжский экоцентр. Астрахань, 2014. Выпуск 1. С.88-90.
2. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. Издательство официальное. М.: Издательство стандартов, 1990. С.94.
3. Портянкин А.Е., Шамшина А.В. Секреты выращивания огурца. М.: ЗАО «Фигон». 2010. 168 с.
4. Иванова В.М. Рост сельскохозяйственного производства, как фактор развития пищевой промышленности и продовольственного рынка. *Пищевая промышленность*. 2016;(2):8-11.
5. Налобова В.Л. Теоретические основы сортов и гибридов огурца и практические результаты. *Овощеводство, сб. научных трудов. Минск*, 2006. Т.12. С.85-87.
6. Лаврова Л.П. Характеристика сортов огурца в конкурсном испытании в аридных условиях Астраханской области. РАСХН, ГНУ ВНИИОБ. *Орошаемое овощеводство и бахчеводство в развитии адаптивно-ландшафтных систем юга России. Астрахань*. 2012. С.126.
7. Шамшина А.В. Новые транспортабельные гибриды огурца для юга России. *Вестник овощевода*. 2012;(4):3-5.
8. Чистякова Л.А. Результаты оценки линий огурца на устойчивость к мучнистой росе и переноспорозу. РАСХН, ГНУ ВНИИОБ. *Орошаемое овощеводство и бахчеводство в развитии адаптивно-ландшафтных систем юга России. Астрахань*, 2012. С.128.
9. Савина О.В., Седова Н.Н. Товароведная оценка соленых огурцов в зависимости от сортовых особенностей сырья и срока хранения. *Вестник РГАТУ*. 2015;4(26):137-141.
10. Чистякова Л.А. Сортовая технология выращивания огурца F<sub>1</sub> Атос в открытом грунте. *Картофель и овощи*. 2018;(2):15-17.
11. Скрипник Н.В., Лопотун Н.Л. Пошук джерел стійкості проти збудника несправжньої борошнистої роси огірка. *Захист і карантин рослин*. 2003.
12. Sun Z., Lower R.L., Staub J.E. Variance component analysis of parthenocarp in elite U.S. processing type cucumber (*Cucumis sativus* L.) lines. *Euphytica*. 2006. P.331-339.
13. Непорожная Е.А. Селекция простых и тройных гибридов огурца для открытого грунта степной зоны Украины. Овочівництво і баштанництво. Міжвідомчий тематичний збірник Харків: ІОБ НААН. 2005. Вып. 50.
14. Yoshioka Y., Sugiyama M., Sakata Y. Combining ability analysis of fruit texture traits in cucumber by mechanical measurement. *Breeding Sci.* 2010;(60):65-70.

### • References

1. Avdeev Y.I. Methodological developments, donors and research directions in the selection of vegetable crops. Lower Volga Ecocenter. Astrakhan, 2014. Issue 1. P.88-90. (In Russ.)
2. Medical and biological requirements and sanitary standards for the quality of food raw materials and food products. Official publishing house. M.: Publishing house of standards, 1990. P.94. (In Russ.)
3. Portyankin A.E., Shamshina A.V. Secrets of growing cucumber. M.: ZAO Figon. 2010. 168 p. (In Russ.)
4. Ivanova V.M. The growth of agricultural production as a factor in the development of the food industry and the food market. *Food industry*. 2016;(2):8-11. (In Russ.)
5. Nalobova V.L. Theoretical foundations of varieties and hybrids of cucumber and practical results. *Vegetable growing. Sat. scientific papers. Minsk*, 2006. T.12. P.85-87. (In Russ.)
6. Lavrova L.P. Characteristics of cucumber varieties in a competitive test in arid conditions of the Astrakhan region. RAAS, GNU VNIIOB. *Irrigated vegetable growing and melon growing in the development of adaptive landscape systems in the south of Russia. Astrakhan*. 2012. P.126. (In Russ.)
7. Shamshina A.V. New transportable cucumber hybrids for the south of Russia. *Vegetable grower bulletin*. 2012;(4):3-5. (In Russ.)
8. Chistyakova LA, Results of the assessment of cucumber lines for resistance to powdery mildew and peronosporosis. RAAS, GNU VNIIOB. *Irrigated vegetable growing and melon growing in the development of adaptive landscape systems in the south of Russia. Astrakhan*, 2012. P.128. (In Russ.)
9. Savina O.V., Sedova N.N. Commodity assessment of salted cucumbers depending on the varietal characteristics of raw materials and shelf life. *Bulletin of RGATU*. 2015;4(26):137-141. (In Russ.)
10. Chistyakova L.A. Variety technology of growing cucumber F<sub>1</sub> Atos in the open field. *Potatoes and vegetables*. 2018;(2):15-17. (In Russ.)
11. Skripnik N.V., Lopotun N.L. Search for sources of resistance against the causative agent of false powdery mildew cucumber. *Plant protection and quarantine*. 2003. (In Ukrainian).
12. Sun Z., Lower R.L., Staub J.E. Variance component analysis of parthenocarp in elite U.S. processing type cucumber (*Cucumis sativus* L.) lines. *Euphytica*. 2006. P.331-339.
13. Neporozhnaya E.A. Selection of simple and triple cucumber hybrids for open ground in the steppe zone of Ukraine. *Vegetable production i tower production. Mizhvidomchiiy thematic collection of Kharkiv: IOB NAAN*. 2005. Issue. 50.
14. Yoshioka Y., Sugiyama M., Sakata Y. Combining ability analysis of fruit texture traits in cucumber by mechanical measurement. *Breeding Sci.* 2010;(60):65-70.

Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-68-70>  
УДК 635.64:631.53:631.559

О.П. Кигашпаева\*,  
А.В. Гулин,  
В.Ю. Джабраилова

ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»  
416341, Россия, Астраханская обл., г. Камызяк, ул. Любича, 16

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

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

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

**Для цитирования:** Кигашпаева О.П., Гулин А.В., Джабраилова В.Ю. Семенная продуктивность сортов томата астраханской селекции. *Овощи России*. 2021;(6):68-70. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-68-70>

**Поступила в редакцию:** 21.09.2021

**Принята к печати:** 11.11.2021

**Опубликована:** 25.11.2021

Olga P. Kigashpaeva\*,  
Alexander V. Gulin,  
Vera Y. Dzhabrailova

Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences  
FSBSI «PAFSC RAS»  
16, Lubich st., Kamzyak. Astrakhan region, Russia, 416341

\*Corresponding Author: [vniioab@mail.ru](mailto:vniioab@mail.ru)

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

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

**For citations:** Kigashpaeva O.P., Gulin A.V., Dzhabrailova V.Y. Seed productivity of tomato varieties of the Astrakhan selection. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):68-70. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-68-70>

**Received:** 21.09.2021

**Accepted for publication:** 11.11.2021

**Published:** 25.11.2021

# Семенная продуктивность сортов томата астраханской селекции



## Резюме

**Актуальность.** Культура томата является лидером по площади возделывания и объему производства среди продуктов питания растительного происхождения. Плоды содержат разнообразные минеральные вещества, сахара, жиры, витамины.

**Цель** исследование и изучение хозяйственных признаков: урожайности, товарности, средней массы плодов, массы 1000 шт. семян и семенной продуктивности сортов томата двух сортотипов, созданных астраханскими селекционерами и использование полученные результатов при планировании производства семян и разработке отпускных и закупочных цен на сортовые семена для обеспечения крупных фермерских хозяйств, дачников и владельцев частных подворий отечественными семенами в целях импортозамещения и пригодных для различных направлений использования.

**Методы.** Опыты проводили на полях ВНИИООБ – филиале ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» по известным методикам. Изучали 9 салатных и 7 пригодных для механизированной уборки сортов томата.

**Результаты.** В статье представлены результаты изучения хозяйственных качеств и семенной продуктивности сортов томата двух сортотипов, отличающихся формой, размером, массой, окраской плодов и направлениями использования. К первой группе относятся крупноплодные салатные сорта с нетрескающимися плодами, которые достаточно хорошо хранятся и перевозятся в бурой степени спелости со средней массой плодов 100-200 г и более, а вторая группа – со сливовидной и удлиненной формой плодов, средняя масса которых 75-100 г, очень плотные, характеризующиеся пригодностью для длительной транспортировки, а по прочности не уступающие зарубежным сортам и гибридам. Форма и масса плодов сортов обеих групп разная, урожайность и товарность сортов достаточно высокая, но масса 1000 шт. семян и семенная продуктивность не зависит от этих показателей, а индивидуальна для каждого сорта.

**Ключевые слова:** томат, селекция, признаки, сорта, семеноводство, импортозамещение

# Seed productivity of tomato varieties of the Astrakhan selection

## Abstract

The tomato culture is the leader in terms of cultivation area and production volume among food products of plant origin. Fruits contain a variety of minerals, sugars, fats, vitamins.

**The goal** of the study and study of economic characteristics: yield, marketability, average weight of fruits, weight of 1000 pieces. seeds and seed productivity of tomato varieties of two varieties, created by Astrakhan breeders and the use of the results obtained in planning seed production and the development of sale and purchase prices for varietal seeds to provide large farms, summer residents and owners of private farms with domestic seeds for the purpose of import substitution and suitable for various uses.

**Methods.** The experiments were carried out in the fields of Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences according to well-known methods. Studied 9 salad and 7 for mechanized harvesting varieties of tomato.

**Results.** The article presents the results of studying the economic qualities and seed productivity of tomato varieties of two types, differing in shape, size, weight, fruit color and directions of use. The first group includes large-fruited salad varieties with non-cracking fruits, which are well stored and transported in brown maturity with an average fruit weight of 100-200 g or more. The second group – with plum-shaped and elongated fruits, the average weight of which is 75-100 g, very dense, characterized by suitability for long-term transportation, and in terms of strength they are not inferior to foreign varieties and hybrids. The shape and weight of fruits of varieties of both groups are different, the yield and marketability of varieties is quite high, but the weight of 1000 seeds and seed productivity does not depend on these indicators, but is individual for each variety.

**Keywords:** tomato, selection, traits, varieties, seed production, import substitution

### Введение

Программой развития страны поставлена задача создания системы семеноводства овощных культур российских сортов, что необходимо для обеспечения пищевой безопасности населения [1, 2]. Чтобы успешно выполнить эту задачу, необходимо возродить отечественное семеноводство и создавать новые сорта овощных культур. Селекция всегда рассматривалась как отбор на высокую урожайность, качество продукции и другие ценные хозяйственные и биологические признаки сортов, приспособленных к определенным условиям среды зоны возделывания. Новые сорта должны превосходить ранее созданные по комплексу важных признаков. Возделывание сельхозпроизводителями сортов отечественной селекции имеет существенные преимущества: селекция отечественных сортов направлена, в том числе, на высокие вкусовые качества, не содержат геномодифицированных структур, а стоимость их семян в разы ниже иностранных [3, 4, 5].

Культура томата является лидером по площади возделывания и объему производства среди продуктов питания растительного происхождения. Сорта томата различаются как по размеру, форме плодов, так и по количеству камер, завязыванию в них семян и урожайности [6, 7]. Кроме того, в зависимости от принадлежности к определенной группе или сорту, семена различаются по своей массе. Согласно литературным данным, выход семян у различных сортов томата неодинаков: у малокамерных – 0,4-0,5%, у среднекамерных – 0,3-0,4% и у многокамерных – 0,25-0,35% от массы плодов. В южных районах урожайность семян составляет 0,4-1,5 ц/га. Всхожесть семена сохраняют до 5-7 лет [8]. Эти данные учитываются при планировании производства семян и берутся за основу при разработке отпускных и закупочных цен на сортовые семена.

### Материалы и методы

Опыты проводили на полях ВНИИОБ – филиале ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Семена высевали сухими в пленочной теплице по схеме 5x3 см без пикировки в 1-ой декаде апреля. В теплице почва состояла из 3 частей грунтовой земли, 1 части песка и 1 части перегноя [9, 10]. Температурный режим в теплице поддерживался за счет солнечного обогрева. Высадка рассады в открытый грунт

– в 3-ей декаде мая по схеме 140x20 см. Испытания проводили согласно методикам [11, 12]. В период вегетации были проведены фенологические наблюдения: начало – 10% и массовые – 75% всходы, цветение, созревание; учет урожайности – с разделением по структуре; проводили оценку и отбор индивидуальных растений и линий по хозяйственной ценности [13]. Скрещивания осуществляли по методике Прохорова и др. [14]. Начало уборки определяли по характерным для сортов параметрам. Агротехника выращивания – общепринятая для Астраханской области [8].

### Результаты и их обсуждения

Астраханскими селекционерами создано много новых сортов овощных культур, в т.ч. томата. Для обеспечения производителей достаточным количеством семян различных сортов в 2018, 2019 и 2020 годах нами были проведены исследования по определению семенной продуктивности и массы 1000 семян как уже давно возделываемых, так и вновь созданных сортов томата, относящихся к различным сортотипам. К первой группе относятся крупноплодные салатные сорта с нетрескающимися плодами, которые достаточно хорошо хранятся и перевозятся в бурой степени зрелости и употребляются в свежем виде – в красной. Урожайность этих сортов достаточно высокая – от 56,0 до 76,3 т/га, товарность – 88,2-95,6%. По средней массе плода выделились сорта Бульдог и Авдеевский – 207-223 г соответственно. Масса 1000 шт. семян варьирует от 2,51 г (сорт Авдеевский) до 3,90 г (сорт Каспий). Семяпродуктивность у всех сортов разная: у сорта Бахтемир она составила 2,0 кг, а у сортов Авдеевский и Бульдог – 0,650 г и 0,770 кг с 1 т плодов, хотя средняя масса их плодов выше на 57-53 г. Надо отметить, что плоды сорта Бахтемир имеют сочную, более мягкую консистенцию и крупнее семена, а у сортов Авдеевский и Бульдог структура плодов состоит из мякоти с почти незаметными, неразвившимися камерами, очень плотная, с небольшим количеством семян, что является их особенностью и отрицательным качеством для семеноводства этих двух сортов. У остальных сортов выход семян составлял от 1,06 до 1,6 кг с 1 тонны плодов (табл. 1).

Урожайность сортов со сливовидной и удлиненной формой плодов составила от 51,4 до 62,4 т/га: самая высокая у сортов Рычанский и Моряна. Товарность у всех

Таблица 1. Хозяйственно биологические качества перспективных салатных сортов томата (среднее за 2018-2020 годы)  
Table 1. Economic biological qualities of promising salad tomato varieties (2018-2020)

№ п/п	Название сорта	Общая урожайность, т/га	Товарность, %	Средняя масса плода, г	Масса 1000 шт. семян, г	Выход семян с 1 т плодов, кг	Выход семян с 1 га, кг
1	Астраханский	66,52	91,4	152	2,74	1,6	106,4
2	Авдеевский	70,28	95,6	223	2,51	0,650	45,7
3	Бульдог	76,32	92,5	207	3,01	0,770	58,8
4	Марафон	70,42	91,7	186	2,83	1,2	84,5
5	Малиновый шар	68,4	91,2	180	3,16	1,4	95,8
6	Бахтемир	57,2	88,2	140	3,30	2,0	114,4
7	Каспиец	56,00	94,6	155	3,41	1,15	64,4
8	Каспий	59,3	93,7	115	3,90	1,35	80,1
9	Аран	58,4	90,1	90	3,20	1,06	61,9
	НСР <sub>0,5</sub>	3,4%					9,9%

Таблица 2. Хозяйственно биологические качества распространенных сливовидных сортов томата (среднее за 2018-2020 годы)  
Table 2. Economic biological qualities of plum tomato varieties (average for 2018-2020)

№ п/п	Название сорта	Общая урожайность т/га	Товарность, %	Средняя масса плода, г	Масса 1000 шт. семян, г	Выход семян с 1 т плодов	Выход семян с 1 га, кг
1	Моряна	61,8	95,4	78	3,01	1,4	86,5
2	Рычанский	62,4	92,6	75	2,66	1,8	112,3
3	Супергол малиновый	57,7	94,7	95	2,55	1,4	80,8
4	Оранжевый Авюри	56,4	96,2	100	2,61	1,1	62,1
5	Форвард	55,2	90,4	80	2,64	1,3	71,8
6	Борец	53,8	90,0	75	3,13	1,5	80,7
7	Торпеда	51,4	97,2	80	2,58	0,42	21,5
	НСР <sub>0,5</sub>	2,2%					4,6%

сорта высокая – 90,0 - 97,2%, средняя масса плода – от 75 до 100 г. Показатель массы 1000 семян выше у сорта Борец – 3,13 г, ниже остальных – у сорта Супергол малиновый – 2,51 г. По семяпродуктивности лучшим показал себя сорта Рычанский – выход семян у него составил 1,8 кг. Самым малосемянным был сорт Торпеда – с 1 т плодов можно получить 0,42 кг семян. Его плоды крупные, мясистые, но семян могут завязывать очень мало – единицы. У остальных сортов этот показатель варьировал от 1,1 до 1,5 кг/т. Плоды представленных сортов очень плотные, характеризуются пригодностью для длительной транспортировки и по прочности не уступают зарубежным (табл. 2).

## Выводы

Представленные сорта двух сортоотипов характеризуются, кроме ранее описанных полезных признаков, высокими вкусовыми качествами. Как видно из приведенных данных, семенную продуктивность не зависит от урожайности, формы и массы плода, а для каждого сорта индивидуальна. Полученные данные можно использовать в дальнейшей работе для планирования обеспечения фермеров, дачников и владельцев частных подворий отечественными семенами для различных направлений использования.

### Об авторах:

**Ольга Петровна Кигашпаева** – ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и семеноводства, к.с.-х. н., автор для переписки, vniio@mail.ru  
**Александр Владимирович Гулин** – ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, директор Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиала ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», al\_gulin@mail.ru  
**Вера Юрьевна Джабраилова** – младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства, vniio@mail.ru

### About the authors:

**Olga P. Kigashpaeva** – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Head of the Department of breeding and seed production, Corresponding Author, vniio@mail.ru  
**Alexander V. Gulin** – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Head of the Department of breeding and seed production, director of the All-Russian research institute of irrigated vegetables and melon growing – branch of Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences FSBSI “RAFSC RAS”, al\_gulin@mail.ru  
**Vera Y. Dzhabrailova** – Junior Researcher of the Department of breeding and seed production, vniio@mail.ru

### • Литература

1. Алпатов А.В. Помидоры. М., 1981. 304 с.
2. Nascimento I.R.D., Maluf W.R., Figueira A.R., Menezes C.B., Resende J.T.V.D., Faria M.V., Nogueira D.W. Marker assisted identification of *Tospovirus* resistant tomato genotypes in segregating progenies. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*. 2009;66(3):298-303.
3. Мачулкина В.А., Санникова Т.А., Пучков М.Ю., Антипенко Н.И. Значение размера плодов для переработки. *Научный альманах*. 2017;2-1(28):296-301.
4. Алпатов А.В. [и др.] Методические указания по селекции сортов и гибридов томата для открытого и защищенного грунта. М., 1986. 112 с.
5. Авдеев Ю.И., Авдеев А.Ю., Кигашпаева О.П. Методические разработки, доноры и направления исследований в селекции овощных культур. Астрахань. 2014. 204 с.
6. Кигашпаева О.П., Авдеев А.Ю. Брендовые астраханские сорта томата. *Проблемы развития АПК региона*. 2020;(2):106-110.
7. Burdick A. Genetics of heterosis for earliness in the tomato. *Genetics*. 1954;(39):505.
8. Коринец В.В. и др. Рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур при капельном орошении в Астраханской области. Астрахань, 2003. 47 с.
9. Powers L. Relative yields of inbred lines and F<sub>1</sub> hybrids of tomato. *Bot Gaz*. 1945;(106):247-268.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., *Агрпромиздат*, 1979. 415 с.
11. Иванова В.М. Рост сельскохозяйственного производства, как фактор развития пищевой промышленности и продовольственного рынка. *Пищевая промышленность*. 2016;(2):8-11.
12. Кондратьева И.Ю., Енгальчев М.Р. Крупноплодные деликатесные сорта томата с высокими вкусовыми качествами. *Овощи России*. 2019;(1):46-49. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-46-49>
13. Мачулкина В.А., Санникова Т.А., Анишко М.Ю., Гулин А.В. Транспортировка, тара и качество плодов томатов. *Проблемы развития АПК региона*. 2019;(3):244-247.
14. Прохоров И.А., Крючков А.В., Комиссаров В.А. Селекция и семеноводство овощных культур. М., Колос, 1978. 447 с.

### • References

1. Alpatiev A.V. Tomatoes. M., 1981. 304 p. (In Russ.)
2. Nascimento I.R.D., Maluf W.R., Figueira A.R., Menezes C.B., Resende J.T.V.D., Faria M.V., Nogueira D.W. Marker assisted identification of *Tospovirus* resistant tomato genotypes in segregating progenies. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*. 2009;66(3):298-303.
3. Machulkina V.A., Sannikova T.A., Puchkov M.Yu., Antipenko N.I. The value of the size of fruits for processing. *Scientific Almanac*. 2017;2-1(28):296-301. (In Russ.)
4. Alpatiev A.V. Guidelines for the selection of varieties and hybrids of tomato for open and protected ground. M., 1986. 112 p. (In Russ.)
5. Avdeev Yu.I., Avdeev A.Yu., Kigashpaeva O.P. Methodological developments, donors and research directions in the selection of vegetable crops. Astrakhan. 2014. 204 p. (In Russ.)
6. Kigashpaeva O.P., Avdeev A.Yu. Branded Astrakhan tomato varieties. *Problems of the development of the agro-industrial complex of the region*. 2020;(2):106-110. (In Russ.)
7. Burdick A. Genetics of heterosis for earliness in the tomato. *Genetics*. 1954;(39):505.
8. Korinets V.V. Recommendations for the cultivation of crops with drip irrigation in the Astrakhan region. Astrakhan, 2003. 47 p. (In Russ.)
9. Powers L. Relative yields of inbred lines and F<sub>1</sub> hybrids of tomato. *Bot Gaz*. 1945;(106):247-268.
10. Dospikhov B.A. Field experiment technique. M., *Agropromizdat*, 1979. 415 p. (In Russ.)
11. Ivanova V.M. The growth of agricultural production as a factor in the development of the food industry and the food market. *Food industry*. 2016;(2):8-11. (In Russ.)
12. Kondratyeva I.Yu., Engalychev M.R. Large-fruited, delicacy and highly palatable tomato varieties. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(1):46-49. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-46-49>
13. Machulkina V.A., Sannikova T.A., Anishko M.Yu., Gulina A.V. Transportation, packaging and quality of tomato fruits. *Problems of development of the agro-industrial complex of the region*. 2019;(3):244-247. (In Russ.)
14. Prokhorov I.A., Kryuchkov A.V., Komissarov V.A. Selection and seed production of vegetable crops. M., "Kolos". 1978. 447 p. (In Russ.)

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-71-75>  
УДК 635.621.3:631.526.325

С.В. Кузьмин

Крымская опытно-селекционная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Вавилова» 353384, Россия, Краснодарский край, г. Крымск, ул. Вавилова, 12

**Благодарности.** В работе использованы коллекции генетических ресурсов растений ВИР (VIR Collections of Plant Genetic Resources) в рамках государственного задания ВИР (бюджетный проект № 0662-2019-0003 «Генетические ресурсы овощных и бахчевых культур мировой коллекции ВИР: эффективные пути расширения разнообразия, раскрытия закономерностей наследственной изменчивости, использования адаптивного потенциала»).

