

Овощи России

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

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

1 2022

VEGETABLE
crops of RUSSIA
Scientific peer-reviewed journal



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



ФГБНУ ФНЦО

ПОЗДРАВЛЯЕМ!!!

Сотрудники Федерального научного центра овощеводства стали лауреатами Премии Правительства Российской Федерации 2021 года в области науки и техники

Председатель Правительства Михаил Мишустин 1 ноября 2021 г. подписал распоряжение № 3103-р «О присуждении премий Правительства Российской Федерации 2021 года в области науки и техники». «Лауреатами объявлены 143 человека, в том числе 55 докторов наук, 33 кандидата наук, 34 профессора и 15 доцентов» -- говорится в сообщении пресс-службы кабинета министров.



Наградой, в частности, отмечена работа, связанная с разработкой и внедрением инновационных технологий выращивания овощных культур и картофеля для обеспечения населения экологически чистыми продуктами питания. Работа осуществлена сотрудниками нескольких организаций: ФГБНУ "Федеральный научный центр овощеводства", ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха", ФГБУ "Российская академия наук", ФГБОУ ВО "Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева", ОАО "Буйский химический завод", АО "Погарская картофельная фабрика".

Почетной премией от федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр овощеводства" удостоены:

Солдатенко Алексей Васильевич, руководитель работы, член-корреспондент РАН, директор;

Пивоваров Виктор Федорович, академик РАН, научный руководитель;

Гинс Мурат Сабинович, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии растений, интродукции и функциональных продуктов.

Кроме этого, лауреатами премии по этой работе стали:

Жевора Сергей Валентинович, доктор с.-х. наук, директор федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха",

Федотова Людмила Сергеевна, главный научный сотрудник, доктор с.-х. наук, работник того же учреждения;

Старовойтов Виктор Иванович, доктор технических наук, заместитель директора - заведующий отделом, работник того же учреждения;

Дуданов Илья Иванович, заместитель директора акционерного общества "Погарская картофельная фабрика";

Ладухин Анатолий Георгиевич, бывший заместитель директора открытого акционерного общества "Буйский химический завод";

Лачуга Юрий Федорович, доктор технических наук, профессор, академик РАН, академик-секретарь

Отделения сельскохозяйственных наук федерального государственного бюджетного учреждения "Российская академия наук";

Манохина Александра Анатольевна, доктор с.-х. наук, доцент, профессор кафедры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева".



Поздравляем лауреатов и всех сотрудников ФГБНУ "Федеральный научный центр овощеводства" с этим событием и желаем новых успехов на благо нашей страны!

Главный редактор

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Л.Л. Бондарева – доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

М.С. Гинс – доктор биол. наук, член-корр. РАН, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

Л.В. Григорьева – доктор с.-х. наук, Мичуринский ГАУ, Мичуринск, Россия

Н.Н. Дубенок – академик РАН, доктор с.-х. наук, проф., ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева», Москва, Россия

С.В. Жаркова – доктор с.-х. наук, проф., ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, Барнаул, Россия

Е.В. Журавлева – доктор с.-х. наук, советник председателя совета директоров, ГК "ЭФКО", г. Москва, Россия

Е.А. Калашникова – доктор биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени 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. Пильнев – доктор с.-х. наук, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

А.К. Раджабов – доктор с.-х. наук, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Н.И. Сидельников – академик РАН, доктор с.-х. наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений», Москва, Россия

С.М. Сирота – доктор с.-х. наук, зам. директора по селекции и семеноводству, ООО "Гетерозисная селекция", Челябинская область, Россия

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

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

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

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

Тираж 150 экземпляров.

Дата выхода в свет: 25.02.2022

Цена свободная

Отпечатано в типографии: "Издательство Черноморье".

394019, г. Воронеж, ул. Краснодонская, дом 16И, офис 6
Тел.: 8 (473) 200-88-80, 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 Sekara – Assoc. Prof., Department of Horticulture, Faculty of Biotechnology and Horticulture, University of Agriculture, Krakow, Poland

Radhey Shyam Singh – Assistant Professor cum Junior Scientist, Department of Plant Breeding and Genetics Mandan Bharti Agriculture College, Agwanpur, Saharsa-852202, Bihar Agricultural University, Sabour, Bhagalpur, Bihar, India

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Irina T. Balashova – Dr. Sci. (Biology), chief scientific officer of the laboratory of new technologies FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center", Moscow region, Russia

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

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

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

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

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

Ekaterina V. Zhuravleva – Dr. Sci. (Agriculture), Advisor to the Chairman of the Board of Directors, EFKO Group of Companies, Moscow, Russia

Elena A. Kalashnikova – Dr. Sci. (Biology), Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

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

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

Vadim G. Plushikov – Dr. Sci. (Agriculture), Professor, director of Agrarian Technological institute of RUDN University, Moscow, Russia

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

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

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

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

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

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

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: Seleksionnaya St., 14, VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

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

Circulation is 150 copies. Free price. Published: 25.02.2022

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

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

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

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

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

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

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



СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**Rajametov S.N., Yang E.Y., Cho M.C., Jeong H.B.**

Влияние степени повреждения листьев после обработки низкой температурой (охлаждения) на рост и репродуктивные параметры перца острого.5

Корнюхин Д.Л., Артемьева А.М.

Селекционная ценность образцов листовой и корнеплодной репы из мировой коллекции ВИР.12

Ушанов А.А., Ульянов Р.А., Миронов А.А.Оценка гетерозиса в реципрокных скрещиваниях инбредных линий партенокарпического огурца (*Cucumis sativus* L.).19**Хомченко Н.Н., Шевкунов В.Н., Муляр В.Н., Плужник И.С., Курепин А.В.**

Создание короткоплодных партенокарпических линий огурца гладкого типа.24

Бухаров А.Ф., Харченко В.А., Еремина Н.А.Специфика проявления морфометрических параметров семян в сортовых популяциях фенхеля овощного (*Foeniculum vulgare ssp. vulgare* (Miller) Thell.).33**Казыдуб Н.Г., Коцюбинская О.А., Коваленко А.Н.**

Агроэкологический паспорт сорта фасоли овощной Маруся.39

Ахмедова П.М., Велижанов Н.М.

Оценка коллекционного материала сортов томата в условиях Дагестана в целях выделения наиболее перспективных форм для селекции.46

Молоков Б.М.

О соответствии гибридов и сортов капусты белокочанной реальному спросу населения.51

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

Влияние сроков, схемы, глубины посадки и размера маточных луковиц на продуктивность семенных растений и качество семян лука репчатого в условиях предгорной зоны Северного Кавказа.55

Новиков Б.Н., Новикова Л.Н.

Новый салатный сорт томата Агата Плюс для открытого грунта на юге России.63

Якимова О.В., Лазыко В.Э., Благородова Е.Н.

Эффективность применения листовой подкормки органическим удобрением Agrochelate на семеноводческих участках арбуза летнего посева.67

ЛУГОВОДСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ЭФИРОМАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ**Антоненко М.С., Маланкина Е.Л.**Перспективы использования листьев и соцветий кипрея узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) в качестве лекарственного растительного сырья (обзор).72**ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ****Собко О.А., Фисенко П.В., Ким И.В., Мацишина Н.В.**

Зараженность 7 сортов картофеля вирусами в полевых условиях Приморского края РФ.79

Мусаев Ф.Б., Тареев А.И., Вершинина Н.П.

Результаты испытаний перспективных инсектицидов из химического класса антранилдиамидов на культуре огурца в защищенном грунте.86

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ**Щуклина О.А.**Влияние дифференцированного внесения азотных удобрений на урожайность картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Снегирь.93

BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS

Rajametov S.N., Yang E.Y., Cho M.C., Jeong H.B.

Effect of leaf cold damage after chilling temperature treatment on growth and reproductive parameters of chilli pepper plants.5

Kornukhin D.L., Artemyeva A.M.

Breeding value of leafy and root turnip samples from the VIR collection.12

Ushanov A.A., Ulyanov R.A., Mironov A.A.

Evaluation of heterosis through reciprocal crosses of inbred cucumber lines (*Cucumis sativus* L.).19

Khomchenko N.N., Shevkunov V.N., Muliar V.N., Pluzhnik I.S., Kurepin A.V.

Creation of parthenocarpic lines of smooth and short type of cucumber.24

Bukharov A.F., Kharchenko V.A., Eremina N.A.

The specifics of the manifestation of morphometric parameters of seeds in varietal populations of vegetable fennel (*Foeniculum vulgare* ssp. *vulgare* (Miller) Thell.).33

Kazydub N.G., Kotsyubinskaya O.A., Kovalenko A.N.

Agroecological passport of the Marusya green bean variety.39

Akhmedova P.M., Velizhanov N.M.

Evaluation of the collection material of tomato varieties in dagestan in order to identify the most promising forms for tomato breeding.46

Molokov B.M.

About the compliance of white cabbage varieties and hybrids with the real demand of population.51

VEGETABLE PRODUCTION

Mastyayev I.S., Agafonov A.F., Krivenkov L.V., Podorogin V. A., Ushakov V.A.

The effects of timing, scheme, planting depth and size of the uterine bulbs on the productivity of seed plants and seed quality onions in the conditions of the Foothill zone of the North Caucasus.55

Novikova L.N., Novikov B.N.

New tomato variety Agata Plus for open ground in the south of Russia.63

Yakimova O.V., Lazko V.E., Blagorodova E.N.

Efficiency of foliar application with Agrochelate organic fertilizer on seed plots of summer sowing watermelon.67

MEADOW AND MEDICINAL ESSENTIAL OIL CROPS

Antonenko M.S., Malankina E.L.

Prospects for the use of leaves and inflorescences of fireweed (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) as a medicinal plant material (review).72

PLANT PROTECTION

Sobko O.A., Fisenko P. V., Kim I.V., Matsishina N.V.

Potato viruses of 7 commercial cultivars grown in field Primorsky Krai of Russia.79

Musaev F.B., Tareev A.I., Vershinina N.P.

Test results of insecticides from the chemical class of anthranilydiamides on cucumbers in greenhouse.86

AGRICULTURE

Shchuklina O.A.

The effect of differentiated application of nitrogen fertilizers on the yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) of the Snegir variety.93

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-5-11>
УДК 633.842:581.16.043

Sherzod N. Rajametov,
E.Yo. Yang*, M.Ch. Cho, H.B. Jeong

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

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

Conflict of interest: This article does not contain any studies involving animals or human participants as objects of research. The authors declare that they have no conflict of interest.

Author contributions: Conceptualization, M.C.C. and E.Y.Y.; methodology, M.C.C., E.Y.Y., and S.N.R.; designed experiments, M.C.C., and S.N.R.; performed experiments and analyzed the data, S.N.R., and H.B.J.; writing - original draft preparation, S.N.R.; contribute to interpretation of results and writing - review and editing of the manuscript E.Y.Y., and S.N.R. All authors reviewed 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 National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration.

Data availability: The datasets generated during and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on responsible request.

For citations: Rajametov Sh.N., Yang E.Yo., Cho M.Ch., Jeong H.B. Effect of leaf cold damage after chilling temperature treatment on growth and reproductive parameters of chilli pepper plants. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):5-11.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-5-11>

Received: 04.11.2021

Accepted for publication: 10.01.2022

Published: 25.02.2022

Ш.Н. Ражаметов, Ын Ёнг Янг*,
Мёнг Чеол Чо, Хёо Бонг Жеонг

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"), Национальный научный институт плодовоощеводства и лекарственных растений, Администрация развития сельского хозяйства.

Для цитирования: Rajametov Sh.N., Yang E.Yo., Cho M.Ch., Jeong H.B. Effect of leaf cold damage after chilling temperature treatment on growth and reproductive parameters of chilli pepper plants. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):5-11.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-5-11>

Поступила в редакцию: 04.11.2021

Принята к печати: 10.01.2022

Опубликована: 25.02.2022

Effect of leaf cold damage after chilling temperature treatment on growth and reproductive parameters of chilli pepper plants



Abstract

Relevance. Pepper is sensitive to chilling temperatures in all growth stages and low temperatures are main factors affecting plant growth, fruit growth and development and productivity. Evaluation and identification low temperature (LT) tolerant pepper genotypes at different growth stages is actual in breeding program for developing new cultivars. In present study we investigated the effect of the leaf cold damage within 25% (LCD) after chilling treatment in seedling stage on vegetative and reproductive traits of pepper accessions with different cold tolerance.

Material and methods. In this study two pepper accessions "PE-J-2" and "Neokgwang" selected as chilling tolerant and susceptible in juvenile stage (3-4 true leaf stage), were used respectively. The seedlings of the selected pepper accessions with 25% visual cold damages of leaf green part (become lightly yellowed-whited or desiccated-dried) and control non-treated (NT) were grown in a glasshouse condition (D/N 30-32/22-24°C) for 10 weeks to evaluate the effect of LCD on pepper accessions vegetative and reproductive parameters after chilling pre-treatment. In pepper plants the vegetative parameters such as plant height (PH), leaf length (LL) and width (LW), number of internodes (NI), length of main axis (LMA), plants fresh weight (PFW) and roots fresh weight (RFW), and reproductive the number of flowers (NFL) and fruits (NFR), fruit set ratio (FS), fruit length (FL) and diameter (FD), total yield per plant (TY) were measured. The experimental design of this study was completely randomized. Statistical analysis was performed using the SAS Enterprise Guide 7.1 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA).

Results. According to the research result several accessions were identified: the accessions screened in juvenile stage as cold tolerant cannot always manifest good some agronomical traits performance at growth stages and it may range depending on the genotype specific features. The seedlings with LCD within 25% may significantly affect the vegetative and reproductive parameters of pepper plants. The phenomenon was recorded more distinctive in the correlations between some vegetative and reproductive parameters among NT and LCD plants.

Keywords: pepper, temperature, seedling, plant, root, leaf, flower, fruit set, fruit, correlation

Влияние степени повреждения листьев после обработки низкой температурой (охлаждения) на рост и репродуктивные параметры перца острого

Abstract

Актуальность. Растения перца чувствительны к пониженным температурам на всех этапах роста, и низкие температуры являются основным фактором, влияющим на рост растений, рост и развитие плодов и продуктивность. Оценка и идентификация низкотемпературных (LT) устойчивых генотипов перца на разных стадиях роста актуальна в селекционной программе для создания новых сортов. В настоящем исследовании мы исследовали влияние повреждения листа в пределах 25% (LCD) после обработки низкой температурой в стадии проростков на рост, вегетативные и репродуктивные параметры образцов перца с различной холодоустойчивостью.

Материал и методика. Использовали два образца перца «PE-J-2» и «Neokgwang», отобранные как устойчивый и чувствительный к низким температурам на ювенильной стадии развития (стадия 3-4 настоящих листьев), соответственно. Проростки выбранных образцов перца с 25% визуальными повреждениями зеленой части листа от низких температур (становятся слегка пожелтевшими-беловатыми или высушенными) и растения в контроле (NT) выращивали в условиях теплицы (день/ночь 30...32/22...24°C) в течение 10 недель, чтобы оценить влияние LCD на вегетативные и репродуктивные параметры образцов перца после предварительной обработки охлаждением. У растений перца были измерены вегетативные параметры, такие как высота растения (PH), длина листа (LL) и ширина (LW), количество междоузлий (NI), длина главной оси (LMA), свежая масса растений (PFW) и корней (RFW), а также репродуктивные признаки: количество цветков (NFL) и плодов (NFR), коэффициент завязывания плодов (FS), длина (FL) и диаметр (FD) плодов, общая продуктивность растения (TY). Эксперимент был полностью рандомизирован. Статистический анализ выполняли с использованием SAS Enterprise Guide 7.1 (SAS Institute Inc., Кэри, Северная Каролина, США).

Результаты. В результате исследования было выявлено, что отобранные образцы острого перца, холодоустойчивые на стадии проростка, не всегда могут проявлять хорошие агрономические показатели на стадиях роста, и они могут колебаться в зависимости от особенностей генотипа. Проростки с повреждением листьев в пределах 25% могут существенно повлиять на рост вегетативных и репродуктивных параметров растений перца. Выявлены более четкие корреляции между некоторыми вегетативными и репродуктивными параметрами у NT и LCD растений.

Ключевые слова: перец, температура, проросток, растения, корень, листья, цветок, завязываемость плодов, плод, корреляция

Introduction

Temperature is one of the main environmental factors affecting vegetative and reproductive growth of plants [1-3]. Low temperature stress is a major environmental factor in temperate zone and limits plant growth and productivity [4,5], and plants have different abilities to deal with low temperatures, where LT significantly exhibits reduction in photosynthesis, delays the formation of leaf, truss appearance, number of flowers, fruit set and fruit growth [2, 6-9].

Under such conditions, plants try to maintain homeostasis to acquire freezing tolerance and this involves extensive reprogramming of gene expression and metabolism [10-12], and the changes in physiological and biochemical processes under LT conditions are related to the transcript levels of a number of cold-regulated genes [13-15]. Although several hypotheses have been proposed to explain tolerance or sensitivity to chilling in tomato plants, where the physiological mechanisms responsible for cold tolerance remain unclear [16].

LT stress in plants can be divided into two categories [15]: chilling stress (0–20°C) and freezing stress (<0°C). Chilling-sensitive plants such as vegetable crops pepper and tomato may suffer from cold injury and reduce productivity within temperature 0–15°C [17,18].

The plants may develop several mechanisms to minimize potential damage during LT stress and subsequent recovery periods, where the plants response is a highly complex process that involves physiological and biochemical modifications [9,19].

However, in literature scarce information is available on the influence of the degree of cold damages on the agronomical traits at recovery among pepper exposed to LT in seedlings stage, which makes it difficult to assess cold tolerance potential of each genotype. Recently, multiple methods to screen and understand the mechanism for cold-tolerant genotypes among the *Solanaceous* crops were validated at different growth stages under low temperature stress condition [18,20-24]. Moreover, several methods to screen cold tolerant genotypes among the tomato and pepper crops have been developed in early growth stages [11,13,19,25,26].

Meanwhile, recently the findings in evaluation of the tomato genotypes heat tolerance in juvenile stage revealed that the heat tolerance rate in the seedling stage might not always be associated with reproductive parameters [27]. Therefore, in present study our target was to evaluate the effect of pre-cold treatment on pepper plants agronomical traits distinguished by tolerance rates to low temperature and identifies the any linkage of cold damage in juvenile stage with subsequent flowering and reproductive growth periods. It is a continuation of our research work which has been recently done on identification of the early screening methods of pepper (*Capsicum* L.) seedlings tolerance to low temperature [28].

Materials and Methods

Plant materials and growth condition

Twenty-one pepper accessions seedlings were sown in 31st January of 2020 in plastic trays (52 x 26 cm in size, 6 x 6 cm cells with pot volume 5 liter) containing 1:1 ratio of 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%). A liter of water was provided to each tray daily, and the trays were placed in a glasshouse under normal condition

(26/18 °C in day/night with relative humidity within 60-70%) in National Institute of Horticultural and Herbal Science (NIHHS). Hereinafter, the seedlings 38 days old with 3-4 true leaf stage were transferred into growth chamber on 9th March 2020.

The pepper seedlings were maintained at 5°C, light intensity 800 μmol m⁻²s⁻¹ (D/N 12/12h) and relative humidity was within 65-70% and were treated under low temperature condition for 25 days [28]. All seedlings after low temperature treatment were transferred into normal condition as described above for recovery during 7 days. Then, accessions “PE-J-2” and “Neokgwang” were selected as cold tolerant and susceptible according to screening results of pepper seedlings on chilling tolerance among twenty-one accessions, where LCD in two accessions were 30.0 and 72.2% after chilling treatment, respectively.

Methods

The experiment was grouped as control (NT) and plants within 25% LCD among two accessions. To assay effects of LCD on agronomical traits the seedlings of both pepper were transplanted into pots on 6th April 2020 after 7 days of recovery. Soil in the pots were prepared as described above and regularly watered to avoid drought and fertilized weekly (Mulpure, Daeyu Co. Ltd., Gyeongsan, South Korea), and plants were cultivated for 10 weeks in a glasshouse condition (D/N 30-32/22-24°C, RH 40-60%).

Plant height (PH) was measured with interval 7 days for 70 days after transplanting (DAT). Days to flowering after transplanting of plants were measured from second internode flowers. Leaf length (LL) and width (LW), fruit length (FL) and diameter (FD) were measured from leaves located on 3rd internodes of plants, using 5 replicates. The reproductive parameters number of flowers (NFL) and fruits (NFR), fruit set ratio (FS), total yield per plant (TY) were counted from first to fourth internodes of each plant. Number of internodes (NI), length of main axis (LMA), TY and plants fresh weight (PFW) and roots fresh weight (RFW) were measured on 70 DAT.

Fruit set (FS, %) was calculated as follows:

$$\text{Fruit set (\%)} = \frac{\text{The number of fruits}}{\text{The number of flowers}} \times 100$$

Statistical analysis

The experimental design of this study was completely randomized. Statistical analysis was performed using the SAS Enterprise Guide 7.1 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA), and mean values were compared with a significance level of 5% using Duncan's multiple range test or the Student's t-test at the p<0.05, p<0.01, and p<0.001 levels, respectively. Correlation coefficient analyses were done with EXCEL 2016 (Microsoft, WA, USA).

Results

Effect of leaf cold damage on vegetative parameters

Leaf cold damage affect differently growth rate of plant height among pepper accessions (Fig. 1). So, the biggest differences (p≤0.001) in growth rate in the percentage ratio between NT and LCD plants within first week after transplanting into pots were observed. Pepper accession “PE-J-2” showed the highest index differences in plant growth than “Neokgwang” (Fig. 1A), but the index was lower in both accessions on 59.0 and 44.0% than in NT plants, respectively.

The highest intensity growth rate was determined in both accessions plants in NT within 28 and 35 DAT, then, hereinafter the intensity growth in LCD plants of “Neokgwang”

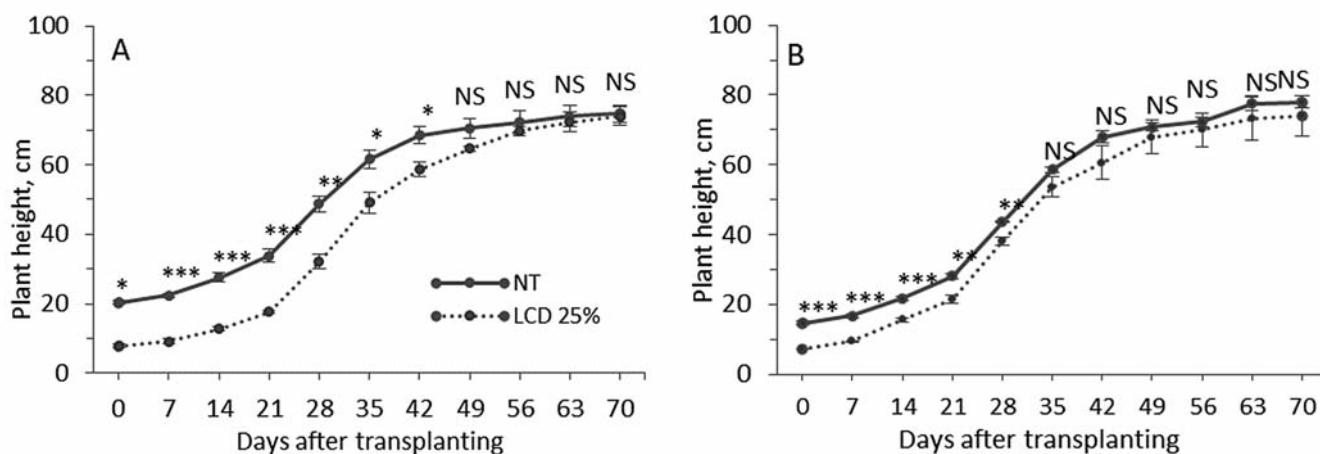


Figure 1. Effect of leaf cold damage on pepper accessions growth rate- “PE-J-2” (A) and “Neokgwang” (B). Vertical bars represent SE ($n=5$) and significant differences were evaluated with Student’s t-test ($p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$, and $p \leq 0.001$) and denoted by *, **, and ***, respectively and NS indicates not significant

increased slightly on a par with NT plants and within 35 DAT showed no differences (Fig. 1B). On 50 DAT no significant differences in growth rate between NT and LCD plants in both accessions were identified; the index reduced in “Neokgwang” and “PE-J-2” on 4.0 and 8.3%, respectively and reached almost the same value of plants in NT condition.

The effect LCD within 25% on vegetative and reproductive traits among pepper accessions was different. So, in both accessions regardless of cold tolerance degree significant increase of the PFW in LCD plants compared to NT were observed (Fig. 2A), while contrary result, decreasing of the LMA in LCD plants were identified (Fig. 2B). Only, in LCD plants of “PE-J-2” higher index of the LL than in NT plants were observed (Fig. 2C), whereas in

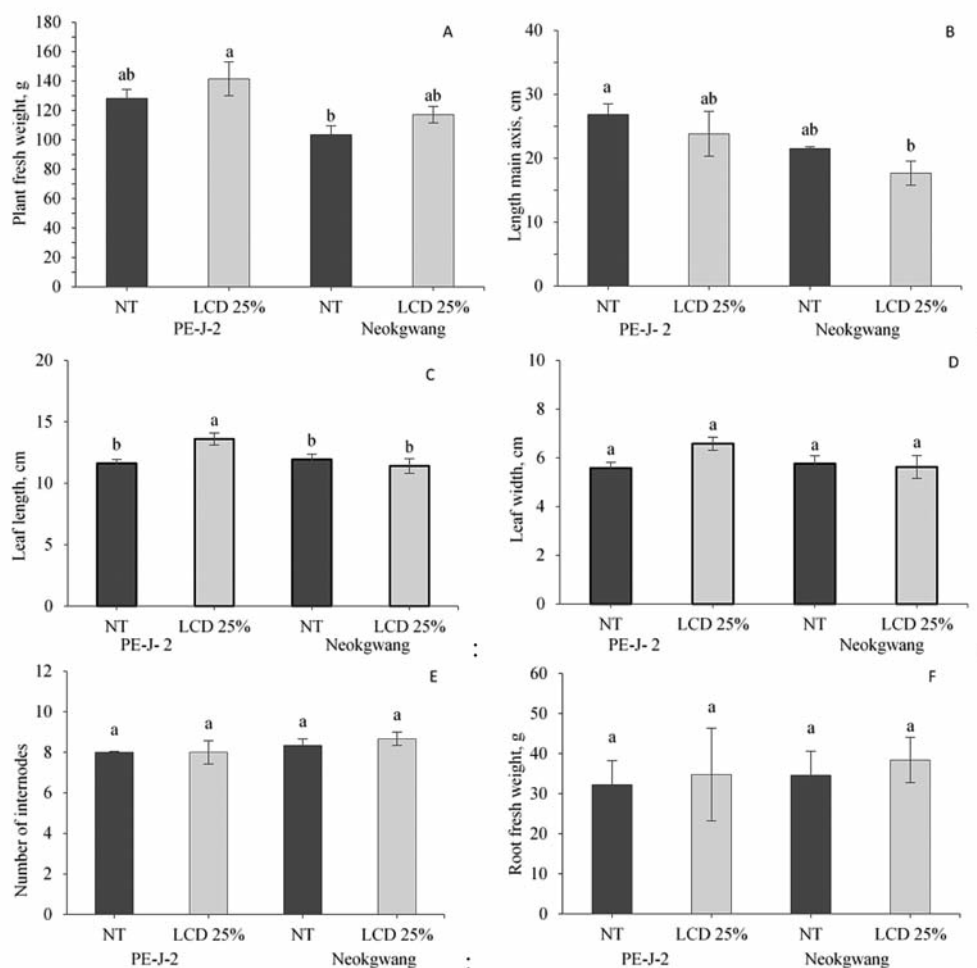


Figure 2. Effect of leaf cold damage (LCD) on pepper accessions vegetative parameters. The data indicate the means $\pm$ SE ($n=5$). Different letters above bars indicate significant difference based on Duncan’s multiple range test ($p \leq 0.05$) among accessions plants from control (NT) and leaf cold damage (LCD) on 70 days after transplanting

measurement of the LW no identified difference between LCD and NT plants in both accessions was registered (Fig. 2D). Also, LCD 25% no critical effect on NI and RFW traits, where significant differences between NT and LCD plants in both pepper accessions were observed (Fig. 2E and F).

Effect of leaf cold damage on reproductive parameters

Days to flowering among NT and LCD plants after transplanting showed that NT plants of accessions “PE-J-2” and “Neokgwang” started to flowering within 18.3 and 25.7 DAT, respectively. Hereinafter, LCD plants started to flowering within 30.3 and 29.3 DAT, respectively, where significant difference in days were identified in “PE-J-2” about 12 days, whereas for LCD plants of “Neokgwang” needed the shortest 3.7 days to begin flowering (Table 1).

Development of flowers was not significantly ranged among NT and LCD plants of both accessions (Fig. 3A), but the quantity of fruits in “Neokgwang” was significantly increased in LCD plants compared to NT (Fig. 3B), whereas in “PE-J-2” contrary results were observed, that is decreases in LCD plants. Moreover, essentially, such a pattern manifested itself in the study of fruit set (Fig. 3C). Assay of the FL showed that LCD decreased the FL in both accessions plants compared to NT (Fig. 3D), but in the measurement of the FD no difference in values between NT and LCD plants in both accessions were found.

In evaluation of the index of the total yield in NT and LCD plants of the both accessions were found that crop yield on the 70 DAT increased in LCD plants of “Neokgwang”, whereas in “PE-J-2” it was decreased compared to NT plants (Fig. 3F).

Table 1. Flowering period among control (NT) and leaf cold damaged (LCD) pepper plants

Accessions/LCD	Flowering period	Days to flowering after transplanting	diff_days between NT and LCD plants
PE-J-2 - NT	April 24.3 ± 2.5x	18.3 ± 4.4	0.0
PE-J-2 - LCD 25%	May 6.3 ± 2.1	30.3 ± 2.1	12.0 ± 2.4
Neokgwang - NT	May 1.7 ± 0.6	25.7 ± 2.1	0.0
Neokgwang - LCD 25%	May 5.3 ± 0.6	29.3 ± 0.6	3.7 ± 1.5

xData shown represent means ± SE (n=5).