**Конфликт интересов:** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Кузьмин С.В. Линии женского типа цветения как основа новых высокопродуктивных F<sub>1</sub> гибридов кабачка. *Овощи России.* 2021;(6):71-75. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-71-75>

**Поступила в редакцию:** 03.11.2021

**Принята к печати:** 19.11.2021

**Опубликована:** 25.11.2021

Semyon V. Kuzmin

Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources 12 Vavilova Street, Krymsk, 353384, Russia

**Acknowledgments.** The work used the VIR Collections of Plant Genetic Resources within the framework of the VIR state assignment (budget project No. 0662-2019-0003 "Genetic resources of vegetable and melon crops of the VIR world collection: effective ways of expanding diversity, disclosing the patterns of hereditary variability, use of adaptive potential").

**Conflict of interest.** The author declare no conflicts of interest.

**For citations:** Kuzmin S.V. Female flowering lines as the basis for new highly productive F<sub>1</sub> zucchini hybrids. *Vegetable crops of Russia.* 2021;(6):71-75. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-71-75>

**Received:** 03.11.2021

**Accepted for publication:** 19.11.2021

**Published:** 25.11.2021

# Линии женского типа цветения как основа новых высокопродуктивных F<sub>1</sub> гибридов кабачка



## Резюме

**Актуальность.** Современный рынок семян кабачка показывает перспективу создания F<sub>1</sub> гибридов, обладающих максимальной отдачей урожая высокого качества. Для их успешной селекции требуются родительские формы, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков, высокой комбинационной способностью. Важнейшую роль играют материнские линии кабачка женского типа цветения, которые позволяют вести гибридное семеноводство при свободном опылении и получать семена гибридов F<sub>1</sub> высокого качества.

**Материалы и методы.** Исследования проводили на Крымской ОСС – филиале ВИР (Россия, Краснодарский край, Крымский район) в 2019-2021 годах. Сортоиспытание F<sub>1</sub> гибридов осуществляли в открытом грунте на полях селекционного севооборота. Площадь делянки 5 м<sup>2</sup>, повторность опыта трехкратная.

**Результаты.** Изучена общая комбинационная способность родительских линий кабачка, выделены материнские формы с положительным эффектом ОКС по ранней урожайности (F<sub>5</sub> 409-1, F<sub>5</sub> 409-2) и по общей урожайности (F<sub>5</sub> 409-1). Проведено предварительное сортоиспытание гибридных комбинаций в сравнении со стандартами F<sub>1</sub> Белогор и F<sub>1</sub> Паскаль. Изучены основные хозяйственно ценные признаки: скороспелость, ранняя и общая урожайность, товарность, привлекательность продукции. Выделены F<sub>1</sub> гибриды кабачка, полученные на основе материнских форм женского типа цветения F<sub>5</sub> 409-1, F<sub>5</sub> 409-2 по урожайности (ранней – выше 17,7 т/га и общей – выше 46,7 т/га) и товарности – более 83,2%.

**Выводы.** Высокая продуктивность F<sub>1</sub> гибридов кабачка, полученных на основе материнских форм женского типа цветения F<sub>5</sub> 409-1, F<sub>5</sub> 409-2 доказывает перспективность их использования в селекции. В результате двухлетнего изучения выделен гибрид F<sub>1</sub> (409-1×305), с комплексом хозяйственно ценных признаков: ранней урожайностью 19,6 т/га, общей урожайностью 52,6 т/га, товарностью 84,3%, привлекательным внешним видом плодов.

**Ключевые слова:** кабачок, селекция, линия, женский тип цветения, гибрид, урожайность.

# Female flowering lines as the basis for new highly productive F<sub>1</sub> zucchini hybrids

## Abstract

**Relevance.** The modern marrow seed market shows the prospect of creating F<sub>1</sub> hybrids that have the maximum return on a high-quality crop. For their successful selection, parental forms with a complex of economically valuable traits and a high combinational ability are required. The most important role is played by the female zucchini maternal lines of flowering type, which allow for hybrid seed production with free pollination and obtain high quality F<sub>1</sub> hybrid seeds.

**Materials and methods.** The studies were carried out at of the Krymsk EBS VIR Branch (Russia, Krasnodar Region, Krymsk) in 2019-2021. Variety testing of lines and hybrids was carried out in the open field in the fields of selective crop rotation. The plot area was 5 m<sup>2</sup>, the experiment was repeated three times.

**Results.** The general combinative ability of parental squash lines was studied, maternal forms with a positive GCA effect on early yield (F<sub>5</sub> 409-1, F<sub>5</sub> 409-2) and on total yield (F<sub>5</sub> 409-1) were identified. A preliminary variety testing of hybrid combinations was carried out in comparison with the standards F<sub>1</sub> Belogor and F<sub>1</sub> Pascal. The main economically valuable traits have been studied: early maturity, early and general yield, marketability, product attractiveness. F<sub>1</sub> hybrids of zucchini were identified, obtained on the basis of maternal forms of the female type of flowering F<sub>5</sub> 409-1, F<sub>5</sub> 409-2 in terms of yield (early above 17,7 t/ha and total above 46,7 t/ha), and marketability, more than 83,2%.

**Conclusions.** The high productivity of F<sub>1</sub> zucchini hybrids obtained on the basis of maternal forms of the female flowering type F<sub>5</sub> 409-1, F<sub>5</sub> 409-2 proves the promising nature of their use in breeding. As a result of two years of study, a hybrid F<sub>1</sub> (409-1×305) was isolated, with a complex of economically valuable traits: early yield 19,6 t/ha, total yield 52,6 t/ha, marketability 84,3%, attractive appearance of fruits.

**Keywords:** squash, selection, line, female type of flowering, hybrid, productivity

## Введение

**К**абачок содержит различные макро- и микроэлементы, является диетическим продуктом с большим содержанием клетчатки, необходимой для работы желудочно-кишечного тракта [1]. Неприхотливость к условиям выращивания, относительная холодостойкость, диетическая ценность и хорошие вкусовые качества сделали кабачок одной из самых распространенных овощных культур. В хозяйствах населения ежегодно выращивается порядка 19,5 тыс. га кабачков. Большие площади занимает кабачок и в производственных посевах, согласно статистическим данным, с 2017 года по 2019 год, площади под кабачком выросли с 4 тыс. га до 4,5 тыс. га. Валовый сбор в 2017 году составил 91 тыс. т, а в 2019 году он увеличился более, чем на 17 тыс. т (Данные АБ-Центр: URL: <http://www.ab-centre.ru>).

Широкое распространение культуры кабачка послужило импульсом для создания новых, высокопродуктивных сортов и гибридов F<sub>1</sub> кабачка в нашей стране и за рубежом. Раннеспелость, продуктивность, качество плодов, толерантность или устойчивость к абиотическим и биотическим стресс факторам являются основными ориентирами в селекции кабачка [2].

Особенным спросом на рынке свежей продукции пользуются гибриды кабачка первого поколения, которые отличаются от сортов скороспелостью, высоким выходом товарных плодов с гладкой поверхностью и привлекательным внешним видом. Создание перспективных инбредных линий кабачков является первым шагом к созданию успешных гибридов, а точный выбор лучших родительских линий является чрезвычайно важным этапом селекции [3].

Отечественное семеноводство F<sub>1</sub> гибридов кабачка имеет ряд сложностей, поскольку кабачок является однодомным растением, образующем на одном растении как женские, так и мужские цветки. Опыление материнской формы ее же мужскими цветками снижает качество гибрида F<sub>1</sub>, поэтому одной из основных задач гибридного семеноводства является максимальное повышение гибридности семян. Искусственное опыление позволяет полностью исключить опыление внутри линии, но данный способ семеноводства является дорогостоящим и требует привлечения значительных материальных и трудовых ресурсов. Механическое удаление мужских цветков на материнских растениях также довольно эффективный прием при размножении гибридов F<sub>1</sub>, но достаточно трудоемкий. Другим способом размножения гибридов F<sub>1</sub> является создание материнских линий с функциональной мужской стерильностью, с его помощью получен ряд гибридов кабачка и других разновидностей тыквы твердокорой [4, 5].

Половой тип цветения кабачка зависит от генотипа и условий выращивания, поскольку факторы внешней среды, воздействующие на растение в период образования органов размножения способны изменять половую направленность растений [6]. Такими факторами для тыквенных растений могут быть не только условия окружающей среды, такие как температура, длина дня, но и различные гормоны – этилен, ауксины и гиббереллины [7].

На Крымской ОСС отработана технология гибридного семеноводства, основанного на применении регуля-

торов роста – этиленпродуцентов, способствующих образованию только женских цветков на растениях в первые две-три недели цветения на материнской линии [8]. Однако этот способ сложно реализовать на больших площадях, поскольку на первый план выходит качество препаратов, погодные условия и квалификация работников, выполняющих технологические операции.

По нашему мнению, наиболее оптимальным является семеноводство F<sub>1</sub> гибридов кабачка на основе материнских линий с женским типом цветения. Женский половой тип кабачка характеризуется образованием небольшого числа мужских цветков (не более 7) внизу стебля, или их отсутствием [9]. Примером может служить семеноводство F<sub>1</sub> гибридов огурца, резкое развитие которого началось после открытия явления частичной двудомности у огурца советским ученым, д.с.-х.н. Ткаченко Н.Н., и создания первых женских форм. Линия Посредник 97, созданная в 1950-х годах послужила материнской формой гибрида Успех 221, семенами которого в 1960 году было засеяно порядка 4,5-5,0 тыс. га [10].

Преимущество огурца заключается в том, что у него женский тип растений частично двудомных форм доминирует, а у других тыквенных культур он рецессивен [11]. Генетика пола кабачка не изучена так досконально, как у огурца, тем не менее, есть предположение, что женский тип цветения контролируется несколькими рецессивными генами [12].

Начиная с 2014 года на Крымской ОСС – филиале ВИР, в отделе генетических ресурсов и селекции овощных культур проводится работа по созданию линий кабачка с женским типом цветения. В 2014-2017 годах нами были проведены сложные скрещивания и индивидуальные отборы по признаку насыщенности женскими цветками. Получены потомства кабачка, перспективные для создания новых, высокопродуктивных гибридов, имеющие до 90 % растений с женским типом цветения [13].

*Целью* настоящей работы являлось изучение комбинационной способности линий кабачка женского типа цветения, а также изучение гибридов F<sub>1</sub>, созданных на их основе, а именно их урожайности, скороспелости, качества плодов, определение перспективной гибридной комбинации для размножения.

## Материал и методы

Исследования были проведены на Крымской ОСС – филиале ВИР в 2019-2021 годах, в открытом грунте. Оценку морфологических и хозяйственно ценных признаков, статистическую обработку полученных данных проводили в соответствии с общепринятыми методиками [14, 15]. Объектами исследований являлись F<sub>1</sub> гибриды кабачка, полученные при искусственном опылении. В качестве материнских форм использованы гомозиготные потомства с женским типом цветения (F<sub>5</sub> 409-1, F<sub>5</sub> 409-2, л.Ал6), в качестве отцовских – линии кабачка (л.Ар3, л.305, л.307). Скрещивания родительских форм проводили в 2019 году.

Селекционные потомства F<sub>5</sub> 409-1, F<sub>5</sub> 409-2 отличаются преимущественно женским типом цветения, мужские цветки образуются в 1-2 узлах. Это кустовые растения со светло-зеленым стеблем, до 50 см длиной,

без боковых побегов, лист без белой пятнистости с сильным рассечением пластинки. F<sub>5</sub> 409-1 имеет светло-зеленые, короткие, овально-цилиндрические плоды со сбегом к плодоножке, индекс формы – 1,4-1,5. Плоды F<sub>5</sub> 409-2 цилиндрической формы с индексом 1,8–2,0.

Линия Алб имеет высокую насыщенность женскими цветками, растений с преимущественно женским типом цветения около 30%. Растения кустовые, плод светло-зеленый, цилиндрический, индекс формы – 1,8-2,0. Обладает средней устойчивостью к мучнистой росе.

различных гибридных комбинациях показывать высокий гетерозисный эффект. Общая комбинационная способность родительских форм и линий определена по результатам сортоиспытания изучаемых F<sub>1</sub> гибридов в 2020 году. Положительным эффектом ОКС по ранней урожайности характеризуются отцовские линии 307 и Ар3, а также материнские формы F<sub>5</sub> 409-1 и F<sub>5</sub> 409-2. Высокая ОКС по данному признаку, равная 2,06 т/га, отмечена у F<sub>5</sub> 409-1 (табл. 1).

Высокую ОКС по общей урожайности имеют родительские формы F<sub>5</sub> 409-1 и Ар3, она составляет 3,59 и 2,49 т/га соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Общая комбинационная способность материнских и отцовских форм по ранней и общей урожайности, т/га, 2020 год  
Table 1. General combining ability of maternal and paternal forms for early and total yield, t/ha, 2020

Материнские формы	Отцовские линии			ОКС (g) материнских форм (т/га)
	305	307	Ар3	
<b>Ранняя урожайность</b>				
F <sub>5</sub> 409-1	22,3	22,7	22,8	2,06
F <sub>5</sub> 409-2	19,7	21,7	22,1	0,62
л.Алб	16,8	17,7	19,1	-2,68
ОКС (g) отцовских линий (т/га)	-0,94	0,16	0,79	Σ = 0
<b>НСР<sub>05</sub> – 1,2 т/га</b>				
<b>Общая урожайность</b>				
F <sub>5</sub> 409-1	55,4	52,1	47,1	3,59
F <sub>5</sub> 409-2	41,9	45,6	52,4	-1,31
л.Алб	42,3	42,9	51,8	-2,28
ОКС (g) отцовских линий (т/га)	-1,41	-1,08	2,49	Σ = 0
<b>НСР<sub>05</sub> – 2,4 т/га</b>				

Отцовские линии, а именно л.Ар3, л.305, л.307 дают комплексом хозяйственно ценных признаков: кустовым типом роста, привлекательными цилиндрическими плодами и средней устойчивостью к мучнистой росе.

Для изучения общей комбинационной способности родительских форм применяли метод топкросса, испытывали гибридные комбинации, полученные от скрещивания материнских форм и отцовских линий. Вычисления проводили с помощью методических рекомендаций [16].

Предварительное сортоиспытание новых гибридных комбинаций проводили в 2020-2021 годах в открытом грунте, на полях селекционного севооборота. Опыт закладывали в трехкратной повторности. Площадь делянки составляла 5 м<sup>2</sup>. Поливов в течение вегетационного периода не проводилось.

В качестве основного стандарта использовали гибрид селекции Крымской ОСС – филиал ВОР – F<sub>1</sub> Белогор, вторым стандартом был принят испанский гибрид F<sub>1</sub> Паскаль селекции фирмы «Фито», хорошо зарекомендовавший себя на юге нашей страны.

### Результаты исследований и их обсуждение

Общая комбинационная способность показывает пластичность родительской формы, ее способность в

Таким образом, предварительное испытание гибридных комбинаций показало высокую ОКС материнской формы F<sub>5</sub> 409-1 как по общей, так и по ранней урожайности.

Изучение выделенных гибридов было продолжено в 2021 году.

Фенологические наблюдения показали, что женские цветки на F<sub>1</sub> гибридах, материнской линией которых являются формы с женским типом цветения F<sub>5</sub> 409-1, F<sub>5</sub> 409-2, появляются уже через 24-27 суток после массовых всходов (табл. 2). К сожалению, первая завязь на них отпадает, поскольку единичные мужские цветки появляются лишь через 29-32 суток, из-за чего не происходит опыление. Первый сбор плодов, определяющий скороспелость гибридов, проведен в 2020 году 3 июля, а в 2021 году – 30 июня, в среднем за 2 года уборка началась через 35 суток после всходов. Все изучаемые сортообразцы являются скороспелыми.

Ранняя урожайность является одним из основных хозяйственно ценных признаков, поскольку на раннюю продукцию кабачка, как и других овощных культур, наиболее высокая цена. За раннюю принимали урожайность за первую декаду плодоношения. Лидируют по этому признаку гибриды F<sub>1</sub> (409-1xАр3) и F<sub>1</sub> (409-1x305), на них собрано 19,8 и 19,6 т/га соответственно (табл. 3). Учитывая НСР<sub>05</sub>, равную 3 т/га, ранняя уро-

Таблица 2. Основные периоды вегетации F<sub>1</sub> гибридов кабачка, 2020-2021 годы  
Table 2. The main growing periods of F<sub>1</sub> zucchini hybrids, 2020-2021

Название образца	Период вегетации, сутки		
	всходы – цветение ♀	всходы – цветение ♂	всходы – первый сбор плодов
F <sub>1</sub> Белогор, st.1	30	30	35
F <sub>1</sub> (409-1x305)	24	32	35
F <sub>1</sub> (409-1x307)	26	31	35
F <sub>1</sub> (409-1xAp3)	26	30	35
F <sub>1</sub> (409-2x305)	25	32	35
F <sub>1</sub> (409-2x307)	27	31	35
F <sub>1</sub> (409-2xAp3)	26	32	35
F <sub>1</sub> (404xД5)	28	29	35
F <sub>1</sub> Кудесник	29	29	35
F <sub>1</sub> (Ал6xAp3)	30	31	35
F <sub>1</sub> Паскаль, st.2	29	32	35

жайность новых F<sub>1</sub> гибридов была на уровне F<sub>1</sub> Паскаль. В то же время разница между новыми гибридами и стандартом существенна.

Общая урожайность во многом определяет перспективы сорта для его дальнейшего использования. У стандарта F<sub>1</sub> Белогор она составила 34,6 т/га (табл. 3). На гибридах F<sub>1</sub> (409-1x305) и F<sub>1</sub> (409-1x307) собрано 52,6 и 55,1 т/га соответственно, что является лучшим результатом в опыте. Учитывая НСР<sub>05</sub>, равную 6,4 т/га, общая урожайность новых F<sub>1</sub> гибридов также была на уровне иностранного гибрида F<sub>1</sub> Паскаль. Высокая урожайность данных гибридных комбинаций связана с высокой комбинационной способностью материнской формы F<sub>5</sub> 409-1. Также высокие показатели продуктивности у гибридов F<sub>1</sub> (409-2xAp3) и F<sub>1</sub> (Ал6xAp3), отцовской линией которых является л. Ap3, также обладающая высокой ОКС. Выход товарных плодов изучаемых F<sub>1</sub> гибридов в основном составил более 83%. Стандарт F<sub>1</sub> Белогор показал 72,2%. Не товарными считали плоды с деформацией и большие плоды с признаками вирусного поражения. Высокую товарность выше 90%

показал стандарт F<sub>1</sub> Паскаль и F<sub>1</sub> (409-2x305). Также достаточно высокая товарность – 87,2% у F<sub>1</sub> (409-1x307), а учитывая общую урожайность 55,1 т/га, урожайность товарных плодов составила 48,0 т/га, что на 1,2 т/га превосходит товарную урожайность F<sub>1</sub> Паскаль.

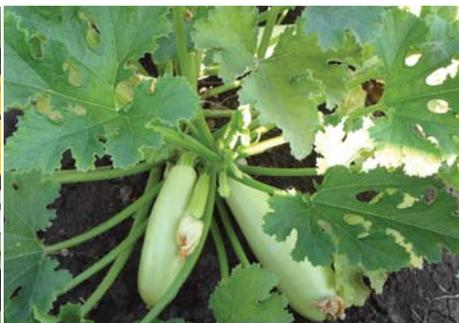
Основным требованием при реализации плодов кабачка в свежем виде является их привлекательный внешний вид. Оценивая его, обращали внимание на ребристость поверхности, наличие второстепенной окраски в виде пятен, форму, длину плодоножки. Для нас этот признак также является предопределяющим, поскольку сбор урожая проводили в технической спелости плодов, набравших массу 0,3-0,4 кг, предназначенных для реализации в свежем виде. Самые высокие оценки по внешнему виду плодов получил гибрид F<sub>1</sub> (409-2x305), набравший 4,0 балла (рис.1), а также гибриды F<sub>1</sub> (409-1x305) (рис.2), F<sub>1</sub> (404xД5) и стандарт F<sub>1</sub> Паскаль, набравшие 3,9 балла. Данные гибриды имели ровные цилиндрические, светло-зеленые плоды с гладкой поверхностью. Также гладкие

Таблица 3. Результаты испытания F<sub>1</sub> гибридов кабачка (2020-2021 годы)  
Table 3. Test Results for F<sub>1</sub> zucchini hybrids (2020-2021)

Сорт	Ранняя урожайность т/га	Общая урожайность т/га	Выход товарных плодов, %	Средняя масса плода, кг	Внешний вид плода, балл
F <sub>1</sub> Белогор, st.1	11,5	34,6	72,2	0,40	3,4
F <sub>1</sub> (409-1x305)	19,6	52,6	85,3	0,38	3,9
F <sub>1</sub> (409-1x307)	18,8	55,1	87,2	0,37	3,6
F <sub>1</sub> (409-1xAp3)	19,8	48,4	88,1	0,34	3,5
F <sub>1</sub> (409-2x305)	17,7	46,9	90,5	0,38	4,0
F <sub>1</sub> (409-2x307)	18,5	46,7	83,7	0,34	3,6
F <sub>1</sub> (409-2xAp3)	18,2	50,4	83,2	0,32	3,6
F <sub>1</sub> (404xД5)	14,1	35,1	85,4	0,42	3,9
F <sub>1</sub> Кудесник	14,8	36,0	72,5	0,32	3,4
F <sub>1</sub> (Ал6xAp3)	19,4	50,5	85,6	0,32	3,8
F <sub>1</sub> Паскаль, st.2	19,3	50,7	92,3	0,39	3,9
НСР <sub>05</sub>	3,0	6,4			



**Рис. 1. Растение кабачка F<sub>1</sub> (409-2хл.305)**  
**Fig. 1. Zucchini plant F<sub>1</sub> (409-2x1.305)**



**Рис. 2. Растение кабачка F<sub>1</sub> (409-1хл.305)**  
**Fig. 2. Zucchini plant F<sub>1</sub> (409-1x1.305)**



**Рис. 3. Растение кабачка F<sub>1</sub> (409-1хл.307)**  
**Fig. 3. Zucchini plant F<sub>1</sub> (409-1x1.307)**

цилиндрические плоды отличали F<sub>1</sub> (409-14307), но оценка была снижена за укороченную форму (рис. 3). Анализируя внешний вид плодов гибридов F<sub>1</sub>, следует обратить внимание на морфологические особенности родительских форм. Высокая оценка внешнего вида гибрида F<sub>1</sub> (409-1x305) связана, прежде всего, с отцовской формой – л.305, являющейся кабачком типа цуккини со светло-зелеными слегка удлиненными плодами. В потомстве F<sub>1</sub> все растения имели ровный цилиндрический плод, несмотря на короткую форму плодов материнской формы. Данную особенность можно использовать как защиту от размножения F<sub>1</sub> гибрида, поскольку в последующих поколениях плоды будут иметь различную форму.

### Заключение

В результате проведенной работы были выделены F<sub>1</sub> гибриды кабачка, отличающиеся комплексом хозяйственно ценных признаков: высокой урожайностью и товарностью, привлекательным внешним видом. Особенный интерес представляет гибрид F<sub>1</sub> (409-1x305), ранняя урожайность которого составила 19,6 т/га, общая урожайность – 52,6 т/га, товарность – 84,3%. Высокая продуктивность F<sub>1</sub> гибридов кабачка, полученных на основе материнских форм женского типа цветения F<sub>5</sub> 409-1, F<sub>5</sub> 409-2, характеризующихся хорошей общей комбинационной способностью по урожайности, доказывает перспективность их использования в селекции.

### Об авторе:

**Семён Викторович Кузьмин** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела генетических ресурсов и селекции овощных культур, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0229-2612>

### About the author:

**Semyon V. Kuzmin** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the Department of genetic Resources and Vegetable Breeding, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0229-2612>

### • Литература

1. Гончаров А.В. Тыква в Нечерноземной зоне России. Москва: ФГБОУ ВПО РГАУ; 2015.
2. Loy J.B. Morpho-physiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkins (*Cucurbita* spp.). *Crit. Rev. Plant Sci.* 2004;23(4):337–363.
3. El-Eslamboly A.A.S.A., Diab A.H.M. New promising squash inbred lines development as a major step to develop superior hybrids. *Egypt. J. Plant Breed.* 2020;24(3):549–563.
4. Шантасов А.М., Соколов С.Д., Смолинова Н.В. Мужская стерильность в селекции тыквы. Картофель и овощи. 2015;(8):36-38.
5. Шантасов А.М., Соколов С.Д., Рогов А.В. Селекция гибридов F<sub>1</sub> разнообразней тыквы твердокорой для консервной промышленности. *Овощи России.* 2016;(2):42-46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-2-42-46>
6. Воробьева Н.Н. Изучение исходного материала для селекции F<sub>1</sub> гибридов кабачка. Докл. ТСХА Моск. с.-х. академии. 1998;(269):171–174.
7. Rudich J., Bates D.M., Robinson R.W., Jeffrey C. (eds) Biochemical aspects of hormonal regulation of sex expression in cucurbits. In: *Biology and Utilization of Cucurbitaceae.* Cornell University Press. 1990. P.269–280.
8. Кузьмин С.В., Медведев А.В., Бухаров А.Ф. Основные принципы семеноводства F<sub>1</sub> гибридов кабачка на Крымской ОСС ВИР. *Труды КубГАУ.* 2019;(80):156-161. DOI: 10.21515/1999-1703-80-156-161
9. Кузьмин С.В. Совершенствование способов создания инцухт линий и гибридное семеноводство кабачка в условиях Юга России. Москва, 2018.
10. Ткаченко Н.Н., Чижов С.Т., Мещеров Э.Т., Ткачев Р.Я., Данилов В.П. Огурцы. Москва: Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов; 1963.
11. Ткаченко Н.Н. Генетические основы селекционной работы с материнскими формами гетерозисных гибридов огурцов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции.* 1979;65(3):22-25.
12. Чистяков А.А., Моныхос Г.Ф. Особенности селекции F<sub>1</sub> гибридов кабачка. *Картофель и овощи.* 2016;(6):39-40.
13. Кузьмин С.В., Медведев А.В., Бухаров А.Ф. Создание исходного материала кабачка для селекции материнских линий женского типа цветения. *Картофель и овощи.* 2018;(1):31-33. DOI: 10.25630/PAV.2018.1.17460
14. Брежнев Д.Д., Бакулина В.А., Давидчик Н.К. и др. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Картофель, овощные и бахчевые культуры. Вып.4. Москва: Колос; 1975.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Колос; 1979.
16. Савченко В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разноразличных наборов родительских форм. Методики генетико-селекционного и генетического экспериментов. Минск. 1973; 48-78.

### • References

1. Goncharov A.V. Pumpkin in the Non-Black Earth Zone of Russia. *Moscow: FGBOU VPO RGAU;* 2015. (In Russ.)
2. Loy J.B. Morpho-physiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkins (*Cucurbita* spp.). *Crit. Rev. Plant Sci.* 2004;23(4):337–363.
3. El-Eslamboly A.A.S.A., Diab A.H.M. New promising squash inbred lines development as a major step to develop superior hybrids. *Egypt. J. Plant Breed.* 2020;24(3):549–563.
4. Shantsov A.M., Sokolov S.D., Smolinova N.V. Male sterility in pumpkin breeding. *Potato and vegetables.* 2015;(8):36-38. (In Russ.)
5. Shantsov A.M., Sokolov C.D., Rogov A.V. Breeding of F<sub>1</sub> hybrids of pumpkin for canning industry. *Vegetable crops of Russia.* 2016;(2):42-46. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-2-42-46>
6. Vorobieva N.N. Study of source material for selection of F<sub>1</sub> hybrids of squash. *Dokl. TSKHA Mosk. s.-kh. academy.* 1998;(269):171-174. (In Russ.)
7. Rudich J., Bates D.M., Robinson R.W., Jeffrey C. (eds) Biochemical aspects of hormonal regulation of sex expression in cucurbits. In: *Biology and Utilization of Cucurbitaceae.* Cornell University Press. 1990. P.269–280.
8. Kuzmin S.V., Medvedev A.V., Bukharov A.F. Basic principles of seed production of F<sub>1</sub> zucchini hybrids at the Krymsk EBS VIR Branch. *Proceedings of KubSAU.* 2019;(80):156-161. DOI: 10.21515/1999-1703-80-156-161 (In Russ.)
9. Kuzmin S.V. Improvement of methods for creating inzuchta lines and hybrid seed production of marrow in the South of Russia. *Moscow,* 2018. (In Russ.)
10. Tkachenko N.N., Chizhov S.T., Mescherov E.T., Tkachev R.Ya., Danilov V.P. Cucumbers. *Moscow: Publishing house of agricultural literature, magazines and posters,* 1963. (In Russ.)
11. Tkachenko N.N. Genetic bases of breeding work with maternal forms of heterotic cucumber hybrids. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding.* 1979;65(3):22-25. (In Russ.)
12. Chistyakov A.A., Monakhos G.F. Features of selection of F<sub>1</sub> hybrids of squash. *Potato and vegetables.* 2016;(6):39–40. (In Russ.)
13. Kuzmin S.V., Medvedev A.V., Bukharov A.F. Creation of the source material of a vegetable marrow for the selection of maternal lines of the female flowering type. *Potato and vegetables.* 2018;(1):31-33. DOI: 10.25630/PAV.2018.1.17460 (In Russ.)
14. Brezhnev D.D., Bakulina V.A., Davidich N.K. et al. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Potatoes, vegetables and melons. Issue 4. *Moscow: Kolos;* 1975. (In Russ.)
15. Dospiekhov B.A. Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results). *Moscow: Kolos;* 1979. (In Russ.)
16. Savchenko V.K. A method for assessing the combination ability of genetically diverse sets of parental forms. *Minsk.* 1973; P.48-78. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-76-81>  
УДК 635.63:581.1.043

А.В. Курепин\*,  
А.Ф. Першин,  
В.Н. Шевкунов

ООО «Семеновод»  
353384, РФ, Краснодарский край,  
Крымский район, г. Крымск, ул. Шоссейная, 89

\*Автор для переписки: kuralek@mail.ru

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

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

**Для цитирования:** Курепин А.В., Першин А.Ф., Шевкунов В.Н. Ранняя диагностика устойчивости растений огурца к пониженной освещенности. *Овощи России*. 2021;(6):76-81. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-76-81>

**Поступила в редакцию:** 12.11.2021  
**Принята к печати:** 22.11.2021  
**Опубликована:** 25.11.2021

Alexey V. Kurepin\*,  
Alexander F. Pershin,  
Valery N. Shevkunov

LLC "Semenovod"  
89, Shosseynaya st., Krymsk, Krymsky District,  
Krasnodar Territory, 353384, Russia

\*Correspondence author: kuralek@mail.ru

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

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

**For citations:** Kurepin A.V., Pershin A.F., Shevkunov V.N. Early diagnosis of cucumber plants resistance to low light. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):76-81. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-76-81>

**Received:** 12.11.2021  
**Accepted for publication:** 22.11.2021  
**Published:** 25.11.2021

# Ранняя диагностика устойчивости растений огурца к пониженной освещенности



## Резюме

**Актуальность.** При выращивании культуры огурца в теплице, не оборудованной дополнительным освещением, особенно в зимнее время, наблюдается дефицит солнечной энергии. Для получения высоких урожаев огурца в это время необходимо подбирать наиболее устойчивые к пониженной освещенности гибриды. Отбор устойчивых по этому признаку генотипов – очень важный этап в селекции огурца для зимне-весеннего оборота.

**Цель исследования:** поиск простого в использовании метода для ранней диагностики устойчивости растений огурца к недостаточной освещенности. **Материалы и методы.** Исследования проводили на участке сортоиспытания в Крымском селекционном центре «Гавриш» Научно-исследовательского института селекции овощных культур, в условиях зимне-весеннего оборота, в теплицах, не оборудованных искусственным освещением. Высадка рассады на постоянное место в теплицу была произведена в период самого низкого прихода солнечной радиации в году – 21 декабря. Измерение высоты главного стебля проводили на 31 сутки после высадки растений на постоянное место.

**Результаты.** Измерение высоты главного стебля перед плодоношением показало значительную вариацию данного признака у разных гибридов огурца. Дальнейшее изучение корреляции высоты главного стебля и урожайности выявило их высокую зависимость. Данный факт позволяет утверждать, что найден довольно просто измеряемый параметр для оценки разных генотипов огурца по признаку устойчивости к пониженной освещенности. Регрессионный анализ позволил разделить изменчивость исследуемых генотипов по урожайности на зависимую часть от высоты главного стебля и дополнительную, составляющую до 30% прибавки урожая. Дальнейший анализ высокоурожайной группы имеет высокую селекционную ценность.

**Ключевые слова:** огурец, гибрид, зимне-весенние теплицы, устойчивость к пониженной освещенности, высота главного стебля

# Early diagnosis of cucumber plants resistance to low light

## Abstract

**Relevance.** When growing cucumbers in a greenhouse not equipped with additional lighting, especially in winter, there is a shortage of solar energy. To obtain high yields of cucumber at this time, it is necessary to select the most resistant to low light hybrids. The selection of genotypes resistant to this trait is a very important stage in the selection of cucumber for winter-spring turnover.

**The purpose of the study:** search for an easy-to-use method for early diagnosis of cucumber resistance to insufficient illumination.

**Methods.** The research was carried out at the variety testing site in the Gavrish Breeding Center (Krymsk city) of the Scientific Research Institute of Vegetable Crop Breeding, in winter-spring turnover conditions, in greenhouses not equipped with artificial lighting. Seedlings were planted in a permanent place in the greenhouse during the period of the lowest arrival of solar radiation in the year on December 21. The measurement of the height of the main stem was carried out on 31 days after planting the plants in a permanent place.

**Results.** Measuring the height of the main stem before fruiting showed a significant variation of this trait in different cucumber hybrids. Further study of the correlation of the height of the main stem and yield revealed their high dependence. This fact suggests that a fairly simple measurable parameter has been found for evaluating different cucumber genotypes on the basis of resistance to low light. Regression analysis made it possible to divide the variability of the studied genotypes by yield into a dependent part of the height of the main stem and an additional one, which makes up to 30% of the yield increase. Further analysis of the high-yielding group has a high breeding value.

**Keywords:** cucumber, hybrid, winter and spring greenhouses, resistance to low light, illumination level, height of the main stem

## Введение

Огурец (*Cucumis sativus* L.) является относительно теневыносливой культурой, поэтому он не случайно занял статус самого распространенного овоща в зимних теплицах Российской Федерации. Низкий уровень прихода солнечной радиации в зимне-весеннем обороте является главным лимитирующим фактором, влияющим на урожайность. Гибриды огурца очень сильно различаются по степени устойчивости к слабой освещенности. Для получения высокого урожая зимой необходимо выбирать наиболее устойчивые к дефициту света гибриды огурца.

Создание родительских линий и гибридов с высокой устойчивостью к пониженной освещенности является довольно сложной селекционной задачей из-за узкой генетической базы огурца. Для её расширения прибегают даже к межвидовой гибридизации с *C. hystrix* и создания аллотетраплоида [1]. Но в практической селекции отбор лучших форм по этому признаку по-прежнему ведут среди вида *Cucumis sativus*.

Для более успешной селекции гибридов, устойчивых к дефициту света, постоянно ведётся разработка методик отбора растений. Портянкин А.Е. (2005) оценку по этому признаку основывал на способности растений наращивать большую биомассу и проходить фазы вегетации в условиях пониженной освещенности [2].

При оценке различных методик по отбору селекционного материала огурца на устойчивость к пониженной освещенности Шевкуновым В.Н. (2009) была доказана наибольшая эффективность оценки растений, выращенных без предварительного досвечивания семян на 30-е сутки после посева [3].

Устойчивость к пониженной освещенности – это очень сложный признак растения, складывающийся из множества особенностей, влияющих на эффективность использования слабого прихода солнечной радиации и реализацию его в виде фотосинтетического углерода. К примеру, в лесоводстве выделяют до 40 параметров, влияющих на теневыносливость растений, 15 из которых наиболее важные. Все эти особенности можно разделить на 4 группы: физиология и биохимия листа, анатомия и морфология листа, строение кроны, всё растение [4].

Среди особенностей, имеющих высокое влияние и связанных со всем растением, выделяют относительный темп роста в условиях пониженной освещенности. Внешние условия оказывают на рост как прямое, так и косвенное влияние. Последнее связано с тем, что скорость роста зависит от интенсивности всех остальных физиологических процессов, воздушного и корневого питания, снабжения водой, напряженности процессов обмена веществ и энергии. В этой связи влияние внешних условий может сказаться на интенсивности роста через изменение любого из указанных процессов. При этом далеко не всегда причины того или иного влияния можно с достаточной точностью установить, поскольку в естественной обстановке влияние отдельных факторов тесно взаимосвязано. Накопленный здесь большой методический арсенал можно было бы применить и для селекции гибридов огурца, устойчивых к пониженной освещенности.

Одним из важных признаков является световая точка компенсации, или световой компенсационный пункт (СКП) – наименьшая интенсивность света на световой

кривой, при которой активность фотосинтеза и дыхания уравниваются по газообмену. В этой точке количество фиксируемого растением  $\text{CO}_2$  в точности соответствует его количеству, выделяемому растением в результате дыхания и фотодыхания, а потребление  $\text{O}_2$  в точности соответствует его выделению в результате фотосинтеза. Растения, находящиеся в этом состоянии, тратят все образованные в результате фотосинтеза пластические вещества на дыхание, поэтому их рост останавливается. Значение этой точки зависят как от самого растения, так и от абиотических факторов, таких как температура воздуха. При высокой температуре интенсивность дыхания растений возрастает, поэтому значение световой точки становится выше. Генотипы с низким значением СКП продолжают свой рост в условиях, когда остальные останавливаются из-за недостатка прихода света.

**Цель исследования:** поиск простого в использовании метода для ранней диагностики устойчивости огурца к недостаточной освещенности.

## Материалы и методы

Опыты проводили на базе Крымского селекционного центра «Гавриш» Научно-исследовательского института селекции овощных культур в 2020-2021 годах. Растения выращивали в отапливаемых пленочных теплицах на субстрате из минеральной ваты на шпалере высотой 2,5 м. Посев провели 26 ноября. Посадка растений в теплицу – 22 декабря. Опыт проводили в самое темное время года, из-за длины дня и уровня солнца над горизонтом. Конец оборота – 6 марта.

В опыт включили 30 перспективных гибридов партенокарпического огурца селекции НИИСОК.

Семена перспективных гибридов огурца были посеяны напрямую в кубики из минеральной ваты на столах в рассадном отделении. После появления всходов рассаду досвечивали лампами REFLUX Ag 600W, освещенность на поверхности стола составила 9 тыс. люкс. Первые три дня досвечивали круглосуточно, затем по 18 часов. Предпоследний день перед высадкой досвечивали 12 часов. В последний день перед высадкой рассаду не досвечивали [6].

В фазе 3-4 листьев рассаду огурца перенесли и высадили на постоянное место в теплицу, не оборудованную приборами досветки. Густота посадки – 2,5 раст./м<sup>2</sup>. Высота высаживаемых растений разных генотипов была одинаковой – 22-24 см. Образцы были высажены в четырех повторностях, по шесть растений на делянке.

Формировку растений вели по традиционной технологии: на первых семи узлах полностью удалили пасынки и плоды. Следующие 4 узла удалили пасынки, оставляя по одному плоду. После этого на очередном узле оставили все плоды и прищипывали пасынок над его первым листом. Выше пасынки укорачивали над вторым листом. После того как центральный стебель достиг шпалеры, его направили вдоль ряда, сделали два оборота вокруг шпалеры и направили вниз. Центральный стебель прищипывали, когда его длина достигла 3,2 м. На свисающем вниз участке главного стебля все боковые побеги удаляли.

При выращивании придерживались уровней минерального питания, рекомендуемых Г.М. Кравцовой,

температурные режимы и стратегию поливов применяли в соответствии со стандартной промышленной технологией [7].

Сбор плодов и учет урожая проводили регулярно 3 раза в неделю, через день. За оборот провели 20 сборов. Раннюю урожайность определяли по итогам первого месяца плодоношения (14 сборов).

## Результаты исследований и их обсуждение

Закладка базы потенциала урожайности растением огурца происходит в период интенсивного вегетативного роста, когда полученные в процессе фотосинтеза пластические вещества идут на формирование мощной корневой системы и фотосинтетического аппарата. В теплице растения огурца представляют собой вертикально растущие стебли с очередным расположением листьев, в пазухах которых образуются генеративные органы. Интенсивность роста главного стебля огурца в период недостаточного прихода солнечного света очень сильно зависит от его количества. Но при этом в условиях одинаково слабого освещения наблюдается сильное отличие данного признака у разных генотипов. Способность усваивать слабоинтенсивный свет напрямую влияет на вегетативный рост растения, что в дальнейшем приводит к разной продуктивности гибридов.

Высота главного стебля (ВГС) перед началом плодоношения объективно отражает мощность фотосинтетического аппарата растения: количество и площадь его листьев. В нашем опыте увеличение высоты главного стебля было связано с количеством узлов на нем. Зависимость этих показателей в среднем по опыту была высокой на уровне корреляции  $R=0,79$  и описывалась по формуле:

$$y=8,8722x-17,9 \quad (1)$$

где  $y$  – высота главного стебля;  $x$  – количество узлов на нём.

По проведенным нами же ранее расчетам общая площадь листовой поверхности огурца на главном стебле напрямую зависит от количества узлов (корреляция  $R=+0,995$ ). Это соответствует утверждению о связи ВГС с мощностью листового аппарата.

При этом ВГС легко и просто измеряется. Наиболее объективным временем оценки накопленного вегетативного потенциала продуктивности является измерение ВГС непосредственно перед началом плодоношения. Это измерение было проведено 21 января на 31 сутки после высадки рассады на постоянное место в теплицу (табл. 1). Суммарная освещенность за эти дни

Таблица 1. Высота главного стебля перспективных гибридов огурца перед началом плодоношением  
Table 1. Height of the main stem of promising cucumber hybrids before fruiting

№пп	Гибрид	Средняя высота, см	Отклонение от средней высоты по опыту, см
1	F <sub>1</sub> Хулиган (Гавриш)	85	-30
2	Модель 1508/19	93	-22
3	St F <sub>1</sub> Карминара (RZ)	98	-17
4	Модель 6128/18	100	-15
5	F <sub>1</sub> Танто (Гавриш)	100	-15
6	F <sub>1</sub> Мономах (Гавриш)	103	-12
7	F <sub>1</sub> Анна (Гавриш)	103	-12
8	Модель 3494/18	106	-9
9	F <sub>1</sub> Киборг (Гавриш)	106	-9
10	Модель 2000/18	107	-8
11	F <sub>1</sub> Велес (Гавриш)	107	-8
12	Модель 1363/18	108	-7
13	Модель 1003/18	109	-6
14	F <sub>1</sub> Ярый (Гавриш)	113	-2
15	Модель 4655/17	113	-2
16	St F <sub>1</sub> Мева (RZ)	116	1
17	F <sub>1</sub> Ермак (Гавриш)	117	2
18	F <sub>1</sub> Яромир (Гавриш)	119	4
19	St F <sub>1</sub> Мурава (Вниисок)	122	7
20	St F <sub>1</sub> Муромец (RZ)	122	7
21	F <sub>1</sub> Аврора (Гавриш)	122	7
22	F <sub>1</sub> Тайгер (Гавриш)	123	8
23	Модель 11/16	126	11
24	F <sub>1</sub> Сайбер (Гавриш)	130	15
25	F <sub>1</sub> Метренг (Гавриш)	131	16
26	Модель 3618/18	131	16
27	Модель 3648/18	131	16
28	Модель 4905/16	133	18
29	F <sub>1</sub> Лютый (Гавриш)	137	22
30	Модель 3032/18	137	22
	Средняя высота растений по опыту	115	

Таблица 2. Высота главного стебля перспективных гибридов огурца до начала плодоношения и их средняя урожайность  
 Table 2. The height of the main stem of promising cucumber hybrids before fruiting and their average yield

№ пп	Гибрид	Средняя длина главного стебля,		Ранняя урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Средняя урожайность	
		см	отн. ранг		кг/м <sup>2</sup>	ранг
1	F <sub>1</sub> Хулиган(Гавриш)	85	0,08	2,10	4,12	0,18
2	Модель 1508/19	93	0,22	3,25	5,02	0,44
3	St F <sub>1</sub> Карминара (RZ)	98	0,30	3,75	5,98	0,71
4	Модель 6128/18	100	0,32	2,56	4,69	0,34
5	F <sub>1</sub> Танто (Гавриш)	100	0,34	3,87	5,61	0,60
6	F <sub>1</sub> Мономах (Гавриш)	103	0,37	2,97	4,52	0,29
7	F <sub>1</sub> Анна (Гавриш)	103	0,39	2,36	3,90	0,12
8	Модель 3494/18	106	0,43	2,75	4,65	0,33
9	F <sub>1</sub> Киборг (Гавриш)	106	0,43	2,89	4,50	0,29
10	Модель 2000/18	107	0,44	2,75	4,56	0,30
11	F <sub>1</sub> Велес (Гавриш )	107	0,46	3,60	4,71	0,34
12	Модель 1363/18	108	0,47	3,71	5,72	0,64
13	Модель 1003/18	109	0,48	3,78	5,57	0,59
14	F <sub>1</sub> Ярый (Гавриш)	113	0,55	3,16	4,72	0,35
15	Модель 4655/17	113	0,55	4,24	5,93	0,69
16	St F <sub>1</sub> Мева (RZ)	116	0,59	3,96	5,71	0,63
17	F <sub>1</sub> Ермак (Гавриш)	117	0,61	4,25	6,26	0,79
18	F <sub>1</sub> Яромир (Гавриш)	119	0,64	3,44	4,72	0,35
19	St F <sub>1</sub> Мурава (ВНИИССОК)	122	0,69	3,78	5,77	0,65
20	St F <sub>1</sub> Муромец (RZ)	122	0,70	3,31	5,12	0,46
21	F <sub>1</sub> Аврора (Гавриш)	122	0,71	4,42	6,66	0,90
22	F <sub>1</sub> Тайгер (Гавриш)	123	0,72	4,21	5,93	0,69
23	Модель 11/16	126	0,76	3,64	5,09	0,45
24	F <sub>1</sub> Сайбер (Гавриш)	130	0,84	3,82	5,49	0,57
25	F <sub>1</sub> Метренг (Гавриш)	131	0,84	4,00	5,50	0,57
26	Модель 3618/18	131	0,85	4,31	6,28	0,79
27	Модель 3648/18	131	0,85	3,57	5,56	0,59
28	Модель 4905/16	133	0,88	4,24	6,09	0,74
29	F <sub>1</sub> Лютый (Гавриш)	137	0,95	3,97	5,68	0,62
30	Модель 3032/18	137	0,95	3,75	5,11	0,46
	Корреляция			0,65	0,51	

– Высокоурожайная группа гибридов

составила 8732 Дж, что составляет 47% от максимальной возможной при безоблачном небе в этот период или всего около 25-30% от средней освещенности в период плодоношения. Этот период имеет минимальное количество прихода солнечной радиации за весь сезон и поведение растений в течении его наиболее точно отражает их устойчивость к низкой освещенности.