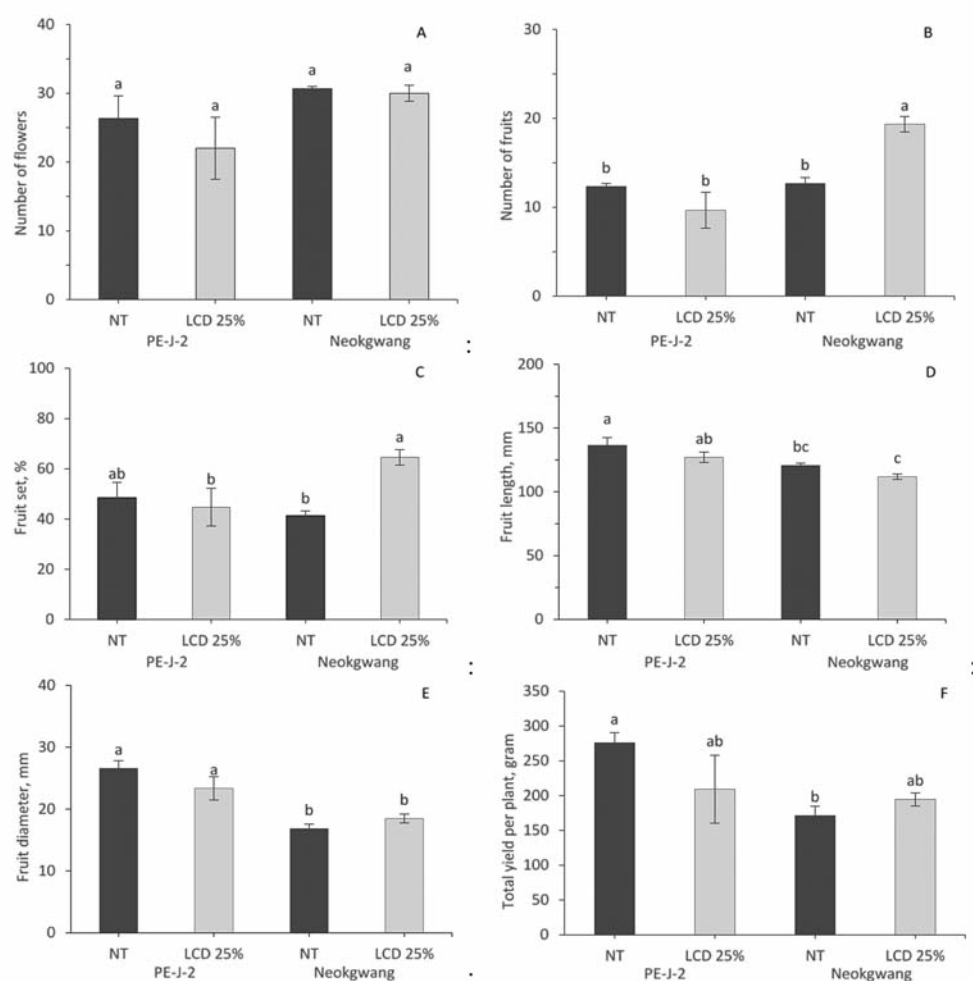


Figure 3. Effect of leaf cold damage on pepper accessions reproductive parameters. Values are means ± SE (n=5). Different letters above bars indicate significant difference based on Duncan's multiple range test (p ≤ 0.05) among accessions plants from control (NT) and leaf cold damage (LCD) on 70 days after transplanting

Table 2. Correlation coefficients (*r* values) among agronomical traits from control (A) and LCD (B) plants

Traits	PH	LMA	NI	PFW	RFW	NFL	NFR	FS	LL	LW	FL	FD	TY
PH	1.0												
LMA	-0.488	1.0											A
NI	0.539	-0.346	1.0										
PFW	0.007	0.514	-0.194	1.0									
RFW	0.052	-0.395	0.159	-0.004	1.0								
NFL	-0.236	-0.165	0.316	-0.803*	0.273	1.0							
NFR	-0.193	0.102	-0.327	-0.578	-0.734	0.249	1.0						
FS	0.175	0.164	-0.412	0.622	-0.521	-0.948**	0.066	1.0					
LL	-0.099	0.016	0.763*	-0.054	0.284	0.453	-0.441	-0.587	1.0				
LW	-0.493	0.340	0.323	-0.203	-0.429	0.386	0.280	-0.281	0.600	1.0			
FL	-0.095	0.646	-0.200	0.938**	-0.325	-0.796*	-0.324	0.702	-0.326	-0.069	1.0		
FD	-0.296	0.807*	-0.232	0.849*	-0.398	-0.623	-0.199	0.562	-0.216	-0.024	0.869*	1.0	
TY	-0.696	0.867*	-0.371	0.585	-0.365	-0.287	-0.013	0.282	0.139	0.504	0.740	0.884**	1.0
PH	1.000												
LMA	-0.145	1.000											B
NI	0.696	-0.804*	1.000										
PFW	-0.448	0.930**	-0.934**	1.000									
RFW	-0.616	-0.334	-0.116	-0.167	1.000								
NFL	-0.106	0.003	-0.109	-0.128	0.415	1.000							
NFR	-0.015	-0.255	0.168	-0.394	0.293	0.823*	1.000						
FS	-0.037	-0.272	0.201	-0.348	0.017	0.378	0.823*	1.000					
LL	-0.253	0.934**	-0.804*	0.937**	-0.151	-0.183	-0.470	-0.474	1.000				
LW	-0.140	0.862*	-0.652	0.772*	-0.127	-0.049	-0.135	-0.082	0.905**	1.000			
FL	-0.185	0.311	-0.342	0.509	-0.443	-0.790*	-0.866*	-0.550	0.468	0.192	1.000		
FD	-0.035	0.877**	-0.654	0.875**	-0.518	-0.412	-0.665	-0.559	0.572	0.264	0.703	1.000	
TY	-0.233	0.764*	-0.724	0.688	-0.290	0.437	0.262	0.187	0.517	0.503	0.033	0.500	1.000

Significant levels for correlations: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$. PH – plant height; LMA – length of main axis, NI – number of internodes, PFW – plants fresh weight, RFW – root fresh weight, NFL – number of flowers, NFR – number of fruits, FS – fruit set, LL – Leaf length, LW – leaf width, FL – fruit length, FD – fruit diameter, and TY – total yield per plant

Correlation between agronomical traits

The analyses of correlation coefficients among NT and LCD plants of pepper accessions (Table 2) showed that LMA had positive significant correlation with FD and TY in NT ($r=0.807^*$ and 0.867^* , respectively) and those in LCD ($r=0.877^{**}$ and 0.764^* , respectively). Also, PFW positively correlated with FD ($r=0.849^*$ and $r=0.875^{**}$, respectively), while NFL showed negative significant correlation with FL in both NT and LCD plants ($r=-0.796^*$ and $r=-0.790^*$). In NT condition, NI positively correlated with LL but in LCD these correlations showed somewhat different negative correlation coefficient ($r=0.763^*$ and $r=-0.804^*$, respectively).

Discussion

Effect of LCD within 25% in seedling stage on the subsequent growth stages of agronomical traits showed that it might be critical for recovery of pepper plants and significantly affect the development of some vegetative and reproductive parameters. It is well known that, LT significantly reduces the growth rate of plants [2,8,23,24,29], which was detected in plants with LCD in the present study, where lag behind in growth rate of PH in the percentage ratio than NT plants within 50 DAT was determined. Furthermore, a decrease of value of the differences in development was observed but the ranges depended on accession. Despite this, within 4-5 weeks equal the growth intensity in NT and LCD plants was observed, but the difference in growth rate was persistent among accessions.

LCD contributed to increase the index of PFW, but decreased the LMA in both pepper accessions, whereas the index of LMA in pepper accessions might be varied depending on the genotypes under LT condition [24]. Meanwhile, the index of LL was increased only in LCD plants of "PE-J-2", but no differences between LCD and NT plants in both accessions in measurement of the LW were recorded. There no critical effects of the LCD 25% on NI and RFW traits in both pepper accessions plants were detected.

In particular, the effect of the abiotic stress on the reproductive traits is well known in Solanaceous crops [1-3,6,26,30], and there is enough information about the effect of the cold damages in juvenile phase on the floral and fruit traits at growth stages of pepper. In fact, recently it was found that the selected pepper accessions under LT condition were primarily involved in the positive trends with the reproductive index including NFR, FL, FD, and TY traits and recommended to utilize for pepper breeding programs to develop LT tolerant cultivars [24].

The results of the analysis of LCD influence on the flowering period indicate that in cold damaged plants flowering started relatively later than plants in NT and varietal differences were observed. No significant effect of LCD on the development of the NFL was observed, whereas LCD effected the development of NFR but among accessions differences persist in the varietal

aspect, where susceptible accession "Neokgwang" distinguished with high NFR and relatively FS per plant than in NT plants.

In the agreement with our previous studies of pepper genotypes under LT condition [24], our current finding also showed that the NFL among pepper accessions showed no remarkable difference between the LCD and NT.

The effect of LCD on the agronomical traits with NT plants was more distinctive in the correlations between LMA, FD, TY, PFW and NFL, and a small correlation between FD and FL was observed. Same correlations were also found between TY in NT and that in LCD, which indicates that accessions with high yield in NT can also perform well in terms of harvest in LCD plants, which was also reported in previous research results [24,31].

Based on NFR or FS various genotypes from Solanaceae family were selected and used as predictor for abiotic stress tolerance [9,27,32,33]. However, in our study chilling susceptible accession "Neokgwang" in seedling stage showed good physiological traits performance such as high rates of NFR, FS and TY in comparison with screened one as tolerant in seedling stage "PE-J-2". It means that cold tolerance rate in seedling stage is not always associated with reproductive traits.

In addition, recently, a similar results revealed in evaluation of the physiological and biochemical parameters related to heat tolerance and to determine critical leaf heat damage levels for selecting heat-tolerant in hot pepper genotypes [34]. Leaf heat damage levels over 25% in seedling stage was critical for selecting heat-tolerant genotypes in pepper, and remarked that constant photosynthetic rate via increased transpiration rate as well as high proline content in heat stress condition confers faster recovery from heat damage of heat-tolerant cultivars in seedlings stages. In accordance with these results, further studies need to focus on elucidating the mechanism and role of the impact of physiological parameters on vegetative and reproductive traits in pepper plants with different low temperature tolerance.

Conclusion

Overall, our results imply that, the genotypes screened in juvenile stages as cold tolerant cannot always manifest good agronomical traits performance at growth stages and it may range depending on the genotype specific features. LCD within and over 25% may contribute to increase the index of PFW but might decrease the LMA and FL delaying the days to flowering regardless of the tolerance of the pepper accessions to low temperature. Moreover, agronomic traits associated in LCD plants differed by genotype specific. And, future researches on screening and selection for pepper abiotic stress tolerance should be evaluated at the vegetative and reproductive stages with consideration of reproductive parameters and molecular functions, combined with DNA- and RNA-seq.

Об авторах:

Шерзод Нигматуллаевич Ражаметов – PhD (сельское хозяйство), докторант-исследователь, Отдел овощных культур, sherzod_2004@list.ru. <https://orcid.org/0000-0001-7055-9932>

Янг Ын-Ёнг* – PhD (сельское хозяйство), Руководитель проекта, Отдел овощных культур, yangyang2@korea.kr

Чо Мёнг Чеол – PhD (сельское хозяйство), зав. лабораторией, Отдел овощных культур, chomc@korea.kr, <https://orcid.org/0000-0002-8321-4826>

Жеонг Хёо Бонг – старший научный сотрудник, Отдел овощных культур, bong9846@korea.kr, <https://orcid.org/0000-0003-0178-6765>

About the authors:

Sherzod Nigmatullayevich Rajametov – PhD (Agriculture), Post Doctoral Researcher, sherzod_2004@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7055-9932>

Eun-Young Yang – Project Manager, yangyang2@korea.kr

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

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

• Литература / References

- Bakker J.C. and Van Uffelen J.A.M. The effects of diurnal temperature regimes on growth and yield of sweet pepper. *Netherlands J. Agril. Sci.* 1998;36(20):1-208. <https://doi.org/10.1018174/njas.v36i3.16670>
- Venema J.H., Posthumus F., de Vries M., van Hasselt P.R. Differential response of domestic and wild *Lycopersicon* species to chilling under low light: growth, carbohydrate content, photosynthesis and the xanthophyll cycle. *J. Physiologia Plantarum.* 1999;105:81–88. DOI: 10.1034/J.1399-3054.1999.105113.X
- Fang X., Zaiqiang Y., Liyun Z. Low temperature and weak light affect greenhouse tomato growth and fruit quality. *J. Plant Sci.* 2018;6:16-24. doi:10.11648/j.jps.20180601.14
- Thomashow M.F. Plant cold acclimation: freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. *Annu. Rev. Plant Biol.* 1999;50:571–599. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.50.1.571>
- Chinnusamy V., Zhu J. K. & Sunkar, R. Gene regulation during cold stress acclimation in plants. *Methods Mol. Biol.* 2010;639:39–55. https://doi.org/10.1007/978-1-60761-702-0_3
- 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>
- Adams S.R., Cockshull K.E., Cave C.R. Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. *Ann. Bot.* 2001;88:869-877. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1524>
- Der Van Ploeg A., Heuvelink E. Influence of sub-optimal temperature on tomato growth and yield: a review. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 2005;80:6652-659. <https://doi.org/10.1080/14620316.2005.11511994>
- Yang E.-Y., Rajametov S.N., Cho M.-C., Jeong H.-B., Chae W.-B. Factors Affecting Tolerance to Low Night Temperature Differ by Fruit Types in Tomato. *Agriculture.* 2021;11:681. <https://doi.org/10.3390/agriculture11070681>
- Munir Sh., Liu H., Xing Y., Hussain S., Ouyang B., Zhang Y., Li H., Ye Z. Overexpression of calmodulin-like (ShCML44) stress-responsive gene from *Solanum habrochaites* enhances tolerance to multiple abiotic stresses. *Sci. Rep.* 2016;6:31772. <http://doi.org/10.1038/srep31772>
- Ding F., Liu B., Zhang Sh. Exogenous melatonin ameliorates cold-induced damage in tomato plants. *Sci. Hortic.* 2017;219:264–271. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.03.029>
- Rihan H.Z., Al-Issawi M., Fuller M.P. Advances in physiological and molecular aspects of plant cold tolerance. *J. Plant Interact.* 2017;12:143–157. <https://doi.org/10.1080/17429145.2017.1308568>
- Liu H., Ouyang B., Zhang J., Wang T., Li H., et al. Differential Modulation of Photosynthesis, Signaling, and Transcriptional Regulation between Tolerant and Sensitive Tomato Genotypes under Cold Stress. *PLoS ONE.* 2012;7(11):e50785. doi:10.1371/journal.pone.0050785
- Chen H., Chen X., Chen D, Li J., Zhang Y., Wang A. A comparison of the low temperature transcriptomes of two tomato genotypes that differ in freezing tolerance: *Solanum lycopersicum* and *Solanum habrochaites*. *J. BMC Plant Biology.* 2015;15:132. DOI 10.1186/s12870-015-0521-6
- Hu T., Wang Y., Wang Q., Dang N., Wang L., Liu Ch, et al. The tomato 2-oxoglutarate-dependent dioxygenase gene SIF3HL is critical for chilling stress tolerance. *J. Horticulture Research.* 2019;6:45. <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0127-5>
- Goodstal F.J., Kohler G.R., Randall L.B., Bloom A.J., St Clair D.A. A major QTL introgressed from wild *Lycopersicon hirsutum* confers chilling tolerance to cultivated tomato (*Lycopersicon esculentum*). *J. Theor. Appl. Genet.* 2005;111:898–905. <https://doi.org/10.1007/s00122-005-0015-2>
- Somerville C. Direct tests of the role of membrane lipid composition in low temperature-induce photoinhibition and chilling sensitivity in plants and cyanobacteria. *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA).* 1995;92:6215–6218. doi: 10.1073/pnas.92.146215
- Foolad M., Lin G. Relationship between cold tolerance during seed germination and vegetative growth in tomato: Germplasm evaluation. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 2000;125:679–683. <https://doi.org/10.21273/JASHS.125.6.679>
- 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. of Biosystems Eng.* 2017;42(3):163-169. <https://doi.org/10.5307/JBE.2017.42.3.163>
- Kato K. Flowering and fertility of forced green peppers at lower temperatures. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 1989;58:113–121.
- Shaked R., Rosenfeld K., Pressman E. The effect of low night temperatures on carbohydrates metabolism in developing pollen grains of pepper in relation to their number and functioning. *Sci. Hortic.* 2004;102:29–36. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.12.007>
- Seo J.-U.; Hwang J.-M.; Oh S.-M. Effects of night temperature treatment of raising seedlings before transplanting on growth and development of pepper. *J. Bio-Env. Con.* 2006;15:149–155.
- Rajametov S.N., Lee K., Jeong H.B., Cho, M.C., Nam C.W., Yang E.Y. Physiological Traits of Thirty-Five Tomato Accessions in Response to Low Temperature. *J. Agriculture.* 2021;11:792. <https://doi.org/10.3390/agriculture11080792>
- Rajametov S.N., Lee K., Jeong H.B., Cho M.C., Nam C.W., Yang E.Y. The Effect of Night Low Temperature on the Agronomical Traits of Thirty-Nine Pepper Accessions (*Capsicum annuum* L.). *J. Agronomy.* 2021;11:1986. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101986>
- Zhang C., Liu J., Zhang Y., Cai X., Gong P., Zhang J., Ye Z. Overexpression of SIGMEs leads to ascorbate accumulation with enhanced oxidative stress, cold, and salt tolerance in tomato. *J. Plant Cell Rep.* 2011;30:389–398. DOI 10.1007/s00299-010-0939-0
- Hu Y., Wu Q., Sprague S., Park S., Oh M., et al. Tomato expressing Arabidopsis glutaredoxin gene AtGRXS17 confers tolerance to chilling stress via modulating cold responsive components. *J. Hortic. Res.* 2015;2:15051. doi:10.1038/hortres.2015.51
- Rajametov S.N., Yang E.Y., Jeong H.B., 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. Horticulturae.* 2021;7:119. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7050119>
- Rajametov Sh., Yang E.Y., Cho M.Ch., Chae S.Y., Bong J.H. Screening of pepper (*Capsicum* L.) seedlings tolerance to low temperature. *The Agrarian Sci J.* 2020;11:78-82. <https://doi.org/10.28983/asj.2020i11pp78-82>
- Hoek H.I.S., Hanisch Ten Cate C.H., Keijzer C.J., Schel J.H., Dons H.J.M. Development of the fifth leaf is indicative for whole plant performance at low temperature in tomato. *J. Ann. Bot.* 1993;72:367–374.
- Xu J., Wolters-Arts M., Mariani C., Huber H., Rieu I. Heat stress affects vegetative and reproductive performance and trait correlations in tomato (*Solanum lycopersicum*). *J. Euphytica.* 2017;213:156. <https://doi.org/10.1007/s10681-017-1949-9>
- Rajametov Sh., Yang E.Y., Cho M.Ch., Chae S.Y., Won B.Ch. Physiological traits associated with high temperature tolerance differ by fruit types and sizes in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *J. Hortic. Environ. Biotechnol.* 2020;61:837-847. <https://doi.org/10.1007/s13580-020-00280-4>
- Abdul-Baki A.A., Stommel J.R. Pollen viability and fruit set of tomato genotypes under optimum and high-temperature regimes. *J. Hort. Sci.* 1995;30:115–117. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.30.1.115>
- Sato S., Peet M.M., Thomas J.F. Physiological factors limit fruit set of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under chronic high temperature. *Plant Cell Environ.* 2000;23:719-726. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2000.00589.x>
- 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>

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-12-18>
УДК 635.127(089)

Д.Л. Корнюхин*, А.М. Артемьева

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР)»
190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44

*Автор для переписки: dkor4@yandex.ru

Благодарности. Исследование выполнено в рамках ГЗ № 0662-2019-0003 «Генетические ресурсы овощных и бахчевых культур мировой коллекции ВИР: эффективные пути расширения разнообразия, раскрытия закономерностей наследственной изменчивости, использования адаптивного потенциала», номер гос. регистрации № AAAA-A19 - 119013090157-1.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Корнюхин Д.Л., Артемьева А.М. Селекционная ценность образцов листовой и корнеплодной репы из мировой коллекции ВИР. *Овощи России*. 2022;(1):12-18. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-12-18>

Поступила в редакцию: 27.12.2021
Принята к печати: 27.01.2022
Опубликована: 25.02.2022

Dmitry L. Kornukhin*, Anna M. Artemyeva

Federal Research Center
N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant
Genetic Resources (VIR)
St. Petersburg, Russia

*Correspondence Author: dkor4@yandex.ru

Acknowledgments. The study was carried out within the framework of State Law No. 0662-2019-0003 "Genetic resources of vegetable and melon crops of the VIR world collection: effective ways to expand diversity, reveal patterns of hereditary variability, use adaptive potential", state number. registration number AAAA-A19.

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

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Kornukhin D.L., Artemyeva A.M. Breeding value of leafy and root turnip samples from the VIR collection. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):12-18. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-12-18>

Received: 27.12.2021
Accepted for publication: 27.01.2022
Published: 25.02.2022

Селекционная ценность образцов листовой и корнеплодной репы из мировой коллекции ВИР



Резюме

Репа корнеплодная *Brassica rapa* L. subsp. *rapa* – старейшая овощная культура России. Сорта репы скороспелые, продуктивные, отличаются наличием ценных биохимических соединений, холодостойкие, относительно просты в выращивании. Для расширения овощного ассортимента следует создать новые сорта и гибриды, прежде всего, отсутствующие в Госреестре типы сортов. Цель работы: на основе многолетнего изучения коллекции ВИР выделить ценный и исходный материал для селекции.

Методы. Полевое изучение 170 сортов образцов коллекции ВИР проводили в НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (Ленинградская область) в 2001-2020 годах, срок посева 26-28 июня. Каждый образец высевали на однострочной делянке длиной 2 м в трех повторностях. В качестве контроля использовали сорта репы, включенные в Госреестр: сорт листовой репы Сапфир, корнеплодной столовой репы Петровская-1 и турнепса Остерзундомский. Описание проводили согласно Методическим указаниям по изучению и поддержанию мировой коллекции ВИР, с авторскими дополнениями.

Результаты. Образцы листовой репы, выделившиеся в ходе исследования, обладают большой массой растения (до 1,42±0,32 кг у образца Early top F₁ (к-366, Япония), многие образцы по этому показателю превышали стандарт Сапфир. Некоторые из образцов столовой корнеплодной репы также превышают стандарт Петровская-1 по массе корнеплода (Purple top (к-1345, Непал), Pekki (вр.2176, Финляндия)). Образцы Соловецкая (к-803, Россия, Мурманская область), Gul Findlandsk (вр.2175, Норвегия) обладают ярко-желтой мякотью корнеплода, являются лёгкими при хранении и устойчивыми к повреждению капустными мухами. Среди выделившихся по урожайности образцов турнепса наибольший интерес представляют турнепсы Ova Dæhnfeldt (вр.2183, Дания) и Koroova (вр.2187, Швеция), обладающие желтой мякотью и повышенным содержанием в корнеплодах β-каротина.

Заключение. В ходе исследования выделены новые образцы, относящиеся к группам листовых и корнеплодных реп, не представленных на семенном и продовольственном рынке России. Такие образцы представляют собой морфологически различные формы, являются урожайными, несут комплекс ценных хозяйственных и биохимических признаков и являются перспективным материалом для включения в программы по селекции листовых и корнеплодных реп.

Ключевые слова: листовая репа, корнеплодная репа, генетическое разнообразие, селекционная ценность, источники признаков для селекции

Breeding value of leafy and root turnip samples from the VIR collection

Abstract

Turnip, *Brassica rapa* L. subsp. *rapa* is the oldest vegetable crop in Russia. Turnip varieties are fast-growing, productive, have valuable biochemical properties, cold-resistant, relatively easy to grow. To expand the vegetable assortment, new varieties and hybrids should be created, first of all, the types of varieties that are not in the State Register of Russia. The purpose of the work: using the data of a long-term study of the VIR collection to identify valuable material for breeding.

Methods. Field study of 170 samples of the VIR collection was carried out in the NPB "Pushkin and Pavlovsk laboratories of VIR" (Leningrad region) in 2001-2020. Sowing was carried out on June 26-28. Each sample was sown on a single-row plot 2 m long in three repetitions. As a control, turnip varieties included in the State Register were used – the variety of leaf turnip Sapphire, the table turnip variety Petrovskaya-1 and the fodder turnip variety Osterzundomsky. The description was carried out according to the Methodological Guidelines for the study and maintenance of the VIR world collection, with author's additions.

Results. The best leaf turnip samples, found during the study has a large plant mass (up to 1.42±0.32 kg in the Early top F₁ sample (k-366, Japan), many samples exceeded the Sapphire standard for this trait. Some of the samples of table turnips also exceed the Petrovskaya-1 standard by weight of the root (Purple top (k-1345, Nepal), Pekki (vr.2176, Finland)). Samples Solovetskaya (k-803, Russia, Murmansk region), Gul Findlandsk (vr.2175, Norway) have a bright yellow flash of the root, are easy to store and resistant to damage by cabbage flies. Among the turnip samples distinguished by yield (Table 5), the most interesting are the turnips Ova Dæhnfeldt (vr.2183, Denmark) and Koroova (vr.2187, Sweden), which have yellow flesh and an increased content of β-carotene in roots.

Conclusion. It was possible to identify new samples belonging to groups of leaf and root turnips, that are not represented on the seed and food market of Russia. Such samples belong to morphologically different forms, are productive, carry a complex of valuable economic and biochemical characteristics and are perspective material for inclusion in programs for the selection of leaf and root crops.

Keywords: leaf turnip, root turnip, genetic diversity, breeding value, sources of traits for breeding

Введение

Понятие «правильное питание» подразумевает достаточный объем и широкий ассортимент овощных культур, входящих в рацион человека [1]. Овощи увеличивают секрецию пищеварительных желёз и усиливают ферментативную активность, что улучшает процессы пищеварения и повышает усвояемость пищи [2]. Род *Brassica* L. дает человечеству овощи нескольких типов, включая листовые формы, формы, формирующие кочан, корнеплоды и т.д. [3]. Репа корнеплодная *Brassica rapa* L. subsp. *rapa* – старейшая овощная культура России, игравшая, наряду с капустой, ведущую роль в обеспечении крестьянских хозяйств овощной продукцией в нечернозёмных областях России [4]. В последние годы репа снова стала пользоваться интересом потребителей в России и мире. Основные страны, в которых ее возделывают и употребляют в пищу, это страны Западной Европы (Франция, Великобритания), Северной Америки (Канада и США), Южной и Юго-Восточной Азии (Индия, Китай, Япония), а также Австралия и Новая Зеландия. Сорта репы скороспелые, продуктивные, отличаются наличием ценных биохимических соединений [5], холодостойкие, относительно просты в выращивании.

Листовые репы или гибриды с листовой репой, такие как японские овощи комацуна, курона, хирошимана, сирона, мана возделывают главным образом в странах Юго-Восточной Азии. Листовая репа используется чаще для варки и засолки, так как уступает по вкусу сырых листьев другим салатным азиатским капустным культурам. Образцы листовой репы обычно имеют корнеплод, от примитивного до относительно развитого. Корнеплодные японские репы формируют корнеплод, сопоставимый по размеру с европейскими столовыми репами и представлены большим количеством местных и селекционных сортов [6], а также гибридов F₁. Листовые и корнеплодные японские репы связаны своим происхождением, вероятнее всего, они происходят от общей предковой протоовощной формы, исторически интродуцированной в Японию [7].

Систематическое положение внутривидовых таксонов вида репа *Brassica rapa* L. до настоящего времени подвергается ревизии. Так, все систематики включают в подвид репа subsp. *rapa* семивершинную репу в качестве разновидности var. *septicaps* (Bailey) Bailey (итальянская культура, культивируемая в восточных штатах США как овощная культура ради молодых листьев, так как корни ее не съедобны). Европейские систематики не предлагают дробное деление подвида корнеплодной репы на разновидности. Японские ботаники Т. Makino (1908, 1932, 1950) [8], S. Kitamura (1950) [9], М. Hiroe (1971) выделяют разновидности японских корнеплодных реп var. *akana* Kitam., var. *akana* Kitam. subvar. *tokinashi* Kitam., var. *neosuguki* Kitam., *Brassica rapa* L. subf. *nagakabu* (Kitam.) M. Hiroe. Российские таксономисты придерживаются классических работ Е.Н. Синской (1928) и М.А. Шебалиной (1974), в которых всё мировое разнообразие реп разделено на 9 групп и 29 разновидностей [10] либо на 5 подвидов и 42 сортотипа [11].

Относительно широко распространенную листовую репу комацуна относят к разновидности var. *komatsuna* Makino подвида репа subsp. *rapa* (по Е.Н. Синской к var. *japonica* Sinsk. f. *komatsuna*, по L.H. Bailey к subsp./var. *perviridis* Bailey).

Часто листовые формы вида репа представляют собой естественные и искусственные гибриды между подвидами и разновидностями. Естественные гибридные формы распространены в Китае, Корее и Японии локально. Так, в Японии, прежде всего в районе Киото, существует большое разнообразие местных стабильных гибридов между пекинской и китайской капустами, китайской и розеточной капустой и листовой репой, о чем писала Е.Н. Синская по результатам экспедиции в Японию в 1928 году. По Е.Н. Синской, вся группа китайских капуст и листовая репа «связаны многими промежуточными и заходящими формами между собой и с *B. campestris*, с репами – *B. campestris rapifera* – преимущественно с восточноазиатской их группой, а через нее – и с афгано-индийской» [12]. Гибридизацию с листовой репой тсукена (Tsukena) проводят для придания устойчивости к раннему стеблеванию, а также улучшению вкусовых качеств, что актуально для капусты розеточной, пекинской и китайской [13]. Японские ботаники описывают местные японские формы листовых культур вида, близкие листовой репе, как формы (скорее, гибридные) внутри подвида китайской капусты subsp. *chinensis* L.: f. *nozawensis* Hiroe, f. *hiroshimana* (Makino) Hiroe, f. *indivisa* (Makino) M. Hiroe, f. *shirona* (Makino) M. Hiroe, f. *mana* (Makino) M. Hiroe, f. *akana* (Makino) M. Hiroe subf. *shigatsuna* (Makino) M. Hiroe, а также разновидность var. *musifolia* (Makino) M. Hiroe. Сюда относят японские формы с общим названием набана (листового-стеблевого типа потребления), курона, нате-не, хатакена [14].

В 2021 году в Госреестр селекционных достижений РФ включен 31 сорт столовой репы корнеплодной, 5 сортов турнепса и 4 сорта репы листовой. Среди представленных в Госреестре образцов нет ни одного гибрида F₁, хотя такие гибриды репы доступны на зарубежном рынке с 1950-х годов. Листовая репа представлена только сортами типа комацуна. Для расширения овощного ассортимента следует создать сорта и гибриды репы, прежде всего отсутствующих в Госреестре типов сортов.

Для корнеплодной репы столового направления важны урожайность, скороспелость, лежкость, устойчивость к раннему стеблеванию, капустной мухе и киле, привлекательный внешний вид, высокое качество мякоти корнеплода, хороший вкус. Турнепс должен обладать следующими свойствами: высокая урожайность, высокое содержание сухого вещества, устойчивость к болезням и вредителям, технологичная форма корнеплода, стойкость к повреждениям при уборке и транспортировке, лежкость, устойчивость к болезням хранения. Основные направления селекции листовой репы: скороспелость, продуктивность, устойчивость к листогрызущим вредителям, качество листьев – отсутствие опушения, нежная консистенция, хороший вкус, ценный биохимический состав.

Мировая коллекция капусты ВИР располагает широким исходным материалом для основных направлений селекции культур вида репа: 604 образца корнеплодной репы, 45 – листовой репы, 20 образцов представляют японские салатные формы с продуктовыми органами листьями и корнеплодами, поступивших начиная с 1922 года из 45 стран мира.

Цель настоящей работы: на основе многолетнего изучения коллекции ВИР выделить ценный и исходный материал для селекции и непосредственного использования в овощеводстве страны.

Материал и методика

Полевое изучение 170 сортообразцов коллекции ВИР проводили в НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (Ленинградская область) в 2001-2020 годах, срок посева 26-28 июня. Каждый образец высевали на однорядковой делянке длиной 2 м в трех повторностях. В качестве контроля использовали сорта репы, включенные в Госреестр: сорт листовой репы Сапфир, корнеплодной столовой репы Петровская-1 и турнепса Остерзундомский. Описание вегетационных, морфологических и хозяйственных признаков проводили согласно Методическим указаниям по изучению и поддержанию мировой коллекции ВИР [15, 16] с авторскими дополнениями к методикам описания и работе Wang et al. [17]. Статистический анализ проведен с использованием программного обеспечения STATISTICA v. 12.0 (StatSoft Inc., США).