По результатам измерения средняя длина главного стебля в опыте перед плодоношением составила 115 см. Наименьшей длины достигли стебли растений гибрида F<sub>1</sub> Хулиган – 85 см, Модели 1508/19 – 93 см и стандарта F<sub>1</sub> Карминара компании Rijk zwaan – 98 см. Наибольшей длины стебли растений достигли у Модели 3032/18 – 137 см, гибрида F<sub>1</sub> Лютый – 137 см и Модели 4905/16 – 133 см.

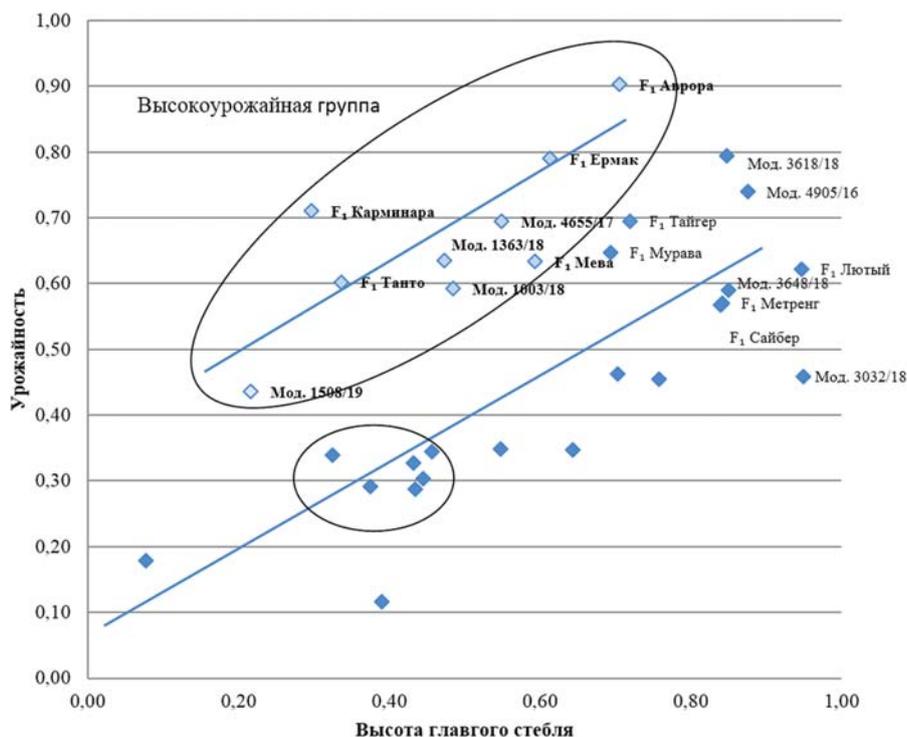
При обработке полученных данных методами корреляционного и регрессионного анализов была выявлена

прямая пропорциональная зависимость урожайности и ВГС перед началом плодоношения (табл. 2).

Для более корректного изучения зависимости исследуемых параметров без искажений на их различия по размерности и большой разницы средних величин, фактические данные перевели в относительные ранговые единицы, где за 0,0 приняли минимальные значения длины и урожайности (80 см и 3,5 кг/м<sup>2</sup>), а за 1,0 – их максимальные значения (140 см и 7 кг/м<sup>2</sup>). По формуле:

$$\text{Отн. ранг } A_i = \frac{(X_i - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2)$$

При анализе графического изображения соотношения урожайности с ВГС выявили наличие двух групп

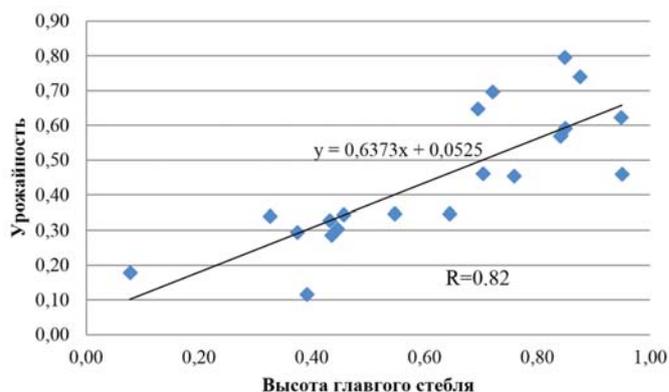


**Рис. 1. График отношения длины главного стебля изученных гибридов огурца перед началом плодоношения и их урожайности**  
**Fig. 1. Graph of the ratio of the length of the main stem of the studied cucumber hybrids before the beginning of fruiting and their yield**

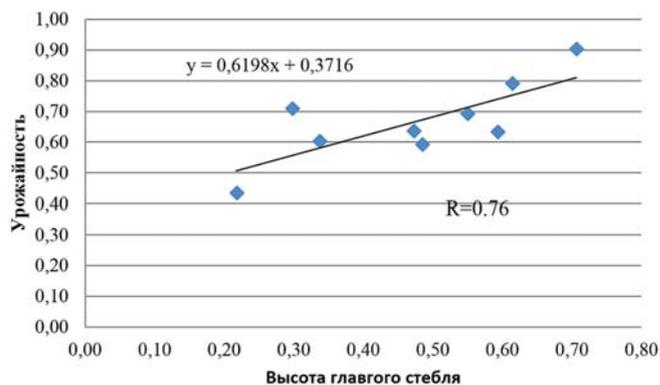
гибридов, имеющих одинаковое отношение данных показателей, но отличающихся уровнем урожайности. Урожайность одной группы превышала другую примерно на 30% (рис. 1).

При рассмотрении по отдельности этих двух групп проявилась высокая зависимость урожайности от высоты главного стебля перед началом плодоношения. Это закономерно вытекает из того факта, что ВГС довольно точно соответствовала мощности фотосинтетического аппарата на момент начала плодоношения. В итоге коэффициент корреляции с ранней урожайностью достигал у типичной группы  $R=0,96$  и у высокоурожайной –  $R=0,84$ . А по итогам плодоношения за весь оборот эта связь снизилась до  $R=0,82$  – у типичной и до  $R=0,76$  – у высокоурожайной группы. Снижение корреляционной зависимости, возможно, связано с увеличением общей освещенности, с процессами плодоношения и реализацией других механизмов, влияющих на урожайность.

Обе группы гибридов имеют практически одинаковую реакцию урожайности на интенсивность начального роста в условиях слабой освещенности: их коэффициенты регрессии 0,6373 и 0,6198 статистически одинаковы, а разница в средней урожайности  $0,3716 - 0,0525 = 0,3191$  или в 32% обусловлена другими признаками. Поиск и идентификация у генотипов данных признаков – это важная и перспективная селекционная задача. Однако остальные 68% разницы генотипов по урожайности обусловлены именно интенсивностью начального роста при недостаточном освещении и связанной с ним мощностью листового аппарата на начало плодоношения. Поэтому и корреляция высоты растений с ранним урожаем существенно выше, чем с урожаем за весь оборот: по мере формирования и сбора урожая начальная разница между генотипами частично нивелируется.



**Рис. 2. График отношения длины главного стебля изученных гибридов огурца перед началом плодоношения и урожайности у среднеурожайной группы**  
**Fig. 2. Graph of the ratio of the length of the main stem of the studied cucumber hybrids before the beginning of fruiting and yield in the medium-yielding group**



**Рис. 3. График отношения длины главного стебля изученных гибридов огурца перед началом плодоношения и урожайности у высокоурожайной группы**  
**Fig. 3. Graph of the ratio of the length of the main stem of the studied cucumber hybrids before the beginning of fruiting and yield in the high-yielding group**

Реализация устойчивости к дефициту освещения, которую определили через измерения интенсивности роста главного стебля в период до начала плодоношения, у гибридов высокоурожайной группы: F<sub>1</sub> Аврора, F<sub>1</sub> Ермак, F<sub>1</sub> Мева, Модель 4655/17, Модель 1003/18, Модель 1363/18, F<sub>1</sub> Танта, F<sub>1</sub> Карминара и Модель 1508/19 была в среднем на 32% выше, чем у группы с типичной урожайностью. При этом гибрид F<sub>1</sub> Танта за счёт генетически укороченного междоузлия имел на начало плодоношения среднюю высоту главного стебля 100 см и 16 узлов. Тогда как по формуле (1) его высота должна была составлять 124 см. Этот показатель на 25% был меньше среднего ожидаемого по опыту. Поэтому его низкий показатель ВГС на уровне 0,40 от максимального соответствовал мощности листового аппарата на уровне гибридов с ВГС, равной 0,80 от максимума (Модель 3648/18 и F<sub>1</sub> Метренг). Его урожайность была на уровне высокоурожайной группы. Наличие в этой группе такого популярного на рынке гибрида с высоким потенциалом урожая как F<sub>1</sub> Мева подтверждает объективность ее выделения и перспективность гибридов, ее составляющих, для условий пониженной освещенности.

Гибриды F<sub>1</sub> Аврора и F<sub>1</sub> Ермак оказались наиболее эффективными при выращивании в условиях недостатка света, имея ВГС на уровне 0,70-0,80, они показали наивысшую урожайность. При оценке гибридов необходи-

мо учитывать, что короткий плод энергетически более затратный для растения [8]. Поэтому гибрид F<sub>1</sub> Лютый и модель 3618/18, имеющие плоды 16-18 см, показавшие максимальную ВГС по урожайности, немного уступили гибридам с длиной плода 20-22 см. Широкий успешный опыт выращивания производителей гибрида F<sub>1</sub> Лютый в зимних теплицах доказывает его высокую устойчивость к дефициту света. Это практически подтверждает объективность исследуемой здесь регрессионной модели взаимосвязи ВГС с урожайностью.

### Выводы

Найден простой метод, хорошо характеризующий устойчивость огурца к пониженной освещенности – темп роста главного стебля до начала плодоношения в условиях недостатка света. Определенная нами высокая корреляционная связь признаков интенсивности роста высоты главного стебля при недостатке света и урожайности в этих условиях, позволяет использовать эту простую методику для эффективной оценки устойчивости гибридов к недостаточной освещенности. Регрессионный анализ позволил разделить изменчивость исследуемых генотипов по урожайности на зависимую часть от ВГС и дополнительную, составляющую до 30% прибавки урожая. Дальнейший анализ высокоурожайной группы имеет высокую селекционную ценность.

#### Об авторах:

**Алексей Викторович Курепин** – заведующий лабораторией селекции тыквенных культур, автор для переписки: kuralek@mail.ru

**Александр Федорович Першин** – кандидат биол. наук, заведующий лабораторией биотехнологии, afpershin@mail.ru

**Валерий Николаевич Шевкунов** – кандидат с.-х. наук, заместитель директора по науке, vshevkunov@mail.ru

#### About the authors:

**Alexey V. Kurepin** – Head of the Laboratory for Selection of Pumpkin Crops, Correspondence author, kuralek@mail.ru

**Alexander F. Pershin** – Cand. Sci. (Biology), Head of the Laboratory of Biotechnology, afpershin@mail.ru

**Valery N. Shevkunov** – Cand. Sci. (Agriculture), Deputy Director for Science, vshevkunov@mail.ru

#### • Литература

1. Yu X., Hyldgaard B., Rosenqvist E., Ottosen C.-O., Chen J. Interspecific hybridization in Cucumis leads to the divergence of phenotypes in response to low light and extended photoperiods. *Front. Plant Sci.* 2015;(6):802. doi: 10.3389/fpls.2015.00802
2. Портянкин А.Е., Шамшина А.В., Шевкунов В.Н. Создание исходного материала для селекции гибридов огурца, устойчивых к пониженной освещенности. *Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства овощных культур. Москва, ВНИИССОК, 2005. Т.1. С.138-140.*
3. Шевкунов В.Н. Оценка и отбор исходного материала, устойчивого к пониженной освещенности, для получения пчелоопыляемых гибридов F<sub>1</sub> огурца зимнее весеннего оборота. М., 2009.
4. Valladares F., Niinemets Ü. Shade Tolerance, a Key Plant Feature of Complex Nature and Consequences. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2008;(39):237–257.
5. Гавриш С.Ф., Король В.Г., Шамшина А.В., Юваров В.Н., Портянкин А.Е. Пчелоопыляемые гибриды огурца для защищенного грунта: Особенности биологии и технологии выращивания. М.: НП «НИИОЗГ», 2005. 136 с.
6. Гиш Р.А., Юваров В.Н., Белошопкина О.О., Ахатов А.К. Овощеводство защищенного грунта. Краснодар: ИП Профатилев В.П., 2018. 464 с.
7. Шуваев В.А., Голубев А.А., Кравцова Г.М., Попович Е.Б., Федорова Н.А., Чернавина Н.Е. Выращивание огурца по малообъемной технологии в ЗАО «Трубичино» (Великий Новгород)». *Гавриш.* 2007;(1).
8. Цыдендамбаев А.Д., Нестеров С.Ю., Семенов С.Н. Досвечивание овощных культур. М., 2014. 109 с.

#### • References

1. Yu X., Hyldgaard B., Rosenqvist E., Ottosen C.-O., Chen J. Interspecific hybridization in Cucumis leads to the divergence of phenotypes in response to low light and extended photoperiods. *Front. Plant Sci.* 2015;(6):802. doi: 10.3389/fpls.2015.00802
2. Portiankin A.E., Shamshina A.V., Shevkunov V.N. Creation of source material for breeding cucumber hybrids resistant to low light. *The current state and prospects for the development of breeding and seed production of vegetable crops. M., VNISSOK. 2005. Vol.1. P.138-140. (In Russ.)*
3. Shevkunov V.N. Evaluation and selection of the source material resistant to low illumination for obtaining bee-pollinated hybrids F<sub>1</sub> cucumber winter spring turnover. Moscow 2009. (In Russ.)
4. Valladares F., Niinemets Ü. Shade Tolerance, a Key Plant Feature of Complex Nature and Consequences. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2008;(39):237–257.
5. Gavrish S.F., Korol V.G., Shamshina A.V., Juvarov V.N., Portjankin A.E. Bee-pollinated cucumber hybrids for protected soil: Features of biology and cultivation technology. M., SE «NIIOZG», 2005. P.136. (In Russ.)
6. Gish R.A., Juvarov V.N., Beloshapkina O.O., Ahatov A.K. Vegetable growing of protected soil. Krasnodar, 2018. P.464.
7. Shuvaev V.A., Golubev A.A., Kravtsova G.M., Popovich E.B., Fedorova N.A., Chernavina N.E. Cucumber cultivation by low-volume technology in CJSC "Trubichino" (Veliky Novgorod)". *Gavrish.* 2007;(1). (In Russ.)
8. Cydenambaev A.D., Nesterov S.Y., Semenov S.N. Additional lighting of vegetable crops. M., 2014. P. 109. (In Russ.)

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-82-85>  
УДК 635.646:631.563.2

**В.А. Мачулкина,  
О.П. Кигашпаева\*,  
А.В. Гулин,  
Р.Х. Капанова**

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиал ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук»  
416341, Россия, Астраханская обл., г. Камызяк, ул. Любича, 16

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

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

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

**Для цитирования:** Мачулкина В.А., Кигашпаева О.П., Гулин А.В., Капанова Р.Х. Солнечно-воздушная сушка баклажанов – на пути к безотходному производству. *Овощи России*. 2021;(6):82-85.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-82-85>

**Поступила в редакцию:** 01.06.2021

**Принята к печати:** 28.10.2021

**Опубликована:** 25.11.2021

**Vera A. Machulkina,  
Olga P. Kigashpaeva\*,  
Alexander V. Gulin,  
Rufina H. Kapanova**

All-Russian research institute of irrigated vegetable and melon growing – branch of Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences (FSBSI “PAFSC RAS”)  
Kamyzyak, Russia

\*Corresponding Author: [vniio@mail.ru](mailto:vniio@mail.ru)

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

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

**For citations:** Machulkina V.A., Kigashpaeva O.P., Gulin A.V., Kapanova R.H. Solar-air drying of eggplant – on the way to waste-free production. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):82-85. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-82-85>

**Received:** 01.06.2021

**Accepted for publication:** 28.10.2021

**Published:** 25.11.2021

## Солнечно-воздушная сушка баклажанов – на пути к безотходному производству



### Резюме

Как известно, в процессе сбора урожая и его сбыта около 25-35% – это продукция, нереализованная в установленные сроки, нестандартная продукция, которая по питательной ценности не уступает стандартной и продукция зачистного сбора. Переработка этой части урожая путем солнечно-воздушной сушки является одной из возможностей сократить потери урожая и сделать технологию выращивания малоотходной, ресурсосберегающей.

**Материалы и методы.** На базе Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиала ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» была проведена работа по изучению качества сушеных баклажан селекции института нереализованных в установленные сроки и зачистного сбора. Для работы брали плоды сортов Нижневолжский, Пантера, Алмазный, Астраком. Цель исследований – обеспечение предохранения нереализованной товарной продукции, а также плодов зачистного сбора от порчи и получение нового продукта с хорошими пищевыми и вкусовыми свойствами, что делает технологию выращивания баклажанов малоотходной. До сушки и по её окончании определяли основные химические вещества: сумму сахаров, сухое вещество, аскорбиновую кислоту, нитраты.

**Результаты.** Полученные нами результаты доказывают, что из каждой тонны нереализованной продукции можно получить от 80 до 106 кг полноценной диетической продукции. Готовые сушеные баклажаны содержат в зависимости от сорта от 21,17 до 23,86% суммы сахаров, содержание аскорбиновой кислоты колеблется от 1,63 мг% до 2,61 мг%. Количество нитратов меньше допустимого (1200 мг/кг) уровня в 7,6-10,2 раза. Солнечно-воздушная сушка является малозатратной, на её хранение и перевозку требуется меньшее количество тары и транспортных средств, чем на свежую продукцию, количество сушеной продукции снижается к исходной в зависимости от сорта и массы загружаемого сырья на один квадратный метр в 9,4-12,5 раз.

**Ключевые слова:** баклажан, сорт, продолжительность сушки, солнечно-воздушная сушка, выход готового продукта, основные химические вещества

## Solar-air drying of eggplant – on the way to waste-free production

### Abstract

The growth in the cost of raw materials, vehicles, fuel, incomplete use of the crop leads to an increase in the cost of grown products. As you know, in the process of harvesting and its marketing, about 25-35% are products not sold on time, non-standard products, which are not inferior in nutritional value to the standard and stripping products. Such products are discarded or partially sold by agreement. Processing this part of the crop by solar-air drying is one of the ways to reduce crop losses and make the cultivation technology low-waste and resource-saving.

**Materials and methods.** On the basis of the All-Russian research institute of irrigated vegetable and melon growing – branch of Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences (FSBSI “PAFSC RAS”), work was carried out to study the quality of dried eggplants of the institute's selection that were not realized in due time and cleanup collection. For work, they took the fruits of the varieties Nizhnevolzhsky, Panther, Almazny, Astrakom. The goal of the work is to ensure the protection of unsold marketable products, as well as the fruits of the stripping collection from spoilage and obtaining a new product with good nutritional and taste properties, which makes the eggplant growing technology low-waste. Before and after drying, the main chemical substances were determined: the amount of sugars, dry substances, ascorbic acid, nitrates.

**Results** Our results prove that from each ton of unsold products, you can get from 80 to 106 kg of complete dietary products. Ready-made dried eggplants contain, depending on the variety, from 21.17 to 23.86% of the total sugar, the amount of ascorbic acid ranges from 1.63 mg /% to 2.61 mg /%. The amount of nitrates is 7.6-10.2 times less than the permissible (1200 mg / kg) level. Solar-air drying is low-cost, since its storage and transportation requires fewer containers and vehicles. The amount of dried products is reduced to the original, depending on the grade and weight of the loaded raw materials per square meter by 9.4-12.5 times.

**Keywords:** eggplant, variety, drying time, solar-air drying, yield of the finished product, basic chemicals

## Введение

Сельское хозяйство должно удовлетворять растущие потребности населения в овощебахчевой продукции и снабжать сырьем перерабатывающую промышленность. Поэтому перед работниками этой отрасли ставится важная задача – полностью удовлетворять потребность населения сельскохозяйственной продукцией не только в сезон, но и в течение всего года [1, 2]. Комплексное внедрение научно обоснованной организации хранения и переработки является важным фактором при решении бесперебойного снабжения населения в течение всего года свежей и переработанной продукцией [3].

В Астраханском агропромышленном комплексе есть все благоприятные условия для организации не только хранения свежих овощей, но и их переработки, получая при этом ценные экологически безопасные продукты, что дает возможность существенно сократить потери овощей, повысить экономическую эффективность.

В настоящее время создано много новых сортов овощных культур, в том числе баклажана, которые обладают своими специфическими и биологическими особенностями и требуют как особой технологии возделывания, так и переработки.

Оптимальный режим хранения и переработки – это резерв повышения качества, снижение потерь и отходов, снижение себестоимости готовой продукции [4, 5]. Как известно, не вся продукция успевает реализовываться в торговых сетях в свежем виде, часть продукции остаётся, и её переработка позволяет не только предохранять её от порчи, но и получить продукцию с новыми пищевыми и вкусовыми свойствами [3]. Поэтому одним из важнейших направлений исследований в переработке нереализованного в срок товарного урожая и плодов зачистного сбора является получение экологически безопасной продукции с высоким качеством, отвечающей требованиям стандартов [6, 7, 8]. Такая продукция в зависимости от способа переработки подразделяется на сушеную (чипсы и порошки) и консервированную (в герметически укупоренной таре).

Одним из способов переработки сырья является солнечно-воздушная сушка. Солнечно-воздушная сушка обеспечивает получение экологически безопасного сушеного продукта с максимальным использованием естественных факторов – солнца, ветра, относительной влажности воздуха. При солнечной сушке получается продукт, готовый для использования в пищу без длительной кулинарной обработки [9].

При сушке происходит испарение большей части содержащейся в продукте воды, при этом свежий продукт теряет в массе после сушки в 7-10 раз [3, 10]. Рядом авторов установлено, что сначала испаряется свободная вода, которая составляет около 70% влаги, находящейся в продукте, а при дальнейшей сушке испаряется вода микрокапилляров [10]. Многие исследователи считают, что удалять излишнюю влагу надо таким образом, чтобы в максимальной степени сохранять пищевые и вкусовые качества высушенного продукта [10]. В результате исследований, проведенных нами, а также другими учеными, было установлено, что в процессе сушки большое значение имеет соразмерность процессов внешней и внутренней диффузии влаги. Если внешнее испарение будет намного опережать внутреннее, то при этом на поверхности продукта образуется корка, которая помимо того, что ухудшает качество продукта, сни-

жает дальнейшее испарение влаги, вызывает образование трещин на поверхности продукта [10].

На процесс солнечной сушки большое влияние оказывают температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость ветра, форма и размер высушиваемого продукта. По данным ряда исследований, отмечено, что испарение воды с поверхности продукта будет проходить тем быстрее, чем больше будет эта поверхность [3, 10].

Солнечная сушка проводится в тех районах, где в период сушки стоит жаркая, сухая погода при низкой относительной влажности воздуха. Климат Астраханской области соответствует этим условиям.

Климат Астраханской области позволяет выращивать большой набор овощей, одним из которых является баклажан. Как известно, полноценное питание невозможно без овощей. Овощи не только поддерживают жизненные силы человека, но и являются лечебным средством, признанным народной и научной медициной [9, 11, 12, 13]. Например, известно, что сушеные баклажаны используют для лечения подагры [9, 14]. Баклажаны являются также незаменимым продуктом для тех, кто хочет похудеть – в 100 г плодов содержится в зависимости от сорта 24-30 калорий. Плоды баклажана содержат большое количество клетчатки, растворимых сахаров, пектин, белки, калий, кальций, железо, витамины. Как доказано рядом исследователей, основными критериями, определяющими содержание основных химических веществ, являются сорт, почва, режим орошения, фон удобрений и другие факторы [5].

Несмотря на высокую ценность плодов баклажана, не все они успевают реализовываться товаропроизводителями в установленный срок. Для того чтобы снизить до минимума потери продукции, необходима их переработка [15]. Одним из видов переработки является их солнечно-воздушная сушка. Основной значимостью солнечно-воздушной сушки является своевременная переработка нереализованного в установленные сроки стандартного и нестандартного урожая, а также зачистного сбора. Это позволяет увеличить объем потребления баклажанов в течение продолжительного времени.

## Материалы и методы

На базе Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиала ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» была проведена работа по изучению качества сушеных баклажанов сортов селекции института нереализованных в установленные сроки и зачистного сбора. Актуальность работы – предохранение нереализованной товарной продукции, а также плодов зачистного сбора от порчи и получение нового продукта с хорошими пищевыми и вкусовыми свойствами. Это делает технологию выращивания баклажана малоотходной.

Для работы использовали плоды сортов Нижневожский, Пантера, Алмазный, Астраком. Баклажаны выращивали на аллювиально-луговых, суглинистых, слабозасоленных почвах, характеризующихся содержанием гумуса в слое 0-20 см от 1,7 до 4,0%, гидролизуемого азота – 80-140 мг/кг, подвижного фосфора – 28-45 мг/кг, обменного калия – 250-400 мг/кг.

Микробиологическую безопасность определяли визуально, по наличию плесени, повреждению вредителями и болезнями в течение всего периода хранения. Аскорбиновую кислоту определяли по методике титрования 2,6 дихлорфенолом, сумму сахаров – цианидным мето-

Таблица 1. Продолжительность сушки и выход готового продукта  
Table 1. Drying time and finished product yield

Сорт	Толщина слоя на решетке, мм <sup>2</sup>	Масса загружаемого сырья на 1 м <sup>2</sup> решета, кг	Продолжительность сушки, час	Выход сушеного продукта с 1 тонны сырья, кг
Нижневолжский	5-8	5,0	49-58	80
	10-16	8,0	65-73	106
Пантера	5-8	5,0	41-53	93
	10-16	8,0	62-70	99
Алмазный	5-8	5,0	46-57	82
	10-16	8,0	64-71	98
Астраком	5-8	5,0	43-59	82
	10-16	8,0	67-70	96
НСР <sub>0.5%</sub>			0.15%	0.11%

дом, нитраты – ионометрическим экспресс-методом (мг/кг сырого вещества).

Солнечно-воздушную сушку проводили путем использования естественных факторов без их преобразования: энергии солнца и ветра. Для сушки брали плоды баклажана в технической зрелости. Подготовка к сушке заключалась в мойке в проточной воде, удалении загнивших, поврежденных вредителями плодов. Подготовленные плоды нарезали кружочками для увеличения поверхности испарения. Нарезку сырья проводили толщиной 5,0-6,0 мм с дальнейшей укладкой на решета размером 54-80 см. Подготовленное сырьё укладывали на решета с размером ячеек 4 x 4 см в один слой. Масса загрузки на решето (1 м<sup>2</sup>) – от 5 до 8 кг. Решета устанавливали на стеллажи высотой 0,6-0,8 м, установленные вдали от дорог. Опыт закладывали в трёх повторениях согласно методическим указаниям и рекомендациям [16].

В процессе работы учитывали продолжительность сушки, выход готовой продукции от массы загруженного сырья. Оценку готовой продукции проводили по следующим показателям: вкус, запах, цвет, консистенция. Вкус и запах должны соответствовать изучаемому продукту, внешний вид – сохранять форму нарезки, цвет – однородный, характерный для данной продукции. Консистенция сушеных баклажанов должна быть плотной. До сушки и по её окончании определяли содержание основных биохимических показателей: сумму сахаров, сухое вещества, аскорбиновую кислоту, нитраты.

### Результаты и их обсуждения

В результате проведенных исследований установлено, что баклажаны при солнечно-воздушной сушке хорошо высыхали. Продолжительность сушки при толщине

слоя 5-8 мм составляла от 41 до 59 час. Разница 18 часов зависела от метеоусловий. Пасмурная, безветренная погода задерживала сушку сырья независимо от толщины слоя на решете. При нагрузке на решето до 8 кг на 1 м<sup>2</sup> скорость сушки увеличивалась до 62-73 час, что больше, чем при нагрузке 5 кг на 1 м<sup>2</sup> в 1,2-1,5 раза. Наблюдалась и сортовая специфика. Так, плоды сорта Пантера высыхали быстрее, чем других сортов, независимо от нагрузки на решето. Скорость их сушки составляла (при нагрузке 5 кг на 1 м<sup>2</sup>) – от 41 до 53 час, при увеличении нагрузки на решето до 8 кг продолжительность сушки увеличилась на 17-21 час. Более продолжительной была сушка у сортов Нижневолжский и Астраком – от 49 до 59 час, а при повышенной нагрузке на решето – от 67 до 73 час. Остальные два сорта занимали промежуточное положение. Выход готовой продукции с 1 т сырья также варьировал в зависимости от количества сырья на решете. При 5,0 кг на 1 м<sup>2</sup> выход готовой продукции колебался от 80 кг до 83 кг с 1 т.

Высушенные баклажаны при сжатии в руке не должны слипаться и соответствовать ОСТ 10.324 – 2003 «Баклажаны сушеные. Промышленное сырьё. Технические условия» [17]. Такая продукция не требует дополнительной досушки и пригодна для целей сертификации.

Как уже отмечалось выше, баклажаны имеют большое значение в лечебном питании. Их употребление снижает содержание холестерина в крови, в стенках сосудов, в печени, в почках. Поэтому изучение содержания основных химических веществ имеет большое значение (табл. 2) [18].

Как показали полученные данные, в процессе испарения влаги из плодов баклажана количество сухого вещества увеличилось у сорта Нижневолжский в 8,4 раза, у

Таблица 2. Изменение основных химических веществ в плодах баклажана в процессе сушки  
Table 2. Changes in the main chemicals in during drying

Сорта	Показатели				
	вид продукции	сумма сахаров, %	сухое вещество, %	аскорбиновая кислота, мг%	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мг/кг *
Нижневолжский	свежая	2,62	9,56	3,18	198
	сушеная*	23,61	80,84	2,41	123
Пантера	свежая	2,84	9,86	3,74	169
	сушеная	23,86	84,13	2,61	117
Алмазный	свежая	2,73	9,38	2,89	180
	сушеная	22,56	79,16	1,97	123
Астраком	свежая	2,73	8,24	2,20	202
	сушеная	21,17	75,16	1,63	157
НСР <sub>0.5%</sub>					22%

\*Установленная норма ПДК для сушеной продукции – 1200 мг/кг «СанПИН 2.32.1078-01»

сорта Пантера – в 8,5 раза, у сорта Алмазный – в 8,4 раза и у сорта Астраком – в 9,1 раза. В свежих плодах баклажана сумма сахаров варьировала от 2,62% до 2,84%, и, как видно из таблицы, существенной разницы между сортами по накоплению сахаров не отмечено. По окончании сушки количество сахара в сушеных баклажанах увеличилось и находилось в пределах от 21,17% до 23,86%, то есть увеличилось к исходному в 7,7-8,4 раза благодаря возрастанию содержания сухого вещества из-за испарения влаги. Количество аскорбиновой кислоты снизилось в готовой продукции, это можно объяснить тем, что аскорбиновая кислота является водорастворимым элементом, поэтому часть её уменьшилась в процессе подготовки сырья к сушке – при мойке, и затем – при дальнейшей переработке сырья. Относительно высокое содержание нитратов в плодах можно объяснить разницей между их адсорбцией и использованием, что, по всей вероятности, приводит к накоплению нитратов в плодах. В свежих плодах количество их колеблется от 169 мг/кг до 202 мг/кг, в процессе сушки снижается до 117-157 мг/кг, что меньше допустимого в 7,6-10,2 раза. По нашему мнению, так как нитраты являются неорганическим запасом азота, поэтому на определенных фазах они, могут превращаться в органиче-

ские вещества, что, по всей вероятности, дало такие результаты в проведенном нами опыте. При дальнейшей работе нитраты будем определять на сухое вещество.

### Закключение

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать выводы, что солнечно-воздушная сушка является малозатратной, на хранение и перевозку сушеной продукции требуется меньшее количество тары и транспортных средств. Количество сушеной продукции снижается к исходному, в зависимости от сорта и массы загружаемого сырья на один квадратный метр в 9,4-12,5 раз. Количество нитратов в сушеной продукции меньше допустимого количества в 7,6-10,2 раза. Следовательно, можно утверждать, что сушеные баклажаны являются экологически безопасным продуктом и пригодны для диетического питания. Из всех изучаемых сортов плоды сорта Пантера высушались быстрее, независимо от нагрузки на решето, количество аскорбиновой кислоты в готовой продукции находилось в пределах 2,6 мг%, нитратов – 117 мг/кг, что меньше, чем в других сортах в 1,1-1,3 раза, поэтому сорт Пантера может быть рекомендован для производства сушеных баклажанов.

### Об авторах:

**Вера Александровна Мачулкина** – доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства, vniioib@mail.ru  
**Ольга Петровна Кигашпаева** – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и семеноводства, автор для переписки, vniioib@mail.ru  
**Александр Владимирович Гулин** – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, директор Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиала ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», al\_gulin@mail.ru  
**Руфина Х. Капанова** – младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, kapanovarufina@gmail.com

### About the authors:

**Vera A. Machulkina** – Doc. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the laboratory for quality assessment, Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences FSBSI "PAFSC RAS", vniioib@mail.ru  
**Olga P. Kigashpaeva** – Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher, head of the department. laboratories of breeding and seed production, Corresponding Author, vniioib@mail.ru  
**Alexander V. Gulín** – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the department of breeding and seed production, director of the All-Russian research institute of irrigated vegetable and melon growing – branch of Precaspian agrarian federal scientific center of the Russian academy of sciences FSBSI "PAFSC RAS", al\_gulin@mail.ru  
**Rufina H. Kapanova** – Junior Researcher of the Department of Breeding and Seed Production, kapanovarufina@gmail.com

### • Литература

1. Гордеев А.В. Решение проблем продовольственной безопасности. *Мир агробизнеса*. 2008;(1):4-6.
2. Иванова В.М. Рост сельскохозяйственного производства, как фактор развития пищевой промышленности и продовольственного рынка. *Пищевая промышленность*. 2016;(2):8-11.
3. Мачулкина В.А. Безотходная технология переработки овощебахчевой продукции. *Картофель и овощи*. 2017;(7):22-23.
4. Гераскина Н.В. Селекция баклажана для юга России. *Картофель и овощи*. 2016;(7):33-34.
5. Кигашпаева О.П., Авдеев А.Ю. Новые сорта баклажана для консервирования. *Картофель и овощи*. 2016;(7):35-36.
6. Медико-биологические требования и санитарные нормы продовольственного сырья и пищевых продуктов. М.: Издательство стандартов, 1990. С.94-100.
7. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов М., 2002.
8. Батурич А.К., Мендельсон Г.И. Питание и здоровье: проблемы XXI века. *Пищевая промышленность*. 2005;(5):105-107.
9. Мачулкина В.А., Санникова Т.А., Пучков М.Ю., Антипенко Н.И. Экологическая безопасность баклажан в зависимости от возраста и размера плодов. *Технология пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2015;(3):39-44.
10. Сабуров Н.В., Антонов М.В. Хранение и переработка плодов и овощей. М.: Сельхозиздат, 1952. С.325-339.
11. Кудряшова А.А. Влияние питания на здоровье человека. *Пищевая промышленность*. 2004;(12): 88-90.
12. Матисон В.А., Арутюнова Н.И. Качество продуктов питания. *Пищевая промышленность*. 2015;(4):50-53.
13. Кононков П.Ф. Овощи – основа здорового питания. *Картофель и овощи*. 2007;(1):8-9.
14. Мачулкина В.А., Санникова Т.А., Пучков М.Ю., Антипенко Н.И. Значение размера плодов для переработки. *Научный альманах*. 2017;2-(128):296-301.
15. Богатырев А.Н., Makeeva I.A. Проблемы и перспективы в производстве натуральных продуктов питания. *Пищевая промышленность*. 2014;(21):8-10.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, 1979. 415 с.
17. Коринец В.В., Иванова Е.И., Мачулкина В.А., Санникова Т.А., Пивоваров В.Ф., Павлов А.В., Параскова О.Т. ОСТ Баклажаны сушеные. Промышленное сырье. Технические условия. Стандарты отрасли на типовые технологические процессы производства семян, овощную и бахчевую продукцию. М., 2003. С.279-286.
18. Метлицкий Л.В. Биохимия плодов и овощей. Изд-во «Экономика». М., 1970. 230 с.

### • References

1. Gordeev A.V. Solving problems of food security. *The world of agribusiness*. 2008;(1):4-6. (In Russ.)
2. Ivanova V.M. The growth of agriculture as a factor of development of food industry and food market. *Food industry*. 2016;(2):8-11. (In Russ.)
3. Machulkina V.A. Waste-free technology of vegetable and melon products. *Potatoes and vegetables*. 2017;(7):22-23. (In Russ.)
4. Geraskina N.V. Selection of eggplant for the South of Russia. *Potatoes and vegetables*. 2016;(7):33-34. (In Russ.)
5. Kigashpaeva O.P., Avdeev A.Yu. New varieties of eggplant for canning. *Potatoes and vegetables*. 2016;(7):35-36. (In Russ.)
6. Medical and biological requirements and sanitary standards of the quality of food raw materials and food products. M.: Publishing house of standards, 1990. P.94-100. (In Russ.)
7. Hygienic requirements for safety and nutritional value of food products M., 2002. (In Russ.)
8. Baturin A.K., Mendelsohn G.I. Nutrition and health: problems of the XXI century. *Food industry*. 2005;(5):105-107. (In Russ.)
9. Machulkina V.A., Sannikova T.A., Puchkov M.Yu., Antipenko N.A. Environmental safety eggplant depending on the age and size of the fruit. *Food technology and processing industry of AIC – healthy food*. 2015;(3):39-44. (In Russ.)
10. Saburov N.V., Antonov M.V. Storage and processing of fruits and vegetables. M.: SEL'khozizdat, 1952. P.325-339. (In Russ.)
11. Kudryashova A.A. Influence of nutrition on human health. *Food industry*. 2004;(12): 88-90. (In Russ.)
12. Matheson V.A., Arutyunova N.A. Food Quality. *Food industry*. 2015;(4):50-53. (In Russ.)
13. Kononov P.F. Vegetables – the basis of healthy nutrition. *Potatoes and vegetables*. 2007;(1):8-9. (In Russ.)
14. Machulkina V.A., Sannikova T.A., Puchkov M.Yu., Antipenko N.A. The value of the size of the fruit for processing. *Science almanac*. 2017;2-(128):296-301. (In Russ.)
15. Bogatyrev A.N., Makeeva I.A. Problems and perspectives in the production of natural food. *Food industry*. 2014;(21):8-10. (In Russ.)
16. Dospekhov B.A. Field experiment technique. M., Agropromizdat, 1979. 415 p. (In Russ.)
17. Korinets V.V., Ivanova E.I., Machulkina V.A., Sannikova T.A., Pivovarov V.F., Pavlov A.V., Paraskova O.T. OST Dried eggplants. Industrial raw materials. Technical conditions. Industry standards for typical technological processes for the production of seeds, vegetables and melons. M., 2003. P.279-286. (In Russ.)
18. Metlitskiy L.V. Biochemistry of fruits and vegetables. M., 1970. 230 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-86-91>  
УДК 632.444.2(571.6)

Н.В. Мацшина\*, П.В. Фисенко,  
О.А. Собко, И.В. Ким,  
Д.И. Волков, Н.Г. Богинская

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» 692539, Россия, Приморский край, г. Уссурийск, пос. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30б

\*Автор для переписки:  
mnathalie134@gmail.com

**Благодарности.** Авторы выражают признательность Р. Романчуку (Окница, Молдова, USARB) за помощь в переводе, а также доктору Hsin Chi (National Chung Hsing University) за консультации по статистической обработке результатов.

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

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

**Для цитирования:** Мацшина Н.В., Фисенко П.В., Собко О.А., Ким И.В., Волков Д.И., Богинская Н.Г. Изучение изолятов *Phytophthora infestans* Mont. de Bary в посадках картофеля. *Овощи России*. 2021;(6):86-91. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-86-91>

**Поступила в редакцию:** 17.08.2021  
**Принята к печати:** 17.09.2021  
**Опубликована:** 25.11.2021

Nathalia V. Matsishina\*,  
Petr V. Fisenko, Olga A. Sobko,  
Irina V. Kim, Dmitry I. Volkov,  
Natalya G. Boginskaya

Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika 30b, Vologenin str., v. Timiryazevsky, Ussuriysk, Prymorsky Territory, Russia, 692539

\*Corresponding Author:  
mnathalie134@gmail.com

**Acknowledgements.** The authors express their gratitude to R. Romanciu (Ocnita, Moldova, USARB) for his help in translation, and to Dr. Hsin Chi (National Chung Hsing University) for advice on statistical processing of the results.

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

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

**For citations:** Matsishina N.V., Fisenko P.V., Sobko O.A., Kim I.V., Volkov D.I., Boginskaya N.G. Study of *Phytophthora infestans* Mont. de Bary isolates in the planting of potatoes. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):86-91. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-86-91>

**Received:** 17.08.2021  
**Accepted for publication:** 17.09.2021  
**Published:** 25.11.2021

# Изучение изолятов *Phytophthora infestans* Mont. de Bary в посадках картофеля



**Резюме**

**Актуальность.** Одной из самых распространенных болезней картофеля и других пасленовых является фитофтороз, вызываемый патогенным оомицетом вида *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. В природе описано не менее 100 видов фитофторы, поражающих широкий круг видов растений. Популяция фитофторы гетерогенна и представлена расами, а также разными типами спаривания. Это приводит к быстрой адаптации патогена и появлению новых, более агрессивных и устойчивых рас. Фитофтора является паразитом, урон от которого невозможно избежать в рамках органического земледелия. Поэтому особенно важно знать особенности патогенеза и расового состава фитофторы в каждом отдельно взятом регионе выращивания пасленовых.

**Методика исследований.** Дифференцировка и сбор материала из природной популяции осуществляли с использованием сортов картофеля, имеющих в геноме известные R-гены. Изоляцию и введение в культуру проводили с листьев методом влажных камер с последующим культивированием на питательных средах. Идентифицировали патоген с помощью микроскопического анализа. Культуральные фильтраты получали на жидкой среде Хелла с последующим фильтрованием и автоклавированием жидкости. Фитотоксическую активность определяли по влиянию на проростки пасленовых, злаковых и бобовых культур стандартным методом. Молекулярно-генетический анализ изолятов проводили методом ISSR-анализа; праймер, амплификационная смесь и температурный профиль реакции были выбраны по литературным данным; расчет генетических характеристик проводили с использованием пакетов программ TFPGA.

**Результаты.** Собраны и введены в культуру образцы семи изолятов *Phytophthora infestans*. В результате культивирования *in vitro* выявлены морфологические отличия, выражающиеся в структуре и окраске мицелия, форме колоний, характере спороношения, цвета реверса и среды под колониями. Выявлены генетические отличия введенного в культуру природного материала фитофторы, собранного с сортов картофеля, имеющие единичные гены устойчивости (R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>). Выявлены отличия в фитотоксической активности культуральных фильтратов исследуемых изолятов. Выделенные изоляты демонстрируют дифференциацию на фенотипическом, генетическом и физиологическом уровнях, что позволяет говорить об их принадлежности к расам.

**Ключевые слова:** фитофтора, расы, фитотоксическая активность, генетическое разнообразие, пасленовые, картофель, сельскохозяйственные культуры.

# Study of *Phytophthora infestans* Mont. de Bary isolates in the planting of potatoes

**Abstract**

**Relevance.** One of the most common diseases of potatoes and other nightshade family species is late blight caused by a pathogenic oomycete of the *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. At least 100 species of phytophthora have been described in nature, affecting a wide range of plant species. The phytophthora population is heterogeneous and is represented by races, as well as different types of mating. This leads to a rapid adaptation of the pathogen and the emergence of new, more aggressive, and resistant races. Phytophthora is a parasite, the damage from which cannot be avoided within the organic farming framework. Therefore, it is particularly important to know the pathogenesis and racial composition of phytophthora in each individual region of Solanaceae cultivation.

**Research methodology.** Differentiation and collection of material from the natural population were carried out using potato varieties with known R-genes in the genome. Isolation and introduction into the culture were carried out from leaves with the dampening chambers method, followed by cultivation on nutrient media. The pathogen was identified by microscopic analysis. Culture filtrates were obtained on the liquid nutritious medium, followed by liquid filtration and autoclaving. Phytotoxic activity was determined by the effect on the seedlings of the nightshade, grass, and pea families by the standard method. Molecular genetic analysis of the isolates was carried out by ISSR analysis; the primer, amplification mixture, and temperature profile of the reaction were selected according to the literature data; the calculation of genetic characteristics was carried out using POPGENE software packages.

**Results.** Samples of seven *Phytophthora infestans* isolates were collected and introduced into culture. As a result of *in vitro* cultivation, morphological differences were revealed, expressed in the structure and color of the mycelium, the shape of the colonies, the nature of sporulation, the color of the reverse, and the medium under the colonies. The genetic differences of the natural phytophthora material introduced into the culture, collected from potato varieties with single resistance genes (R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>), were revealed. Differences in the phytotoxic activity of the studied isolates' cultural filtrates were revealed. The isolated isolates demonstrate differentiation at the phenotypic, genetic and physiological levels, which allows us to speak about their belonging to races.