Результаты исследования

Согласно имеющимся паспортным данным, а также на основе проведенного изучения изученные образцы были отнесены к 11 группам листовой репы и 26 группам корнеплодной репы (табл. 1 и 2).

В коллекции ВИР листовые репы представлены сортообразцами из Юго-Восточной Азии и Испании. Мы приводим описание имеющихся в коллекции групп листовой репы.

Листовые репы, не образующие хозяйственно-значимый корнеплод, выращиваемые в качестве листовой культуры

Листовая репа комацуна (Komatsu – местность в Японии в районе Токио) близка по происхождению и хозяйственному назначению восточноазиатским капустам. По Е.Н. Синской [12], «скороспелый салат «Komatsuna» представляет собой комплекс форм, близких то к бесконечным сортам *B. pekinensis*, то к *B. chinensis* с тонкими черешками, то похожих на репу с утолщенным корнем...». Сорта скороспелые и среднеспелые, обычно продуктивные, с крупной и средней листовой розеткой, без опушения или со слабым опушением, имеют утолщенный корень или примитивный корнеплод, устойчивые к раннему стеблеванию, часто двулетние. Отличаются ценным биохимическим составом: высоким содержанием аскорбиновой кислоты, каротинов и хлорофиллов.

Хиросимана (яп. hiroshimana – овощ из Хиросимы) имеет признаки капусты пекинской, с цельными сидячими темно-зелеными листьями без опушения, с высоким содержанием биологически активных соединений. Сорта недостаточно устойчивы к стеблеванию в условиях Северо-Запада России.

Мана – ближе к гибридам листовой репы с листовой капустой пекинской; сорта с растениями средней величины, с цельными сидячими крупными светло-зелеными листьями, чаще среднеспелые, продуктивные, устойчивые к стеблеванию.

Сирона (белый овощ, яп.) – имеет признаки капусты китайской; сорта с крупными широкими зелеными и светло-зелеными листьями на коротких черешках, с дугообразным жилкованием, среднеспелые, обычно устойчивы к стеблеванию.

Курона (Wakana) – сорта с крупными черешками, скороспелые и ультраскороспелые, часто недостаточно устойчивы к стеблеванию.

Набана типа натане – сорта листового-черешкового типа, образцы ультраскороспелые, растения небольшие.

Салатные репы, образующие хозяйственно-значимый корнеплод, выращиваются как листовая и корнеплодная культура

Тсуkena (tsukena, oosakina, yukina) (оо – большой, саки – цветок, на – зелень, яп.). Листовая розетка крупная, листья средней величины, зеленые и ярко-зеленые, опушение слабое и среднее мягкое, корнеплод округлой формы, белой окраски. Сорта скороспелые, в отдельные годы неустойчивы к раннему стеблеванию.

Нозавана (овощ из города Nozawa, префектура Ногано). Сорта среднеспелые и среднепоздние, с крупной плотной листовой розеткой средних и крупных по размеру листьев, ярко-зеленой окраски, без опушения, используемых для засолки. Образуют крупный красно-фиолетовый корнеплод овальной и конусовидной формы, нежный, сладкий, без горечи, без волокон. Сорта устойчивы к стеблеванию.

Сигацуна (shigatsu-shirona или shigatsuna) (о-серацу – новый год, яп.). Отличается компактной листовой розеткой средней и крупной величины; листья темно-зеленые и ярко-темно-зеленые без опушения. Сорта среднеранние, устойчивые к стеблеванию, образуют корнеплод конической, реже овальной формы, белой и светло-желтой окраски.

Хатакана (хатакана) – сорта средне- и позднеспелые, продуктивные; листовая розетка и листья средней величины с крупными черешками, зеленые без опушения, корнеплод ширококонической формы, крупный, белый.

Nabizas – испанские листовые репы. Скороспелые, устойчивые к стеблеванию, имеют раскидистую листовую розетку средней величины с многочисленными мелкими листьями чаще зеленой и ярко-зеленой окраски; без опушения или с опушением, которое варьирует от слабого до сильного. Развиваются 3-5 боковых почек. Корень утолщенный, удлиненно конической формы, бело-зеленой окраски.

Столовые корнеплодные репы и турнепсы

Столовые корнеплодные репы были представлены сортами: Белый шар, Восточноазиатский, Грачевская, Грбовская, Золотой шар, Карельская зеленоголовая, Карельская фиолетовоголовая, Китайский, Месопотамский, Майская желтая, Миланская белая, Миланская белая фиолетоголовая, Петровская, Репа длинная белоголовая округлая (по Е.Н. Синской), Среднеазиатская. Турнепсы принадлежали к сортотипам Бортфельдский, Брус, Гелрия, Коровий рог, Норфолькский зеленоголовый, Норфолькский фиолетовоголовый, Остерзундомский, Полудлинный фиолетовоголовый, Танкард белый фиолетовоголовый, Танкард желтый. Образцы отличались между собой по морфологическим признакам листа и корнеплода, по длине вегетационного периода, по реакции на абиотические и биотические стрессоры, урожайности и лёжкости. Подробную характеристику сортотипов и сортов-представителей можно найти в работах М.Н. Шебапиной [11] и Е.Н. Синской [10].

Исследованные образцы листовой и корнеплодной репы показали значительное разнообразие морфологических и хозяйственно ценных признаков (табл. 1 и 2).

Среди изученных образцов репы выявлены источники для селекции на скороспелость, устойчивость к раннему стеблеванию, продуктивность и качество урожая. Образцы, выделившиеся по комплексу хозяйственно ценных признаков, представлены по культурам в таблицах 3, 4, 5. На рисунках 1, 2, 3 представлены выделившиеся образцы листовой и корнеплодной репы.

Таблица 1. Изменчивость морфологических и хозяйственно ценных признаков групп листовой и салатной репы
Table 1. Variability of morphological and economically valuable traits of turnip groups

Группа	Период вегетации до 75% хозяйственной годности, дни	Диаметр розетки, см	Высота розетки, см	Длина пластинки, см	Ширина пластинки, см	Масса растения, кг	Масса листа	Масса черешков, кг	Масса корнеплода, кг
Комацуна	35-70	54,59±1,72	35,49±1,10	26,33±0,99	15,94±0,56	0,76±0,07	0,34±0,03	0,40±0,05	0,10±0,01
Мана	47-74	53,25±2,50	36,50±2,42	39,78±4,95	24,27±3,89	1,23±0,31			
Сирона	35-75	54,99±2,22	35,18±1,73	29,64±1,32	20,90±0,95	1,04±0,11			
Хирошимана	37-60	51,88±4,51	29,28±2,13	28,47±2,12	20,72±1,76	0,88±0,25			
Курона	25-55	46,25±8,77	34,00±11,02	18,65±2,35	13,50±0,50	0,69±0,24	0,24±0,09	0,45±0,14	
Набана	32-50	44,76±7,58	29,04±4,43	19,80±4,33	12,04±0,82	0,20±0,06			
Оосакина	45-60	71,00±4,01	42,00±7,01	27,85±9,18	14,35±4,66	0,89±0,02	0,46±0,01	0,34±0,01	0,09±0,01
Сиогацуна	60-72	60,18±5,52	39,54±4,89	27,34±2,09	16,32±1,33	0,59±0,17	0,32±0,08	0,18±0,04	0,10±0,01
Нозавана	55-78	66,63±6,26	44,93±3,14	36,85±3,59	13,96±1,68	0,86±0,20	0,56±0,14	0,25±0,11	0,12±0,007
Хатакана	60-85	60,63±3,13	37,12±2,39	26,18±1,49	15,62±0,77	0,86±0,21	0,43±0,13	0,28±0,10	0,18±0,04
Испанские репы	45-80	49,91±4,48	34,88±2,87	19,25±1,49	12,38±1,29	0,74±0,09	0,64±0,08		0,10±0,01

Таблица 2. Изменчивость морфологических и хозяйственно-ценных признаков сортотипов корнеплодной репы
Table 2. Variability of morphological and economically valuable traits of root turnip variety types

Сортотип	Признак				
	длина листовой пластинки, см	ширина листовой пластинки, см	высота листовой розетки, см	диаметр листовой розетки, см	урожайность, кг/м ²
Белый шар	33,28±2,23	14,56±0,56	58,61±4,65	44,3±3,46	14±1,7
Бортфельдский	44,25±8,79	14,95±1,72	69,9±15,74	46,03±9,41	29,88±6,38
Брус	34,75±6,54	13,85±1,33	58±11,31	49,8±9,58	11,13±2,13
Восточноазиатский	36,14±2,34	9,75±0,27	42,67±2,24	38,35±2,05	7,88±0,55
Гелрия	45,5±2,47	14,52±1,22	50,9±4,07	42,95±3,61	32,5±11,75
Голландская белая плоская	37,33±3,80	12,17±0,91	49,6±4,62	37,54±3,34	11,39±1,69
Грачевская	23,75±4,27	9,32±0,30	33,8±8,66	29,33±8,31	13±4
Гробовская	29,5±2,5	14,00±1,10	47,1±7,9	36,2±6,1	12,25±1
Золотой шар	41,14±2,16	12,84±0,56	49,53±2,96	39,8±2,02	13,54±1,88
Карельская зеленоголовая	29,16±1,62	13,33±0,90	45,22±4,56	31,87±3,52	11,75±3,6
Карельская фиолетовоголовая	28,25±1,97	15,47±0,53	41,73±6,19	36,35±4,92	8,88±0,13
Китайский	42,00±3,12	13,60±0,40	59,2±8,41	44,75±6,35	12,25±2,05
Коровий рог	41,75±1,65	14,15±0,50	55,65±6,13	44±4,89	24,5±7
Майская желтая	43,63±1,46	13,64±0,66	53,1±3,4	40,85±2,93	18,82±4,65
Месопотамская	48,25±4,25	16,67±1,02	56,1±7,64	46,65±6,5	13,25±6
Миланская белая	42,50±3,23	13,35±1,76	48,65±3,54	34,6±2,45	11,38±2,38
Миланская белая фиолетовоголовая	39,63±2,64	11,94±1,02	46,08±2,95	37,15±2,99	17,82±4,69
Норфолькский зеленоголовый	40,67±3,14	15,08±0,37	51,5±6,49	42,32±3,95	15,75±0,44
Норфолькский фиолетовоголовый	42,15±1,86	12,64±0,42	54,54±2,97	42,14±2,35	24,28±3,45
Остерзундомский	40,17±2,18	12,94±0,65	52,19±5,11	41,52±3,93	37,42±1,45
Петровская	31,69±1,56	13,78±0,70	45,67±2,4	29,82±2,11	17,32±4,15
Полудлинный фиолетовоголовый	36,17±1,74	11,55±0,69	43,34±5,81	39,82±3,81	13,17±3,99
Репа белая красноголовая округлая	38,8±1,51	14,21±0,37	52,21±2,54	37,24±1,54	23,23±2,1
Среднеазиатская	39,25±1,70	14,96±1,28	45,89±3,75	35,44±3,01	10,88±1,94
Танкард белый фиолетовоголовый	44,67±1,93	14,35±0,74	56,79±4,07	48,09±3,23	21,09±4,09
Танкард желтый	44,50±2,24	18,37±0,80	59,62±4,35	36,42±3,65	27±1,88
Mean	38,42	13,7	51,07	39,75	17,48
Median	39,9	13,82	51,2	39,81	13,77
Min	23,75	9,33	33,8	29,33	7,88
Max	48,25	18,38	69,9	49,8	37,42
Std. Dev	6,13	1,89	7,36	5,36	7,78
Std. Err	1,21	0,37	1,45	1,06	1,53
CV, %	15,94	13,78	14,42	13,49	44,49

Таблица 3. Выделившиеся образцы листовой репы
Table 3. Selected samples of leaf turnip

№ каталога ВИР	Название	Происхождение	Период вегетации, сутки	Диаметр розетки, см	Высота розетки, см	Длина пластинки, см	Ширина пластинки, см	Высота корнеплода, см	Диаметр корнеплода, см	Масса растения, кг	Масса корнеплода, кг
Вр.1129	Benmasijk Xiao baicai	Китай	60-68	49,6±4,8	47,7±4,5	51,8±5,2	18,8±3,4	9,8±2,3	6,5±0,6	0,80±0,15	0,20±0,03
К-366	Early top F ₁	Япония	60-68	66,0±7,1	39,8±4,7	42,4±4,5	13,4±1,8			1,42±0,32	
Вр.983	Кукутачина	Япония	45-50	57,5±4,8	30,0±3,7	19,0±1,7	8,0±0,9			1,10±0,35	
Вр.1362	Savanna	Япония	48-55	47,3±4,2	46,0±5,3	24,7±2,6	15,7±1,6			0,17±0,04	
К-587	027829-40	Япония	55-60	53,8±5,6	27,3±2,6	24,9±2,9	17,8±1,8			0,84±0,09	
Вр.1399	Hiroshimana	США	43-50	49,6±4,7	27,2±2,9	23,0±2,0	14,9±2,3			0,42±0,06	
К-464	Shirokuki Hatakana	Япония	55-65	60,6±6,3	37,1±3,5	26,2±3,6	15,6±1,8	11,4±1,3	5,8±0,8	0,83±0,14	0,16±0,04
К-465	Nozawana	Япония	60-70	66,6±7,9	44,9±4,5	36,8±3,7	13,9±2,1	9,3±1,5	5,3±0,7	0,83±0,09	0,17±0,05
Вр.982	Оосакина	Япония	45-60	71,0±6,6	42,0±3,9	27,9±2,5	14,4±1,6	6,0±0,9	5,5±0,5	0,80±0,08	0,28±0,08
Вр.1982	PV-B2 051027	Нидерланды	60-70	30,3±3,4	27,6±2,1	19,0±1,8	11,7±2,2	7,5±1,1	6,5±0,8	0,40±0,05	0,25±0,06
Вр.1372	Бирюза	Россия	50-70	65,1±7,2	47,0±4,1	39,9±4,4	16,7±2,0	8,5±0,9	4,5±0,5	0,78±0,11	0,12±0,02
Вр.1363	Сапфир (st.)	Россия	45-55	46,2±5,1	33,2±3,5	27,5±2,7	15,0±2,4			0,21±0,05	

Таблица 4. Выделившиеся образцы корнеплодной репы (столовые сорта)
Table 4. Selected samples of root turnip (table varieties)

№ каталога ВИР	Название	Происхождение	Группа спелости	Диаметр розетки, см	Высота розетки, см	Длина пластинки, см	Ширина пластинки, см	Цвет мякоти	Высота корнеплода, см	Диаметр корнеплода, см	Масса корнеплода, кг
к-803	Соловецкая	Россия, Мурманская обл.	среднеспелая	40,25±5,35	23,2±2,5	23,3±2,8	10,25±1,25	ярко-желтый	7,05±1,25	10,65±1,25	0,65±0,23
к-1098	Large yellow globe	Нидерланды	среднеспелая	39,45±4,65	49,75±5,85	51,2±7,1	13,5±0,5	желтый	6,15±1,25	5,65±0,75	0,36±0,1
к-1345	Purple top	Непал	среднеранняя	35,4±4,7	41,85±3,35	40,8±5,7	10,75±0,75	белый	5,65±0,85	11,45±0,65	0,91±0,2
к-1398	Палитра	Россия	среднеранняя	47,1±7,9	29,2±2,1	29,8±2,6	14±1	желтый	6,4±1,7	12,6±1,2	0,62±0,1
вр.217 5	Gul Finlandsk	Норвегия	среднеспелая	44,15±10,45	22,75±5,45	25,3±3,1	16,55±0,65	ярко-желтый	7,3±1,4	8,85±1,05	0,45±0,11
вр.217 6	Pekki	Финляндия	среднеранняя	45,45±6,35	50,35±2,75	50±3,6	11,8±0,79	желтый	10,5±1,7	10,9±1,1	0,89±0,1
вр.218 4	Kaskinauris Rustiina	Финляндия	среднеспелая	28,75±9,35	37,65±8,75	37,75±8,45	15,5±0,5	белый	6,95±2,15	11±3,1	0,74±0,2
к-830	Петровская 1 (st.)	Россия, Московская обл.	среднеранняя	42,2±7,59	22,2±4	23,9±1,9	10,2±0,8	желтый	8,25±0,35	14,65±0,85	0,65±0,14

Образцы листовой репы, выделившиеся в ходе исследования (табл. 3), обладают большой массой растения (до 1,42±0,32 кг – у образца Early top F₁ (к-366, Япония), многие образцы по этому показателю превышали стандарты Сапфир и Бирюза. Некоторые из образцов столовой корнеплодной репы (табл. 4) также превышают стандарт

Петровская-1 по массе корнеплода: (Purple top (к-1345, Непал), Pekki (вр.2176, Финляндия)). Образцы Соловецкая (к-803, Россия, Мурманская область), Gul Finlandsk (вр.2175, Норвегия) обладают ярко-желтой мякотью корнеплода, являются лёгкими при хранении и устойчивыми к повреждению капустными мухами.

Таблица 5. Выделившиеся образцы корнеплодной репы (турнепсы)
Table 5. Selected samples of root turnips (turnips)

№ каталога ВИР	Название	Происхождение	Группа спелости	Диаметр розетки, см	Высота розетки, см	Длина пластинки, см	Ширина пластинки, см	Цвет мякоти	Высота корнеплода, см	Диаметр корнеплода, см	Масса корнеплода, кг
к-864	Tancard white purple top	Нидерланды	среднепоздняя	51,9±8,5	42,7±3,2	42,85±3,55	16,3±0,8	белый	27,65±3,85	6,65±0,85	0,89±0,2
к-919	Sutton's purple top Mammoth	Великобритания	среднеспелая	42,1±7,4	50,3±3,2	50,45±4,25	17,35±0,75	белый	12,05±3,15	10,05±0,65	0,96±0,19
к-1225	Thule Östersundom	Швеция	среднепоздняя	40,55±5,35	44,75±2,05	44,85±3,75	13,7±0,9	белый	26,4±6,7	7,25±1,45	1,6±0,39
к-1255	Green Globe Turnip	Великобритания	среднеспелая	34,1±4,2	38,35±4,15	40,9±2,6	14,35±0,85	белый	10,15±2,05	9,65±1,85	0,83±0,09
к-1278	Овеф 140	Венгрия	среднеспелая	41,8±5,8	55,85±4,75	56,3±6,1	12,75±0,25	белый	9,6±1,9	8,3±1,4	1,52±0,31
к-1281	Turnip cultivar York Globe	Австралия	среднеспелая	36,3±8,3	45,25±10,3 5	47,65±5,55	11,1±1,1	белый	9,35±2,55	7,65±1,95	1,08±0,2
к-1366	Trofee	Нидерланды	среднеспелая	45,5±6,6	48±2,6	48,8±3,6	13,35±1,15	белый	18,5±2,7	9,9±1	0,83±0,21
вр.2183	Ova Dahnfeldt	Дания	среднепоздняя	46,25±10,05	63±9,6	66,1±10,6	21±1	желтый	33,6±1,7	8,7±0,9	1,21±0,35
вр.2187	Korova	Швеция	среднепоздняя	27,8±5	56,1±10,1	58,75±13,55	17,75±0,25	желтый	21,9±3,2	8,15±0,95	0,86±0,2
вр. 2188	Rana	Дания	среднепоздняя	52,25±16,95	64,25±7,35	66,25±8,95	17,5±0,6	желтый	31,3±5,6	6,95±1,15	1,45±0,24
к-377	Остерзундомский (st.)	Россия	среднепоздняя	55,25±11,55	41,4±5,2	43,34±6,87	12,65±2,2	белый	15,45±1,15	7,2±2,12	1,54±0,9



Рис. 1. Листовая репа Хиросимана (вр. 1399, США)
Fig. 1. Hiroshiman leaf turnip (k. 1399, USA)



Рис. 2. Салатная репа Savanna, вр. 1362, Япония
Fig. 2. Savanna leaf turnip, dated 1362, Japan

Образец Kaskinauris Rustiina (вр.2184, Финляндия) относится к сорто типу Карельская зеленоголовая, сорта-представители которого отсутствуют в Госреестре. Репы этого сорто типа раньше были широко распространены на Северо-Западе России, обладая такими ценными качествами как холодостойкость, невосприимчивость к

повреждению капустной мухой и проволочником, нецелестойкость и лёжкость. Среди выделенных по урожайности образцов турнепса (табл. 5) наибольший интерес представляют желтомясые турнепсы Ova Dahnfeldt (вр.2183, Дания) и Korova (вр.2187, Швеция). Желтый цвет мякоти свидетельствует о повышенном содержании в



Рис. 3. Столовая репа Палитра, к-1398, Россия (сортотип Гробовская)
Fig. 3. Table turnip Palitra, k-1398, Russia (variety type Grobovskaya)

Об авторах:

Дмитрий Львович Корнюхин – научный сотрудник, Отдел ГР овощных и бахчевых культур, автор для переписки, dkor4@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9181-5368>, Scopus ID 8256620600, Researcher ID S-7401-2016
Анна Майевна Артемьева – ведущий научный сотрудник, Отдел ГР овощных и бахчевых культур, <https://orcid.org/0000-0002-6551-5203>, Scopus ID 14014607500, Researcher ID I-5319-2018

корнеплодах β -каротина, что делает эти образцы более ценными для селекции кормовых сортов репы.

Выводы

Исследование большого набора образцов листовой и корнеплодной репы выявило разнообразие проявления морфологических и хозяйственно ценных признаков растений в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации. Наряду с хорошо известными сортами репы (листовые и корнеплодные формы), длительное время находящимися в Госреестре селекционных достижений РФ, либо находившимися в нём раньше, выделились совершенно новые образцы, относящиеся к группам листовых и корнеплодных реп, не представленных на семенном и продовольственном рынке России. Такие образцы представляют собой морфологически различные формы, являются урожайными, несут комплекс ценных хозяйственных и биохимических признаков и являются перспективным материалом для включения в программы по селекции листовых и корнеплодных реп.

About the authors:

Dmitry L. Kornukhin – Researcher, Department of Genetic Resources of Vegetables and Melons, Correspondence Author, dkor4@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9181-5368>, Scopus ID 8256620600, Researcher ID S-7401-2016
Anna M. Artemyeva – Cand. Sci. (Agriculture), Lieder Researcher, Department of Genetic Resources of Vegetables and Melons, <https://orcid.org/0000-0002-6551-5203>, Scopus ID 14014607500, Researcher ID I-5319-2018

• Литература

1. Кононков П.Ф., Бунин М.С., Кононкова С.Н. Новые овощные растения. Москва, 1985.
2. Лапкин М.М. Основы рационального питания. Учебное пособие. Москва, 2017.
3. Cheng F., Wu J., Wang X. Genome triplication drove the diversification of *Brassica* plants. *Hortic Res* 1, 2014;(14024). <https://doi.org/10.1038/hortres.2014.24>
4. Леунов В.И. Столовые корнеплоды в России. Москва, 2011.
5. Zhang N. et al. Morphology, carbohydrate composition and vernalization response in a genetically diverse collection of Asian and European turnips (*Brassica rapa* subsp. *rapa*). *PLoS One*. 2014;Dec.4,9(12):e114241. doi: 10.1371/journal.pone.0114241
6. Kubo N., Ueoka H., Satoh S. Genetic Relationships of Heirloom Turnip (*Brassica rapa*) Cultivars in Shiga Prefecture and Other Regions of Japan. *The Horticulture Journal*. 2019;88(4):471-480.
7. McAlvay A. et al. *Brassica rapa* Domestication: Untangling Wild and Feral Forms and Convergence of Crop Morphotypes, *Molecular Biology and Evolution*. 2021;38(8):3358–3372. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab108>
8. Makino T. *Brassica* in the Japanese flora. *Jour. Jap. Bot.* 1932;8: 7, 20, 24.
9. Kitamura S. The cultivated *Brassicaceae* of China and Japan. *Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. B, Biol.* 1950;(19):2-6.
10. Синская Е.Н. Масличные и корнеплоды семейства *Cruciferae*. Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1928;19(3).
11. Шебалина М.А. Репа, брюква, Турнепс. Ленинград, «Колос», 1974.
12. Синская Е.Н. Краткий очерк сельскохозяйственного растениеводства в Японии (по данным поездки в Японию в 1928 г.). Труды по прикл. ботан., генет. и селекции. 1930;22(5):217-283.
13. Wang X, Kole D. The *Brassica rapa* Genome. Berlin/Heidelberg: Springer, 2015.
14. Kubo N., Onnazaka K., Mizuno S., Tsuj G. Classification of “nabana” (*Brassica rapa*) cultivars and landraces based on simple sequences repeat markers. *Breeding Science*. 2019;(69):179-185.
15. Буренин В.И., Власова Э.А., Воскресенская В.В. Изучение и поддержание мировой коллекции корнеплодов (свекла, репа, турнепс, брюква). Л. ВИР. 1989. 166 с.
16. Джохадзе Т.И., Артемьева А.М., Барашкова Э.А., Синельникова В.Н., Петровская Н.Н. и др. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции капусты. Л. ВИР. 1988. 118 с.
17. Wang Y. et al. Identification and validation of a major QTL controlling the presence/absence of leaf lobes in *Brassica rapa* L. *Euphytica*. 2015;205(3).

• References

1. Kononkov P.F., Bunin M.S., Kononkova S.N. New vegetable plants. Moscow, 1985. (In Russ.)
2. Lapkin M.M. Fundamentals of rational nutrition. Moscow, 2017. (In Russ.)
3. Cheng F., Wu J., Wang X. Genome triplication drove the diversification of *Brassica* plants. *Hortic Res* 1, 2014;(14024). <https://doi.org/10.1038/hortres.2014.24>
4. Leunov V.I. Table root crops in Russia. Moscow, 2011. (In Russ.)
5. Zhang N. et al. Morphology, carbohydrate composition and vernalization response in a genetically diverse collection of Asian and European turnips (*Brassica rapa* subsp. *rapa*). *PLoS One*. 2014;Dec.4,9(12):e114241. doi: 10.1371/journal.pone.0114241
6. Kubo N., Ueoka H., Satoh S. Genetic Relationships of Heirloom Turnip (*Brassica rapa*) Cultivars in Shiga Prefecture and Other Regions of Japan. *The Horticulture Journal*. 2019;88(4):471-480.
7. McAlvay A. et al. *Brassica rapa* Domestication: Untangling Wild and Feral Forms and Convergence of Crop Morphotypes, *Molecular Biology and Evolution*. 2021;38(8):3358–3372. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab108>
8. Makino T. *Brassica* in the Japanese flora. *Jour. Jap. Bot.* 1932;8: 7, 20, 24.
9. Kitamura S. The cultivated *Brassicaceae* of China and Japan. *Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. B, Biol.* 1950;(19):2-6.
10. Sinskaya E.N. Oilseeds and root crops of the *Cruciferae* family. Tr. in applied botany, genetics and breeding. 1928;19(3). (In Russ.)
11. Shebalina M.A. Turnip, swede, turnip. Leningrad, Kolos, 1974. (In Russ.)
12. Sinskaya E.N. Brief essay on agricultural crop production in Japan (according to a trip to Japan in 1928). *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 1930;22(5):217-283. (In Russ.)
13. Wang X, Kole D. The *Brassica rapa* Genome. Berlin/Heidelberg: Springer, 2015.
14. Kubo N., Onnazaka K., Mizuno S., Tsuj G. Classification of “nabana” (*Brassica rapa*) cultivars and landraces based on simple sequences repeat markers. *Breeding Science*. 2019;(69):179-185.
15. Burenin V.I., Vlasova E.A., Voskresenskaya V.V. Study and maintenance of the world collection of root crops (beets, turnips, turnips, rutabagas). L. VIR. 1989. 166 p. (In Russ.)
16. Dzhokhadze T.I., Artem'eva A.M., Barashkova E.A., Sinelnikova V.N., Petrovskaya N.N. and other Methodical instructions for the study and maintenance of the world collection of cabbage. L. VIR. 1988. 118 p. (In Russ.)
17. Wang Y. et al. Identification and validation of a major QTL controlling the presence/absence of leaf lobes in *Brassica rapa* L. *Euphytica*. 2015;205(3).

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-19-23>
УДК 635.63:631.527.52

А.А. Ушанов*, Р.А. Ульянов, А.А. Миронов

ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки:
a.ushanoff@rgau-msha.ru

Благодарности. Выращивание и оценка селекционных образцов огурца проводилась при финансовой и организационной поддержке ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Ушанов А.А., Ульянов Р.А., Миронов А.А. Оценка гетерозиса в реципрокных скрещиваниях инбредных линий партенокарпического огурца (*Cucumis sativus* L.). *Овощи России*. 2022;(1):19-23.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-19-23>

Поступила в редакцию: 17.11.2021
Принята к печати: 04.02.2022
Опубликована: 25.02.2022

Alexander A. Ushanov*,
Roman A. Ulyanov, Alexey A. Mironov

Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya str., Moscow,
Russia, 127434

*Correspondence Author:
a.ushanoff@rgau-msha.ru

Acknowledgements. The growth and evaluation of cucumber breeding samples was carried out with financial and organizational support by the LTD “Breeding station after N. N. Timofeeva”. Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Ushanov A.A., Ulyanov R.A., Mironov A.A. Evaluation of heterosis through reciprocal crosses of inbred cucumber lines (*Cucumis sativus* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):19-23. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-19-23>

Received: 17.11.2021
Accepted for publication: 04.02.2022
Published: 25.02.2022

Оценка гетерозиса в реципрокных скрещиваниях инбредных линий партенокарпического огурца (*Cucumis sativus* L.)



Резюме

Цель исследования. Определение эффекта гетерозиса у короткоплодных партенокарпических F₁ гибридов огурца по основным хозяйственно ценным признакам, при выращивании по малообъемной технологии в промышленных теплицах Московского региона.

Материалы и методы. Объект исследования – короткоплодные партенокарпические реципрокные гибриды огурца Дружный (F₁ I₃514 x I₄011), F₁ I₄011 x I₃514 и их родительские инбредные линии I₃514 и I₄011 селекции ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева». В качестве контроля использовали F₁ SV4097CV зарубежной селекции фирмы «Semenis» (Нидерланды). Исследование проводили в 2020-2021 годах в промышленных пленочных теплицах «Овощной опытной станции им. В.И. Эдельштейна» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в городе Москва на малообъемной гидропонике в торфяных мешках. Оценивали родительские линии и гибридные комбинации по раннеспелости, скороспелости, урожайности, числу плодов с растения, средней массе плода и товарности.