**Keywords:** *Phytophthora*, races, phytotoxic activity, genetic diversity, nightshade, potatoes, crops

## Введение

Одной из самых распространенных болезней картофеля является фитофтороз, вызываемый патогенным оомицетом вида *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Описано не менее 100 видов фитофторы, поражающих широкий круг видов растений [1]. Фитофтороз особенно сильно поражает растения семейства пасленовые (*Solanaceae*). Основные пути распространения патогена – с капельной влагой, ветром в виде спор, а также с зараженным семенным материалом. Популяция фитофторы гетерогенна и представлена расами, которые выделяют на основании взаимоотношений с конкретными генотипами растений хозяев, имеющими специфические гены устойчивости, и более 100 генотипов выявлены на основании изучения изменчивости молекулярно-генетическими методами во всем мире. Кроме того, имеется два типа спаривания [2]. Все это приводит к быстрой адаптации патогена к противодействию как естественного, так и антропогенного характера и появлению новых, более агрессивных и устойчивых рас. Большинство собственных генов устойчивости картофеля к фитофторе потеряло актуальность, что привело к необходимости введения генов диких родственников для обеспечения иммунности к патогену [3].

Кроме того, стоит признать, что *Phytophthora infestans* является чуть ли не единственным паразитом, урон от которого невозможно избежать в рамках органического земледелия, так как лечению эта болезнь практически не поддается, можно только задержать ее развитие или предотвратить ее появление. Поэтому особенно важно знать особенности патогенеза и расового состава фитофторы в каждом отдельно взятом регионе выращивания пасленовых [4].

**Цель работы** – изучение расового состава *Phytophthora infestans* локальной популяции на посадках картофеля ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», исследование фенотипических, физиологических и генетических особенностей выделенных рас.

## Задачи:

1. Сбор, изоляция и дифференциация рас патогена с помощью сортов с известной генотипической характеристикой в отношении фитофтороза (сорта дифференциаторы);
2. Идентификация и культивирование чистых культур изолятов *in vitro*;
3. Исследование морфологических, физиологических, генетических признаков выделенных изолятов для доказательства их различного происхождения и принадлежности к расам.

## Материал и методика

В эксперименте использовали сорта картофеля, имеющие в геноме известные R-гены: Ранняя Роза, Приекульский ранний, Камераз (R<sub>1</sub>), Изола (R<sub>4</sub>), Эпока (R<sub>3</sub>R<sub>4</sub>), Анко, Вулкан, Сузанна (R<sub>1</sub>R<sub>3</sub>), Красноуфимский (R<sub>2</sub>R<sub>4</sub>), Жуковский ранний (R<sub>3</sub>), Невский (R<sub>1</sub>R<sub>2</sub>). Картофель высаживали в полевых условиях (с. Пуциловка, Приморский край). Для выявления возбудителя фитофтороза проводили сбор листьев с характерными краевыми некрозами [5].

## Изоляция, введение в культуру, определение патогена

Листья закладывали во влажные камеры до появления мицелия, после чего производили пересев кусочком мицелия на клубень картофеля. Их помещали во влажную камеру на 4-5 дней при температуре 18...20°C. Через 4-5 дней с ломтиков клубней образовавшийся мицелий культивировали на среду Хелла, содержащую KН<sub>2</sub>РO<sub>4</sub> – 0,5 г, MgSO<sub>4</sub> – 0,25 г, FeSO<sub>4</sub> – 0,01 г, глюкоза – 25 г, аспарагин – 0,5 г, тиамин – 0,002 г, рибофлавин – 0,002 г. Порядковые номера изолятов соответствовали названию сорта картофеля и дифференцируемой им расы патогена с присвоением литеры Ph. Идентифицировали возбудителей фитофтороза с помощью микроскопического анализа посредством Levenhuk DT750 5,3 МПикс [6].

## Получение культурального фильтрата и изучение фитотоксической активности

Изоляты *Ph. infestans* культивировали на жидкую питательную среду Хелла, в состоянии покоя при температуре 18...20°C в течение 30 дней. Затем отфильтровывали культуральную жидкость и автоклавировали при 120°C в течение 30 мин. После определяли фитотоксическую активность изолятов гриба *Ph. infestans*. Для этого предварительно продезинфицированные 96% этиловым спиртом семена томата сортов Новичок, Земляк, Пикадор, Красный великан; фасоли – Золотая Сакса, пшеницы – Приморская 239, ячменя – Приморский 98, райграса – Московский 74, вики (по 20 шт. для каждого варианта) замачивали в дистиллированной воде в течение 24 часов Чашки Петри с семенами закрывали и инкубировали в термостате при температуре 18...20°C в течение 5 суток. Через 5 дней проростки семян погружали в фильтрат культуральной жидкости изолятов гриба *Ph. infestans* и выдерживали в нем в течение 2 час. Затем проростки инкубировали при 18...20°C в темноте. Через 48 час измеряли длину корней проростков. Фитотоксическую активность культурального фильтрата (ФАКФ) рассчитывали по степени ингибирования роста корней, используя формулу:

$$\text{ФАКФ (\%)} = 100 - (\text{Дх/Дк} \times 100),$$

где Дх – средняя длина корней через 48 час в опыте; Дк – средняя длина корней проростков через 48 час в контрольном образце. Токсичными принято считать культуральные жидкости, вызывающие 30% снижения учитываемых показателей. Отрицательные значения ФАКФ означают стимуляцию роста корней [7].

Оценку всхожести семян в почве на фоне вторичных метаболитов исследуемых изолятов фитофторы проводили в условиях культуральной комнаты в сосудах объемом 5 л. На данный объем автоклавированной почвы (5 л) вносили 4 мл культурального фильтрата, перемешивали и высевали семена, после оценивали всхожесть в процентах. Полученный результат сравнивали с контролем для каждой культуры без внесения фильтрата. Полученные результаты обрабатывали статистически и сравнивали с помощью t-критерия Стьюдента. Различия между показателями считали достоверными при  $p \leq 0,05$ . В тексте данные представлены в виде среднего и стандартного отклонения ( $\bar{x} \pm S_x$ ) [8]. Графики визуализированы в программе Microsoft Office Excel 2007.

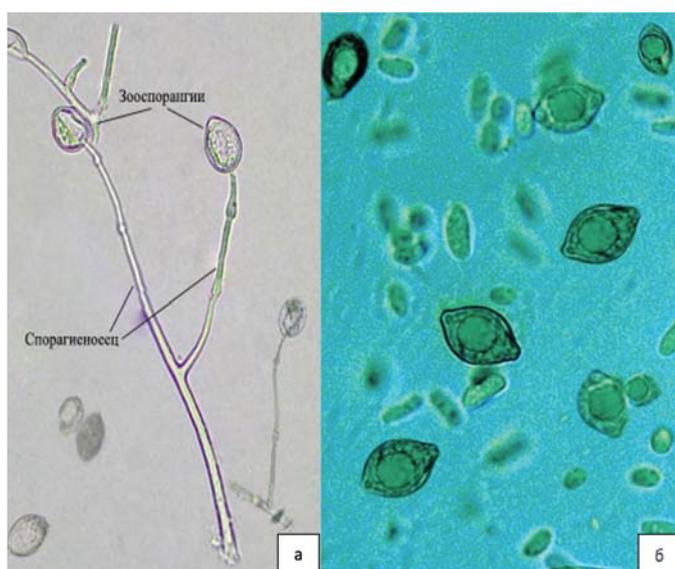
## ISSR-анализ изолятов

ДНК выделяли солевым методом с дополнительным этапом депротеинизации смесью хлороформ/фенол (1/1) из мицелия, культивированного на картофельно-сахарозном агаре [9]. Для постановки реакции использовали готовую реакционную смесь БиоМастер HS-Taq ПЦР-Color (2x) (Биолабмикс) с добавлением  $MgCl_2$  до конечной концентрации 1 mM, ~ 50 нг геномной ДНК и 0,3 mM праймера состава – (GA)8C (Биосан) в конечном объеме 10 мкл [10]. Контроль загрязнения и неспецифической гибридизации праймеров осуществляли холостой пробой, содержащую полную реакционную смесь без добавления ДНК. Амплификацию проводили в термоциклере T100 (Биорад), используя температурный режим: 5 мин – 94°C, 35 циклов: 1 мин – 94°C, 1 мин – 55°C, 2 мин – 72°C; 7 мин – 72°C [11]. Амплификат фракционировали электрофорезом в 2% агарозном геле окрашенном бромистым этидием, фрагменты ДНК визуализировали в гельдокументирующей системе Geldoc XR+ (Биорад). Для оценки длин использовали маркер Step 50 plus (Биолабмикс). Полученные изображения фореграмм обрабатывали с помощью программы GelAnalyzer 19.1 [12]. Расчет генетических характеристик проводили с использованием пакетов программ TFPGA [13].

## Результаты и обсуждение

Материал собирали в период эпифитотии, во время развития характерных симптомов в питомниках картофеля отдела картофелеводства и овощеводства ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». Отмечали поражение 80% посадок картофеля с повреждением органов растений. Микроскопическое исследование изолятов гриба показало наличие мицелия и зооспор, характерных для фитофторы (рис. 1).

Культурально-морфологические признаки семи изолятов были типичными для *Ph. infestans* с вариациями формы колоний, характера и окраски мицелия, окраски реверса для разных изолятов:



**Рис. 1. Морфологические структуры изучаемых изолятов. а – спорангионосец с зооспорангиями, R<sub>4</sub>; б – зооспорангии, Levenhuck D740T, x60, зеленый светофильтр (фото авторов)**  
**Fig. 1. Morphological structures of the studied isolates. а – sporangiophore with zoosporangia, R<sub>4</sub>; б – zoosporangia, Levenhuck D740T, x60, green light filter (photos of the authors)**

**R<sub>1</sub>** Колонии белого цвета, хорошо заметные с неровными краями, концентрические. Мицелий прижатый кораллоподобный, белого цвета. Спороношение обильное.

**R<sub>3</sub>** Колонии беловатого цвет, хорошо заметные. Мицелий шерстистый, плотный, бесцветный.

**R<sub>4</sub>** Колонии серого цвета. Мицелий ватообразный, жесткий с массовым спороношением, серый. Реверс среды окрашен в малиновый до алого.

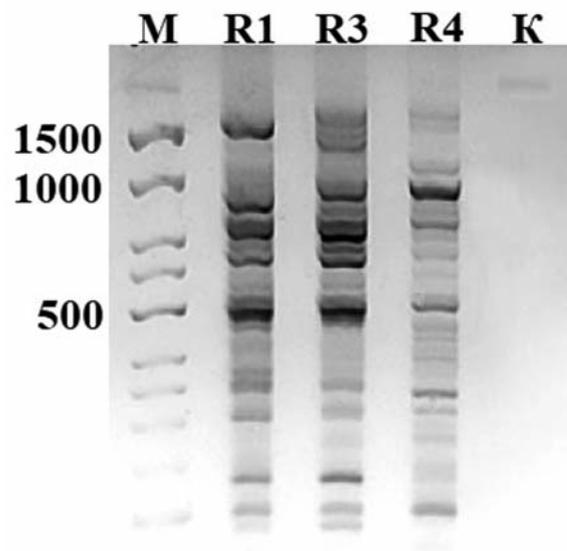
**R<sub>1</sub>R<sub>2</sub>** Колонии беловатого цвета, полупрозрачные, бархатистые с неровными краями. Мицелий прижатый.

**R<sub>1</sub>R<sub>3</sub>** Колонии прозрачно-белого цвета, хорошо заметные, с неровными краями. Мицелий прозрачный, прижатый

**R<sub>2</sub>R<sub>4</sub>** Колонии беловатого цвета, полупрозрачные, хорошо заметные, с неровными краями. Мицелий приподнимающийся, пушистый, тонкий, бесцветный.

**R<sub>3</sub>R<sub>4</sub>** Колонии белого цвета, войлочные, реверс белый, концентричность слабая.

Для выявления генетических различий и доказательства расовой принадлежности полученных культур был использован ISSR-анализ. На данном этапе исследования было решено использовать только простые расы, выделенные нами в результате выращивания сортов дифференциаторов – R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub> и R<sub>4</sub>. В результате исследования с использованием праймера (GA)8C амплифицировано 33 фрагмента, 24 из которых оказались полиморфными, уровень полиморфизма составил 72,73% (рис.2).



**Рис. 2. Электрофореграмма продуктов амплификации используемого праймера. R<sub>1</sub>-R<sub>4</sub> – исследуемые расы фитофторы, М – маркер длин фрагментов Step 50 plus, К – контроль реакции**  
**Fig. 2. Electropherogram of the amplification products of the primer used. R<sub>1</sub>-R<sub>4</sub> – studied phytophthora races, М – marker of fragment lengths, Step 50 plus, К – reaction control**

На основании картины распределения фрагментов были рассчитаны индексы генетических различий (минимальные генетические дистанции Нея -  $D_{Nmin}$ ) для исследуемых рас [14]. Наименьшие различия выявлены в паре R<sub>1</sub>/R<sub>3</sub> (0.2424), в то время как R<sub>4</sub> имеет наибольший уровень отличий как от R<sub>1</sub> так и R<sub>3</sub> (0.6667 и 0.5455 соответственно) (табл. 1). Для визуализации выявленных различий построена UPGMA дендрограмма филогенетических взаимоотношений исследуемых образцов (Рис.3).

Таблица 1. Минимальные генетические дистанции Нея простых рас фитопфторы по данным ISSR-анализа  
Table 1. Minimum genetic distances of simple phytophthora races according to ISSR analysis

	R <sub>1</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
R <sub>1</sub>	****		
R <sub>3</sub>	0,2424	****	
R <sub>4</sub>	0,6667	0,5455	****

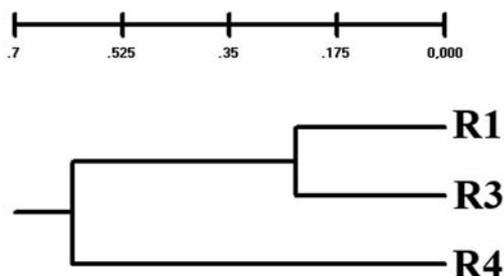


Рис.3. UPGMA дендрограмма филогенетических взаимоотношений простых рас фитопфторы по данным ISSR-анализа. Длина ветвей отражает уровень генетических отличий  
Fig. 3. UPGMA dendrogram of phylogenetic relationships of simple phytophthora races according to ISSR analysis. The length of the branches reflects the level of genetic differences

Ph(R<sub>4</sub>)-Изола, наименьшее – Ph(R<sub>1</sub>)-Ранняя Роза и Ph(R<sub>1</sub>R<sub>3</sub>)-Анко. В целом, выявлено очень высокое фитотоксическое действие на исследованные бобовые культуры.

На пшенице наивысшие значения ФАКФ отмечены для фильтрата изолятов Ph(R<sub>4</sub>)-Изола (100%), Ph(R<sub>3</sub>)-Жуковский ранний (98,5%), Ph(R<sub>1</sub>R<sub>2</sub>)-Невский (85,4%), Ph(R<sub>1</sub>R<sub>3</sub>)-Анко (81,8%). Наиболее низкие – для культурального фильтрата изолятов Ph(R<sub>1</sub>)-Ранняя Роза (70,9%), Ph(R<sub>2</sub>R<sub>4</sub>)-Красноуфимский (70,9%) и Ph(R<sub>3</sub>R<sub>4</sub>)-Эпока (72,7%). На ячмене высокое фитотоксическое действие имели фильтраты всех изолятов. На проростки райграса большинство культуральных фильтратов оказали высокое токсическое действие, кроме Ph(R<sub>1</sub>)-Ранняя Роза, оказавшегося относительно наименее токсичным.

При исследовании влияния фильтратов на проростки томата получен наиболее гетерогенный результат, зависящий от сортовой принадлежности. Фильтраты Ph(R<sub>1</sub>)-Ранняя Роза и Ph(R<sub>3</sub>)-Жуковский ранний продемонстрировали стимулирующее действие на сорт Новичок. Следует отметить, что культуральные фильтраты имели стимулирующее действие для патогенов зерновых и фасоли. При проращивании семян развивалась серая гнильница, а в последствии – и спороношение. Для фасоли мы определили возбудителя аскохитоза фасоли (*Ascochyta phaseolorum* Sacc), для ячменя и пшеницы – мучнистой росы (*Erysiphe graminis* DC). Скрытая инфекция томата проявлялась в меньшей степени и была представлена септориозом (*Septoria lycopersici* Speng).

Многие из используемых для исследования культур применяют в севообороте при возделывании картофеля, а значит, в случае эпифитотии и массовой гибели картофеля в поле вторичные метаболиты могут накапливаться в почве, что может впоследствии повлиять на всхожесть и развитие сидеральных культур. Для проверки этой гипотезы нами был проведен эксперимент по внесению культуральных фильтратов в почву с после-

Культуральный фильтрат *Ph. infestans* оказывал фитотоксическое действие во всех вариантах эксперимента. Максимальные значения ФАКФ (100%) зафиксированы для фасоли, где ингибирование развития проростка наступало при использовании фильтратов большинства изолятов. При этом наименьшее влияние имели фильтрат изолята Ph(R<sub>1</sub>)-Ранняя Роза (18%) и Ph(R<sub>3</sub>)-Жуковский ранний (рис.4).

На проростки вики наибольшее токсическое влияние оказали фильтраты изолятов Ph(R<sub>3</sub>)-Жуковский ранний и

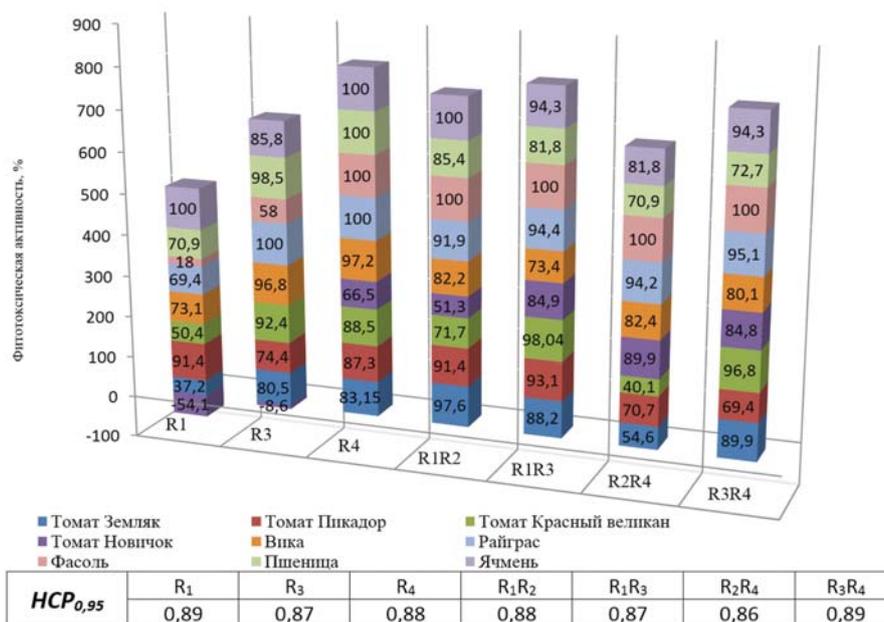


Рис. 4. Фитотоксическая активность изолятов фитопфторы на семенах различных культур, %  
Примечания: R<sub>1</sub> – Ранняя Роза, R<sub>4</sub> – Изола, R<sub>3</sub> – Жуковский ранний, R<sub>3</sub>R<sub>4</sub> – Эпока, R<sub>1</sub>R<sub>2</sub> – Невский, R<sub>2</sub>R<sub>4</sub> – Красноуфимский, R<sub>1</sub>R<sub>3</sub> – Анко; p ≤ 0.05. В сопровождающей таблице приведены данные HCP<sub>0,95</sub> для культуральных фильтратов.  
Fig. 4. Phytotoxic activity of phytophthora isolates on seeds of various crops, %  
Notes: R<sub>1</sub> – Rannyaya rosa, R<sub>4</sub> – Isola, R<sub>3</sub> – Zhukovsky ranni, R<sub>3</sub>R<sub>4</sub> – Epoka, R<sub>1</sub>R<sub>2</sub> – Nevsky, R<sub>2</sub>R<sub>4</sub> – Krasnoufimsky, R<sub>1</sub>R<sub>3</sub> – Anko; p ≤ 0.05. The accompanying table shows the analysis of variance at the 95<sup>th</sup> percentile for the culture filtrates.

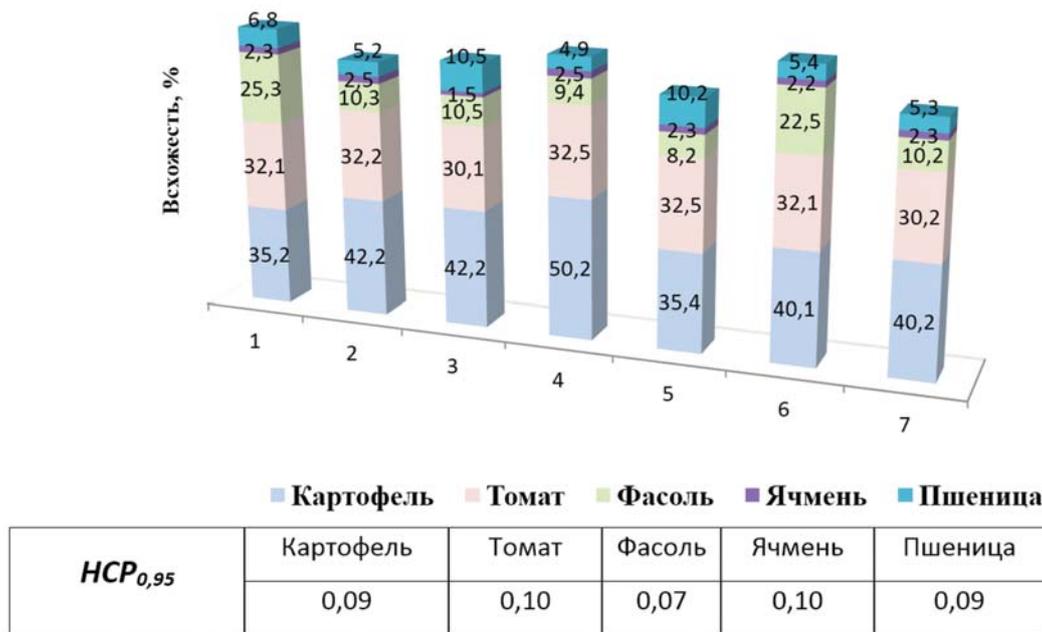


Рис.5. Влияние культуральных фильтратов на всхожесть семян в почве, %  
 Примечания: 1 – R1 (Ранняя Роза), 2 – R4 (Изола), 3 – R3R4 (Эпока), 4 – R1R3 (Анко), 5 – R2R4 (Красноуфимский), 6 – R3 (Жуковский ранний), 7 – R1R2 (Невский); p≤0.05. В сопровождающей таблице приведены данные HCP 0.95 для всхожести семян культур.  
 Fig. 5. Influence of culture filtrates on seed germination in soil, %  
 Notes: 1 – R1 (Rannnyaya rosa), 2 – R4 (Isola), 3 – R3R4 (Epoka), 4 – R1R3 (Anko), 5 – R2R4 (Krasnoufimsky), 6 – R3 (Zhukovsky ranniy), 7 – R1R2 (Nevsky); p≤0.05. The accompanying table shows the analysis of variance for the 95th percentile for seed germination of crops.