Результаты. Согласно результатам исследования F₁ Дружный (F₁ I₃514 x I₄011) и обратный гибрид I₃514 x I₄011 показали высокие положительные эффекты гетерозиса по урожайности (MPH=19,4...22%; HPH=13,4...15,9%; CH=9,6...12%) и числу плодов с одного растения (MPH=22,5...26,4%; HPH=12,5...15,8%; CH=11,7...15%). Отрицательные показатели эффекта гетерозиса отмечались по раннеспелости от всходов до цветения (MPH=-3,4...-1,1%; HPH=-6,5...-4,4%; CH=-4,4...-2,2%) и средней массе плода (MPH=-2,2...-1,3%; HPH=-5,3...-4,3%; CH=-3,4...-2,4%). Значение степени доминантности указывает на наличие положительного сверхдоминирования в наследовании таких признаков как урожайность (hp=2,7...3,2), число плодов с растения (hp=1,5...1,9) и товарность (hp=1,6...2,3). Отрицательное сверхдоминирование наблюдалось по раннеспелости («всходы-цветение») (hp=-2...-1,3) и средней массе плода (hp=-1,7...-1,2). По признакам раннеспелости («всходы-начало плодоношения») (hp=0) и «скороспелость» (hp=-0,1...0,5) выявлено промежуточное наследование. Гибрид Дружный значимо превышал контрольный гибрид SV4097CV по скороспелости, урожайности и числу плодов с растения, а обратный гибрид F₁ I₄011 x I₃514 был на уровне контроля, что указывает на перспективность выращивания этих гибридов в условиях весенне-летнего оборота на малообъемной гидропонике.

Ключевые слова: F₁ гибрид, гетерозис, партенокарпия, реципрокные скрещивания, доминирование, сверхдоминирование.

Evaluation of heterosis through reciprocal crosses of inbred cucumber lines (*Cucumis sativus* L.)

Abstract

The purpose of the study. The aim of the study was to determine the effect of heterosis in short-fruited parthenocarpic F₁ cucumber hybrids by the main economically valuable characteristics, when grown using low-volume technology in industrial greenhouses of the Moscow region.

Materials and methods. The object of the study is short-fruited parthenocarpic reciprocal hybrids of cucumber Дружный (F₁ I₃514 x I₄011), F₁ I₄011 x I₃514 and their parent inbred lines I₃514 and I₄011 of selection by N.N. Timofeev Breeding Station LLC. F₁ SV4097CV of foreign selection of Semen company (Netherlands) was used as a control. The study was conducted in 2020-2021 in industrial greenhouses of the "V. I. Edelstein Vegetable Experimental Station" of the K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy in Moscow on low-volume hydroponics in peat bags. Parental lines and hybrid combinations were evaluated by earliness, early yield, yield, number of fruits per plant, average fruit weight and marketability.

Results. According to the results of the study, F₁ Дружный (F₁ I₃514 x I₄011) and the reverse hybrid I₃514 x I₄011 demonstrated high positive effects of heterosis in yield (MPH=19.4...22%; HPH=13.4...15.9%; CH=9.6...12%) and the number of fruits per plant (MPH=22.5...26.4%; HPH=12.5...15.8%; CH=11.7...15%). Negative indicators of the heterosis effect were noted for earliness from germination to flowering (MPH=-3.4...-1.1%; HPH=-6.5...-4.4%; CH=-4.4...-2.2%) and average fruit weight (MPH=-2.2...-1.3%; HPH=-5.3...-4.3%; CH=-3.4...-2.4%). The value of the degree of dominance indicates the presence of positive overdominance in the inheritance of such traits as yield (hp=2.7...3.2), the number of fruits from the plant (hp=1.5...1.9) and marketability (hp=1.6...2.3). Negative overdominance was observed in earliness from germination to flowering (hp=-2...-1.3) and average fruit weight (hp=-1.7...-1.2). According to the signs of earliness from germination to fruiting (hp=0) and early yield (hp=-0.1...0.5), intermediate inheritance was revealed. The Дружный hybrid significantly exceeded the control hybrid SV4097CV in early yield, yield and number of fruits from the plant, and the reverse hybrid F₁ I₄011 x I₃514 was at the control level, which indicates the prospects of growing these hybrids in the conditions of spring-summer turnover on low-volume hydroponics.

Keywords: F₁ hybrid, heterosis, parthenocarpy, reciprocal crosses, domination, overdominance.

Введение

Центром происхождения огурца посевного согласно А. Кандоллу, является Индия, где он выращивается уже более 3000 лет [1]. Огурец – экономически важная овощная культура, сезонно выращиваемая в открытом грунте и круглогодично в различных культивационных сооружениях [2, 3, 4]. Нежные плоды огурца обычно употребляют в свежем виде в течение всего года и консервируют различными способами. Благодаря высокой урожайности и экологической пластичности огурец в России является одной из ведущих овощных культур [5]. Современные F₁ гибриды огурца – перекрестно-опыляемые однодомные растения с преимущественно женским типом цветения. Явление гетерозиса, возникающее в результате скрещивания генотипически различных инбредных родительских линий, является важным средством повышения урожайности огурца [6, 7]. Высокая семенная продуктивность и перекрёстное опыление способствуют успешному коммерческому использованию гибридной силы у этой культуры. Одним из направлений селекции огурца для защищённого грунта является создание высокопродуктивных партенокарпических F₁ гибридов женского типа цветения [8]. Тепличные F₁ гибриды должны обладать высокой раннеспелостью и урожайностью, товарностью, быть высококачественными как по внешнему виду, так и по биологической ценности [9, 10, 11]. Кроме того, для успешного семеноводства F₁ гибридов огурца желательно, чтобы гибриды от реципрокных скрещиваний практически не отличались друг от друга по основным хозяйственно ценным признакам. В последние годы генетическое улучшение огурца было сфокусировано, прежде всего, на повышении урожайности. Признак «урожайность» комплексный, состоящий из многочисленных взаимосвязанных признаков: числа плодов на растении, массы плода, раннеспелости, скороспелости, степени проявления женского пола, числа боковых побегов, устойчивости к болезням и т.д. [12]. Хейс и Джонс (1916) были первыми, кто сообщил о гетерозисе у огурца. В своих исследованиях они установили, что гибридные комбинации превосходили родительские формы по урожайности на 24-39% [13]. В работах выдающегося учёного Н.Н. Ткаченко выявлено, что новые гетерозисные гибриды огурца обеспечивают увеличение урожайности на 20-30% [14]. Э.Т. Мещеров отмечал, что эколого-географический принцип подбора пар для скрещивания обеспечивает наиболее высокие прибавки урожая, которые в его работах составили от 29 до 36% [15]. Т.И. Мокрянская и В.Ф. Гороховский сообщают о значительных эффектах истинного и конкурсного гетерозиса по ранней и общей урожайности стандартных плодов, корнишонов у пчёлоопыляемого огурца [16]. В работе индийских исследователей истинный гетерозис по продуктивности в разных гибридных комбинациях сильно варьировал от -71 до 105% [17]. В наших исследованиях, проведённых в условиях открытого грунта Московского региона, гипотетический и истинный гетерозис у партенокарпических гибридов огурца по урожайности был в пределах 25-45% и 15-35% соответственно [18]. Исследователи выделяют истинный и гипотетический гетерозис. Первый представляет собой превосходство гибрида над лучшим из родителей по изучаемому признаку, второй – превосходство над средним значением признака у обоих родителей. Для экономической оценки эффективности выращивания нового F₁ гибрида используют так называемый «конкурсный гетерозис», который демонстрирует превосходство нового гибрида над лучшими гибридами, культивируемыми в настоящее время в данной местности [19]. Таким образом,

исследования гибридной силы, возникающей в результате скрещиваний различных инбредных родительских линий, является актуальной задачей и одним из этапов создания F₁ гибридов огурца.

Материалы и методика исследования

Объектом исследования служили короткоплодные партенокарпические реципрокные F₁ гибриды огурца F₁ Дружный (F₁ I73514 x I74011) (рис.1), F₁ I74011 x I73514 (рис.2) и их родительские линии I73514 и I74011 селекции ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева».



Рис. 1. F₁ Дружный (I73514 x I74011)
Fig. 1. F₁ Druzhny (I73514 x I74011)



Рис. 2. F₁ I74011 x I73514
Fig. 2. F₁ I74011 x I73514

В качестве контроля использовали F₁ SV4097CV зарубежной селекции фирмы «Semenis» (Нидерланды) (рис. 3). Исследование проводили в 2020-2021 годах в промышленных плёночных теплицах «Овощной опытной станции им. В.И. Эдельштейна» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева



Рис. 3. F₁ SV4097CV
Fig. 3. F₁ SV4097CV



Рис. 4. F₁ гибриды огурца в теплице «Овощной опытной станции им. В.И. Эдельштейна
Fig. 4. F₁ cucumber hybrids in the green house of the V. I. Edelstein Vegetable Experimental Station

в городе Москве на малообъемной гидропонике в торфяных мешках (рис. 4).

Посев семян в 2020-2021 годах проводили в первой декаде февраля в пластиковый лоток. В качестве субстрата использовали верховой торф, перлит с добавлением минеральных удобрений. При появлении первых семядольных листьев рассаду досвечивали под натриевыми лампами в рассадном отделении теплицы, с вентиляционным обогревом. На стадии семядольных листьев произвели пикировку всходов в пластиковые горшки размером 9х9 см. Рассаду высаживали в основной блок теплицы на стадии 4 настоящих листьев в первой декаде марта. Опыт был заложен методом рандомизированных повторений в двукратной повторности по 10 растений. Расстояние между высаженными растениями в рядке состав-

ляло 45 см, высота от поверхности субстрата до шпалеры – 2,35 м. Схема посадки – 100х(40х45) см. Тепличный комплекс был оснащён раствором узлом. Подача питательного раствора осуществлялась с помощью проведённого в теплицу капельного полива. До укоренения растений в субстрате питательный раствор подавался круглосуточно, в дальнейшем от 5 до 9 раз за сутки с нормой 0,5-3,0 л на одно растение в зависимости от возраста. Для полива использовали стандартный маточный раствор ЕС – 2,73 мСм/см, pH=5,7. Корректировали питательный раствор в течение вегетации с учётом величины ЕС и pH субстрата, для чего 1 раз в 3 недели проводился его агрохимический анализ. Для лучшей приживаемости рассады после посадки, температуру в теплице поддерживали на уровне 20°C в течение 3-х суток. До начала плодоношения температурный режим был разделён на два оптимума по времени и освещённости дня. В пасмурные дни: днём – 20-22°C, ночью – 17°C. В солнечные дни: днём – 22-24°C, ночью – 19°C. Для поддержания заданного оптимального температурного режима в теплице использовали систему водяного отопления и автоматическое открытие верхних фрамуг крыши. Через 3 суток после посадки растения подвязывали к шпалере. В пазухах 5 настоящих листьев проводили удаление цветков и боковых побегов. Главный стебель по достижении шпалеры оборачивали восьмёркой и прищипывали. Сборы плодов проводили 2-3 раза в неделю по мере отрастания зеленцов до конца мая. В период выращивания проводили трехкратную обработку инсектицидами против паутинного клеща: первую – Битоксибациллином, последующие – Вертимек КЭ. Скороспелость определяли по урожаю за первые 15 суток плодоношения. Раннеспелость (межфазный период) учитывали в сутках от всходов до распускания первого цветка у 90% растений и от всходов до сбора первого плода у селекционного образца. Данные были статистически обработаны с помощью программы Microsoft Excel, по методикам Б.А. Доспехова [20] и A.R. Hallauer [21].

Результаты и обсуждение

Средние значения родительских линий и гибридов по основным компонентам урожайности, представленным в таблице 1, указывают на значительные различия между инбредными родительскими линиями и F₁ гибридами с их участием. Реципрокные гибриды F₁ Дружный и F₁ I-4011 x I-3514 по основным хозяйственно ценным признакам значимо не отличались друг от друга. Гибрид Дружный превышал контрольный гибрид SV4097CV по скороспелости, урожайности и числу плодов с растения, а обратный гибрид F₁ I-4011 x I-3514 был на уровне контроля. Товарность у всех исследуемых селекционных образцов была очень высокой и варьировала у инбредных родительских линий от 96,9 до 97,9%. У реципрокных гибридов Дружный и F₁ I-4011 x I-3514 она была практически на одном уровне и составила 98,5 и 98,6% соответственно.

Гипотетический, истинный и конкурсный гетерозис для всех гибридов по изучаемым признакам приведены в таблице 2. Оценка гетерозисного эффекта показала, что у F₁ Дружный наблюдались небольшие положительные эффекты гипотетического и истинного гетерозиса по скороспелости (соответственно МРН=10%; НРН=3,1%), средние положительные эффекты гетерозиса по урожайности (МРН=22%; НРН=15,9%) и числу плодов с растения (МРН=26,4%; НРН=15,8%). Были выявлены небольшие отрицательные показатели эффекта гетерозиса по раннеспелости («всходы-цветение») (МРН=-3,4%; НРН=-6,5%) и по средней массе плода (МРН=-2,2%; НРН=-5,3%).

Таблица 1. Средние значения основных хозяйственно-ценных признаков F₁ гибридов огурца и их родительских линий (2020-2021 годы)
Table 1. Average values of the main economically valuable F₁ traits of cucumber hybrids and their parent lines (2020-2021)

Селекционный образец	РДЦ	РДП	С	У	ЧП	МП	Т
F ₁ SV4097CV	45	63	2,6	20,8	87,3	74,6	99,1
F ₁ Дружный (F ₁ I73514 x I74011)	43	56	3,3	23,3	100,4	72,1	98,5
F ₁ I74011 x I73514	44	56	2,9	22,8	97,5	72,8	98,6
I73514	43	56	3,2	20,1	86,7	71,4	97,8
I74011	46	56	2,8	18,1	72,2	76,1	96,9
HCP ₀₅	-	-	0,5	2,3	11	-	-

Примечание: РДЦ – раннеспелость (межфазный период «всходы – цветение»), суток; РДП – раннеспелость (межфазный период «всходы – начало плодоношения»), суток; С – скороспелость, кг; У – общая урожайность, кг; ЧП – число плодов с растения, шт.; МП – масса плода, г; Т – товарность, %.

У обратного гибрида F₁ I74011 x I73514 наблюдалась схожая тенденция по проявлению эффектов гипотетического и истинного гетерозисного эффекта по основным хозяйственно ценным признакам. Положительные эффекты гетерозиса в среднем были ниже, чем у F₁ Дружный (F₁ I73514 x I74011) и составили по урожайности – МРН=19,4%; НРН=13,4%, числу плодов с растения – МРН=22,5%; НРН=12,5%. Был выявлен слабый отрицательный гетерозисный эффект у F₁ I74011 x I73514 по скороспелости (МРН=3,3%; НРН=9,4%). Отмечались также незначительные отрицательные эффекты гетерозиса по раннеспелости «всходы-цветение» (МРН=1,1%; НРН=4,4%) и средней массе плода (МРН=1,3%; НРН=4,3%).

Экономическая оценка гибридов может основываться на данных конкурсного гетерозиса показанного в таблице 2. Гибрид F₁ Дружный по урожайности (СН=12%) и ее основным компонентам – скороспелости (СН=26,9%) и числу плодов с растения (СН=15%) превзошёл контрольный гибрид F₁ SV4097CV. Обратный гибрид I74011 x I73514 по основным компонентам урожайности был на уровне контроля. По раннеспелости «всходы – начало плодоношения», (СН=-11,1%) и массе плода (СН=-3,4...-2,4%) у исследуемых гибридов наблюдались отрицательные значения конкурсного гетерозиса.

Степень доминантности указывает на характер наследования того или иного количественного хозяйственно полезного признака. Значение степени доминантности ($1 < h_p < +\infty$) указывает на наличие сверхдоминирования в наследовании таких

признаков как: урожайность ($h_p=2,7...3,2$), число плодов с растения ($h_p=1,5...1,9$) и товарность ($h_p=1,6...2,3$). Отрицательное сверхдоминирование ($-1 < h_p < -\infty$), наблюдалось по раннеспелости «всходы-цветение» ($h_p=-2...-1,3$) и средней массе плода ($h_p=-1,7...-1,2$). По признакам раннеспелость «всходы – начало плодоношения» ($h_p=0$) и «скороспелость» ($h_p=-0,1...0,5$) выявлено промежуточное наследование ($-0,5 \leq h_p \leq 0,5$) (табл. 2).

Заключение

По результатам проведённого исследования родительские инбредные линии значимо различались по скороспелости, урожайности и числу плодов с растения. Реципрокные F₁ гибриды напротив, практически не отличались по всем изучаемым хозяйственно-ценным признакам, что указывает на отсутствие материнского эффекта по изучаемым признакам. Гибрид Дружный значимо превышал контрольный гибрид SV4097CV по скороспелости, урожайности и числу плодов с растения, а обратный гибрид F₁ I74011 x I73514 был на уровне контроля, что указывает на перспективность выращивания этих гибридов на малообъёмной технологии в условиях весенне-летнего оборота. Наличие у рассмотренных F₁ гибридов гетерозисного эффекта и сверхдоминирования в наследовании основных компонентов урожайности может обеспечить создание гетерозисных короткоплодных партенокарпических гибридов огурца для профессионального рынка защищённого грунта Московского региона.

Таблица 2. Степень доминантности и гетерозисный эффект по основным хозяйственно-ценным признакам у F₁ гибридов огурца
Table 2. The degree of dominance and heterosis effect on the main economically valuable traits in F₁ cucumber hybrids

Признак	F ₁ Дружный (I73514 x I74011)				F ₁ I74011 x I73514			
	МРН, %	НРН, %	СН	h _p	МРН, %	НРН, %	СН	h _p
РДЦ	-3,4	-6,5	-4,4	-2	-1,1	-4,4	-2,2	-1,3
РДП	0	0	-11,1	0	0	0	-11,1	0
С	10,0	3,1	26,9	0,5	-3,3	-9,4	11,5	-0,1
У	22,0	15,9	12,0	3,2	19,4	13,4	9,6	2,7
ЧП	26,4	15,8	15,0	1,9	22,5	12,5	11,7	1,5
МП	-2,2	-5,3	-3,4	-1,7	-1,3	-4,3	-2,4	-1,2
Т	1,2	0,7	-0,6	1,6	1,3	0,8	-0,5	2,3

Значимо при 5% - ном уровне вероятности

Примечание: РДЦ – раннеспелость (межфазный период «всходы – цветение»), суток; РДП – раннеспелость (межфазный период «всходы – начало плодоношения»), суток; С – скороспелость, кг; У – общая урожайность, кг; ЧП – число плодов с растения, шт.; МП – масса плода, г; Т – товарность, %; ДМ – длина междоузлий, см.

Гипотетический гетерозисный эффект (МРН – Mid-parent heterosis), истинный гетерозисный эффект (НРН – High-parent heterosis) и конкурсный гетерозис (СН – competitive heterosis); h_p – степень доминантности признака.

Об авторах:

Александр Анатольевич Ушанов – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, автор для переписки, a.ushanoff@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9738-1409>

Роман Андреевич Ульянов – студент 1 курса магистратуры института садоводства и ландшафтной архитектуры, ulra.2017@gmail.com

Алексей Александрович Миронов – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, a.mironov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0297-500X>

About the authors:

Alexander A. Ushanov – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Correspondence Author, a.ushanoff@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9738-1409>

Roman A. Ulyanov – 1st year Master of the Institute of Horticulture and Landscape Architecture, ulra.2017@gmail.com

Alexey A. Mironov – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, a.mironov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0297-500X>

• Литература

1. Candolle, A.D. The Origin of Cultivated Plants. Cambridge: Cambridge University Press. 2011; pp. 1-7. <http://doi.org/10.1017/CBO9781139107365.002>
2. Бакланова О.В., Чистякова Л.А. Новый гибрид огурца F₁ Пилигрим: выращивание в пленочных теплицах. *Картофель и овощи*. 2019;(3):37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.71.84.001>
3. Тимошенко И.В., Огнев В.В. Огурец на юге: многообразие технологий и гибридов. *Картофель и овощи*. 2018;(1):15-17.
4. Чистякова Л.А. и др. Способы выращивания гибридов огурца. *Картофель и овощи*. 2016;(8):15-16.
5. Сирота С.М., Пинчук Е.В., Шевченко Т.Е. Реалии российского рынка овощебахчевых культур в разрезе баланса производства и потребления продукции. *Картофель и овощи*. 2020;(4):3-9. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.93.16.001>
6. Чистякова Л.А., Бакланова О.В., Ховрин А.Н., Корнев А.В. Оценка гетерозисных гибридов огурца на пригодность выращивания в период низкой освещенности. *Картофель и овощи*. 2020;(8):37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.93.16.006>
7. Макарова Е.Л., Чистякова Л.А., Бакланова О.В., Борцова Ю.В. Сортоизучение партенокарпических гибридов огурца в условиях второй световой зоны (г. Киров). *Картофель и овощи*. 2020;(11):33-36. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.39.004>
8. Чистякова Л.А., Барбаричкая И.В., Бакланова О.В., Ховрин А.Н. Огурец на юге России. *Картофель и овощи*. 2019;(11):38-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.44.63.009>
9. Гасимова Г.А., Сафина Г.А. Экологически безопасное производство огурцов в условиях ООО «ТК Майский»: учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2016;(225):103-106.
10. Удалова О.Р., Аникина Л.М., Мирская Г.В., Конончук П.Ю., Панова Г.Г. Малообъемная и тонкослойная панопоника в интенсивной светокультуре огурца: основы и результаты применения. *Овощи России*. 2021;(2):39-44. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-39-44>
11. Федоров Д.А., Богданова В.Д., Фильцына Ю.Г., Воробьев М.В. Сортоиспытание огурца F₁ Киборг, F₁ Баварец при выращивании в защищенном грунте на светокультуре. *Овощи России*. 2021;(2):45-50. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-45-50>
12. Cramer C.S., Wehner T.C. Fruit yield and yield component correlations of four pickling cucumber populations: *Cucurbit Genet Coop Rpt*. 2000b;(23):12-15.
13. Hayes H.R., Jones D.F. First generation crosses in cucumber: *Ann. Rep. Conn. Agr. Exp. Sta.* 1916: 319-322.
14. Ткаченко Н.Н. Селекционные работы с овощными культурами на украинской станции овощного хозяйства (1931-1934). Селекция и семеноводство овощных растений. Грибовская селекционная станция, 1920-1935. М., ОГИЗ-Сельхозгиз, 1936. 299-324 с.
15. Мещеров Э.Т. Получение высокоурожайных гибридных семян огурцов / Э.Т. Мещеров. Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Л., 1957;(31)2:223-225.
16. Мокрянская Т.И., Гороховский В.Ф. Характер проявления гетерозиса – надежный индикатор высокой специфической комбинационной способности у огурца пчелоопыляемого типа. *Овощи России*. 2021;(3):76-83. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-76-83>
17. D. J. Parm KN. Exploitation of hybrid vigour through diallel analysis in cucumber (*Cucumis sativus* L.). EJPB [Internet]. 4Apr.2018 [cited 5Nov.2021]; 9(1):60-5. Available from: <http://www.ejplantbreeding.org/index.php/EJPB/article/view/2158>
18. Ушанов А.А., Миронов А.А., Франц В.Д. Гетерозисный эффект у гибридов партенокарпического огурца в открытом грунте. *Картофель и овощи*. 2021;(10):37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.53.90.004>
19. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., Тарутин Л. А., Шаптуренко М. Н. Гетерозис в селекции сельскохозяйственных растений. Сб. науч. тр. по мол. и прикл. генетике. М., 2008;(8):7-24.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта М. 1985. 351 с.
21. Hallauer A.R., Miranda J.B. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ Press, Ames, 2010. 468 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0766-0>

• References

1. Candolle, A.D. The Origin of Cultivated Plants. Cambridge: Cambridge University Press. 2011; pp. 1-7. <http://doi.org/10.1017/CBO9781139107365.002>
2. Baklanova O.V., Chistyakova L.A. A new hybrid of cucumber F₁ Pilgrim: growing in film greenhouses. *Potatoes and vegetables*. 2019;(3):37-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.71.84.001>
3. Timoshenko I.V., Ognev V.V. Cucumber in the South: diversity of technologies and hybrids. *Potatoes and vegetables*. 2018;(1):15-17. (In Russ.)
4. Chistyakova L.A. et al. Methods of growing cucumber hybrids. *Potatoes and vegetables*. 2016;(8):15-16. (In Russ.)
5. Sirota S.M., Pinchuk E.V., Shevchenko T.E. Realities of the Russian market of vegetables melons in the context of the balance of production and consumption of products. *Potato and vegetables*. 2020;(4):3-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.93.16.001>
6. Chistyakova L.A., Baklanova O.V., Khovrin A.N., Kornev A.V. Evaluation of heterotic cucumber hybrids for the suitability of cultivation in low light. *Potatoes and vegetables*. 2020;(8):37-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.21.99.006>
7. Makarova E.L., Chistyakova L.A., Baklanova O.V., Borisova Yu.V. Variety study of parthenocarpic cucumber hybrids in the conditions of the second light zone (Kirov). *Potatoes and vegetables*. 2020;(11):33-36. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.39.004>
8. Chistyakova L.A., Babaritskaya I.V., Baklanova O.V., Khovrin A.N. Cucumber in the south of Russia. *Potatoes and vegetables*. 2019;(11):38-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.44.63.009>
9. Gasimova G.A., Safina G.A. Environmentally safe production of cucumbers in the conditions of LLC TK Maisky: *scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2016;(225):103-106. (In Russ.)
10. Udalova O.R., Anikina L.M., Mirskaya G.V., Kononchuk P.Yu., Panova G.G. Low-volume and thin-layer panoponics in intensive artificial-light culture of cucumber: basics and results of application. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):39-44. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-39-44>
11. Fedorov D.A., Bogdanova V.D., Filtsyna Yu.G., Vorobyev M.V. Testing variety of cucumber F₁ Ciborg, F₁ Bavarets in LIT crop culture. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):45-50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-45-50>
12. Cramer C.S., Wehner T.C. Fruit yield and yield component correlations of four pickling cucumber populations. *Cucurbit Genet Coop Rpt*. 2000b;(23):12-15.
13. Hayes H.R. Jones D.F. First generation crosses in cucumber. *Ann. Rep. Conn. Agr. Exp. Sta.* 1916: 319-322.
14. Tkachenko N.N. Breeding work with vegetable crops at the Ukrainian vegetable farm station (1931-1934). Breeding and seed production of vegetable plants. Gribovskaya breeding station, 1920-1935. M.: OGIZ-Selkhozgiz, 1936. p. 299-324. (In Russ.)
15. Meshcherov E. T. Obtaining high-yielding hybrid cucumber seeds. Collection of scientific papers on applied botany, genetics and breeding. L., 1957;(31)2:223-225. (In Russ)
16. Mokryanskaya T.I., Gorokhovskiy V.F. The nature of the manifestation of heterosis is a reliable indicator of a high specific combination ability in a cucumber of the bee-pollinated type. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):76-83. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-76-83>
17. D. J. Parm KN. Exploitation of hybrid vigour through diallel analysis in cucumber (*Cucumis sativus* L.). EJPB [Internet]. 4Apr.2018 [cited 5Nov.2021]; 9(1):60-5. Available from: <http://www.ejplantbreeding.org/index.php/EJPB/article/view/2158>
18. Ushanov A.A., Mironov A.A., Franz V.D. Heterosis effect in hybrids of parthenocarpic cucumber in the open ground. *Potatoes and vegetables*. 2021;(10):37-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.53.90.004>
19. Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V., Tarutina L.A., Shapturnenko M.N. Heterosis in the selection of agricultural plant. *Collection of scientific papers on molecular and applied genetics*. M., 2008;(8):7-24. (In Russ.)
20. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. M., 1985. 351 p. (In Russ.)
21. Hallauer A.R., Miranda J.B. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ Press, Ames, 2010. 481 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0766-0>

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-24-32>
УДК 635.63:631.547.52
ГРНТИ 68.35

Н.Н. Хомченко¹, В.Н. Шевкунов¹,
В.Н. Муляр², И.С. Плужник¹, А.В. Курепин²

¹ООО «НИИСОК» – Научно-исследовательский институт селекции овощных культур 127015, РФ, г. Москва, ул. Новодмитровская, д.2, корп. 2, этаж 7

²Крымский селекционный центр «Гавриш» 353384, РФ, Краснодарский край, Крымский район, г. Крымск, ул. Шосейная, 89

*Автор для переписки:
nina.khomchenko1001@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Хомченко Н.Н., Шевкунов В.Н., Муляр В.Н., Плужник И.С., Курепин А.В. Создание короткоплодных партенокарпических линий огурца гладкого типа. *Овощи России*. 2022;(1):24-32.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-24-32>

Поступила в редакцию: 24.11.2021
Принята к печати: 24.01.2022
Опубликована: 25.02.2022

Nina N. Khomchenko¹, Valery N. Shevkunov¹,
Valery N. Muliya², Ivan S. Pluzhnik¹,
Alexey V. Kurepin²

¹Ltd "Research institute of vegetable crop selection", Moscow 127015, Russian Federation, Moscow, st. Novodmitrovskaya, d.2, bldg. 2

²Breeding center "Gavrish", Krymsk 353384, Shosseynaya st., Krymsk, Krymsky District, Krasnodar Territory, 353384

*Correspondence Author:
nina.khomchenko1001@yandex.ru

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

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Khomchenko N.N., Shevkunov V.N., Muliya V.N., Pluzhnik I.S., Kurepin A.V. Creation of parthenocarpic lines of smooth and short type of cucumber. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):24-32. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-24-32>

Received: 24.11.2021
Accepted for publication: 24.01.2022
Published: 25.02.2022

Создание короткоплодных партенокарпических линий огурца гладкого типа



Резюме

Получение современных гибридов огурца невозможно без постоянного привлечения генетически новых источников в селекционный процесс. Одной из важнейших задач в вопросе создания новых гетерозисных гибридов огурца является получение, а в дальнейшем, подбор для гибридных скрещиваний, родительских линий с важными хозяйственно ценными признаками. Исследования направлены на получение новых короткоплодных линий огурца с гладким типом плода с целью получения с помощью них гибридов, сочетающих в себе устойчивость к настоящей мучнистой росе по генам «*pm*» и «*pmh*», толерантность к вирусу желтой мозаики цуккини по генам «*zymv*» в сочетании с высокой урожайностью, возможностью выращивания их не только в пленочных необогреваемых теплицах, но и в остекленных теплицах.

Материалы и методы. В данной статье представлены две схемы получения родительских форм на примере создания четырех линий огурца с коротким гладким плодом. Проведена их сравнительная характеристика и описание новых гибридов, созданных с участием изучаемого линейного материала. Основные исследования проводили в 2013-2020 годах на базе лаборатории Тыквенные культуры Крымского селекционного центра «Гавриш» Научно-исследовательского института селекции овощных культур (г. Крымск, Краснодарский край). Материал исследований – гибриды F₁ и селекционные образцы партенокарпического огурца с гладким типом плода различного происхождения (всего 34 образца) из коллекции НИИСОК. В работе использовали традиционные методы оценки селекционно значимых признаков и современные методы молекулярного маркирования. Цель работы – сравнить две схемы получения короткоплодных форм огурца, оценить созданные линии и гибридные комбинации с их участием по комплексу хозяйственно ценных признаков.

Результаты. Результатом работы стало создание на базе полученных линий новых гибридных комбинаций, две из которых внесены в Государственный реестр селекционных достижений: F₁ Министар (F₁ 1600/16) и F₁ Промини (F₁ 1995/16).

Ключевые слова: огурец, продуктивность, линия, гибрид, корреляция, F₁ Промини, F₁ Министар

Creation of parthenocarpic lines of smooth and short type of cucumber

Abstract

Relevance. Obtaining modern cucumber hybrids is impossible without the constant involvement of genetically new sources in the breeding process. One of the most important tasks in the issue of creating new heterotic cucumber hybrids is to obtain, and in the future, selection for hybrid crossings, parental lines with the most important economically valuable traits. Research is aimed at obtaining new short-fruited cucumber lines with a smooth type of fruit in order to obtain hybrids with their help that combine resistance to powdery mildew for the «*pm*» and «*pmh*» genes, tolerance to the zucchini yellow mosaic virus for the «*zymv*» genes in combined with high yields, the possibility of growing them not only in unheated film greenhouses, but also in glazed greenhouses.

Methods. This article presents two schemes for obtaining parental forms using the example of creating four cucumber lines with a short, smooth fruit. Their comparative characteristics and description of new hybrids created with the participation of the studied linear material are carried out. Materials and methods. The main studies were carried out in 2013-2020 on the basis of the Pumpkin Cultures Laboratory of the Krymsk Breeding Center "Gavrish" of the Research Institute of Vegetable Breeding (Krymsk, Krasnodar Territory). The research material is F₁ hybrids and selection samples of parthenocarpic cucumber with a smooth type of fruit of various origins (34 samples in total) from the NIISOK collection. The work used traditional methods for assessing selection-significant traits and modern methods of molecular labeling. The purpose of the work is to compare two schemes for obtaining short-fruited cucumber forms, to evaluate the created lines and hybrid combinations with their participation in terms of a complex of economically valuable traits.

Results. The result of the work was the creation of new hybrid combinations based on the obtained lines, two of which are included in the State Register of Breeding Achievements. These are F₁ Ministar (F₁ 1600/16) and F₁ Promini (F₁ 1995/16).

Keywords: cucumber, productivity, line, hybrid, correlation, F₁ Promini, F₁ Ministar

Введение

Использование теплиц в производстве овощей сделало огурец одной из основных овощных культур и способствовало замещению сортов гибридами, как за рубежом, так и в России [1, 2, 3]. В связи с популярностью возделывания культуры огурца, как в крупных тепличных комбинатах с их возможностью выращивания овощей в течение всего календарного года, так и в мелких фермерских хозяйствах с неотапливаемыми пленочными теплицами, потребность в новых гибридах огурца постоянно растет. С расширением рынка на юге России, в странах Ближнего Востока и Средней Азии важно пополнение ассортимента партенокарпических гибридов огурца не только с бугорчатыми, но и с гладкими плодами разного размера. Создаваемые гибриды F_1 должны сочетать высокие товарные качества с высокой урожайностью, женский тип цветения со скороспелостью, быть адаптивными к стрессовым условиям и обладать групповой устойчивостью к вредным патогенам, таким как настоящая мучнистая роса (*Pm*), пероноспороз (*Pcu*), вирус желтой мозаики цуккини (*ZYMV*), вирус зеленой крапчатой мозаики огурца (*CGMM*) и другие [4, 5, 6].

Одной из самых важных задач современной селекции является создание родительских линий, способных при гибридизации обеспечить не только эффект гетерозиса по продуктивности, но и передавать гибриду необходимые хозяйственно ценные признаки [7, 8, 9]. Потенциал линейного материала зависит от наличия различных качественных и количественных признаков, среди которых можно выделить следующие: темпы роста и формирования ассимиляционного аппарата, тип цветения, способность образовывать одновременно 2-3 и более зеленцов в узле, форма и размер плодов и другие [10, 11].

В ассортименте гладкого огурца должны присутствовать гибриды с короткими, средними и длинными плодами. Стоит отметить, что с недавних пор возник интерес к гладким коктейльным огурцам, и в ресторанном бизнесе, видимо, чтобы создать некую изюминку в заведении, повара готовят блюда именно из гладких плодов коктейльного типа. Такого типа огурцы так же очень хорошо смотрятся в прозрачной пластиковой упаковке. При этом цена огурца на подложке существенно превышает стоимость плодов без упаковки. По нашему мнению, данный сегмент рынка не стоит игнорировать, так как существует дефицит районированных гибридов в этой категории. Таким образом, перед селекционерами ООО «НИИСОК» была поставлена задача расширения ассортимента гибридов с помощью создания нового линейного материала с гладкими короткими плодами и на их основе – продуктивных гибридов огурца «мульти»-типа для пленочных теплиц юга России.

Конкуренция с иностранными фирмами-оригинаторами семян не позволяет использовать для создания новых гибридов огурца только «старые» линии, полученные 10-20 лет назад. То есть, получение современных гибридов огурца невозможно без постоянного привлечения генетически нового материала в селекционный процесс.

Про культуру огурца, как объекта для проведения селекционно-генетических исследований, написано много научных работ. Одновременно с этим, изучение количественных признаков на этом объекте – довольно сложная задача [11, 12, 13]. Это объясняется необходимостью анализа большой выборки растений в расщепляю-

щихся поколениях, а это, в свою очередь, требует большую площадь дорогостоящих теплиц для проведения эксперимента. Вероятно, поэтому в мире до настоящего времени сравнительно мало научных публикаций по изучению и наследованию количественных признаков зеленца в поколениях расщепляющихся гибридных комбинаций культуры огурца.

В 1977-1980 годах на базе МСХА им. К.А. Тимирязева были проведены опыты с использованием мелкоплодных и крупноплодных линий огурца и показано, что при скрещивании значение признака «масса плода» в F_1 оказалось больше среднего геометрического, но меньше среднего арифметического между родителями. Распределение в F_2 было смещено в сторону мелкоплодной формы, а средняя величина была ближе к среднему геометрическому. Характер распределения растений в расщепляющихся потомствах указывал на сложный характер контроля признака. Взаимодействие аллелей массы плода занимает промежуточное положение между аддитивным и кумулятивным при очень слабом доминировании мелкоплодной формы.

Масса плода тесно связана с его размерами. При этом, средняя длина плода в потомствах F_1 и F_2 была меньше среднего арифметического между родительскими формами, т. е. была ближе к короткоплодному родителю. Степень доминантности признака «длина плода» была отрицательной, а анализ распределений в расщепляющихся поколениях указывал, что различия обусловлены кумулятивным взаимодействием не менее, чем трех пар аллелей генов.

Согласно общей оценке данных по признаку «диаметр плода» предполагалось, что контроль различий осуществляется не менее чем тремя парами аллелей и гетерозис, вероятно, проявлялся в результате эпистатического взаимодействия генов длины и диаметра плода [6, 14].

Позже, исследования Ли Янь Хуа (1996) подтвердили, что наследование массы плода в F_1 носит промежуточный характер и контролируется тремя и более действующими аддитивно генами. По признаку «диаметр плода» наследование шло по типу сверхдоминирования, контролируемое не менее, чем тремя генами, а в контроле признака «длина плода» участвуют не менее четырех генов при кумулятивном их взаимодействии [12]. Учитывая такой сложный характер проявления и наследования целевого признака «длина зеленца», в нашей селекционной работе при получении короткоплодных линий огурца были использованы разные методические подходы подбора исходного материала.

Цель работы – получение короткоплодных форм огурца, оценка созданных линий и гибридных комбинаций с их участием по комплексу хозяйственно ценных признаков.

Материалы и методы

Основные исследования проводили в 2013-2020 годах на базе лаборатории Тыквенных культур Крымского селекционного центра «Гавриш» (г. Крымск, Краснодарский край). Материал исследований – гибриды F_1 партенокарпического огурца с гладким типом плода (всего 34) различного происхождения из коллекции НИИСОК.

Образцы выращивали как в остекленных теплицах, так и в необогреваемых пленочных теплицах. Закладку коллекционного и селекционного питомников и наблюдения проводили по общепринятым рекомендациям и методиче-

ским указаниям с использованием нескольких оборотов выращивания. Сортоиспытание полученных гибридов F_1 (350 образцов) проводили согласно методическим указаниям по проведению сортоиспытания сельскохозяйственных культур [15, 16]. В зимне-весеннем обороте посев семян проводили 10 января, посадку растений в остекленную теплицу – 1 февраля; в весенне-летнем обороте посев семян – 4 апреля, посадку растений в пленочные теплицы – 24 апреля; в летне-осеннем обороте посев семян – 7 июля, посадку растений в остекленную теплицу – 25 июля. Растения каждого образца высаживали в двух повторениях. Плотность посадки 2,5 растений на 1 м².

В период вегетации на соответствующих стадиях развития растений проводили оценку следующих признаков: горечь вегетативной части – в стадии развернутых семядольных листьев, тип цветения растений – до образования первого плода и во время плодоношения, раннеспелость – с появления первых плодов на растении, вкусовые качества – во время массового плодоношения. В процессе изучения обязательно учитывался признак выраженности женского пола, так как он коррелирует с общей продуктивностью растения.

Для данной работы были предпочтительны гибриды огурца с ограниченным ростом главного побега, укороченными междоузлиями и хорошо ветвящимися детерминантными боковыми побегами. Также кроме цвета и формы учитывали и транспортабельные качества плода (это наличие плотной кожицы и плотной текстуры плода). Среднюю урожайность и товарность плодов каждого испытываемого образца рассчитывали за весь период плодоношения.

Фитопатологическую оценку поражения образцов мучнистой росой (возбудитель – *Sphaerotheca fuliginea*) и пероноспорозом (возбудитель – *Pseudoperonospora cubensis*) проводили на естественном инфекционном

фоне в пик распространения болезней визуально по модифицированной десятибалльной шкале и ранжировали на группы: I – устойчивые, без видимых признаков поражения (0 баллов); II – слабовосприимчивые (0,5-1 балл); III – средневосприимчивые (1,5-2 балла); IV – восприимчивые (2,5-3 балла); V – сильно восприимчивые (3,5-5 балла) [17].

Помимо устойчивости растений к настоящей мучнистой росе, в настоящее время важна и устойчивость к вирусным патогенам, таким как вирус пожелтения жилок огурца и вирус желтой мозаики цуккини. Это одни из основных возбудителей, которые наносят огромный вред на всех культурах семейства Тыквенные (*Cucurbitaceae*). Изучение коллекционного и селекционного материала огурца на присутствие генов устойчивости к настоящей мучнистой росе (*Powdery mildew* – *pm1* и *pmh*), вирусу желтой мозаики цуккини (*Zucchini Yellow Mosaic Virus* = *ZYMV*) проводили на основе разработанного алгоритма зондов TaqMan на платформе Real-Time ПЦР с использованием молекулярных маркеров генов *pm1*, *pmh*, *cvu*, и *zum* производства фирмы Sintol". Выделение ДНК и ПЦР амплификацию проводили по усовершенствованным в лаборатории молекулярной диагностики растений ООО «НИИСОК» методикам [18].

Для получения новых форм и создания линий использовали инцухт, парные скрещивания, индивидуальный отбор. В работе применяли две схемы селекционного процесса, основные этапы которых представлены на рисунке 1. В качестве исходных форм использовали растения женского (ж0) и преимущественно женского (ж1-ж3) типа цветения из наиболее перспективных коллекционных гибридов F_1 лаборатории Тыквенных культур НИИСОК с различной длиной плодов.

Статистическую обработку проводили [19] с использованием программы Excel.

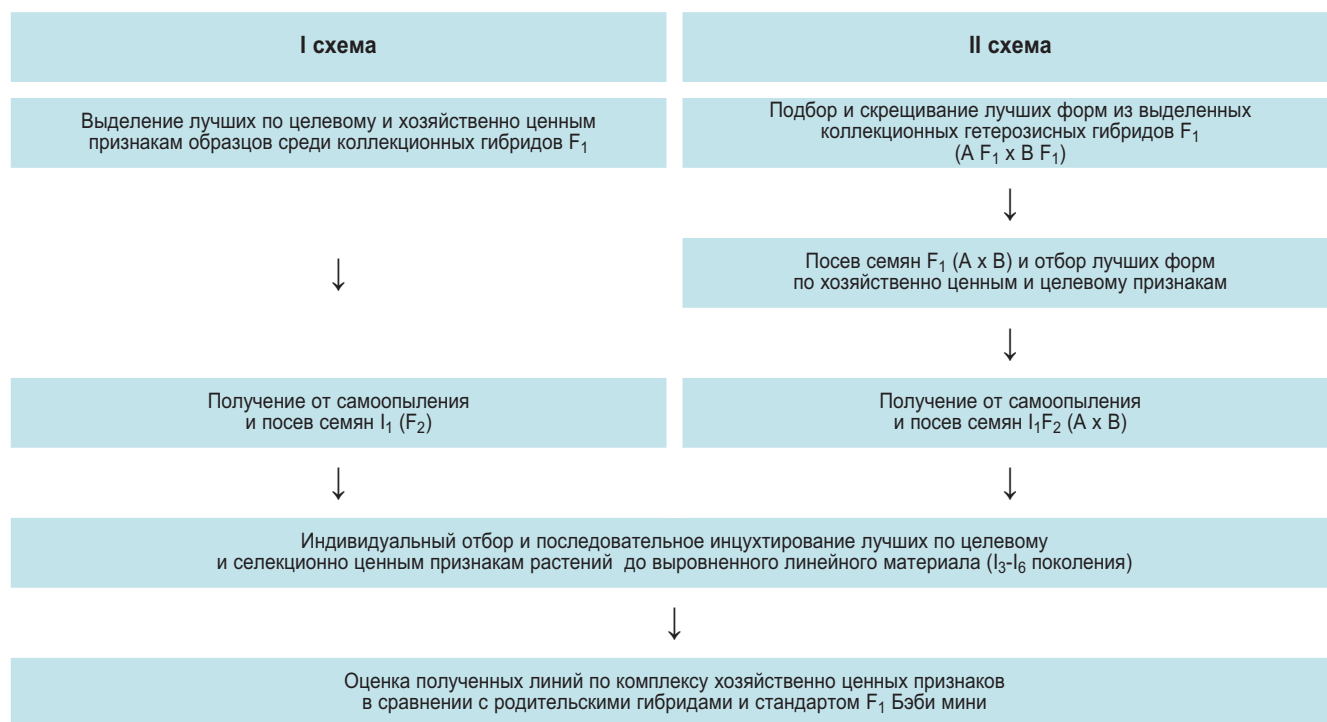


Рис. 1. Основные этапы двух схем селекционного процесса создания короткоплодных родительских линий огурца с гладким типом плода на основе гибридов F_1
Fig. 1. The main stages of the two schemes of the breeding process for creating short-fruited cucumber parental lines with a smooth fruit type based on F_1 hybrids

Результаты и обсуждение

Селекционную работу проводили в зимне-весеннем, в весенне-летнем и летне-осеннем оборотах, что позволило детально изучить коллекционные и селекционные образцы по комплексу хозяйственно значимых признаков в различных условиях выращивания, выявить как общие, так и специфические особенности их проявления в сравнении со стандартом F₁ Бэби мини компании MONSANTO HOLLAND B. V. Второй стандарт для оценки образцов – F₁ Мелен голландской компании ENZA ZADEN BEHEER B.V. Оба этих гибрида включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ [20]. Использование двух- и трех-оборотной схемы выращивания огурца в теплицах позволило существенно ускорить процесс создания нового линейного материала. А именно, в случае использования в качестве исходного материала уже имеющихся коллекционных гибридов F₁ с пяти до трех лет; а с предварительным получением новых гибридных комбинаций на их основе – с семи до трех-четырех лет.

Селекционный процесс получения линейного материала схематично представлен на примере создания четырех линий огурца с коротким гладким плодом (рис.2,3). В первой схеме линия L270 была получена из расщепляющихся потомств от инцухтирования растений гибридной популяции, исходно обладающей комплексом необходимых признаков, в том числе и целевыми – короткоплодностью и «букетным» типом цветения. Это партенокарпический гибрид F₁ Gendel (Нидерланды, RZ) (коэффициент партенокарпии 0,8), женского типа цветения. Растения компактные с ограниченным ростом главного побега, с большим количеством детерминантных боковых побегов. Растения с укороченными междоузлиями и некрупными довольно темно-зелеными листьями. Зеленец длиной 12-14 см, ровной темно-зеленой окраски с гладкой поверхностью, слабыми ребрами и простым белым опушением. В пазухе листа может образовываться до 4-5 завязей. Горечь в вегетативных частях растений отсутствует. Гибрид обладает устойчивостью к мучнистой росе и корневым гнилям [17].

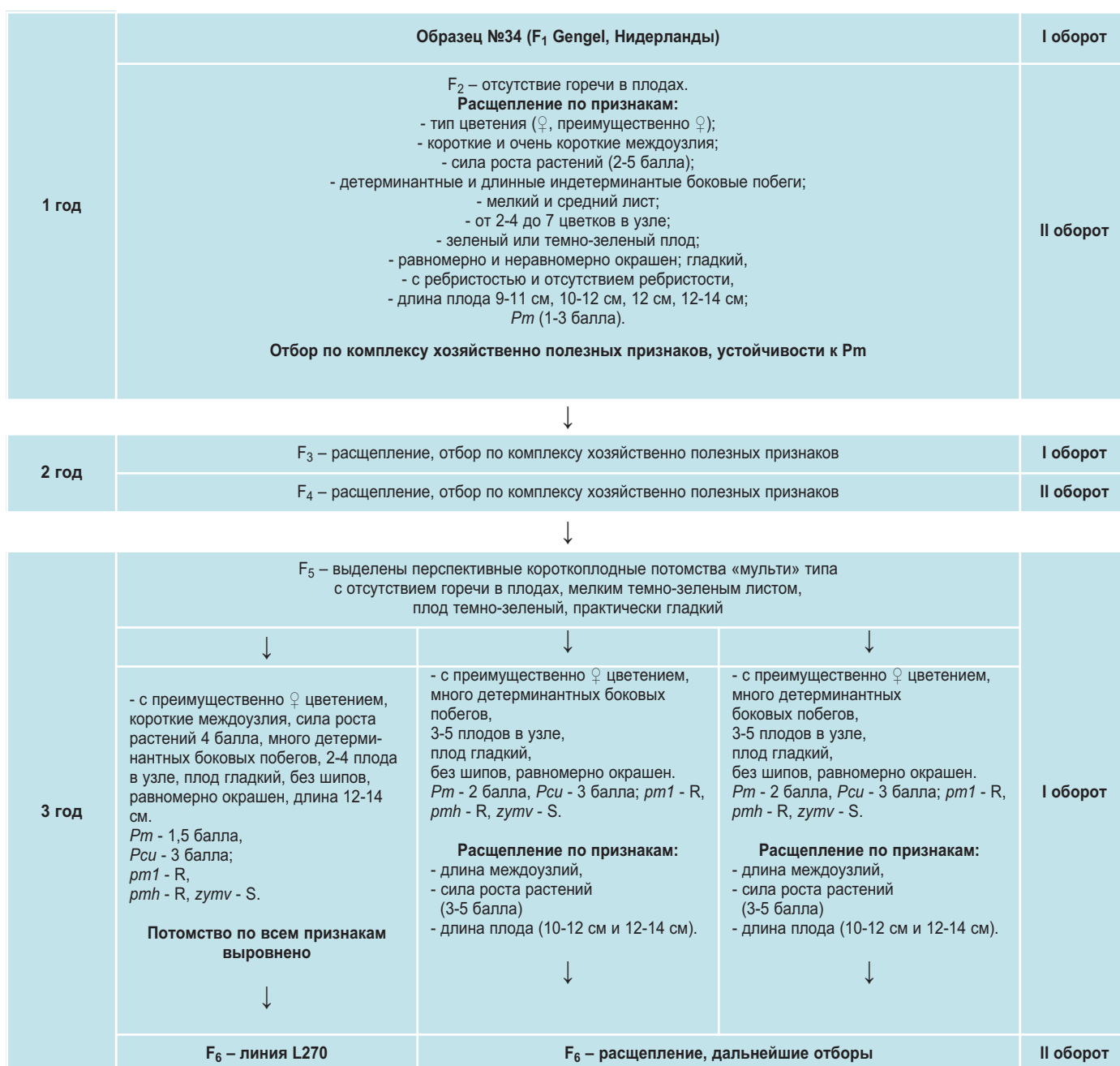


Рис. 2. Способ получения партенокарпической линии огурца L270 (2013-2015 годы)
Fig. 2. Method for obtaining parthenocarpic cucumber line L270 (2013-2015)

При изучении I_2 и последующих поколений получены потомства, расщепляющиеся по типу цветения, выраженности «букетного типа», силе роста, размеру листовой пластины, побегообразовательной способности, устойчивости к болезням. По длине зеленца отмечен сдвиг в сторону уменьшения признака, который в семьях варьировал от 9-11 см до 12-14 см. Индивидуальные отборы в расщепляющихся потомствах I_{2-5} , в первую очередь, проводили на партенокарпию, женский и преимущественно женский типы цветения. По нашим наблюдениям, отбор чисто женских растений наиболее эффективно проводить в весенне-летний период в пленочных теплицах. Чисто женские растения не цветут мужскими цветками. У растений преимущественно женского типа цветения мужские цветки могут образовываться внизу главного побега до 10-12-го узла. На боковых побегах мужских цветков, как правило, не бывает.

Среди инбредных потомств с женским типом цветения в результате жесткого отбора по комплексу других признаков: отсутствие горечи в вегетативных частях, укороченные междоузлия, наличие большого количества детерминантных боковых побегов, окраску и привлекательный внешний вид зеленца, «букетный» тип цветения, устойчивость к настоящей мучнистой росе, в I_6 поколении была выделена выровненная по данным признакам линия с короткими плодами – L 270. В остальных семьях с полез-

ными, на наш взгляд, хозяйственными признаками расщепление по некоторым из них наблюдали вплоть до I_{7-8} поколений (рис. 2).

Разнообразие генетической основы для создания новых линий огурца можно значительно расширить, если в селекционной работе ведется целенаправленный подбор уже имеющихся гетерозисных гибридов и их предварительное скрещивание. При гибридизации особое внимание уделяли подбору родительских форм, которые должны дополнять друг друга по своим хозяйственно полезным признакам. Линии огурца с коротким гладким типом плода нам удалось получить из потомств комбинации коллекционных гибридов среднеплодного типа F_1 (F_1 Silyon x F_1 Sardes) различного географического происхождения (рис. 3).

Партенокарпические (коэфф.0,8) гибриды F_1 Silyon (Нидерланды, RZ) и F_1 Sardes (США, Seminis) характеризуются женским типом цветения, укороченными междоузлиями, относительно высокой побегообразовательной способностью детерминантными боковыми побегами, отсутствием горечи в вегетативных частях, простым белым опушением. Оба гибрида имеют темно-зеленые, гладкие с небольшой ребристостью плоды, но разной длины 18-20 и 16-18 см соответственно; отличаются по размеру листьев (крупные и средние, соответственно) и габитусу растений (у F_1 Silyon более мощный главный

1 год	Образец №7 – F_1 Silyon (Голландия), 1-2 плода в узле, 18-20 см, <i>pm1, pmh, zymv</i>	X	Образец №36 – F_1 Sardes (США), > 2 плодов в узле, 16-18 см, <i>pm1, pmh, zymv</i>	I оборот
	↓ F_1 (F_1 Silyon x F_1 Sardes) – отбор форм «мульти»-типа (2-3 плода в узле), с гладким типом плода, длиной плода до 18 см, устойчивых к <i>Pm, ZYMV</i>			II оборот
2 год	↓ F_2 – расщепление по длине плода 12-14 см, 14-16 см, 16-18 см, 18-20 см; по типу поверхности плода (гладкая без шипов и с редкими распылчатыми бугорками с белыми шипами) Отбор короткоплодных форм с комплексом хозяйственно полезных признаков			I оборот
	↓ F_3 – расщепление, отбор короткоплодных форм с комплексом хозяйственно полезных признаков			II оборот
3 год	↓ F_4 – расщепление, отбор короткоплодных форм с комплексом Хозяйственно полезных признаков			I оборот
	↓ F_5 – выделены перспективные короткоплодные потомства с отсутствием горечи в плодах, тип цветения ♀, укороченные междоузлия, много детерминантных боковых побегов, крупный зеленый лист, плод слабо ребристый равномерно окрашен			II оборот
	↓ - сила роста растений 5 баллов, 2-4 плода в узле, плод гладкий, с простым опушением, слаборебристый темно-зеленый, 12-14 см. <i>Pm</i> - 1,5 балла, <i>Pcu</i> - 3 балла; <i>pm1</i> - R, <i>pmh</i> - R, <i>zymv</i> - R.	↓ - сила роста растений 4балла, 2-4 плода в узле, плод гладкий, с про- стым опушением, слаборебристый, 12-14 см. Хорошо переносит высо- кие температуры. <i>Pm</i> - 1 балл, <i>Pcu</i> - 2 балла; <i>pm1</i> - R, <i>pmh</i> - R, <i>zymv</i> - R.	↓ - сила роста растений 4 балла, мощ- ные растения, 2-3 плода в узле, плод темно-зеленый, гладкий, с про- стым опушением, слаборебристый, 13-15 см. <i>Pm</i> - 1 балл, <i>Pcu</i> - 3 балла; <i>pm1</i> - R, <i>pmh</i> - R, <i>zymv</i> - R.	
	↓ F_6 – оценка на выравненность	↓ F_6 – линия L254	↓ F_6 – линия L267	III оборот
4 год	↓ F_6 – линия L226	↓ F_6 – линия L254	↓ F_6 – линия L267	I оборот

Рис.3. Схема получения партенокарпических короткоплодных линий огурца с гибридизацией среднеплодных гибридов F_1 (2013-2015 годы)
Fig.3. Scheme for obtaining parthenocarpic short-fruited cucumber lines with hybridization of medium-fruited F_1 hybrids (2013-2015)

побег), а также по выраженности «букетного» расположения цветков в каждой пазухе листа. Гибрид F_1 Silyon формирует 1-2 (чаще 2) плода, а F_1 Sardes – более двух плодов. Данные гибриды проявляют относительную устойчивость к мучнистой росе (средний балл поражения 0,5-1), а также толерантны к вирусу цуккини. При этом F_1 Silyon отлично переносит высокие летние температуры.

От скрещивания этих коллекционных образцов F_1 (F_1 Silyon $\times$ F_1 Sardes) были выделены женские «мульти»-тип растения с длиной плода в среднем 18 см. Кроме отборов на женский тип цветения, устойчивости к настоящей и ложной мучнистой росе, проводили отборы на наличие мощного главного побега с укороченными междоузлиями, крупного зеленого и темно-зеленого листа.

После инцухтирования в I_{1-2} поколениях (F_1 Silyon $\times$ F_1 Sardes) наблюдали расщепление по габитусу растений (высота главного побега, длина междоузлий, размер листовой пластины, цвет листа, количество боковых побегов и пр.), длине плода (короткоплодные и среднеплодные), устойчивости к болезням (мучнистая роса и пероноспороз). При отборе в данных поколениях нас наиболее интересовали растения с укороченными междоузлиями, наличием детерминантных боковых побегов, «мульти»-типа, с короткими плодами, устойчивыми к *Pm*, *ZYMV*. В I_6 -поколении были выделены три короткоплодные семьи L226, L254, L267, выровненные по основным хозяйственно ценным признакам, а в I_{6-8} – перспективные линии с длиной плода 16-18 см.

Характеристика созданных короткоплодных линий и гибридных комбинаций на их основе. По визуальной оценке, полученные линии L226, L254, L267 унаследовали от своих родительских форм следующие хозяйственно ценные признаки: женский тип цветения, партенокарпию (не менее 0,8), отсутствие горечи в плодах, мощный (сильный) главный побег, форму и размер листовой пластины; укороченные междоузлия, высокая побегообразовательная способность детерминантными боковыми побегами, устойчивость к настоящей мучнистой росе *Pm* и вирусу цуккини огурца *ZYMV*. По данным молекулярного маркирования в их геномах присутствуют соответствующие гены устойчивости (*pm1*, *pmh*, *zymv*). Линии также характеризуются простым белым опушением, имеют гладкие равномерно окрашенные с небольшой ребристостью плоды, от F_1 Sardes унаследовали букетный тип цветения, а линия

L254 – еще и устойчивость к повышенной температуре воздуха (как у F_1 Silyon).

Линии L226 и L254 имеют по 2-4 плода в каждом узле, длиной 12-14 см. Линия L226 немного уступает L254 по мощности главного побега, размеру листовой пластины, имеет темно-зеленую окраску плода (у L254 плод зелено-го цвета). Линия L267 в узле образует не более трех плодов и длина зеленца на 1-2 см больше, чем у линий L226 и у L254 (рис.3).

Полученная первым способом линия L270, по визуальной оценке, очень похожа на исходный гибрид F_1 Cengel и характеризуется женским типом цветения, короткими междоузлиями, довольно мелкими листьями, высокой побегообразовательной способностью, детерминантными боковыми побегами, в каждом узле образуется более трех плодов темно-зеленого цвета длиной 12-14 см. Как и предыдущие три линии, она относительно устойчива к мучнистой росе и имеет рецессивные гены устойчивости *pm1* и *pmh* в гомозиготном состоянии, но отличается отсутствием гена устойчивости к *ZYMV* (рис.2).

По скороспелости линии L226 и L270 относятся к группе раннеспелых. Период от всходов до плодоношения составляет 43 суток (у L270) и 44 суток (у L226). У линий L254 и L267 данный период растягивается на 3-5 суток и составляет 46 (L254) – 48 (L267) суток. У линий L270 и L254 длина плода составляет 12-14 см, масса плода – 130-140 г, индекс формы – 3,9. У линии L226 плод длиной 12-13 см, масса – 120-130 г, индекс формы – 3,7. Плод линии L267: длина – 13-15 см, масса – 140-150 г, индекс – 4.

Производственные испытания в различных оборотах показали, что в среднем по продуктивности все полученные линии значительно превышали короткоплодный гибрид F_1 Cengel: в 1,3-1,5 раза по ранней и в 1,3-2,8 раза по общей продуктивности (рис.4). За счет сильной побегообразовательной способности (главного и боковых детерминантных побегов), довольно большого размера листовой пластины три линии, полученные с применением предварительной гибридизации среднеплодных гибридов, были более продуктивными, чем линия L270, полученная непосредственно на основе гибрида F_1 Cengel. По ранней отдаче урожая выделялась линия L226 (1,6 кг/раст.), а за весь период плодоношения – линия L267 (3,3 кг/раст.), они обе не уступали среднеплодному гибриду F_1 Silyon (в комбинации скрещивания – материнская форма).