дующим проращиванием в ней семян картофеля, томата, фасоли, ячменя и пшеницы (рис.5).

В результате эксперимента наименьшая всхожесть зафиксирована для ячменя и пшеницы, фасоль продемонстрировала неоднородный результат, наименьшее токсическое действие зафиксировано для фильтратов: Ph(R<sub>1</sub>)-Ранняя Роза и Ph(R<sub>3</sub>)-Жуковский ранний. Наименьшее влияние обнаружено для картофеля и томата. Такой результат можно объяснить коэволюцией в системе «патоген-хозяин». Сложившиеся паразитические отношения между паслёновыми и Ph. infestans позволили растениям выработать элиситорные механизмы по отношению к патогену, в то время как для зерновых и фасоли таких взаимоотношений не сложилось. Таким образом, можно предположить, что чем более токсичен фильтрат, тем меньше вероятность паразитических отношений патогена и культуры. При заражении вторичные метаболиты паразита приведут к быстрой гибели хозяина.

Исследования Пролётовой [15] показали, что фильтраты штаммов возбудителей антракноза льна высокотоксичны из-за высокой концентрации цистеина и тирозина, а фильтраты штаммов альтернариоза пшеницы – благодаря альтернариолу [16]. Известно, что Ph. infestans ведет гембиотрофный образ жизни, имея начальную фазу биотрофной инфекции, во время которой патоген распространяется в ткани хозяина, после чего следует некротрофическая фаза, в которой индуцируется смерть клетки хозяина [17]. На сегодняшний день механизмы поступления питательных веществ от хозяина к патогену во время инфекции практически не изучен, а взаимосвязанный метаболизм патогена и хозяина остается плохо изученным. Достоверно установлено, что фитопфторой выделяются метаболиты стероловой группы, а также построенная

на интегрированная модель взаимодействия Ph. infestans и томата, заключающаяся в постулате «По мере прогрессирования инфекции Ph. infestans производит меньше de novo синтеза метаболитов и поглощает больше метаболитов из томатов» [17].

Однако данная гипотеза хоть и является значимой, не объясняет фитотоксического действия на культуры, не подверженные фитопфторозу паслёновых. По нашему мнению, причину высокого ингибирующего действия фильтратов следует искать в коэволюции системы «патоген-растение». Сложившиеся паразитические отношения между паслёновыми и Ph. infestans позволили растениям выработать элиситорные механизмы по отношению к патогену, в то время как для зерновых и бобовых таких взаимоотношений не сложилось. Таким образом, можно предположить, что чем более токсичен фильтрат, тем меньше вероятность паразитических отношений патогена и культуры. При заражении вторичные метаболиты паразита приведут к быстрой гибели хозяина. Отдельно следует отметить, что метаболиты, возможно, могут накапливаться в почве, особенно в период эпифитотий и стать причиной низкой всхожести сидеральных и овощных культур. Также необходимо обратить внимание на то, что реакция сортов-дифференциаторов должна быть подтверждена искусственным заражением собранными изолятами патогена. Всё вышеизложенное требует тщательного изучения и является предметом наших дальнейших исследований.

**Выводы**

В результате выращивания в полевых условиях сортов-дифференциаторов собраны образцы семи изолятов *Phytophthora infestans*.

1. В результате культивирования изолятов *in vitro* выявлены морфологические отличия, выражавшиеся в структуре и окраске мицелия, форме колоний, характере спороношения, цвета реверса и среды под колониями.

2. Выявлены генетические отличия введенного в культуру природного материала фитотторы, собранного с сортов картофеля, имеющие единичные гены устойчивости (R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>).

3. Выявлены отличия в фитотоксической активности

культуральных фильтратов исследуемых изолятов. Наибольшей токсичностью по отношению к бобовым и злаковым культурам обладают вторичные метаболиты изолята Ph(R<sub>4</sub>)-Изола. Пасленовые оказались наиболее толерантными к вторичным метаболитам фитотторы.

4. Можно сделать однозначный вывод о дифференциации представленных образцов на фенотипическом, генетическом уровне и физиологическом уровнях, что позволяет говорить об их принадлежности к расам.

#### Об авторах:

**Наталья Валериевна Мацшина** – кандидат биол. наук, ст.н.с. лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, автор для переписки, mnathalie134@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0165-1716>

**Петр Викторович Фисенко** – кандидат биол. наук, в.н.с. и.о. зав. лабораторией селекционно-генетических исследований полевых культур, phisenko@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1727-4641>

**Ольга Абдуллиевна Собко** – аспирант, м.н.с. лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, o.evyazova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4383-3390>

**Ирина Вячеславовна Ким** – кандидат с-х. наук, в.н.с., и.о. зав. лабораторией диагностики болезней картофеля

**Дмитрий Игоревич Волков** – аспирант, зав. отделом картофелеводства и овощеводства, volkov\_science@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9364-9225>

**Наталья Геннадьевна Богинская** – м.н.с. лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, cabinet.315@yandex.ru, <https://orcid.org/0001-8844-8616>

#### About the authors:

**Nathalia V. Matsishina** – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher laboratory of selection and genetic research of field crops, Corresponding Author, mnathalie134@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0165-1716>

**Petr V. Fisenko** – Cand. Sci. (Biology), Leading Scientist, Acting head laboratory of selection and genetic research of field crops, phisenko@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1727-4641>

**Olga A. Sobko** – postgraduate student, Junior Researcher laboratory of selection and genetic research of field crops, o.evyazova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4383-3390>

**Irina V. Kim** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, acting head laboratory of diagnostics of potato diseases

**Dmitry I. Volkov** – postgraduate student, head. Department of Potato and Vegetable Growing, volkov\_science@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9364-9225>

**Natalya G. Boginskaya** – Junior Researcher laboratory of selection and genetic research of field crops, cabinet.315@yandex.ru, <https://orcid.org/0001-8844-8616>

#### • Литература

1. Филиппов А.В., Гуревич Б.И., Кузнецова М.А., Рогожин А.Н., Спиглазова С.Ю., Кравцов А.С., Сметанина Т.И., Смирнов А.Н. Горизонтальная устойчивость листьев картофеля к *Phytophthora infestans* и агрессивность изолятов патогена из разных географических районов. Микол. и фитопатол. 2004;38(5):74-87.
2. Andrivon D., Avendano-Corcoles J., Cameron A.M., Carnegie S.F., Cooke L.R., Corbiere R., Detourne D., Dowley L.J., Evans D., Forisekova K., Griffin D.G., Hannukkala A., Lees A.K., Lebecka R., Niepold F., Polgar Z., Shaw D.S., Thompson J., Trognitz B., van Raaij H.M.G. Stability and variability of virulence of *Phytophthora infestans* assessed in a ring test across European laboratories. Plant Pathol. 2011;60(3):556–565. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02392.x>
3. Fry W.E., Birch P.R.J., Judelson H.S., Grünwald N.J., Danies G., Everts K.L., Gevens A.J., Gugino B.K., Johnson D.A., Johnson S.B., McGrath M.T., Myers K.L., Ristaino J.B., Roberts P.D., Secor G., Smart C.D. Five reasons to consider *Phytophthora infestans* a reemerging pathogen. Phytopathology. 2015;105(7):966-981. <https://doi.org/10.1094/phyto-01-15-0005-fi>
4. Caten C.E., Jinks J.L. Spontaneous variability of single isolates of *Phytophthora infestans*. I. Cultural variation. Can. J. Botany. 1968;(46):329-348. <https://doi.org/10.1139/b68-055>
5. Костина Л.И., Косарева О.С. Целевая субколлекция селекционных сортов картофеля по устойчивости к фитотторозу. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019;180(3):36-40. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-3-36>.
6. Fry W.E. *Phytophthora infestans*, the plant (and R gene) destroyer. Mol. Plant Pathol. 2008;9(3):385-402. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00465.x>
7. Лемеца Н.А. Иммуниет растений: практикум для студентов биол. факультета. Минск, 2008. 94 с.
8. McDonald J.H. Handbook of biological statistics. Third Edition. USA, Baltimore, Maryland: Sparky House Publishing; 2014. 305 pp.
9. Aljanabi S.M., Martinez I. Universal and rapid salt - extracion of high quality genomic DNA for PCR - based techniques. Nucleic Acid Research, 1997;25(22):4692-4693. <https://doi.org/10.1093/nar/25.22.4692>
10. Дьяконов Ю.Т., Еланский С.Н. Популяционная генетика *Phytophthora infestans*. Микология сегодня. М.: Национальная академия микологии, 2007;(1):107-139.
11. [www.gelanalyzer.com](http://www.gelanalyzer.com).
12. Nei M. Genetic distance between populations. American Naturalist. 1972;106(949):283-292.
13. Miller M.P. Tools for population genetic analysis (TFPGA) 1.3: a Windows program for analysis of allozyme and molecular population genetic data. 1997. Computer software distributed by author.
14. Пролётова Н.В. Аминокислоты культуральных фильтратов штаммов возбудителя антракноза льна как источники тормоза или индукции морфогенеза льна *in vitro*. Agrarная наука. 2020;341(9):88–94.
15. Федорович М.Н., Шашко Ю.К., Шашко М.Н., Поликсенова В.Д. Токсичность культуральных фильтратов мелкоспоровых видов рода *Alternaria nees*. Вестник БГУ. Сер. 2, 2006;(2):36-39.
16. Botero D., Valdés I., Rodríguez M.-J., Henao D., Danies G., González A.F. and Restrepo S. A. Genome-Scale Metabolic Reconstruction of *Phytophthora infestans* With the Integration of Transcriptional Data Reveals the Key Metabolic Patterns Involved in the Interaction of Its Host. Front. Genet. 2018;(9):244. doi: 10.3389/fgene.2018.00244.
17. Rodenburg S.Y.A., Seidl M.F., Judelson H.S., Vu A.L., Govers F., de Ridder D. Metabolic model of the *Phytophthora infestans* tomato interaction reveals metabolic switches during host colonization. MBio. 2019;10(4):e00454-19. <https://doi.org/10.1128/mBio.00454-19>

#### • References

1. Filippov A.V., Gurevich B. I., Kuznetsova M.A., Rogozhin A.N., Spiglavova S.Yu., Kravtsov A.S., Smetanina T.I., Smirnov A.N. Horizontal resistance of potato leaves to *Phytophthora infestans* and aggressiveness of pathogen isolates from different geographical areas. Myc. and phytopathol. 2004;38(5):74-87. (In Russ)
2. Andrivon D., Avendano-Corcoles J., Cameron A.M., Carnegie S.F., Cooke L.R., Corbiere R., Detourne D., Dowley L.J., Evans D., Forisekova K., Griffin D.G., Hannukkala A., Lees A.K., Lebecka R., Niepold F., Polgar Z., Shaw D.S., Thompson J., Trognitz B., van Raaij H.M.G. Stability and variability of virulence of *Phytophthora infestans* assessed in a ring test across European laboratories. Plant Pathol. 2011;60(3):556–565. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02392.x>
3. Fry W.E., Birch P.R.J., Judelson H.S., Grünwald N.J., Danies G., Everts K.L., Gevens A.J., Gugino B.K., Johnson D.A., Johnson S.B., McGrath M.T., Myers K.L., Ristaino J.B., Roberts P.D., Secor G., Smart C.D. Five reasons to consider *Phytophthora infestans* a reemerging pathogen. Phytopathology. 2015;105(7):966-981. <https://doi.org/10.1094/phyto-01-15-0005-fi>
4. Caten C.E., Jinks J.L. Spontaneous variability of single isolates of *Phytophthora infestans*. I. Cultural variation. Can. J. Botany. 1968;(46):329-348. <https://doi.org/10.1139/b68-055>
5. Kostina L.I., Kosareva O.S. Targeted sub-collection of potato cultivars specific to late blight resistance. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2019;180(3):36-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-3-36-40>
6. Fry W.E. *Phytophthora infestans*, the plant (and R gene) destroyer. Mol. Plant Pathol. 2008;9(3):385-402. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00465.x>
7. Lemeza N.A. Plant immunity: a practical course for students of biol. faculty. Minsk, 2008. 94 p. (In Russ)
8. McDonald J.H. Handbook of biological statistics. Third Edition. USA, Baltimore, Maryland: Sparky House Publishing; 2014. 305 pp.
9. Aljanabi S.M., Martinez I. Universal and rapid salt - extracion of high quality genomic DNA for PCR - based techniques. Nucleic Acid Research, 1997;25(22):4692-4693. <https://doi.org/10.1093/nar/25.22.4692>
10. Dyaconov Y.T., Elansky S.N. Population genetics of *Phytophthora infestans*. Mycology today. Moscow: National Academy of Mycology. 2007;(1):107-139. (In Russ)
11. [www.gelanalyzer.com](http://www.gelanalyzer.com).
12. Nei M. Genetic distance between populations. American Naturalist. 1972;106(949):283-292.
13. Miller M.P. Tools for population genetic analysis (TFPGA) 1.3: a Windows program for analysis of allozyme and molecular population genetic data. 1997. Computer software distributed by author.
14. Proletova N.V. Amino acids of cultural filtrates of flax anthracnose pathogen strains as sources of inhibition or induction of flax morphogenesis *in vitro*. Agrarian science. 2020;341(9):88-94. (In Russ)
15. Fedorovich M.N., Shashko Yu.K., Shashko M.N., Poliksenova V.D. Toxicity of culture filtrates of small-spore species of the genus *Alternaria nees*. BSU Bulletin. Ser. 2, 2006;(2):36-39. (In Russ)
16. Botero D., Valdés I., Rodríguez M.-J., Henao D., Danies G., González A.F. and Restrepo S. A. Genome-Scale Metabolic Reconstruction of *Phytophthora infestans* With the Integration of Transcriptional Data Reveals the Key Metabolic Patterns Involved in the Interaction of Its Host. Front. Genet. 2018;(9):244. doi: 10.3389/fgene.2018.00244.
17. Rodenburg S.Y.A., Seidl M.F., Judelson H.S., Vu A.L., Govers F., de Ridder D. Metabolic model of the *Phytophthora infestans* tomato interaction reveals metabolic switches during host colonization. MBio. 2019;10(4):e00454-19. <https://doi.org/10.1128/mBio.00454-19>

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-92-97>  
УДК 635.655:631.5(571.15)

С.В. Жаркова\*,  
О.В. Манылова

ФГБОУ ВО Алтайский государственный  
аграрный университет  
Барнаул, Россия

\*Автор для переписки:  
stalina\_zharkova@mail.ru

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

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

**Для цитирования:** Жаркова С.В., Манылова  
О.В. Формирование густоты стояния расте-  
ний и урожайности семян сои в условиях  
Алтайского края. *Овощи России*. 2021;(6):92-  
97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-92-97>

**Поступила в редакцию:** 29.10.2021

**Принята к печати:** 15.11.2021

**Опубликована:** 25.11.2021

Stalina V. Zharkova,  
Olga V. Manylova

Altai State Agricultural University  
Barnaul, Russia

\*Corresponding Author:  
stalina\_zharkova@mail.ru

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

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

**For citations:** Zharkova S.V., Manylova O.V.  
Formation of plants density and seed yield of  
soybean varieties in Altai Krai. *Vegetable crops  
of Russia*. 2021;(6):92-97. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-92-97>

**Received:** 29.10.2021

**Accepted for publication:** 15.11.2021

**Published:** 25.11.2021

# Формирование густоты стояния растений и урожайности семян соя в условиях Алтайского края



## Резюме

**Актуальность.** Соя (*Glycine max* (L.) Merrill – одна из важнейших белково-масличных культур в мировом земледелии. Острый дефицит как пищевого, так и кормового белка ощущается во многих странах мира. В связи с этим расширение соевого производства актуально и продиктовано необходимостью импортозамещения пищевой и кормовой соевой продукции.

**Материал и методика исследований.** Изучали влияние двух экологически различных зон возделывания: Приобской (Топчихинский район) и Приалтайской (Смоленский район) на формирование густоты стояния растений и урожайность семян сои. В качестве объектов исследования были взяты три сорта: Алтом, Грация и Припять.

**Результаты.** В среднем за годы исследования в фазу полных всходов из 60 всхожих семян на 1 м<sup>2</sup> (600 тыс. шт./га) в нашем опыте получали около 56 шт. растений (560 тыс. раст./га. Это означает, что в среднем 93% высеванных семян дают в полевых условиях всходы. К уборке после воздействия на посевы сои многочисленных биотических и абиотических факторов в среднем на 1 м<sup>2</sup> остаётся 52 растения (520 тыс. шт./га), то есть 88% от высеванных всхожих семян сохраняются к уборке и дают урожай. Максимальное влияние на изменчивость густоты стояния растений оказывают условия вегетации (годы) – 37%. В среднем по годам исследования максимальная урожайность семян в условиях Топчихи была получена в 2019 году (1,9 т/га), который отличался нежаркой погодой с достаточным количеством осадков в период вегетации растений. Сорта Грация и Припять в условиях Смоленского достоверно превзошли стандарт по уровню урожайности в 2018 и 2020 годах. В среднем за годы исследования как более стабильный показал себя сорт Грация с C<sub>v</sub>=11,3% – в условиях Топчихи и C<sub>v</sub>=9,8% – в условиях Смоленского.

**Ключевые слова:** соя, экологическая зона, сорт, признак, густота стояния, урожайность, изменчивость, влияние, фактор, взаимодействие

# Formation of plants density and seed yield of soybean varieties in Altai Krai

## Abstract

**Relevance.** Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill is one of the most important protein-oilseed crops in world arable farming. An acute shortage of both food and feed protein is felt in many world's countries. In this regard, the expansion of soybean seed production is relevant and is dictated by the need for import substitution of both food and feed soybean products.

**Materials and methods.** In the research we studied the influence of two ecologically different cultivation zones: Priobskaya and Prialtayskaya on the formation of plants density and seed yield of soybean. Three varieties Altom, Gratsia and Pripyat were taken as the objects of the research.

**Results.** On average, over the years of research in full seedlings stage from 60 germinating seeds per square meter (600 thousand pieces/ha), in our experiment, about 56 plants were obtained per 1 m<sup>2</sup> or 560 thousand plants per 1 hectare. This means that, on average, 93% of sown seeds give seedlings in field conditions. For harvesting after exposure of soybean crops to numerous biotic and abiotic factors, on average, there are about 52 plants per 1 m<sup>2</sup> or 520 thousand plants per 1 hectare, that is, 88% of the sown germinating seeds are saved for harvesting and give a yield. The maximum influence on the variability of plant density is exerted by vegetation conditions (years) – 37%. On average, over the years of the study, the maximum yield under Topchikha conditions was obtained in 2019 – 1.9 t/ha – in a year that was distinguished by not hot weather with sufficient rainfall during the growing season. Varieties Gratsia and Pripyat in Smolenskoye conditions significantly exceeded the standard in terms of yield in 2018 and 2020. On average, over the years of research, the Gratsia variety showed itself as more stable with C<sub>v</sub>=11.3% in Topchikha conditions and C<sub>v</sub>=9.8% in Smolenskoye conditions.

**Keywords:** soybean, ecological zone, variety, feature, standing density, yield, variability, influence, factor, interaction

### Введение

**С**оя (*Glycine max* (L.) Merrill – одна из важнейших белково-масличных культур в мировом земледелии. По своему химическому составу она уникальна. Содержание белка в семенах сои составляет от 34% до 48% в зависимости от генотипа, почвенно-климатических условий и технологий выращивания этой культуры. Помимо белка семена содержат более 20% масла, которое является источником незаменимых жирных кислот – линолевой (53%) и линоленовой (8%), а также необходимые для организма человека аминокислоты, витамины, минеральные вещества, изофлавоноиды, фосфолипиды [1,2,3,4].

Данной культуре отводится важная роль в решении продовольственной безопасности страны. Острый дефицит как пищевого, так и кормового белка ощущается во многих странах мира, он усиливается в связи с динамичным ростом народонаселения планеты. В России дефицит белка составляет 1,4 млн т (из них одна половина – кормового белка, другая – пищевого) [5]. В связи с этим расширение соевого производства актуально и продиктовано необходимостью импортозамещения пищевой и кормовой соевой продукции. Для решения этой задачи Россия располагает земельными, агроклиматическими, водными ресурсами, уникальным сортовым потенциалом и многолетним опытом возделывания сои [5, 7].

Площади посевов сои в мире растут и уже превысили 100 млн га. Если в 2013 году мировое производство соевых бобов составляло 277,7 млн т, то уже в 2019 году оно составило 333,6 млн т [6, 7]. Ежегодный вклад нашей страны в мировое производство сои составляет немногим более 4 млн т, т.е. чуть более 1%.

Принято считать основной причиной слабого распространения этой культуры в России неблагоприятный климат. Действительно, природные условия многих регионов достаточно суровы и не пригодны для ее возделывания. В то же время на территории нашей страны немало мест, где она хорошо удаётся. Значительно расширить посевы сои можно в Хабаровском, Приморском, Ставропольском, Краснодарском краях, на Северном Кавказе, в Амурской, Волгоградской, Курской и Саратовской областях, а также на юге Западной Сибири – в Алтайском крае [7, 8, 9, 10].

Посевы сои в Сибирском федеральном округе составляют более 150 тыс. га. В основном сою выращивают в Алтайском крае – более 100 тыс. га, чуть более 12 тыс. га – в Новосибирской области, около 10 тыс. га засевают аграрии Омской области. В регионе получают хорошую среднюю урожайность: 12,0 ц/га. Этот показатель сопоставим с урожайностью сои на юге России (14,6 ц/га), при том, что природно-климатические условия юга России более благоприятны для выращивания сои. Но, вместе с тем, потенциал у сибиряков по сое – огромный: здесь можно получить и 15 ц/га в среднем по Новосибирской области, 18-20 ц/га – в Алтайском крае, а в образцовых хозяйствах – до 25-30 ц/га [8, 9].

Поэтому для более эффективной, дающей положительный результат работы, необходимо создавать для культуры условия, способствующие наиболее полной реализации ее потенциала. Такими условиями являются сорт, адаптированный к условиям его возделывания, и качественный посевной материал, который можно получить и в условиях Сибири [1, 2, 10]. В связи с этим возник-

ла потребность выявления сортов с высокой адаптивностью и стабильностью к условиям возделывания и зонам, климатические условия которых способствовали бы формированию у сортов хозяйственно ценных признаков с высокими показателями [3, 5].

**Цель исследований:** формирование хозяйственно ценных признаков сортов сои в результате влияния вариативности средовых условий.

### Задачи исследований:

- дать оценку сортам сои по основным хозяйственно ценным признакам в двух экологически различных зонах Алтайского края;

- определить параметры вариативности хозяйственно ценных признаков, формирующихся в зависимости от зоны возделывания;

- определить показатель величины варьирования сортов сои по показателю «урожайность семян» в двух экологически различных зонах Алтайского края.