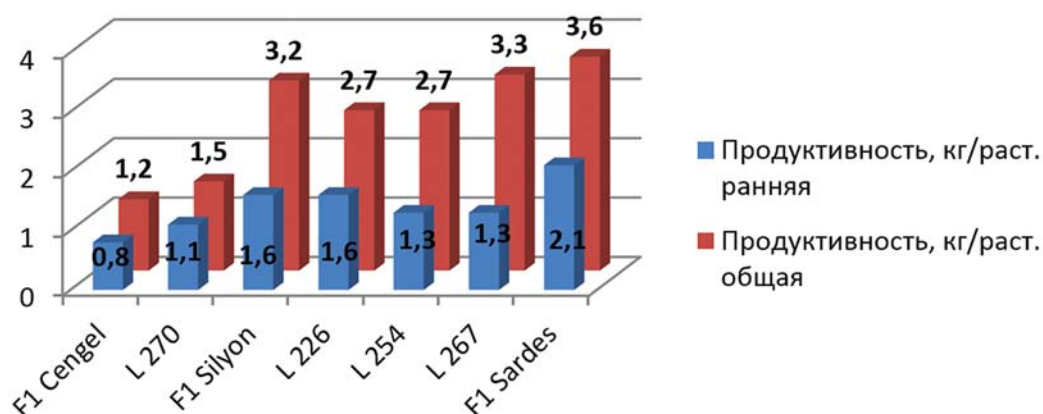


Рис.4. Продуктивность исходных коллекционных гибридов и созданных на их основе новых короткоплодных линий (Крымский селекционный центр «Гавриш», пленочные необогреваемые теплицы, 2015-2017 годы)

Fig.4. The productivity of the original collection hybrids and new short-fruited lines created on their basis (Krymsk breeding center "Gavriush", 2015-2017)



Рис. 5. Сравнительная характеристика гибридов F₁ и их родительских форм (слева направо) по продуктивности растений (Крымский селекционный центр «Гавриш», пленочные необогреваемые теплицы, 2016-2018 годы)
Fig. 5. Comparative characteristics of F₁ hybrids and their parental forms (from left to right) in terms of plant productivity (Krymsk breeding center "Gavrish", 2016-2018)

В результате проведенных скрещиваний, в которых одним из родителей были новые линии (L226, L254, L267, L270) были получены партенокарпические гибридные комбинации F₁ 1600/16, F₁ 1995/16, F₁ 3555/15, F₁ 3675/15 женского типа цветения. Это раннеспелые гибриды. Период от всходов до плодоношения у гибридов F₁ 1995/16 и F₁ 3555/15 составил 42 суток, у F₁ 1600/16 и F₁ 3675/15 – 44 суток. Новые гибриды представляют растения с укороченными междоузлиями длиной 8-10 см, хорошо ветвятся детерминантными боковыми побегами, на которых закладывается и развивается по 2-4 плода. По ранней продуктивности эффект гетерозиса проявился только в двух комбинациях. Гибрид F₁ 1600/16 по данному признаку на фоне своего лучшего родителя (L270) имел существенное преимущество – 1,6 кг/раст. против 1,1 кг/раст., а ранняя продуктивность гибрида F₁ 1995/16 не уступала его лучшей родительской линии (L226) и также составила 1,6 кг/раст. В двух других комбинациях был отмечен промежуточный характер наследования этого признака (рис. 5).

По общей продуктивности во всех рассматриваемых гибридных комбинациях отмечено проявление истинного эффекта гетерозиса, поскольку они не уступали и значительно превосходили по данному признаку своего лучшего родителя. Стоит отметить гибриды F₁ 1600/16 и F₁ 1995/16, общая продуктивность которых выше их лучших родительских линий L226 и L270 в 1,5-2 раза и составила 3,3 кг/раст. и 4 кг/раст., соответственно. Общая продуктивность гибрида F₁ 3555/15 зафиксирована как 3,3 кг/раст., что в сравнении с его лучшей родительской формой – L254 выше на 18%. У гибрида F₁ 3675/15 и его лучшего родителя (L267) продуктивность за весь период составила 3,1 кг/раст. и 3,3 кг/раст., соответственно (рис. 5). Ниже приведено краткое описание полученных гибридов, а в таблице представлены результаты производственных сортоиспытаний в сравнении с коммерческими гибридами F₁.

F₁ 1600/16 (F₁ Министар)* – партенокарпический коктейльный гибрид для различных условий выращивания, в том числе – светокультуры:

- растение открытое, с укороченными междоузлиями и небольшими листьями;

- хорошее ветвление детерминантными боковыми побегами;

- плоды 10-12 см, с тонкой нежной кожицей, гладкого типа, без шипов, довольно светло-зеленой окраски;

- в начале культуры закладывает 1-2 плода в узле, с середины главного стебля до 4 плодов в узле;

Оптимальная густота посадки – 2,5-3,0 раст./м².

Сохраняет отличное качество плода в течение всего периода плодоношения. После уборки рекомендуется упаковать плоды в пленку.

Устойчивость HR: Px (Pm-1 – R, Pm-h – R)

F₁ 1995/16 (F₁ Промини)* – партенокарпический коктейльный гибрид для различных условий выращивания, в том числе светокультуры:

- растение открытое, с короткими междоузлиями и довольно крупными темно-зелеными листьями;

- хорошее ветвление детерминантными боковыми побегами;

- плоды 9-11 см, гладкого типа, со слабой ребристостью, насыщенно зеленого цвета;

- в начале культуры закладывает 1-2 плода в узле, с середины главного стебля – по 2-4 плода.

Оптимальная густота посадки – 2,5 раст./м².

Рекомендуется уборка плодов весом 50-70 г.

Устойчивость. HR: Px (Pm-1 – R, Pm-h – R) / IR: ZYMV

F₁ 3555/15 – партенокарпический гибрид для выращивания в пленочных теплицах:

- растение «коренастое», открытое, с короткими междоузлиями и довольно крупными темно-зелеными листьями;

- хорошее ветвление детерминантными боковыми побегами;

- плоды 14-16 см, стандартные, гладкого типа, однородно темно-зеленого цвета, матовые;

- в каждом узле развивается до 3 плодов, преимущественно 2.

Оптимальная густота посадки – 2,5 раст./м²

Устойчивость. HR: Px / IR: Pcu, Foc, ZYMV, CMV.

Таблица. Урожайность и характеристика полученных гибридов F_1 огурца с гладким типом плода (Крымский селекционный центр «Гавриш», пленочные необогреваемые теплицы, 2016-2018 годы)
Table. Productivity and characteristics of the F_1 hybrids of cucumber with a smooth type of fruit (Krymsk breeding center "Gavrish", 2016-2018)

Гибридная комбинация F ₁	Урожайность с м ²						Число завязей в узле, штук*	Плод			
	ранняя			общая				масса, г	длина, см	диаметр, см	индекс формы
	кг	отклонение от st.		кг	отклонение от st.						
		кг	%		кг	%					
F ₁ Бэби мини - St	3,75			7,75			1-3	110	11	3,4	3,2
1600/16*	3,90	0,15	4,0	8,13	0,38	4,9	2-4	105	11	3,3	3,1
(L2x L270)											
1995/16*	3,93	0,18	4,8	9,88	2,13	27,5	2-4	100	10	3,5	2,9
(L226 x L2)											
F ₁ Мелен - St	3,63			8,00			1	170	17	3,4	5
3675/15	3,60	-0,03	-0,8	7,63	-0,38	-4,6	1-3	160	16	3,6	4,4
(L215 x L267)											
3555/15	3,35	-0,28	-7,7	8,33	0,32	4,1	2(3)	150	15	3,5	4,3
(L104 x L254)											
HCP _{0,5}	0,51				0,85						

*Гибриды F_1 1600/16 и F_1 1995/16 внесены в Государственный реестр селекционных достижений на территории РФ под именами F_1 Министар и F_1 Промини, соответственно [20]

F_1 3675/15 – партенокарпический гибрид для выращивания в пленочных теплицах:

- открытое растение, с укороченными междоузлиями и довольно крупными темно-зелеными листьями;
- хорошее ветвление детерминантными боковыми побегами;
- плоды 15-17 см, гладкого типа, небольшой ребристостью, темно-зеленого цвета;
- в каждом узле развивается по 2-3 плода.

Оптимальная густота посадки – 2,5 раст./ m^2 .

Устойчивость. HR: Px / IR: Pcu, Foc, ZYMV

По ранней урожайности короткоплодные гибриды F_1 1600/16 (3,90 кг/ m^2), F_1 1995/16 (3,93 кг/ m^2) не уступали стандарту F_1 Бэби мини (3,75 кг/ m^2). По урожайности за весь период плодоношения данные гибриды превысили уровень стандарта на 5-28%. Особо отличился по данному показателю F_1 1995/16 (9,88 кг/ m^2) в сравнении с St F_1 Бэби мини (7,75 кг/ m^2), в том числе и остальными гибридами. Общая урожайность у гибрида F_1 1600/16 составила 8,13 кг/ m^2 . У гибридов F_1 3675/15 и F_1 3555/15 плоды длиннее (16-17 см и 15-16 см, соответственно), чем у рассматриваемых ранее гибридов (10-12 см). Поэтому сравнительная характеристика данных образцов была проведена на фоне St F_1 Мелен. За первый месяц плодоношения урожайность гибрида F_1 3555/15 составила (3,35 кг/ m^2), что на 8% меньше, чем у стандартного гибрида (3,63 кг/ m^2). А по урожайности за весь период плодоношения культуры гибрид F_1 3555/15 (8,33 кг/ m^2) был на уровне стандарта (8,0 кг/ m^2). Урожайность гибрида F_1 3675/15 (3,60 кг/ m^2) за первый месяц плодоношения находилась на уровне стандарта F_1 Мелен (3,63 кг/ m^2). За весь период плодоношения культуры данный показатель у гибрида F_1 3675/15 на 5% был ниже стандарта (7,63 кг/ m^2 и 8,0 кг/ m^2 , соответственно).

Особенности поддержания созданных линий. В селекции важно не только создать гетерозисный партенокарпический гибрид F_1 огурца, но и разработать элементы технологии его семеноводства и, в первую очередь, поддержания родительских форм. Для размножения линий чисто женского типа цветения важно, чтобы на ней могли образовываться

под действием стимуляторов (азотнокислосое серебро, гиббереллин) достаточное количество мужских цветков для опыления.

Исследования показали, что все новые линии очень хорошо отзывались на обработку фитогормонами пола. В нашей работе применяли трехкратную обработку растений в фазе двух-трех настоящих листьев гиббереллином и нитратом серебра. Чтобы не вызывать ожоги и угнетение роста растений обработку растворами проводили поочередно: один день гиббереллином (концентрация вещества 0,1%), через трое суток – нитратом серебра (концентрация вещества 0,001%) и так повторяли 3 раза. Установлено, что шесть-восемь таких обработок достаточно, чтобы образовалось достаточное количество мужских цветков на отцовских компонентах для опыления материнских растений. Гибридизацию начинали через три недели после первой обработки растений. На тот момент на растениях уже имелись мужские цветки.

На растениях линии L270 после проведения обработок образуются многочисленные пучки из мелких мужских цветков. Соотношение отцовских и материнских растений для размножения L270 можно брать 1:5, что существенно экономит площадь под размножение данной линии за счет посадки меньшего количества растений отцовской формы, в результате снижается себестоимость ее семеноводства.

В результате обработок фитогормонами пола у растений линий L226, L254 и L267 образуется достаточное количество крупных мужских цветков в букетах и одиночно расположенных. Только в отличие от L270, у этих линий при организации семеноводства оптимальным является посадка отцовских и женских компонентов 1:3 или 1:4.

Заключение

Таким образом, благодаря использованию методов молекулярного маркирования, из гибридного коллекционного материала с использованием инцута и парных скрещиваний, индивидуальных отборов был получен новый линейный материал огурца. При этом в качестве генетической основы создания линий огурца в селекционный процесс, на наш взгляд, перспективно включать гетерозисные гибриды различного географического происхождения с разной длиной плода и проводить их предварительное скрещивание (рис. 3). Ввиду сложного взаимодействия аллелей генов, определяющих

размеры плода, в расщепляющихся гибридных популяциях после инцухтирования появляются формы с различной длиной плодов при слабом доминировании мелкоплодности. В данном случае были получены L226, L254, L267 – короткоплодные линии, устойчивые к *Pm* и *ZYMV*. А в I_{6-8} были выделены перспективные линии с длиной плода 16-18 см.

Следует отметить и эффективный способ получения линейного материала из расщепляющихся потомств от инцухтирования растений гибридной популяции, исходно обладающей комплексом необходимых признаков (рис. 2). Таким способом была получена в F_6 -поколении короткоплод-

ная линия L270, устойчивая к *Pm*. В результате напряженного отбора с использованием двух культурооборотной схемы выращивания селекционного материала (зимне-весенний и летне-осенний) в среднем за пять-семь оборотов удалось выделить короткоплодные партенокарпические семьи с женским типом цветения, генетическим отсутствием горечи, устойчивостью к заболеваниям и высокой комбинационной способностью по продуктивности. Два полученных гибрида с их участием F_1 Министар и F_1 Промини в 2020 году были внесены в Государственный реестр селекционных достижений на территории РФ.

Об авторах:

Нина Николаевна Хомченко – аспирант, научный сотрудник, автор для переписки, nina.khomchenko1001@yandex.ru
Валерий Николаевич Шевкунов – кандидат с.-х. наук, vshevkunov@mail.ru
Валерий Николаевич Муляр – аспирант, научный сотрудник, mulyarvalerii@mail.ru
Иван Сергеевич Плужник – аспирант, научный сотрудник, Plu.IVAN@mail.ru
Алексей Викторович Курепин – научный сотрудник, kuralek@mail.ru

About the authors:

Nina N. Khomchenko – Graduate Student, Researcher, Correspondence Author, nina.khomchenko1001@yandex.ru
Valery N. Shevkunov – Cand. Sci. (Agriculture), vshevkunov@mail.ru
Valery N. Mulyar – Graduate Student, Researcher, mulyarvalerii@mail.ru
Ivan S. Pluzhnik – Graduate Student, Researcher, Plu.IVAN@mail.ru
Alexey V. Kurepin – Researcher, kuralek@mail.ru

• Литература

1. Домблides Е.А., Шмыкова Н.А., Белов С.Н., Коротцева И.Б., Солдатенко А.В. Получение ДН-растений огурца (*Cucumis sativus* L.) в культуре неопыленных семян *in vitro*. *Овощи России*. 2019;(6):3-9. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-3-9>
2. Коротцева И.Б., Белов С.Н. Оценка рассады огурца на устойчивость к полеганию по длине подсемядольного колена. *Овощи России*. 2020;(5):16-21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-16-21>
3. Alsadon A. et al. The effects of plastic greenhouse covering on cucumber (*Cucumis sativus* L.) growth. *Ecological Engineering*. 2016;(87):305-312. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.12.005>
4. Карпукхин М.Ю., Юрина А.В., Кривобоков В.И. Селекция, семеноводство и технология выращивания огурца (*Cucumis sativus* L.) в условиях малообъемной гидропоники в защищенном грунте. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2019. 50 с.
5. Гребнева Ю.Р. Гибриды огурца в условиях защищенного грунта осенне-зимнего оборота. *Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции*. 2018. С.279-282.
6. Che G., Zhang X. Molecular basis of cucumber fruit domestication. *Current Opinion in Plant Biology*. 2019;(47):38-46. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2018.08.006>
7. Козарь Е.Г., Ветрова С.А., Енгальчева И.А., Федорова М.И. Оценка устойчивости селекционного материала свеклы столовой к церкоспорозу на фоне эпифитотии в условиях защищенного грунта Московской области. *Овощи России*. 2019;(6):124-132. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-124-132>
8. Козловская Е.А., Пышная О.Н., Мамедов М.И., Джос Е.А., Митрофанова О.А. Внутрисортное скрещивание как метод повышения адаптивного потенциала исходного материала. *Овощи России*. 2017;(5):18-20. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-18-20>
9. Есаулко Н.А., Романенко Е.С. Сравнительная оценка гибридов огурца в условиях защищенного грунта. *Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции*. 2017. С.798-801. eLIBRARY ID: 28954143
10. Шуляк Е.А., Гороховский В.Ф. Селекция партенокарпических гибридов огурца на качество зеленца. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016;5(57):37-43.
11. Ene C.O. et al. Studies of phenotypic and genotypic variation in sixteen cucumber genotypes. *Chilean journal of agricultural research*. 2016;76(3):307-313. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392016000300007>
12. Ли Янь Хуа. Селекционно-генетическая оценка количественных признаков огурца. Автореф. Дис. канд. с.-х. наук. Санкт-Петербург, 1996. 16 с.
13. Wang Y. et al. Staygreen, stay healthy: a loss-of-susceptibility mutation in the staygreen gene provides durable, broad-spectrum disease resistances for over 50 years of US cucumber production. *New Phytologist*. 2019;221(1):415-430. <https://doi.org/10.1111/nph.15353>
14. Тараканов Г.И. Селекция овощных культур на повышение продуктивности. Селекция продуктивных сортов. М., 1986. С.43-62.
15. Методические указания по проведению сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: «Агропромиздат», 1979. 35 с.
16. Методические указания по селекции и семеноводству гетерозисных гибридов огурца. 1985.
17. Хомченко Н.Н., Шевкунов В.Н. Современный сортимент огурца с гладким типом плода как исходный материал для селекции. *Овощи России*. 2020;(3):10-20. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-10-20>
18. Хомченко Н.Н., Будылин М.В., Гавриш С.Ф. Оценка родительских линий огурца и гибридов F_1 на устойчивость к болезням при помощи маркер-опосредованной селекции на платформе ПЦР в реальном времени. *Труды Кубан. гос. аграр. ун-та*. 2018;3(72):63-368. DOI: 10.21515/1999-1703-72-363-368
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта, М.: «Колос», 1985. 423 стр.
20. reestr.gossortrf.ru

• References

1. Domblides E.A., Shmykova N.A., Belov S.N., Korotseva I.B., Soldatenko A.V. DH-plant production in culture of unipollinated ovules of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2019;(6):3-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-3-9>
2. Korotseva I.B., Belov S.N. Studying the length of the hypocotyl of cucumber seedlings. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(5):16-21. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-16-21>
3. Alsadon A. et al. The effects of plastic greenhouse covering on cucumber (*Cucumis sativus* L.) growth. *Ecological Engineering*. 2016;(87):305-312. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.12.005>
4. Karpukhin M.Yu., Yurina A.V., Krivobokov V.I. Breeding, seed production and cultivation technology of cucumber (*Cucumis sativus* L.) in low-volume hydroponics in protected ground. 2019. Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2019. 50 p. (In Russ.)
5. Grebneva Yu.R. Cucumber hybrids in the protected ground of autumn-winter turnover. *Modern aspects of production and processing of agricultural products*. 2018. P.279-282. (In Russ.)
6. Che G., Zhang X. Molecular basis of cucumber fruit domestication. *Current Opinion in Plant Biology*. 2019;(47):38-46. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2018.08.006>
7. Kozar E.G., Vetrova S.A., Engalycheva I.A., Fedorova M.I. Evaluation of the resistance of the breeding material beetroot to Cercospora amid epiphytomy in greenhouses the Moscow region. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(6):124-132. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-124-132>
8. Kozlovskaya E.A., Pyshnaya O.N., Mamedov M.I., Djos 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>
9. Esaulko N.A., Romanenko E.S. Comparative evaluation of cucumber hybrids in protected ground conditions. *Modern aspects of production and processing of agricultural products*. 2017. P.798-801. (In Russ.)
10. Shulyak E.A., Gorokhovskii V.F. Selection of parthenocarpic cucumber hybrids concerning the quality of cucumber buttons. *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2016;5(57):37-43. (In Russ.)
11. Ene C.O. et al. Studies of phenotypic and genotypic variation in sixteen cucumber genotypes. *Chilean journal of agricultural research*. 2016;76(3):307-313. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392016000300007>
12. Lee Yan Hua. Breeding and genetic assessment of quantitative characteristics of cucumber. St. Petersburg, 1996. 16 p. (In Russ.)
13. Wang Y. et al. Staygreen, stay healthy: a loss-of-susceptibility mutation in the staygreen gene provides durable, broad-spectrum disease resistances for over 50 years of US cucumber production. *New Phytologist*. 2019;221(1):415-430. <https://doi.org/10.1111/nph.15353>
14. Tarakanov G.I. Selection of vegetable crops to increase productivity / Sat. "Breeding of productive varieties". M., 1986. P.43-62. (In Russ.)
15. Guidelines for conducting variety testing of agricultural crops. Moscow: Agropromizdat, 1979. 35 p. (In Russ.)
16. Guidelines for breeding and seed production of heterotic cucumber hybrids. 1985. (In Russ.)
17. Khomchenko N.N., Shevkunov V.N. Modern cucumber sortiment with a smooth type of fruit as an original material for selection. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(3):10-20. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-10-20>
18. Khomchenko N.N., Budylin M.V., Gavrish S.F. Evaluation of parent lines and F_1 hybrids of cucumber for diseases resistance by marker-assisted selection on the real-time PCR platform. *Trudy Kubanskogo GAU*. 2018;3(72):63-368. (In Russ.) DOI: 10.21515/1999-1703-72-363-368
19. Dospekhov B.A. Methods of field experience, M.: "Kolos", 1985. 423 p. (In Russ.)
20. reestr.gossortrf.ru (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-33-38>
УДК 635.492:631.531:57.087.1

А.Ф. Бухаров¹, В.А. Харченко²,
Н.А. Еремина¹

¹ 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

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

***Автор для переписки:**

kharchenkoviktor777@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Бухаров А.Ф., Харченко В.А., Еремина Н.А. Специфика проявления морфометрических параметров семян в сортовых популяциях фенхеля овощного (*Foeniculum vulgare ssp. vulgare* (Miller) Thell.). Овощи России. 2022;(1):33-38. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-33-38>

Поступила в редакцию: 24.01.2022

Принята к печати: 09.02.2022

Опубликована: 25.02.2022

Aleksandr F. Bukharov¹, Victor A. Kharchenko²,
Nadezhda A. Eremina¹

¹ 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

² Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Selektsionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russian Federation

***Correspondence Author:**

kharchenkoviktor777@gmail.com

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

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Bukharov A.F., Kharchenko V.A., Eremina N.A. The specifics of the manifestation of morphometric parameters of seeds in varietal populations of vegetable fennel (*Foeniculum vulgare ssp. vulgare* (Miller) Thell.). Vegetable crops of Russia. 2022;(1):33-38. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-33-38>

Received: 24.01.2022

Accepted for publication: 09.02.2022

Published: 25.02.2022

Специфика проявления морфометрических параметров семян в сортовых популяциях фенхеля овощного (*Foeniculum vulgare ssp. vulgare* (Miller) Thell.)

**Резюме**

Изучено семь образцов фенхеля овощного селекции ФГБНУ ФНЦО, у которых выявлены существенные различия по степени выраженности основных морфологических параметров (длина семени, эндосперма и зародыша). Анализировали последовательно длину каждого семени, эндосперма (на продольном разрезе) и зародыша (после выделения). Рассчитывали индексы $I_{э/с}$, $I_{з/с}$ как соответствующие отношения длины семени, эндосперма и зародыша.

Результаты. Группа образцов фенхеля овощного показала существенные различия по длине семени, эндосперма и зародыша и их соотношений. Сорт Удалец, использованный в качестве стандарта, имел длину семени $6,85 \pm 0,164$ мм, длину эндосперма $5,30 \pm 0,118$ мм и длину зародыша $2,35 \pm 0,093$ мм. Популяция №17 ФНЦО и сорт Корвет селекции ВНИИО и коллекционный образец вр. 161 местной популяции из Индии существенно (на 18,5 и 17,5%) превышали среднее значение стандарта по длине семени при 1% уровне значимости, а минимальное значение параметра ($5,65 \pm 0,109$) отмечено в популяции №10 ФНЦО. Минимальное значение длины эндосперма отмечено у образцов №10 ($4,16 \pm 0,094$) и №11 ($5,11 \pm 0,167$), что на 21,5 и 4,5% ниже стандарта. Наиболее крупным эндоспермом обладали семена сорта Корвет ($6,18 \pm 0,169$ мм) и образца №17 ФНЦО ($6,09 \pm 0,158$ мм), что на 16,6 и 14,9% превышает стандарт. Остальные образцы превышали стандарт по этому показателю, но в меньшей степени. Длина зародыша только у сорта Корвет ($2,38 \pm 0,097$ мм) была на уровне стандарта, и даже незначительно превышала его. У остальных образцов этот показатель существенно ниже стандарта. В зависимости от образца коэффициент вариации показателей изменялся для длины зародыша (17,7–32,8%), длины эндосперма (9,6–12,2 %) и длины семени (8,6–12,8%). Тесная связь отмечена только между длиной семени и длиной эндосперма, коэффициент корреляции изменялся от 0,595 (№ 11 ФНЦО) до 0,837 (Удалец St). Все значения коэффициента корреляции имели положительное значение. Согласно значению индекса $I_{э/з}$ ко второму классу (0,20–0,29) отнесены семена образцов №15 ФНЦО и вр. 161 Индия. Семена образцов №17, №10 и сорта Корвет, имеющие индекс от 0,30 до 0,39, отнесены к третьему классу. К четвертому классу отнесены семена сорта Удалец (St) и селекционного образца №11 ФНЦО.

Ключевые слова: фенхель, сорта, семя, эндосперм, зародыш, морфометрия

The specifics of the manifestation of morphometric parameters of seeds in varietal populations of vegetable fennel (*Foeniculum vulgare ssp. vulgare* (Miller) Thell.)

Abstract

Seven accessions of vegetable fennel selection of the Federal Scientific Vegetable Center for Ecology were studied, in which significant differences were found in the degree of expression of the main morphological parameters (the length of the seed, endosperm and embryo). The length of each seed, endosperm (on a longitudinal section), and embryo (after isolation) were analyzed sequentially. The experiment was repeated four times, in each repetition at least 30 seeds. The indices $I_{э/с}$, $I_{з/с}$ were calculated as the corresponding ratios of the length of the seed, endosperm, and embryo.

Results. A group of vegetable fennel samples showed significant differences in the length of the seed, endosperm and embryo and their ratios. The variety Udalets used as a standard had a seed length of 6.85 ± 0.164 mm, an endosperm length of 5.30 ± 0.118 mm, and an embryo length of 2.35 ± 0.093 mm. Population No. 17 of the FSVC and variety Corvete of the VNIIO selection and collection sample vr. 161 local populations from India significantly (by 18.5 and 17.5%) exceeded the average value of the standard for seed length at a 1% significance level, and the minimum value of the parameter (5.65 ± 0.109) was noted in population No. 10 of the FSVC. The minimum endosperm length was noted in samples No. 10 (4.16 ± 0.094) and No. 11 (5.11 ± 0.167), which is 21.5 and 4.5% lower than the standard. The largest endosperm was possessed by the seeds of the Korvet variety (6.18 ± 0.169 mm) and sample No. 17 of the FSVC (6.09 ± 0.158 mm), which exceeds the standard by 16.6 and 14.9%. The remaining samples exceeded the standard in this indicator, but to a lesser extent. The length of the embryo only in the Corvete variety (2.38 ± 0.097 mm) was at the level of the standard, and even slightly exceeded it. For the rest of the specimens, this indicator varied from 1.44 ± 0.065 mm for No. 10 to 2.25 ± 0.165 mm for No. 10, which is significantly 4.2–38.7 below the standard. Depending on the sample, the coefficient of variation of indicators changed for the length of the embryo (17.7–32.8%), the length of the endosperm (9.6–12.2%) and the length of the seed (8.6–12.8%). A close relationship was noted only between the length of the seed and the length of the endosperm, the correlation coefficient varied from 0.595 (No. 11 FSVC) to 0.837 (Udalets St). All values of the correlation coefficient had a positive value. According to the value of the $I_{э/з}$ index, the seeds of accessions No. 15 of the FSVC and vr. 161 India. Seeds of accessions No. 17, No. 10 and varieties Corvete with an index from 0.30 to 0.39 are assigned to the third class. The fourth class includes seeds of the variety Udalets (St) and selection sample No. 11 of the FSVC.

Keywords: fennel, varieties, seed, endosperm, germ, morphometric parameters

Введение

Недоразвитие зародыша – типичное явление, широко распространенное среди представителей семейства зонтичные (*Umbelliferae Moris.*) [1-5]. Наличие недоразвитого зародыша определяет склонность семян к замедленному прорастанию и предрасположенность впасть в состояние покоя под влиянием высокой температуры, аллелопатического и других факторов [6-11]. Учитывая, что степень дифференциации зародыша в зрелых семенах может варьировать в широких пределах, бывает достаточно сложно вырастить семена с высокими посевными качествами [9,12-15]. Известна недолговечность и быстрое снижение посевных качеств, в процессе хранения и после предпосевной подготовки семян зонтичных культур [16,17,18].

Морфологические параметры семян овощных зонтичных культур подвержены значительной вариабельности под влиянием внешних факторов, в том числе экологических, погоднo-климатических, почвенных условий, обеспеченности элементами минерального питания, своевременности и качества выполнения агротехнических операций [12-14,19,20].

Наличие в пределах одного растения семян, резко отличающихся по массе и линейным размерам, морфологии внешнего и внутреннего строения широко распространено у культивируемых и дикорастущих видов семейства зонтичные (*Umbelliferae Moris.*) [21-25]. Неоднородность семян овощных сельдерейных культур в значительной степени может быть следствием особенностей строения семенников, положения цветков и плодов в пределах растения и соцветия [16,17,18, 20, 26-28].

Морфологические параметры органов плодов зонтичных культур изменяются от степени зрелости, сроков и способов уборки, а также воздействия машин и оборудования в процессе уборки, сушки, сортировки семян. Морфологические параметры и, прежде всего, абсолютные и относительные размеры зародыша существенно влияют на динамику прорастания семян овощных зонтичных культур, особенно при экстремальных температурах [29-31]. Сочетание всех этих и других факторов в комплексе может приводить к существенному запаздыванию всходов и снижению их дружности, особенно в неблагоприятных почвенных и климатических условиях.

Еще более широкие пределы изменчивости семян по комплексу признаков, в том числе морфометрии, посевным качествам и характеру прорастания отмечены в пределах сортовых популяций [32-35]. Выявлено, что линейные размеры морфологические элементов плодов у различных сортов могут существенно отличаться [8]. Показано что вклад сотового фактора в вариабельность этих показателей может превышать 48 %, в то время как внешние причины обеспечивают до 39 % изменчивости [36].

Учитывая, что внутренние морфологические параметры семян (прежде всего зародыша) зонтичных культур, будучи эволюционно закрепленными признаками, могут оказывать существенное влияние на посевные качества, исследования в этом направлении представляют большой практический интерес.

Поэтому, целью настоящей работы было изучение различных образцов фенхеля овощного по длине основных внутренних морфологических элементов семян.

Материал и методы

Объектом исследований служили семена районированных сортов и селекционных образцов фенхеля овощного, созданных в ФНЦО.

Длину семени и эндосперма измеряли с помощью штангенциркуля (ГОСТ 166-89). Длину зародыша определяли на микроскопе Levenhuk 670T и видеоокуляра DCM 300 MD (Microscope Digital, Китай) при увеличении $\times 40$ с использованием программы Scope Photo (Image Software V. 3.1.386).

Семена предварительно замачивали в 14% водном растворе гипохлорита натрия в течение 1 часа, затем промывали в проточной воде и выкладывали на влажную фильтровальную бумагу. У каждого семени последовательно измеряли его длину, длину эндосперма (на продольном разрезе) и длину зародыша (после выделения). Повторность опыта четырехкратная, в каждой повторности не менее 30 семян.

Индексы $I_{\text{з/с}}$, $I_{\text{з/з}}$, $I_{\text{з/с}}$ рассчитывали, как соответствующие отношения длины семени, эндосперма и зародыша.

В качестве стандарта использован сорт Удалец. Различия между значениями параметров изученных образцов считали статистически значимыми при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований и обсуждение

Фенхель овощной (итальянский, сладкий) (*Foeniculum vulgare ssp. vulgare (Miller) Thell.*) типичный представитель семейства Сельдерейные (Apiaceae). Растение многолетнее, но в культуре возделывают как однолетнее или двулетнее. Стебель прямостоячий, полый, округлый или слабобористый, сильноразветвленный. Листья многократно перисто-рассеченные на длинные нитевидные дольки. Мелкие цветки желтоватого цвета собраны в сложный зонтик, состоящий из 11-27 простых зонтиков, несущих 10-25 цветков. Растение перекрестноопыляемое. Плод – двусемянка. По внешнему виду фенхель похож на укроп, а по вкусу и аромату напоминает анис. Фенхель богат аскорбиновой кислотой, каротином, эфирными маслами. В пищу употребляет все части растения: прежде всего «кочанчики» (утолщения, образованные основаниями черешков листьев), листья, стебли, корни, плоды. Плоды фенхеля содержат от 3,5 до 6 % эфирного масла, преимущественно состоящего из анетолы. Эфирное масло широко используется в фармацевтической, пищевой и мыловаренной промышленности. Кроме того фенхель прекрасный медонос [37-39].

В Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) создано два сорта фенхеля овощного [40].

Сорт Удалец – высокоурожайный, среднеспелый сорт. От всходов до образования «кочанчиков» 75-80 суток. Растения мощные, высотой 50-60 см, хорошо облиственные. Листья крупные, ароматные. «Кочанчики» массой 115-120 г. На зелень листья убирают до начала цветения. Зелень и «кочанчики» используется в свежем и переработанном виде в кулинарии. Плоды широко применяются в народной медицине. Посев семян непосредственно в открытый грунт в мае. Чтобы ускорить появление всходов, семена перед посевом замачивают на сутки в воде, периодически ее меняя. Затем их слегка подсушивают до сыпучего состояния и высевают рядовым способом на глубину 1,5-2 см, с шагом между рядками 30 см. Светолюбив, теплолюбив, хороший урожай формирует на плодородных почвах и высоком агрофоне [41].

Сорт Корвет – включен в Государственный реестр по Российской Федерации в 2005 году для садово-огородных участков, приусадебных и мелких фермерских хозяйств. Рекомендуется для использования зелени в свежем и сушеном виде в качестве пряно-вкусовой добавки к супам, мясным блюдам и овощам. «Кочанчики» и корни отваривают или употребляют в сыром виде как салат. Период от полных всходов до начала технической спелости (образование «кочанчика») 115-127 суток. Растение высотой 50-60 см, ветвистое. Розетка листьев полуприподнятая. Лист среднего размера, трижды-четыреждыперисто-рассеченный, темно-зеленый, «кочанчики» беловатого цвета, эллиптической формы, плотный, массой 250-380 г. Урожайность зелени 1,2 кг/м², «кочанчиков» 1,3-2,7 кг/м². Сорт овощного фенхеля Корвет рекомендуется выращивать рассадным способом. Посев осуществлять в последней декаде марта в горшочки или кассеты. Оптимальная густота стояния 5-7 растений на 1 м² при схеме посадки 70 х (25-30) см. Назначение сорта – потребление в свежем, переработанном, консервированном виде, в качестве приправы [42].

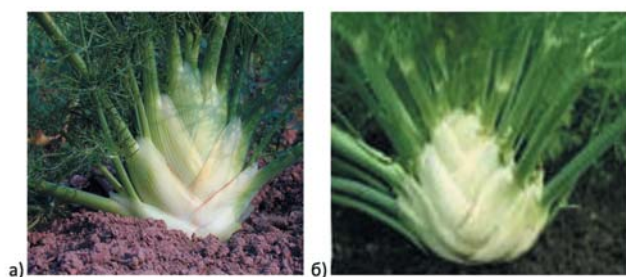


Рис. 1. Фенхель овощной сорт Удалец (а), сорт Корвет (б)
Fig. 1. Fennel vegetable variety Udalets (a), variety Korvet (b)

Группа образцов фенхеля овощного показала существенные различия по длине семени, эндосперма и зародыша и их соотношений. Сорт Удалец, использованный в качестве стандарта, имел длину семени 6,85±0,164 мм, длину эндосперма 5,30±0,118 мм и длину зародыша 2,35±0,093 мм. Два селекционных образца (№11 и №10) в той или иной степени уступали ему по длине семени на 9,1 и 17,5% соответственно. Коллекционный образец К вр 161 из Индии и селекционная популяция №15 ФНЦО превышали стандарт по этому показателю на 1,2-8,5%. Максимальная длина семени отмечена у сорта Корвет (8,12±0,232 мм) и образца №17 ФНЦО (8,05±0,209 мм), что на 18,5 и 17,5% превышает стандарт (табл. 1)

Почти синхронно изменялась длина эндосперма у изученных образцов. Минимальное значение этого показателя отмечено у образцов №10 (4,16±0,094) и №11 (5,11±0,167), что на 21,5 и 4,5% ниже стандарта. Наиболее крупным зародышем обладали семена сорта Корвет (6,18±0,169 мм) и образца №17 ФНЦО (6,09±0,158 мм), что на 16,6 и 14,9% превышает стандарт. Остальные образцы превышали стандарт по этому показателю, но в меньшей степени.

Практический интерес представляет значение длины зародыша, поскольку его недоразвитие в значительной степени определяет динамику прорастания семян, и в конечном счете, их посевные качества [18]. В процессе прорастания зародыш зонтичных культур, длительное время (в зависимости от температурных условий) растет и развивается внутри семени прежде, чем выдвинется за пределы семенной оболочки [14]. Длина зародыша только у сорта Корвет (2,38±0,097 мм) была на уровне стандарта, и даже незначительно превышала его. У остальных образцов этот показатель изменялся от 1,44±0,065 мм у №10 до 2,25±0,165 мм у №10, что существенно на 4,2-38,7 ниже стандарта.

Средние значения коэффициента вариации (V) для линейных размеров семени изменялись от 8,63% (№10 ФНЦО) до 12,8% (Корвет ВНИИО), а для эндосперма от 7,72% (№11 ФНЦО) до 12,2% (Корвет ВНИИО). Средние значения коэффициента вариации (V) длины зародыша изменялись в более широких пределах от 17,7% (Удалец ФНЦО St) до 32,8% (№11 ФНЦО).

Значение индекса $I_{3/2}$, который характеризует длину зародыша относительно эндосперма, изменялось от 0,275 (вр. 161 Индия) до 0,442 (Удалец (St)). (табл. 2). Значение индекса $I_{3/2}$, определяющего отношение длины зародыша к длине семени, находилось в пределах от 0,218 (вр. 161 Индия) до 0,361 (№11 ФНЦО). Индекс $I_{Э/С}$, характеризующий отношение длины эндосперма к длине семени (плоду), изменялся в незначительных пределах от 0,736 (№10 ФНЦО) до 0,820 (№11 ФНЦО).

Согласно ранее разработанной методике [43] и позднее сделанных к ней дополнений [35,44] предложена градация семян по индексу $I_{3/2}$ характеризует относительную длину зародыша. Ко второму классу следует относить семена, имеющие $I_{3/2}$ от 0,10 до 0,19. К третьему классу относят семена с индексом $I_{3/2}$ от 0,20 до 0,29. Семена четвертого класса имеют индекс $I_{3/2}$ в пределах 0,30-0,39. Для семян пятого класса индекс $I_{3/2}$ изменяется в пределах 0,40-0,49, а для семян шестого класса – от 0,50 до

Таблица 1. Сортоспецифика основных линейных параметров семян
Table 1. Varietal specifics of the main linear parameters of seeds

Название и происхождение образца	Длина семени, мм		Длина эндосперма, мм		Длина зародыша, мм	
	ХСР ±SXср	V, %	ХСР ±SXср	V, %	ХСР ±SXср	V, %
1 № 17 ФНЦО	8,05±0,209	11,6	6,09±0,158	11,6	1,96±0,131	29,8
2 № 15 ФНЦО	6,93±0,166	10,7	5,68±0,120	9,44	1,58±0,101	28,7
3 № 11 ФНЦО	6,23±0,167	12,0	5,11±0,167	7,72	2,25±0,165	32,8
4 Удалец ФНЦО (St)	6,85±0,164	10,7	5,30±0,118	9,97	2,35±0,093	17,7
5 № 10 ФНЦО	5,65±0,109	8,63	4,16±0,094	10,1	1,44±0,065	20,3
6 вр. 161 Индия	7,43±0,198	11,9	5,89±0,126	9,6	1,62±0,089	24,6
7 Корвет ВНИИО	8,12±0,232	12,8	6,18±0,169	12,2	2,38±0,097	18,2

*различия существенны при 5% уровне значимости

**различия существенны при 1% уровне значимости

0,59. Если отношение длины зародыша к длине эндосперма от 0,60 до 0,69, то семена относят к седьмому классу и т.д.

Это позволило разделить изученные сорта на три группы по значению индекса $I_{3/3}$. К третьему классу (0,20-0,29) отнесены семена образцов №15 ФНЦО и вр. 161 Индия. Семена образцов №17, №10 и сорта Корвет, имеющие индекс от 0,30 до 0,39, отнесены к четвертому классу. К пятому классу отнесены семена сорта Удалец (St) и селекционного образца № 11 ФНЦО, индекс $I_{3/3}$ которых превышает уровень 0,40. Самый крупный зародыш в физическом выражении ($2,38 \pm 0.097$) имеет сорт Корвет, однако он явно уступает стандарту по относительному размеру ($I_{3/3}=0,385$) на 12,9%.

Таблица 2. Значение индексов $I_{3/3}$, $I_{3/с}$, $I_{3/э}$ семян различных образцов фенхеля

Table 2. The specifics of the manifestation of morphometric parameters of seeds in varietal populations of vegetable fennel

Название и происхождение образца	$I_{3/с}$	$I_{3/э}$	$I_{3/3}$
1 № 17 ФНЦО	0,756	0,244	0,332
2 № 15 ФНЦО	0,819	0,228	0,279
3 № 11 ФНЦО	0,820	0,361	0,441
4 Удалец (St)	0,774	0,343	0,442
5 № 10 ФНЦО	0,736	0,254	0,346
6 вр. 161 Индия	0,793	0,218	0,275
7 Корвет ВНИИО	0,761	0,293	0,385

Корреляционный анализ показал, что тесная связь отмечена только между длиной семени и длиной эндосперма (табл. 3). Коэффициент корреляции (r) между этими показателями изменялся от 0,595 (№11 ФНЦО) до 0,837 (Удалец St). Значение коэффициента корреляции между линейными размерами семени и зародыша находилось в пределах от 0,148 у образца №17 ФНЦО, до 0,520 у образца №15 ФНЦО. Коэффициент корреляции между длиной эндосперма и длиной зародыша изменялся соответственно от 0,052 (№10 ФНЦО) до 0,480 (№17 ФНЦО). Следует отметить, что все значения коэффициента корреляции имели положительное значение. У хорошо выполненных семян высокие значения коэффициентов корреляции между эндоспермом и семенем вполне закономерны. Низкие значения коэффициентов корреляции между этими параметрами и длиной зародыша свидетельствует об относительной независимости его развития.

Для практического семеноводства важны причины, вызывающие различную степень проявления линейных размеров внутренних элементов семени. Выделяют несколько основных факторов, вызывающих разнокачественность семян, в том числе: матрикальные, связанные с различием местонахождения семени на материнском растении и обеспеченности его питанием [28], экологические, которые проявляются в результате взаимодействия растения и семени с условиями внешней среды [45]. В

Таблица 3. Коэффициенты корреляции (r) основных параметров семян

Table 3. Correlation coefficients (r) of the main parameters of seeds

Название и происхождение образца	Семя - эндосперм	Семя - зародыш	Эндосперм - зародыш
1 № 17 ФНЦО	0,713	0,148	0,480
2 № 15 ФНЦО	0,679	0,520	0,450
3 № 11 ФНЦО	0,595	0,235	0,101
4 Удалец (St)	0,837	0,158	0,425
5 № 10 ФНЦО	0,666	0,188	0,052
6 вр. 161 Индия	0,821	0,265	0,122
7 Корвет ВНИИО	0,794	0,292	0,158

качестве самостоятельных выделяют агротехнические (сроки посева, густота стояния, схемы расположения растений, уровень минерального питания, орошение, другие технологические приемы и операции) факторы [46]. Перечисленные факторы, как правило, вызывают наследуемые (модификационные) изменения. Они представляют интерес для семеноводства. Их следует учитывать при выборе эколого-географических условий для размещения семеноводческих посевов, разработке технологических приемов, оптимизации густоты стояния семян растений. Особое значение имеют генетические факторы, использование которых обеспечивает селекционное совершенствование морфологических, физиологических, биохимических и других признаков семян. Целенаправленный отбор в этом направлении проводился очень редко и только в отношении культур, у которых смена являются товарными органами, следовательно, задача улучшения семян селекционными методами может стать весьма актуальной.

Закключение

У группы образцов фенхеля выявлены существенные различия по степени проявления основных морфометрических параметров семян, в том числе длине семени, эндосперма и зародыша. Наибольший интерес представляет сорта Удалец и Корвет селекции ФНЦО, которые стабильно превышали средний уровень по сочетанию всех трех показателей. Изучены коэффициенты корреляции между этими параметрами, которые свидетельствуют о возможности рассматривать их в качестве селекционно-значимых признаков. Используя методику градации и сравнительного анализа индекса $I_{3/3}$ (величины зародыша относительно эндосперма) выделено три группы сортов по этому показателю. Максимальное значение индекса $I_{3/3}$ отмечено у сорта Удалец (0,442) и селекционного образца №11 (0,441), которые по этому показателю отнесены к пятому классу. Сорт Корвет, имея самый крупный зародыш в физическом выражении ($2,38 \pm 0.097$), явно уступает стандарту по относительному размеру ($I_{3/3}=0,385$) на 12,9%. Повидимому последний показатель будет более предпочтителен при сравнении и отборе.

Об авторах:

Александр Федорович Бухаров – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, <https://orcid.org/0000-0002-3130-8038>, afb56@mail.ru

Виктор Александрович Харченко – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции и семеноводства зеленых, пряно-вкусовых и цветочных культур, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>, автор для переписки, kharchenkoviktor777@gmail.com

Надежда Александровна Еремина – мл. научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-3277-5794>

About the authors:

Aleksandr F. Bukharov – Doc. Sci. (Agriculture), Head of the laboratory of seed production and seed research, <https://orcid.org/0000-0002-3130-8038>, afb56@mail.ru

Viktor A. Kharchenko – Cand. Sci. (Agriculture), Head of laboratory selection and seed of green, spicy-flavoring and flower crops, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>, Correspondence Author, kharchenkoviktor777@gmail.com

Nadezhda A. Eremina – Jr. Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-3277-5794>

• Литература

- Ткаченко Н.М., Ткаченко Ф.А. Семена овощных и бахчевых культур. М.: Колос, 1977. 192 с.
- Cao J., Lv X.Y., Chen L., Xing J.J., Lan H.Y. Effects of salinity on the growth, physiology and relevant gene expression of an annual halophyte grown from heteromorphic seeds. *AoB Plants*, 2015;7:plv112. doi.org/10.1093/aobpla/plv112
- Грушвицкий И.В. Роль недоразвития зародыша в эволюции цветковых растений. М.-Л.: Издательство АН СССР. 1961. 47 с.
- Bianco V.V., Damato G., DeFilippis R. Umbel position on the mother plant: "seed" yield and quality of seven cultivars of Florence fennel. *Acta Horticulturae*. 1994;(362):51–58. (doi.org/10.17660/actahortic.1994.362.5)
- Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И., Бухарова А.Р. Изменчивость, корреляция и факторы формирования морфологических параметров семян укропа. *Овощи России*. 2017;(5):37–41. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-37-41>
- Tongshun W., Hongling W., Lei W., Baoping S. Germination of heteromorphic seeds of *Atriplex aucheri* and its hormonal explanation. *Vegetos - An International Journal of Plant Research*, 2014;(27):103-107 (doi:10.5958/j.2229-4473.27.1.017)
- Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Кинетика прорастания семян. Система методов и параметров (учебно-методическое пособие). Москва, 2016. 64 с.
- Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И., Бухарова А.Р., Разин О.А. Морфометрия зародыша, как элемент системы тестирования качества семян укропа. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2018;(72):63-66.
- Фомин Б.Д., Лунова Г.И. Дозы и соотношения минеральных удобрений под морковь при выращивании на маточки и семена. Технология производства семян овощных культур. М.: ВНИИО, 1982. С. 87-90.
- Pereira R.S., Nascimento W.M., Vieira J.V. Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. *Scientia Agricola*. 2008;65(2):145-150
- Sun H.Z., Lu J.J., Tan D.Y., Baskin J.M., Baskin C.C. Dormancy and germination characteristics of the trimorphic achenes of *Garhadiolus papposus* (Asteraceae), an annual ephemeral from the Junggar Desert, China South African. *Journal of Botany*. 2009;(75):537–545 (doi:10.1016/j.sajb.2009.05.001)
- Лудилев В.А. Семеноводство овощных и бахчевых культур. М.: Глобус, 2000. 256с.
- Макушин Н.М., Макушина Е.М., Шабанов Р.Ю., Есоян Е.А., Черемха Б.М. Семеноводство (методология, теория, практика) / Н.М. Макушин. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2012. 556 с.
- Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., Бухарова А.Р. Анализ параметров качества семян укропа разной степени зрелости. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2012;(2): 5-7.
- Baskin J.M., Lu J.J., Baskin C.C., Tan D.Y. The necessity for testing germination of fresh seeds in studies on diaspore heteromorphism as a life-history strategy. *Seed Science Research*. 2013;(23):83-88. (doi.org/10.1017/s096025851300010x)
- Vandelook F., Janssens S.B., Probert R.J. Relative embryo length as an adaptation to habitat and life cycle in *Apiaceae*. *New Phytologist*. 2012;(195):479–487. (doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04172.x)
- Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Долговечность семян овощных зонтичных культур и физиология их прорастания. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2013;11(109):022-025.
- Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Аллелопатическая активность у семян овощных сельдерейных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 2014;49(1):86-90.
- Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Кашнова Е.В., Касаева Г.В., Иванова М.И., Разин О.А. Экологическая и сортовая изменчивость морфологических параметров семян моркови. *Картофель и овощи*. 2019;(3):37-40.
- Овчаров К.Е., Кизилова Е.Г. Разнокачественность семян и продуктивность растений. М.: Колос, 1966. 160 с.
- Panayotov N. Heterogeneity of carrot seeds depending on their position on the mother plant. *Folia Horticulturae*. 2010;(22):25-30. (doi.org/10.2478/fhort-2013-0147)
- Еременко Л.Л. Морфологические особенности овощных растений в связи с семенной продуктивностью. Новосибирск: Издательство Наука. 1975. 469 с.
- Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И. Морфометрия разнокачественности семян овощных зонтичных культур в процессе формирования и прорастания. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014;7(117):26-32.
- Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И., Бухаров А.Р., Деревенских О.А. Морфометрические параметры семян коммерческих партий различных сортов укропа. *Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*. 2019;(2):145-149.
- Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Морфометрия семян петрушки и сельдерея. *Картофель и овощи*. 2014;(5):34-36.
- Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Специфика прорастания семян овощных зонтичных культур при различных температурных режимах. *Овощи России*. 2012;(3):38-46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-3-38-46>
- Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. биология формирования и прорастания семян укропа. *Овощи России*. 2012;(1):54-59. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-1-54-59>
- Строна И. Г. Общее семеноведение полевых культур. М.: Колос, 1966. 464 с.
- Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., Багров Р.А. Повреждение овощных зонтичных культур щитником полосатым (*Graphosoma lineatum* L.) как фактор снижения продуктивности и качества семян. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014;10(120):19-25.
- Gray D., Steckel J.R.A. Parsnip (*Pastinaca sativa*) seed production: effects of seed crop plant density, seed position on the mother plant, harvest date and method, and seed grading on embryo and seed size and seedling performance. *Annals of Applied Biology*. 1985;(107):559–570. (doi.org/10.1111/j.1744-7348.1985.tb03172.x).
- Bukharov A.F., Baleev D.N., Soldatenko A.V., Musaev F.B., Kezimana P., Priyatkin N.S. Impacts of high temperature on embryonic growth and seed germination of dill (*Anethum graveolens*). *Seed Science and Technology*. April 2021;49(1):7-17(11).
- Николаева М.Г. Физиология глубокого покоя семян. Л.: Наука. 1967. 207 с.
- Corbineau F., Picard M.A., Bonnet A., Come D. Effects of production factors on germination responses of carrot seeds to temperature and oxygen. *Seed Science Research*. 1995;(5):129–135. (doi.org/10.1017/s0960258500002749)
- Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Аллелопатия овощных зонтичных (*Umbelliferae*): торможение прорастания и индукция состояния покоя семян. Saarbrücken, Germany, 2012. 129 с.
- Бухаров А.Ф., Еремина Н.А. Индексы морфологических элементов семян зонтичных: значение для тестирования и селекции. Продолюжительность безопасности: проблемы и пути решения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Махачкала. ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 2021. С.358-362.
- Holubowicz R, Morozowska M Effect of umbel position on dill (*Anethum graveolens* L.) plants growing in field stands on selected seed stalk features. *Folia Horticulturae*. 2011;(23):157-163. doi.org/10.2478/v10245-011-0024-3
- Эфиромасличные культуры. Под редакцией А.М. Смолянова и А.Т. Ксендза. М.: «Колос» 1976. 336 с.
- Машанов В.И., Покровский А.А. Пряноароматические растения. М.: Агропромиздат. 1991. 287 с.
- Горбунова Е.В. Обоснование основных элементов технологии комплексной переработки сырья фенхеля обыкновенного (*Foeniculum vulgare* Mill). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Мичуринск – наукоград РФ, 2015. С.24
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 719 с.
- Шевченко Ю.П., Харченко В.А., Шевченко Г.С., Солдатенко А.В. Зеленные и пряно-вкусовые культуры. Федеральный научный центр овощеводства. Москва. 2019. С.119-121.
- Лудилев В.А., Иванова М.И. Редкие и малораспространенные овощные культуры (биология, выращивание, семеноводство). М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 196 с.

43. Necajeva J., levinsh G. Seed dormancy and germination of an endangered coastal plant *Eryngium maritimum* (Apiaceae). *Estonian Journal of Ecology*. 2013;(62):150-161. (doi.org/10.3176/eco.2013.2.06)
 44. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Морфометрия в системе тестирования качества семян. М.: Издательство ФГБНУ ФНЦО, 2020. 80 с.
 45. Benech Arnold R. L., Fenner M., Edwards P. J. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. induced by water stress during grain filling. *New Phytologist*. 1991;118(2):339-347.
 46. Рубцов М.И., Матвеев В.П. Овощеводство. М.: Колос, 1970. 454 с.
- References
1. Tkachenko N.M., Tkachenko F.A. Seeds of vegetable and melon crops. M.: Kolos, 1977. 192 p. (In Russ.)
 2. Cao J., Lv X.Y., Chen L., Xing J.J., Lan H.Y. Effects of salinity on the growth, physiology and relevant gene expression of an annual halophyte grown from heteromorph seeds. *AoB Plants*. 2015;7:plv112. doi.org/10.1093/aobpla/plv112
 3. Grushvitsky I.V. The role of underdevelopment of the embryo in the evolution of flowering plants. M.-L.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR. 1961. 47 p. (In Russ.)
 4. Bianco V.V., Damato G., DeFilippis R. Umbel position on the mother plant: "seed" yield and quality of seven cultivars of Florence fennel. *Acta Horticulturae*. 1994;(362):51-58. (doi.org/10.17660/actahortic.1994.362.5)
 5. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I., Buharova A.R. Variability, correlation and factors of formation of morphological parameters of dill seeds. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(5):37-41. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-37-41
 6. Tongshun W., Hongling W., Lei W., Baoping S. Germination of heteromorph seeds of *Atriplex aucheri* and its hormonal explanation. *Vegetos - An International Journal of Plant Research*, 2014;(27):103-107 (doi:10.5958/j.2229-4473.27.1.017)
 7. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Kinetics of seed germination. System of methods and parameters (educational manual). Moscow, 2016. 64 p. (In Russ.)
 8. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I., Bukharova A.R., Razin O.A. Embryo morphometry as an element of dill seed quality testing system. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2018;(72):63-66. (In Russ.)
 9. Fomin B.D., Luneva G.I. Doses and ratios of mineral fertilizers for carrots when grown on mother liquors and seeds. *Technology for the production of vegetable seeds*. M.: VNIIO, 1982. P. 87-90. (In Russ.)
 10. Pereira R.S., Nascimento W.M., Vieira J.V. Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. *Scientia Agricola*. 2008;65(2):145-150
 11. Sun H.Z., Lu J.J., Tan D.Y., Baskin J.M., Baskin C.C. Dormancy and germination characteristics of the trimorphic achenes of *Garhadiolus papposus* (Asteraceae), an annual ephemeral from the Junggar Desert, China South African. *Journal of Botany*. 2009;(75):537-545 (doi:10.1016/j.sajb.2009.05.001)
 12. Ludilov V.A. Seed production of vegetable and melon crops. M.: Globus, 2000. 256 p. (In Russ.)
 13. Makrushin N.M., Makrushina E.M., Shabanov R.Yu., Yesoyan E.A., Cheremkha B.M. Seed production (methodology, theory, practice). Simferopol: IT "Aria", 2012. 556 p. (In Russ.)
 14. Baleev D.N., Bukharov A.F., Bukharova A.R. Analysis of the quality parameters of dill seeds of different maturity. *Bulletin of the Bashkir State Agrarian University*. 2012;(2): 5-7. (In Russ.)
 15. Baskin J.M., Lu J.J., Baskin C.C., Tan D.Y. The necessity for testing germination of fresh seeds in studies on diaspore heteromorphism as a life-history strategy. *Seed Science Research*. 2013;(23):83-88. (doi.org/10.1017/s096025851300010x)
 16. Vandeloof F., Janssens S.B., Probert R.J. Relative embryo length as an adaptation to habitat and life cycle in Apiaceae. *New Phytologist*. 2012;(195):479-487. (doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04172.x)
 17. Baleev D.N., Bukharov A.F. The longevity of seeds of vegetable umbrella crops and the physiology of their germination. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2013;11(109):022-025. (In Russ.)
 18. Bukharov A.F., Baleev D.N. Allelopathic activity in seeds of vegetable celery crops. *Agricultural biology*. 2014;49(1):86-90. (In Russ.)
 19. Bukharov A.F., Baleev D.N., Kashnova E.V., Kasaeva G.V., Ivanova M.I., Razin O.A. Ecological and varietal variability of morphological parameters of carrot seeds. *Potatoes and vegetables*. 2019;(3):37-40. (In Russ.)
 20. Ovcharov K. E., Kizilova E.G. Different quality of seeds and plant productivity. M.: Kolos, 1966. 160 p. 2019;(3):37-40. (In Russ.)
 21. Panayotov N. Heterogeneity of carrot seeds depending on their position on the mother plant. *Folia Horticulturae*. 2010;(22):25-30. (doi.org/10.2478/fhort-2013-0147)
 22. Eremenko L.L. Morphological features of vegetable plants in connection with seed productivity. Novosibirsk: Nauka Publishing House. 1975. 469 p. (In Russ.)
 23. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I. Morphometry of different quality seeds of vegetable umbrella crops in the process of formation and germination. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2014;7(117):26-32. (In Russ.)
 24. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I., Bukharov A.R., Derevenskikh O.A. Morphometric parameters of seeds of commercial batches of various varieties of dill. *Bulletin of the Mari State University. Series "Agricultural sciences. Economic Sciences*. 2019;(2):145-149. (In Russ.)
 25. Bukharov A.F., Baleev D.N., Morphometry of parsley and celery seeds. *Potatoes and vegetables*. 2014;(5):34-36. (In Russ.)
 26. Baleev D.N., Buharov A.F. Specific vegetable seeds germination of umbelliferae cultures at different temperatures. *Vegetable crops of Russia*. 2012;(3):38-46. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-3-38-46
 27. Baleev D.N., Bukharov A.F. Biology of development and seed germination of dill (*Anethum graveolens* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2012;(1):54-59. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-1-54-59
 28. Strona I.G. General seed science of field crops. M.: Kolos, 1966. 464 p. (In Russ.)
 29. Baleev D.N., Bukharov A.F., Bagrov R.A. Damage to vegetable umbrella crops by the striped shield (*Graphosoma lineatum* L.) as a factor in reducing the productivity and quality of seeds. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2014;10(120):19-25. (In Russ.)
 30. Gray D., Steckel J.R.A. Parsnip (*Pastinaca sativa*) seed production: effects of seed crop plant density, seed position on the mother plant, harvest date and method, and seed grading on embryo and seed size and seedling performance. *Annals of Applied Biology*. 1985;(107):559-570. (doi.org/10.1111/j.1744-7348.1985.tb03172.x)
 31. Bukharov A.F., Baleev D.N., Soldatenko A.V., Musaev F.B., Kezimana P., Priyatkin N.S. Impacts of high temperature on embryonic growth and seed germination of dill (*Anethum graveolens*). *Seed Science and Technology*. April 2021;49(1):7-17(11)
 32. Nikolaeva M.G. Physiology of deep seed dormancy. L.: Science. 1967. 207 p. (In Russ.)
 33. Corbineau F., Picard M.A., Bonnet A., Come D. Effects of production factors on germination responses of carrot seeds to temperature and oxygen. *Seed Science Research*. 1995;(5):129-135. (doi.org/10.1017/s0960258500002749)
 34. Baleev D.N., Bukharov A.F. Allelopathy of vegetable Umbelliferae: inhibition of germination and induction of seed dormancy. Saarbrücken, Germany, 2012. 129 p. (In Russ.)
 35. Bukharov A.F., Eremina N.A. Indices of Morphological Elements of Umbelliferae Seeds: Significance for Testing and Breeding. Food security: problems and solutions. Materials of the All-Russian scientific-practical conference (with international participation). Makhachkala. FGBNU "Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan", 2021. P.358-362. (In Russ.)
 36. Holubowicz R, Morozowska M Effect of umbel position on dill (*Anethum graveolens* L.) plants growing in field stands on selected seed stalk features. *Folia Horticulturae*. 2011;(23):157-163. doi.org/10.2478/v10245-011-0024-3
 37. Essential oil crops. Edited by A.M. Smolyanov and A.T. Priest. Moscow: Kolos, 1976. 336 p. (In Russ.)
 38. Mashanov V.I., Pokrovsky A.A. Spicy aromatic plants. Moscow: Agropromizdat. 1991. 287 p. (In Russ.)
 39. Gorbunova E.V. Substantiation of the main elements of the technology for the complex processing of raw fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) raw materials. Abstract of the dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences. Michurinsk - science city of the Russian Federation, 2015. P.24. (In Russ.)
 40. State register of selection achievements approved for use. T.1. "Varieties of Plants" (official edition). M.: FGBNU "Rosinformagrotech", 2021. 719 p. (In Russ.)
 41. Shevchenko Yu.P., Kharchenko V.A., Shevchenko G.S., Soldatenko A.V. Green and spicy-flavoring crops. Moscow. 2019. P.119-121. (In Russ.)
 42. Ludilov V.A., Ivanova M.I. Rare and rare vegetable crops (biology, cultivation, seed production). M.: FGNU "Rosinformagrotech", 2009. 196 p. (In Russ.)
 43. Necajeva J., levinsh G. Seed dormancy and germination of an endangered coastal plant *Eryngium maritimum* (Apiaceae). *Estonian Journal of Ecology*. 2013;(62):150-161. (doi.org/10.3176/eco.2013.2.06)
 44. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Morphometry in the seed quality testing system. M.: Publishing house of the FGBNU FNTSO, 2020. 80 p. (In Russ.)
 45. Benech Arnold R. L., Fenner M., Edwards P. J. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. induced by water stress during grain filling. *New Phytologist*. 1991;118(2):339-347.
 46. Rubtsov M.I., Matveev V.P. Vegetable growing. M.: Kolos, 1970. 454 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-39-45>
УДК 635.652:631.526.32

Н.Г. Казыдуб, О.А. Коцюбинская*,
А.Н. Коваленко

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»
644008, Россия, г. Омск,
Институтская пл., д. 1

*Автор для переписки:
mag-kotsyubinskaya@mail.ru

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

Для цитирования: Казыдуб Н.Г., Коцюбинская О.А., Коваленко А.Н. Агроэкологический паспорт сорта фасоли овощной Маруся. *Овощи России*. 2022;(1):39-45.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-39-45>

Поступила в редакцию: 01.12.2021

Принята к печати: 14.02.2022

Опубликована: 25.02.2022

Nina G. Kazydub, Olga A. Kotsyubinskaya*,
Alexander N. Kovalenko

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

*Correspondence Author:
mag-kotsyubinskaya@mail.ru

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

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Kazydub N.G., Kotsyubinskaya O.A., Kovalenko A.N. Agroecological passport of the Marusya green bean variety. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):39-45. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-39-45>

Received: 01.12.2021

Accepted for publication: 14.02.2022

Published: 25.02.2022

Агроэкологический паспорт сорта фасоли овощной Маруся



Резюме

Актуальность. В итоге длительной научной работы коллективом кафедры агрономии, селекции и семеноводства Омского ГАУ создан новый сорт фасоли овощной Маруся, который включен в Государственный реестр селекционных достижений в 2015 году. Конкурентоспособность сорта обеспечивается стабильной урожайностью, высокими вкусовыми качествами, способностью зелёных бобов длительное время сохранять хозяйственную годность. Сорт хорошо переносит засуху и пониженные температуры.