### Материалы и методы

Исследования были проведены в двух экологически различных зонах: Приобская (Топчихинский район) и Приалтайская (Смоленский район). В дальнейшем изложении исследований принимается сокращённое название пунктов закладки опытов: Топчиха, Смоленское. Почвы Приобской зоны – чернозёмы выщелоченные среднемощные с невысокой ёмкостью поглощения и нейтральной реакцией среды. Такие почвы хорошо гумусированы, мощность гумусового горизонта достигает 100 см. В Приалтайской зоне почвы относят к южным и обыкновенным чернозёмам, такие почвы характеризуются как высокоплодородные.

Метеорологические условия в период проведения исследований различались и по температурному обеспечению, и по влагообеспеченности, как между зонами выполнения работы, так и непосредственно в условиях самих зон по годам (табл. 1).

**Таблица 1. Влагообеспеченность в период проведения исследований по годам и зонам**  
**Table 1. Moisture availability during the research period by year and zone**

Год	Значение ГТК	Характер влагообеспеченности
<b>Топчиха</b>		
2018	1,18	недостаточно увлажнённая
2019	1,03	недостаточно увлажнённая
2020	0,91	слабо увлажнённая
<b>Смоленское</b>		
2018	2,15	наиболее увлажнённая
2019	1,92	наиболее увлажнённая
2020	1,72	наиболее увлажнённая

Объекты исследования – три сорта сои: Припять, Грация и Алтом. Данные сорта внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [11]. Сорт Алтом сибирской селекции, районирован в 1998 году, сорт раннего срока созревания с урожайностью семян 6,8-8,8 ц/га. Сорт Припять (Беларусь, Россия) раннеспелый, с урожайностью до 13,8 ц/га. Сорт Грация (Россия), районирован в 2010 году, ранний, с урожайностью до 16,8 ц/га. В качестве стандарта использовали сорт Алтом.

Предмет исследования – влияние средовых условий на формирование густоты стояния растений и урожайность семян.

Опыт – производственный. Норма высева 600 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. Площадь опытной делянки – 15 м<sup>2</sup>, учетной – 10 м<sup>2</sup>. Повторность четырёхкратная. Дата посева в условиях Приобской зоны – 25.05.2018 г., 16.05.2019 г., 10.05.2020 г.; в условиях Приалтайской зоны – 23.05.2018 г., 18.05.2019 г., 12.05.2020 г. Густоту стояния растений в опыте учитывали дважды: в фазу полных всходов и перед уборкой урожая. Уборку проводили в фазу хозяйственной спелости в условиях Приобской зоны: 25.09.2018 г., 18.09.2019 г., 23.09.2020 г.; в условиях Приалтайской зоны: 27.09.2018 г., 20.09.2019 г., 26.09.2020 г.

Исследования осуществляли, руководствуясь рекомендациями методических указаний [12, 13, 14]. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по методике Б.А. Доспехова (2012) и с помощью программ Snedecor, Excel.

### Результаты и их обсуждение

Формирование густоты стояния при возделывании любой сельскохозяйственной культуры при прохождении ею развития в течение вегетационного периода во многом оказывает воздействие на её продуктивность и урожайность. В свою очередь, величина урожайности зависит от нескольких факторов, которые можно подразделить на две группы. Первая группа – факторы, которые регулируются агрономом, сюда относятся качественные семена для посева, выполнение всех требований агротехнологии культуры. Вторая группа воздействует на растения после появления всходов и дальнейшего развития растений, это биотические и абиотические факторы [1,2].

Изменения, происходящие при формировании густоты стояния растений, и факторы, влияющие на неё, постоянно изучают ученые, производственники, а полученные сведения используют для разработки новых элементов к существующим технологиям. Для традиционно выращиваемых на территории Алтайского края сельскохозяйственных культур о факторах, влияющих на густоту стояния растений, известно достаточно много, а для культур, недостаточно изученных, интенсивно внедряемых в процесс производство, в этом плане возникает много проблем, которые нужно решать [4,10,15].

В годы исследований густота стояния изменялась, в среднем в фазу полных всходов из 60 всхожих семян на



**Рис. 1. Густота стояния и сохранность растений сои в зависимости от зоны исследования, среднее за 2018-2020 годы**  
**Fig. 1. Density of standing and preservation of soybean plants depending on the study area, average for 2018-2020**

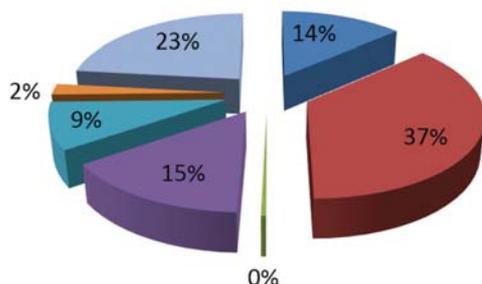
1 м<sup>2</sup> (600 тыс.шт./га) получали около 56 шт./м<sup>2</sup> или 560 тыс.шт./га (рис. 1). Это означает, что в среднем 93% высеванных семян дают в полевых условиях всходы.

В среднем по опыту полевая всхожесть по годам варьировала от 91,0% (сорт Алтом, 2018 год, Смоленское) до 97,5% (сорт Алтом, 2020, Смоленское). Варьирование наблюдали и в каждой зоне исследования в зависимости от года испытания. В условиях Топчихи наиболее благоприятные условия для растений сои сложились в 2020 году. Полевая всхожесть у сортов составила от 94,2% (сорт Грация) до 96,8% (сорт Припять). В целом, в данной зоне следует отметить сорт Алтом, который в любых погодных условиях в условиях Топчихи показывал максимальную всхожесть, соответственно по годам – 95,8% (2018 год), 96,3% (2019 год), 96,5% (2020 год). Сорт Грация и Припять показали наивысшую в опыте для сортов всхожесть в 2020 году: 94,2% и 96,8% соответственно. Таким образом, было показано, что условия проведения исследований и, конкретно показатели влагообеспеченности, не оказали существенного влияния на полевую всхожесть.

После воздействия на растения сои многочисленных биотических и абиотических факторов в среднем на 1 м<sup>2</sup> к уборке остаётся около 52 растения (рис. 1), или 520 тыс. шт./га, то есть 88% от взошедших растений сохраняются к уборке и дают урожай. В наиболее увлажненных условиях (Смоленское) имели чуть более лучшие показатели сохранности растений сорта Алтом и Грация.

Для определения степени влияния сортов, условий года и зон выращивания на густоту стояния растений в период наступления фазы полных всходов был проведен трехфакторный дисперсионный анализ (рис. 2). Результаты трёхфакторного анализа показывают, что максимальное влияние на изменчивость густоты стояния растений оказывают условия вегетации (годы) – 37%, второй по величине влияния – взаимодействие факторов «сорт, год, среда» – 23%, генотип также достаточно существенно влияет на показатель признака – 14%. Минимальное влияние в данном случае оказала среда проведения исследований – 0,4%.

- Сорт (A)
- Год (B)
- Среда (C)
- Взаимодействие (A x B)
- Взаимодействие (A x C)
- Взаимодействие (B x C)
- Взаимодействие (A x B x C)



**Рис. 2. Результаты трехфакторного дисперсного анализа по признаку «густота стояния» сортов сои, 2018-2020 годы**  
**Fig. 2. Results of three-factor dispersion analysis on the basis of "standing density" of soybean varieties, 2018-2020**



**Рис. 3. Сорт Припять, Смоленское, 2019 год**  
**Fig. 3. Pripyat variety, Smolenskoye, 2019**



**Рис. 4. Сорт Алтом, Топчиха, 2019 год**  
**Fig. 4. Altom variety, Topchikha, 2019**

Хорошо отреагировал на условия зоны Смоленское сорт Припять, во все года исследования у него была высокая полевая всхожесть и, естественно, густота стояния растений (рис. 3). У сорта Алтом низкая всхожесть (91%) была отмечена в 2018 году, который отличался засушливыми условиями в мае (рис. 4). В остальные годы всхожесть у сорта Алтом была высокой.

Урожайность – это самое важное и ценное свойство сорта, которое представляет собой реакцию сорта на среду, условия возделывания и способность сорта реализовать свой биологический потенциал в данных условиях. Все современные технологии производства сельскохозяйственных культур основываются на адаптированных к условиям производства высокоурожайных сортах. В производство внедряются современные, урожайные с хорошими адаптационными свойствами [1, 2, 16]. Многими учеными отмечается, что такие сорта наиболее устойчивы к абиотическим и биотическим факторам среды возделывания [4, 17]. Для более эффективного использования предлагаемых сортов необходимо изучение их реакции на условия среды возделывания и выявление наиболее благоприятных, для сорта условий его производства.

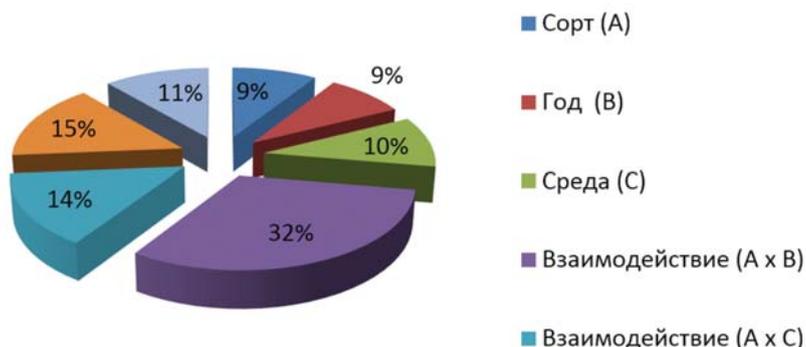
В условиях Топчиха максимальная урожайность семян (2,4 т/га) была получена у сорта Алтом в 2019 году (табл. 2). Сорта Грация и Припять показали в этом году урожайность ниже стандарта соответственно на 20,8% и 45,8%. В 2018 году достоверно превысил стандарт (1,5 т/га) сорт Грация – 1,8 т/га. У сорта Припять также сформировалась более высокая урожайность (1,7 т/га), на 13,3% превышающая урожайность стандарта, что, однако, не превышает НСР<sub>05</sub> (0,24 т/га). Вегетационный период 2020 года был более засушливым в сравнении с 2018 и 2019 годами. Здесь урожайность у всех сортов сформировалась ниже показателей предыдущих лет. Самый высокий урожай был получен у сорта Грация – 1,5 т/га, что на 0,1 т/га превысило урожайность стандарта – 1,4 т/га.

**Таблица 2. Урожайность семян в экологически различных зонах Алтайского края, 2018-2020 годы**  
**Table 2. Yield of soybean in ecologically different zones of the Altai Territory, 2018-2020**

Сорт	Год							
	2018		2019		2020		2018-2020	
	т/га	± к ст, т/га	т/га	± к ст, т/га	т/га	± к ст, т/га	т/га	± к ст, т/га
<b>Топчиха</b>								
Алтом	1,5	-	2,4	-	1,4	-	1,8	-
Грация	1,8	+0,3	1,9	-0,5	1,5	+0,1	1,8	+0
Припять	1,7	+0,2	1,3	-1,1	1,2	-0,2	1,4	-0,4
среднее	1,7	-	1,9	-	1,4	-	1,6	-
НСР <sub>05</sub> , т/га	0,24	-	0,23	-	0,22	-	0,28	-
<b>Смоленское</b>								
Алтом	1,3	-	2,2	-	1,5	-	1,7	-
Грация	2,2	+0,9	1,9	-0,3	2,3	+0,8	2,1	+0,4
Припять	2,2	+0,9	1,9	-0,3	2,5	+1,0	2,2	+0,5
среднее	1,9	-	2,0	-	2,1	-	2,0	-
НСР <sub>05</sub> , т/га	0,26	-	0,35	-	0,37	-	0,33	-

В среднем по годам исследования максимальная урожайность семян была получена в 2019 году (1,9 т/га), который отличался нежаркой погодой с достаточным количеством осадков в период вегетации растений.

Погодные условия зоны Смоленского во все годы исследования были более влажными, чем условия Топчихи. Средняя урожайность семян по годам была выше в условиях Смоленского на 0,1-0,2, а в 2020 году – на 0,7 т/га. Сорт Алтом на более влажные условия выращивания реагировал слабо, его урожайность была на уровне урожайности, полученной в условиях Топчихи во все годы исследования. Сорта Грация и Припять в условиях Смоленского более полно использовали свой биологический потенциал, урожайность



**Рис. 5. Результаты трехфакторного дисперсного анализа по признаку «урожайность» сортов сои, 2018-2020 годы**  
**Fig. 5. Results of three-factor dispersion analysis on the basis of "yield" of soybean varieties, 2018-2020**

**Таблица 3. Вариабельность урожайности семян сои в различных условиях возделывания, Топчиха, Смоленское, 2018-2020 годы**  
**Table 3. Variability of yield of soybean varieties in various cultivation conditions, Topchikha, Smolenskoye, 2018-2020**

Сорт	Cv, %			
	2018 год	2019 год	2020 год	2018-2020 годы
<b>Топчиха</b>				
Алтом	8,6	5,4	12,4	26,8
Грация	7,0	4,3	8,4	11,3
Припять	11,1	14,7	8,0	18,7
<b>Смоленское</b>				
Алтом	14,0	10,1	11,5	28,4
Грация	5,9	13,8	13,0	9,8
Припять	11,4	9,0	8,3	13,6

сорт в 2018 году превышала показатель урожайности, полученной в условиях Топчихи на 29-30%, а в 2020 году – на 53-108%. Сорта Грация и Припять в условиях Смоленского достоверно превзошли стандарт по уровню урожайности в 2018 и 2020 годах.

Способность сортов приспосабливаться к экологически различным условиям возделывания – важный элемент для получения стабильной урожайности. Величина коэффициента варьирования (C<sub>v</sub>) показывает реакцию растения на средовые абиотические и биотические факторы, его пластичность и адаптационный потенциал [12].

Условия Топчихи оказывали стабилизирующее действие на сорта при формировании урожайности (табл. 3). Коэффициент варьирования менее 10% во все годы исследования показал сорт Грация. Однако в условиях Смоленского он был более вариабелен (C<sub>v</sub>>10%) в 2019 году – C<sub>v</sub>=13,8%, в 2020 году – C<sub>v</sub>=13,0%. Такие показатели означают, что сорт Грация более отзывчив на условия с недостатком влаги. Сорт Припять, напротив, показал большую стабильность во влажных условиях Смоленского в 2019 году – C<sub>v</sub>=9,0% и в 2020 году – C<sub>v</sub>=8,3%.

В среднем за годы исследования как более стабильный показал себя сорт Грация с C<sub>v</sub>=11,3% в условиях Топчихи и C<sub>v</sub>=9,8% – в условиях Смоленского.

Согласно результатам трёхфакторного дисперсионного анализа показателей урожайности трёх сортов в двух экологически различных зонах в 2018-2020 годах выявлено, что максимальное влияние на изменчивость значения величины урожайности оказывает взаимодействие факторов «сорт x год» – 32% (рис. 5).

Вторыми по силе влияния показали себя взаимодействие факторов «год x среда» – 15 и «сорт x среда» – 14%. Чуть мень-

ше оказывает влияние на формирование урожайности взаимодействие «сорт x год x среда» – 11%. Влияние каждого фактора отдельно не превышает 9%.

### Закключение

Возделыванием сои в Алтайском крае вплотную стали заниматься в начале 2000-х годов. При этом производитель должен создавать для растений благоприятные условия, способствующие большей отзывчивости сортов на условия выращивания и наиболее полной реализации их биологического потенциала. Полученные за три года исследования результаты изучения роста и развития сортов сои (Алтом, Грация и Припять) в двух различных средах (Приобская и Приалтайская зоны), дальнейшая обработка данных и их анализ, позволили установить разную степень отзывчивости сортов на условия выращивания при формировании хозяйственно ценных признаков.

Изучение динамики стеблестоя в посевах сои очень важно для получения высоких урожаев семян пищевого, кормового и технического использования. В годы исследований густота стояния изменялась: в среднем в фазу полных всходов из 60 всхожих семян на м<sup>2</sup> (600 тыс.шт./га) получили около 56 шт. раст./м<sup>2</sup> или 560 тыс.раст./га. Максимальное влияние на показатель «густота стояния растений» оказывают условия вегетации (годы) – 37%, второй по величине влияния – взаимодействие факторов «сорт, год, среда» – 23%. Сорта Грация и Припять показали наивысшую в опыте всхожесть в 2020 году – 94,2% и 96,8% соответственно.

Максимальная урожайность семян в среднем по годам исследования в Приобской зоне (Топчиха) была получена в 2019 году – 1,9 т/га и в Приалтайской зоне (Смоленское) в 2020 году – 2,1 т/га. Сорта Грация и Припять в условиях



**Рис. 6. Свал сои в валки, Смоленское, 2018 год**  
**Fig. 6. Dumping of soybeans into rolls, Smolenskoye, 2018**



**Рис. 7. Подбор валков сои, Смоленское, 2018 год**  
**Fig. 7. Selection of soybean rolls, Smolenskoye, 2018**

Смоленского более полно использовали свой биологический потенциал, их урожайность в 2018 году превышала урожайность, полученную в условиях Топчихи, на 29-30%, а в 2020 году – на 53-108%. Максимальное влияние на формирование урожайности оказывает взаимодействие факторов «сорт x год» – 32%.

Таким образом, результаты исследования показали, что исследованные сорта сои могут выращиваться в условиях Приобской и Приалтайской зон (рис. 6, 7). Более благоприятны для культуры условия Приалтайской зоны (Смоленское), которые положительно влияют на рост и развитие растений сои.

#### Об авторах:

**Сталина Владимировна Жаркова** – доктор с.-х. наук, доцент, автор для переписки, [stalina\\_zharkova@mail.ru](mailto:stalina_zharkova@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8410-6715>  
**Ольга Васильевна Манылова** – кандидат с.-х. наук, доцент, [manylova@asau.ru](mailto:manylova@asau.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9967-3242>

#### About the authors:

**Stalina V. Zharkova** – Doc. Sci. (Agriculture), Prof., Correspondence author, [stalina\\_zharkova@mail.ru](mailto:stalina_zharkova@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8410-6715>  
**Olga V. Manylova** – Cand. Sci. (Agriculture), [manylova@asau.ru](mailto:manylova@asau.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9967-3242>

#### • Литература

1. Васякин Н.И. Зернобобовые культуры в Западной Сибири. РАСХН. Сиб. Отделение АНИИЗиС. Новосибирск, 2002. 184 с.
2. Яковлев В.В. Соя в Алтайском крае: Рекомендации. РАСХН. Сиб. отделение АНИИСХ. Барнаул, 2006. 35 с.
3. Власова Е.В., Горбунова Ю.В. Оценка скороспелых образцов сои из коллекции ВИР по способности вызревать в средней полосе России. *Кормопроизводство*. 2016;(6):36-39.
4. Aditya J.P., Bhartiya P., Bhartiya A. Genetic variability, heritability and character association for yield and component characters in soybean (*G. max* (L.) Merrill). *Journal of Central European Agriculture*. 2011;12(1):27-34.
5. Иваненко А.С., Созонова А.Н. Структура урожая скороспелых сортов сои в Тюменской области. *Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья*. 2017;(2):90-94.
6. Ray D.K., Mueller N.D., West P.C., Foley J.A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*. 2013;8(6):1-8. doi: 10.1371/journal.pone.0066428
7. FAOSTAT Сельскохозяйственные культуры [Электронный ресурс]. Официальный сайт Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединённых Наций. Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Дата обращения (05.11.2021)
8. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gks.ru/> (30.01.2020).
9. Посевные площади и валовой сбор урожая сельскохозяйственных культур в Алтайском крае. 2019: Стат. бюл. Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. Барнаул, 2020. 112 с.
10. Кашеваров Н.И., Солошенко В.А., Васякин Н.И., Лях А.А. Соя в Западной Сибири. Новосибирск, 2004. 256 с.
11. Государственный реестр селекционных достижений [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reestr.gossortrf.ru/> Дата обращения (30.10.2021)
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2012. 352 с.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. М., 1988. 122 с.
14. Полоус Г.П., Войсковой А.И. Основные элементы методики полевого опыта. 2-е, изд. доп. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. 116 с. ISBN: 978595966152
15. Alonso L. et al. Diurnal cycle relationships between passive fluorescence, PRI and NPQ of vegetation in a controlled stress experiment. *Remote Sensing*. 2017;9(8):770.
16. Bellaloui N. et al. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. *Frontiers in plant science*. 2015;(6):31.
17. Chatterjee C., Gleddie S., Xiao C.W. Soybean bioactive peptides and their functional properties. *Nutrients*. 2018;10(9):1211.

#### • References

1. Vasyakin N.I. Legumes in Western Siberia. RAAS. Sib. Department of ANIZiS. Novosibirsk, 2002. 184 p. (In Russ.)
2. Yakovlev V.V. Soybeans in the Altai Territory: Recommendations. RAAS. Sib. branch of ANIISH. Barnaul, 2006. 35 p. (In Russ.)
3. Vlasova E.V., Gorbunova Yu.V. Evaluation of early ripening samples of soybeans from the VIR collection by their ability to ripen in central Russia. *Feed production*. 2016;(6):36-39. (In Russ.)
4. Aditya J.P., Bhartiya P., Bhartiya A. Genetic variability, heritability and character association for yield and component characters in soybean (*G. max* (L.) Merrill). *Journal of Central European Agriculture*. 2011;12(1):27-34.
5. Ivanenko A.S., Sozonova A.N. The structure of the harvest of early ripening varieties of soybeans in the Tyumen region. *Bulletin of the State Agrarian University of the Northern Trans-Urals*. 2017;(2):90-94. (In Russ.)
6. Ray D.K., Mueller N.D., West P.C., Foley J.A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*. 2013;8(6):1-8. doi: 10.1371/journal.pone.0066428
7. FAOSTAT. Agricultural crops [Electronic resource]. Official website of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Access mode: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Date of treatment (05.11.2021)
8. Federal State Statistics Service. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.gks.ru/> free - (01/30/2020). (In Russ.)
9. Sown area and gross harvest of agricultural crops in the Altai Territory. 2019: Stat. bul. Office of the Federal State Statistics Service for the Altai Territory and the Altai Republic. Barnaul, 2020. 112 p. (In Russ.)
10. Kshevarov N.I., Soloshenko V.A., Vasyakin N.I., Lyakh A.A. Soybeans in Western Siberia. Novosibirsk, 2004. 256 p. (In Russ.)
11. State register of breeding achievements [Electronic resource]. Access mode: <https://reestr.gossortrf.ru/>Date of access (10/30/2021) (In Russ.)
12. Dospikhov B.A. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). M., 2012. 352 p. (In Russ.)
13. Methodology for state variety testing of agricultural crops. Technological assessment of cereals, cereals and leguminous crops. M., 1988. 122 p. (In Russ.)
14. Polous G.P., Voiskovoy A.I. The main elements of the field experiment methodology. 2nd, ed. add. Stavropol: AGRUS of the Stavropol state. Agrarian University, 2013. 116 p. ISBN: 978595966152 (In Russ.)
15. Alonso L. et al. Diurnal cycle relationships between passive fluorescence, PRI and NPQ of vegetation in a controlled stress experiment. *Remote Sensing*. 2017;9(8):770.
16. Bellaloui N. et al. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. *Frontiers in plant science*. 2015;(6):31.
17. Chatterjee C., Gleddie S., Xiao C.W. Soybean bioactive peptides and their functional properties. *Nutrients*. 2018;10(9):1211.



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)