Материал и методы. Работа по сортоизучению фасоли овощной велась по типу конкурсного сортоиспытания с 2016 по 2020 годы на полях селекционного севооборота Учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ, которая находится в южной лесостепи Омской области (г. Омск). В качестве стандарта использовали районированные сорта: Золушка (ФГБНУ ФНЦО, Москва) и сорт иностранной селекции Полька (Польша).

Результаты. Разработан агроэкологический паспорт сорта Маруся, использование которого позволит в максимальной степени учитывать положительные эффекты взаимодействия генотип-среда-сорт. При подборе сортов фасоли, пригодных для возделывания на овощные цели в условиях южной лесостепи Западной Сибири в промышленном производстве и частном секторе, сорт Маруся дает возможность получать высококачественную продукцию и расширить ассортимент бобовых культур в регионе.

Ключевые слова: овощная фасоль, сорт, урожайность, технологичность, микроэлементы

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Agroecological passport of the Marusya green bean variety

Abstract

Relevance. As a result of long-term research, the staff of the Department of Agronomy, Plant Breeding and Seed Production of Omsk State Agrarian University created a new variety of green beans called Marusya, which was included in the State Register of Breeding Achievements in 2015. The competitiveness of the variety is ensured by stable yields, high palatability, and the ability of green beans to maintain their economic viability over the long period. The variety is resistant to drought and low temperatures.

Material and methods. The research on the variety of the green beans was conducted following the methods of competitive variety trial from 2016 to 2020. The trials were conducted on the breeding crop rotation fields of the Educational and Experimental Farm of Omsk State Agrarian University, which is located in the southern forest-steppe of the Omsk Region (city of Omsk). The following zoned varieties were used as control samples: Zolushka (Federal Scientific Center of Vegetable Farming, Moscow) and the imported Polka variety (Poland).

Results. The developed agroecological passport of the Marusya variety, the use of which will allow to take into account the positive effects of the genotype-environment-variety interaction to the maximum extent. When selecting bean varieties suitable for cultivation for vegetable purposes in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia in industrial production and the private sector, the Marusya variety makes it possible to obtain high-quality products and expand the range of legumes in the region.

Keywords: green beans, variety, yield, manufacturability, microelements

Для сельскохозяйственного производства, как в благоприятных, так и в экстремальных погодных условиях, предпочтительнее сорта с высоким потенциальной продуктивностью, экологической устойчивостью и отличным качеством продукции. В селекционных программах зернобобовых культур в Сибири наибольшее внимание традиционно отведено гороху. Производственные площади под культурой фасоли в целом по стране невелики. Однако вместе с этим не стоит недооценивать выращивания культуры в личных подсобных хозяйствах, так как данные площади являются неотъемлемой и значимой частью сельскохозяйственного производства. Хотя данный сектор производства сложно поддается статистическому учету. Следовательно, селекция сортов для использования в ЛПХ весьма актуальна, даже более, чем селекция сортов для товарного производства. До сего времени в регионе посевы таких культур, как нут, фасоль, чечевица, бобы овощные и горох овощной, практически не имеют производственного значения, носят чисто опытнический характер и возделываются на небольших площадях, в основном как садово-огородная культура и в ЛПХ [1].

Селекционная работа по зернобобовым культурам в Омском ГАУ началась с культуры фасоли (1999 год). Сегодня на кафедре агрономии, селекции и семеноводства агротехнологического факультета для условий южной лесостепи Западной Сибири активно ведется работа по созданию среднеспелых форм фасоли овощного и зернового использования, а также на качество зеленых бобов и химический состав (высокое содержание белка, микро- и макроэлементов, отсутствие в швах боба волокна и т.д.) [2].

Цель настоящего исследования – провести сортоиспытание нового сорта фасоли овощной Маруся и разработать его агроэкологический паспорт.

Материал и методы

Работу по сортоизучению фасоли овощной вели по типу конкурсного сортоиспытания с 2016 по 2020 годы на полях селекционного севооборота Учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ, которое находится в южной лесостепи Омской области (г. Омск). В качестве стандарта использо-

вали районированные сорта: Золушка (ФГБНУ ФНЦО, Москва) и сорт иностранной селекции Полька (Польша) [3].

Почва опытного участка (Учхоз Омского ГАУ) лугово-черноземная. Агрометеорологические условия в период проведения исследований были достаточно контрастными, что позволило выделить, изучить и оценить более точно образцы фасоли овощной по хозяйственно ценным признакам и химическому составу семян. Сортоизучение проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных растений (1985), методики полевого опыта в овощеводстве (Литвинов, 2011) и методики ВИР (1985). Полевую оценку поражения болезнями проводили по шкале, в соответствии с классификатором (1984). Экологическую пластичность сортов оценивали по методике: S.A. Eberhart, W.A. Russell (1966), в изложении В.А. Зыкина (1984). Химический состав зеленых бобов, проводили в фазу технической спелости и выполняли в ФГБУ «Федеральный центр оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки» Омский филиал. Математическую обработку проводили по Б.А. Доспехову (1985) [4, 5].

Результаты исследований и их обсуждение

Сорт фасоли овощной Маруся (рис.) создан путем межсортовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции Сисаль x Primel. В 2015 году сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений [6].

Морфологические признаки сорта. Характер роста растений детерминантный, облиственность средняя, листья темно-зеленой окраски. Высота растений в среднем 44-49 см, кустовой тип, форма прямостоячая. Створки бобов при созревании не растрескиваются. Масса 1000 семян средняя, от 190 до 220 г. Основная окраска семян белая. По вегетационному периоду относится к сортам среднеспелой группы. Достоинство сорта в том, что растения в начальный период роста значительно опережают сорняки. Сорт обладает высокими вкусовыми и питательными качествами. Бобы округлой тонкой формы, зеленого цвета в технической спелости, длиной 12-15 см.



а



б

Рис. Сорт фасоли овощной Маруся: а – растение, б – семена
Fig. The Marusya green bean variety: a – plant, b – seeds

Рекомендован для выращивания при потреблении в консервированном и замороженном виде. Достоинство сорта – это обильное и длительное плодоношение за сезон от 5 до 8 сборов. Сорт устойчив к антракнозу [7, 8].

Биологические свойства сорта. Продолжительность периода от всходов до цветения – 45–47 сут., от всходов до технической спелости – 51–53 сут., созревание семян – 85–89 сут. [8]. Семена хорошо прорастают при температуре +8...+10° С., оптимальная – 18...22°С, для полноценной вегетации – 20...25°С. Сорта фасоли для своего развития требуют от 1500 до 2500°С биологически активных температур. Снабжение влагой из почвенных запасов в вегетационном периоде для нее более эффективно, чем из осадков [9]. Для сорта лучшие мягкие суглинистые почвы с глубоким пахотным слоем (показатель pH в зависимости от вида почвы – 5,5...7,5), который рано и быстро прогревается. Непригодны для выращивания тяжелые, илистые неструктурные холодные почвы [9].

Культура не отличается высокой жаростойкостью. Лучшая температура вовремя бутонизации и цветения – 20...25°С. При длительной температуре воздуха свыше 37°С наблюдается массовое опадание генеративных органов [9].

Сорт реагирует на интенсивность освещения и продолжительность дня – нейтральная. Растения фасоли требовательны к влаге, особенно в период набухания и прорастания семян. Оптимальная влажность почвы должна быть 65–70% ППВ. Переувлажнение при прорастании семян приводит к снижению всхожести, дефицит воды в почве задерживает всходы. В период цветения и созревания бобов овощной фасоли недостаток влаги снижает урожай, избыток провоцирует болезни (особенно в холодный период), задерживает созревание семян, ухудшает вкус, посевные качества и условия хранения [9].

Требования к грунту: воздухопроницаемость; легкость; обогащение органическими удобрениями; отсутствие застоя влаги; нейтральность; плодородность; рыхлость. Полевой опыт с овощной фасолью сорта Маруся показал, что при хорошей влагообеспеченности и температурном режиме, при сравнительно высоком уровне обменного калия в почве (градации для хлебных злаков) фасоль положительно реагировала на внесение калийных удобрений на фоне NP [10].

Болезни сорта. Болезни резко снижают урожай фасоли, так как поражают не только растения, но и семена. Наиболее распространённые заболевания – мозаика, корневая гниль, бактериоз, ржавчина листьев, белая гниль, мучнистая роса. Из грибных болезней фасоли в условиях Западной Сибири наиболее вредоносен антракноз (возбудитель – *Colletotrichum lindemuthianum* Br.et Cav.), особенно сильно поражаются бобы.

Устойчивость сорта к антракнозу ежегодно определяли в полевых условиях в фазу начала созревания семян по шкале поражения в соответствии с классификатором ВИР (1984). Представленные результаты по устойчивости к антракнозу сорта Маруся в сравнении со стандартов (табл. 1) [11].

По анализу полевой оценки в 2016–2020 годах поражение антракнозом было незначительным, самым устойчивыми к болезни оказался сорт Маруся (0 балл). У остальных сортов поражения составил 1,2 балла [12]. Таким образом, по результатам полевой оценки сорт фасоли овощной Маруся в рамках проводимого эксперимента не поражался данным патогеном [11].

Технологическая оценка сорта. Для удовлетворения требований перерабатывающих предприятий к качеству сырья фасоли овощной зеленые бобы должны иметь следующие характеристики: быть без пергаментного слоя и волокна, с яркой окраской, толщиной 0,5–0,9 см, с нежной и сочной мякотью, пригодные к заморозке, с хорошими вкусовыми качествами и высокой товарностью. Признак «товарность бобов» характеризует выход товарных бобов от общего урожая с учетом площади и является важным компонентом продуктивности, дополняющим достоинства сорта, так как высокая продуктивность не всегда сочетается с высокой товарностью. В среднем по сорту Маруся товарность бобов составила 95%, у сорта стандарта – 82% [11].

Требования к бобам фасоли для консервирования: гладкая поверхность; стенки боба должны быть мясистыми, нежными, без пергаментного и волокна (нитей) в его швах; при стерилизации бобы фасоли не должны развариваться. По размерам зелёной лопатки бобы фасоли делят на два сорта: 1-й сорт – более мелкие и нежные, 2-й сорт – несколько заглубевшие. В переработку могут поступать незрелые бобы зелёной и жёлтой окраски (восковые сорта); бобы, имеющие пёструю, антоциановую окраску, бракуют. Сбор зеленых бобов фасоли проводят, когда семена ещё очень малы и не превышают размеров пшеничного зерна. Сырую фасоль ни в виде зелёных бобов, ни в виде недозревших семян в пищу употреблять не рекомендуется во избежание отравления [11].

Кроме переработки на консервных заводах, важна и потребительская заготовка впрок зелёных бобов. Значительных масштабов достигло замораживание фасоли. Морозильные цеха дают ценную консервную

Таблица 1. Устойчивость к антракнозу сортов фасоли овощной
Table 1. Resistance to anthracnose in green bean varieties

Сорт	Балл					
	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год	Средний
Полька, стандарт	1	1	1	1	2	1,2
Золушка, стандарт	1	1	0	1	2	1,2
Маруся	0	0	0	0	0	0

Таблица 2. Технологическая оценка бобов сортов фасоли овощной, 2016-2020 годы
Table 2. Technological evaluation of the pods of green bean varieties, 2016-2020

Сорт	Окраска бобов	Мякоть (нежная, грубая/сочная, сухая)	Толщина боба, см	Форма поперечного сечения
Полька, стандарт	желтая	нежная/сочная	0,9	плоско-округлая
Золушка, стандарт	желтая	нежная/сочная	0,8	округлая
Маруся	зеленая	нежная/сочная	0,8	округлая

продукцию фасоли, у этого способа консервирования большие перспективы. С целью установления потребительских достоинств нами проведена работа по оценке пригодности к заморозке. Для этого отбирали зеленые бобы, после бобы нарезают на кусочки (2-3 см), затем бланшировали с последующим быстрым охлаждением ледяной водой, далее на дуршлаг, после хорошенько просушивали на полотенце. Затем застилали противень пищевой пленкой, насыпали в один слой обработанные заготовки, отправляли в морозильную камеру на 4 часа. Замороженные стручки раскладывали по 300 г. в пакеты и в морозильную камеру на хранения. Это помогает сохранить первоначальный цвет, вкус и структуру. По показателям технологичности сорт фасоли овощной Маруся оценивали в фазе технической спелости (табл. 2) [12].

У сорта Маруся бобы в поперечном сечении толщиной 0,8 см, округлые, тонкой формы, степень изогнутости боба – отсутствует и имеет короткий клювик. Также бобы у изученных сортов в фазе технической спелости отличались высокой мясистой, отсутствием пергаментного слоя, что важно при консервации и заморозке [12]. Представленный сорт фасоли овощной селекции Омского ГАУ рекомендуем использовать для переработки (консервирование и заморозка), а также как источник высокого качества зеленых бобов в селекционном процессе по выделенным показателям [3, 12].

Большую роль играют сахара, которые могут находиться в клетках растений в виде запаса, главным образом, в клеточном соке, непосредственно расходуются растением как питательный и энергетический материал. В среднем по годам содержание сахарозы в зеленых бобах варьировало от 3,5 до 4,0%. В последующем сборе значение показателя ниже практически в два раза (от 1,0 до 1,9%). Максимальное количество сахара в листьях фасоли наблюдается до фазы молочной спе-

лости, по мере созревания растений его содержание уменьшается [13]. В ходе исследований нами выявлено, что содержание сахарозы в листьях варьировало от 9,5 до 12,9% [12].

При оценке содержания суммы сахаров, моносахаров и сухого вещества в семенах фасоли овощной сорта Маруся, которая проводилась в ФГБНУ ФНЦО в лабораторно-аналитическом отделе [12]. Результаты определения суммы сахаров, моносахаров и сухого вещества в семенах фасоли овощной представлены в таблице 3.

Анализируя полученные данные, отметим: в семенах фасоли овощной сорта Маруся селекции Омского ГАУ содержание сухого вещества – 38,45%, моносахаров – 0,64% и суммы сахаров – 0,99% [12].

Симбиотическая активность сорта. Биологическая фиксация азота может быть главным рычагом, которым следует воспользоваться при решении проблемы органического земледелия. Продукция, полученная с участием симбиотической фиксации азота, отличается высокими пищевыми и кормовыми качествами, безвредная для человека и животных. Выращивая фасоль обыкновенную, активно фиксирующую азот из воздуха, можно решить проблему сохранения и воспроизводства естественного плодородия почв, а также без дополнительных затрат повысить урожайность последующей культуры [14]. В связи с этим число и масса клубеньков на корнях растений является одним из показателей азотфиксирующей способности растений. Наши исследования доказывают, что существует определенная взаимосвязь массы клубеньков с растениями и с урожайностью зеленых бобов (табл.4) [15, 16].

Масса клубеньков у сортов: Золушка – 0,53 г с растения, у сорта Маруся – 1,28 г. Представленные результаты по урожайности подтверждают, что сорта с высокой азотфиксирующей способностью формируют больший уро-

Таблица 3. Содержание суммы сахаров, моносахаров и сухого вещества в семенах фасоли овощной Маруся, 2018 год
Table 3. Total amount of sugars, monosaccharides and dry matter in the seeds of the Marusya green bean variety, 2018

Сорт	Сухое вещество, %	Моносахара, %	Сумма сахаров, %
Полька, стандарт	25,03	0,54	1,17
Золушка, стандарт	33,75	0,64	1,02
Маруся	38,45	0,64	0,99

Таблица 4. Симбиотическая активность сортов фасоли овощной, 2016-2020 годы
Table 4. Symbiotic activity of green bean varieties, 2016-2020

Сорт	Число клубеньков на корнях растения, шт.	Масса клубеньков г/раст.	Продуктивность зеленых бобов г/раст.
Полька, стандарт	49	0,55	470,3
Золушка, стандарт	48	0,53	328,2
Маруся	64	1,28	510,0

жай с единицы площади, так урожайность сорта Маруся составила 510,0 г/м². Наибольшее количество клубеньков и их масса с растения может служить косвенным показателем для отбора образцов с высокой урожайностью и наоборот [17].

Агрохимические рекомендации. На основе проведенных полевых опытов с удобрениями, которые в большей степени оказывали влияние на формирования урожайности данного сорта, все варианты показали высокие прибавки семян (от 2,4 до 8,0 т/га). Наиболее благоприятны для выращивания фасоли нейтральные и слабокислые суглинистые и супесчаные почвы, содержащие достаточное количество фосфора и калия [17].

Потребность в фосфорно-калийных удобрениях определяется содержанием подвижных форм этих элементов в почве до посева. Средние рекомендуемые дозы (кг д.в./га) P₃₀₋₆₀ и K₆₀₋₉₀. Внесение азотсодержащих удобрений рекомендуется в начале вегетации в так называемых «стартовых» дозах (20-30 кг д.в./га), до образования на

Таблица 5. Внесение азотсодержащих удобрений для сорта Маруся, 2018 год
Table 5. Application of nitrogen-containing fertilizers for the Marusya variety, 2018

Сорт	Планируемая урожайность семян, т/га	Дозы удобрений, кг д.в./га
Маруся	6-8	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀

корнях нормально функционирующих клубеньков.

На черноземных суглинистых нейтральных почвах с низким содержанием до посева нитратного азота и высоким – фосфора и калия в условиях Омской области для получения планируемых урожаев фасоли овощной рекомендуются следующие дозы минеральных удобрений при выращивании фасоли на семена (табл. 5) [10, 16].

Наивысшая урожайность семян наблюдалась в варианте N₆₀P₃₀K₃₀, при внесении удобрений в сочетании 2:2:1. Урожайность составила 8 т/га, окупаемость каждого килограмма действующего вещества удобрений соответствовала 32,5 кг семян [10].

Экологическая пластичность сорта. Экологическая пластичность сортов, так и стабильности генотипов у сорта Маруся (bi=1,4), характеризуется высокой урожай-

ностью и относится к интенсивному типу, коэффициент регрессии (пластичность) bi – выше единицы [16]. Сорт хорошо отзывается на улучшение выращивания [12, 13].

Химическая оценка зеленых бобов. Питательность зеленых бобов фасоли определяется, кроме высокого содержания белков, наличием сахаров и витаминов. Меньше всего калорий содержит стручковая фасоль, к которым относится и сорт Маруся, потому что она чаще используется в диетическом питании. В 100 г вареной фасоли – 123 ккал., в зеленых бобах – 25 ккал [12]. Зеленые бобы сорта фасоли овощной Маруся были отправлены для определения биохимического состава на белок, железо, цинк и йод в ФГБУ «Федеральный центр оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки (Омский филиал)» (табл. 6) [12, 18].

Содержание белка в зеленых бобах фасоли овощной Маруся варьировал от 15,32 до 17,35% [12].

Содержание йода в зеленых бобах сорта – 0,44-0,45 мг/кг. Высокое содержание железа – 5,65 мг/кг. Высокое содержание цинка – 17,35 мг/кг [12].

Фасоль – продукт функционального и диетического питания. Содержание на 100 г продукта: белки 22,3-25,6% (суточная норма); жиры: 2 г – 3,1% (суточная норма); углеводы 54 г – 37,9% (суточная норма) [12, 17, 19].

Врачи часто назначают включение фасоли в рацион пациентам с различными болезнями желудка и кишечника, больным туберкулезом, диабетом, ревматизмом, при болезнях почек, печени, мочевого пузыря, а также пациентам с сердечной недостаточностью. Также регулярное потребление фасоли благотворно сказывается на работе центральной нервной системы и также даёт успокаивающий эффект за счёт наличия в ней магния. Этот продукт также является полезным для зубов – предотвращает образование зубного камня. Наличие в фасоли калия и витамина B9 способствует сокращению риска инфаркта. Меньше всего калорий содержит стручковая фасоль, потому что она чаще используется в диетах. В 100 г вареной фасоли – 123 ккал., в зеленых бобах – 25 ккал [12, 17].

Агротехнологические рекомендации.

Агротехнологический процесс складывается из подготовки семян к посеву, разбивки участка и механизированный посев; способы посева: рядовой (с междурядьем 30 см или широко-

Таблица 6. Характеристика сортов фасоли овощной по биохимическому составу, зеленые бобы
Table 6. Characteristics of green bean varieties according to their biochemical composition, green pods

№ п/п	Сорт	Год	Показатель (содержание)			
			массовая доля белка, %	йод, мг/кг	железо, мг/кг	цинк, мг/кг
1	Полька, стандарт	2016	15,63	0,49	0,18	15,88
		2019	16,14	0,45	0,21	18,8
2	Золушка, стандарт	2016	15,63	0,49	0,18	15,88
		2019	15,69	0,45	0,18	18,5
3	Маруся	2016	15,32	0,44	5,64	17,35
		2019	17,35	0,45	5,65	17,7

Таблица 7. Основные биологические и хозяйственно ценные показатели сорта Маруся, 2016-2020 годы
Table 7. Main biological and economically valuable traits of the Marusya variety, 2016-2020

Показатели	Маруся	Золушка, стандарт	Полька, стандарт	Отклонение от стандарта
Вегетационный период, сут.	89,0	80,0	89,0	+9
Урожайность, семян, т/га	2,8	2,6	2,4	+0,2
Расстояние от кончика боба до почвы, см	7,0	5,0	5,2	+2,0
Число бобов с растения, шт.	14,0	14,0	12,0	-
Масса зеленых бобов с растения, г	510,0	328,2	470,3	+181,8
Количество семян в бобе, шт	7,0	6,0	6,0	+1,0
Масса семян с растения, г	15,9	15,2	15,7	+0,7
Масса 1000 семян, г	220,0	350,0	290,0	-130,0
Высота растения, см	45,0	50,0	40,0	-5,0
Длина боба, см	10,0	12,0	9,0	-2,0
Высота прикрепление нижнего боба, см	26,8	20,0	25,0	+6,8
Поражение антракноз, %	0	1,2	1,2	-
Содержание: белок, %	16,16	18,17	15,9	-2,1
Железо, мг/кг	5,64	1,1	0,18	+4,54
Цинк, мг/кг	17,5	20,05	17,4	-2,55
Йод, мг/кг	0,44	0,014	0,49	+0,426
Кальций, %	0,72	0,84	0,78	-0,06

рядный с междурядьем 45-50 см; боронование до всходов и по всходам (стадия 2-3-х настоящих листьев). Сорт подходит для однофазной механизированной уборки в период технической спелости зеленых бобов, методом счесывания. Уборку фасоли на семена проводить в фазе восковой спелости семян, когда бобы подсыхли и пожелтели не менее чем на 80-90%, семена затвердеют и приобретут типичную для сорта окраску [5].

Хозяйственная характеристика. Сорт Маруся относится к среднеспелой группе спелости (85-90 суток). По количеству бобов с растения – в среднем 14 шт. По количеству семян в бобе – в среднем 7 шт. Масса семян с растения – в среднем 27,1 г. Масса 1000 семян – в среднем 190-220 г. Средняя урожайность зеленых бобов с 1м² – 0,5-0,7 кг. Содержание белка – 16,16%, железа – 5,64 мг/кг, цинка – 17,5 мг/кг, йода – 0,44 мг/кг, кальция – 0,72% [6]. Конкурентоспособность сорта обеспечивается стабильной урожайностью, высокими вкусовыми качествами, способностью зеленых бобов длительное время сохранять хозяйственную годность [10, 18]. Сорт хорошо переносит засуху и пониженные температуры.

Качество сорта отмечено дипломом Всероссийского конкурса Программы «100 лучших товаров России» 2016 года.

Сорт Маруся относится к сортам нового поколения, так как заметно отличается от старых, как по урожайности, так и по качеству и химическому составу зеленых бобов, а также относится к группе с тонкими темно-зелеными бобами (табл. 7) [3].

Анализ экспериментальных данных показывает, что сорт фасоли овощной Маруся селекции Омского ГАУ превосходит сорт стандарт Золушка и сорт иностранной селекции Полька по ряду показателей, такие как урожай-

ность зеленых бобов – на 0,2-0,4 т/га больше, чем у сорта-стандарта и сорта иностранной селекции. Масса зеленых бобов с растения на 181,8 г выше у нового сорта; масса семян с растения – 15,9 г, это на 0,7 г/раст. выше, чем у сорта-стандарта Золушки (15,2 г). Прикрепление нижнего боба у сорта Маруся 26,8 см, у сорта Золушка – 20,0 см, у сорта Полька – 25,0 см. Содержание белка, микро- и макроэлементов у сорта Маруся выше, чем у сорта-стандарта и сорта иностранной селекции [11].

Заключение

Итог селекционной работы по созданию среднеспелого сорта фасоли овощной Маруся селекции Омского ГАУ – это высокая урожайность семян и зеленых бобов, содержание белка и макро- и микроэлементов; пригодность к консервированию, устойчивость к антракнозу, высокое прикрепление нижнего боба, а также пригодность к механизированной уборке при возделывании в промышленном производстве. Сорт зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, и рекомендуется для возделывания в условиях южной лесостепи Западной Сибири в 2015 году (патент № 7845) [11, 12].

Разработанный агроэкологический паспорт для сорта Маруся, использование которого позволит в максимальной степени учитывать положительные эффекты взаимодействия генотип-среда. При подборе сортов фасоли, пригодных для возделывания на овощные цели в условиях южной лесостепи Западной Сибири в промышленном производстве и частном секторе, сорт Маруся дает возможность получать высококачественную продукцию и расширить ассортимент бобовых культур в регионе.

Об авторах:

Нина Григорьевна Казыдуб – доктор с.-х. наук, профессор кафедры садоводства, лесного хозяйства и защиты растений, ng-kazydub@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2234-9647>

Ольга Андреевна Коцюбинская – кандидат с.-х. наук, ассистент кафедры садоводства, лесного хозяйства и защиты растений, автор для переписки, mag-kotsyubinskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1479-772X>

Александр Николаевич Коваленко – аспирант кафедры агрономии, селекции и семеноводства, an.kovalenko35.06.01@omgau.ru

About the authors:

Nina G. Kazydub – Doc. Sci. (Agriculture), professor of horticulture, forestry and plant protection department; Scopus ID 571962559502, ng-kazydub@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2234-9647>

Olga A. Kotsyubinskaya – Cand. Sci. (Agriculture), assistant of horticulture, forestry and plant protection department, Corresponding Author, mag-kotsyubinskaya@mail.ru, Scopus ID 57197765715, <https://orcid.org/0000-0003-1479-772X>

Alexander N. Kovalenko – postgraduate student of the department of agronomy, breeding and seed production, an.kovalenko35.06.01@omgau.ru

• Литература

1. Казыдуб Н.Г., Коцюбинская О.А., Весельская В.А. Новый сорт фасоли овощной селекции Омского ГАУ – Маруся. Современные аспекты развития АПК: *труды Всероссийского совета молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений*. М., 2019. 19-23 с.
2. Казыдуб Н.Г., Маракаева Т.В., Коцюбинская О.А. Урожайность и химический состав зеленых бобов сортов фасоли овощной селекции Омского ГАУ в условиях южной лесостепи Западной Сибири. *Овощи России*. 2017;(2):50-54. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-2-50-54>.
3. Казыдуб Н.Г., Коцюбинская О.А., Кирш Р.В. Сорт фасоли овощной Маруся – новый перспективный сорт селекции Омского ГАУ. *Вестник Омского ГАУ*. 2018;4(32):18-23.
4. Буданова В.И., Колотилова В.В., Колотилов А.С. Содержание белка и развариваемость семян у коллекционных образцов фасоли. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1985;(91):91-95.
5. Голбан Н.М. Фасоль. Зернобобовые культуры. Кишинев, 1982. 52-82 с.
6. Буданова В.И., Буравцева Т.В., Лагутина Л.В. Изучение образцов мировой коллекции фасоли: *методические указания*. Л.: ВИР, 1987. 27 с.
7. Казыдуб Н.Г., Кузьмина С.П., Бурлаков А.А., Плетнева М.М. Основные направления и результаты селекционной работы зернобобовых культур в Омском ГАУ. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2017;4(67):74-77.
8. Cristiane R., Câmara S., Carlos A. Urrea, V Pinto Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as a Functional Food: Implications on Human Health. *Agriculture*. 2013;3(1):90.
9. Kazydub N., Kuzmina S., Kotsyubinskaya O., Ufimtseva S. Leguminous Crops as a Valuable Product in Functional Nutrition. *The Fifth Technological Order: Prospects for the Development and Modernization of the Russian Agro-Industrial Sector* (TFTS 2019). P.199-203.
10. Казыдуб Н.Г., Кузьмина С.П. Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России. Первый Международный Форум «Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России», 19-22 июля 2016. ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск. 5-9 с.
11. Коцюбинская О.А. Результаты сравнительной оценки сортов фасоли овощной селекции Омского ГАУ и иностранных сортов в южной лесостепи Западной Сибири *Сборник материалов Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения С.И. Леонтьева 27 февраля 2019*. Омск. 191-198 с.
12. Коцюбинская О.А., Казыдуб Н.Г., Антошкин А.А. Продуктивность сортов фасоли овощной селекции Омского ГАУ в южной лесостепи Западной Сибири. *Овощи России*. 2020;(1):64-69. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-64-69>
13. Казыдуб Н.Г., Кузьмина С.П., Коцюбинская О.А., Плетнева М.М., Коновалова Е.А. Зернобобовые культуры в структуре функционального питания (фасоль зерновая и овощная, горох овощной, нут). *Зернобобовые культуры развивающееся направление в России: Материалы II Международного форума*. Омск: Издательство ОмГАУ. 2018. 192-199 с.
14. Маракаева Т.В., Казыдуб Н.Г., Коцюбинская О.А., Взаимосвязь урожайности зеленых бобов с симбиотической активностью фасоли овощной сортов селекции Омского ГАУ. Всемирный день охраны окружающей среды (Экологические чтения – 2017) материалы Международной научно-практической конференции (3–5 июня 2017 г.) ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Омск: «ЛИТЕРА», 2017. 193-197 с.
15. Казыдуб Н.Г., Пинкаль А.В., Маракаева Т.В., Кузьмина С.П., Коцюбинская О.А., Плетнева М.М. Биохимический состав семян и зеленых бобов сортов фасоли селекции Омского ГАУ в условиях южной лесостепи Западной Сибири. *Agronomy Research*. 2017. 1918-1927 с.
16. Ceyan E., Harvanraya M., Kahravani A. Combining ability and heterosis for concentration of mineral elements and protein in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turk J Agric For*. 2014;(8):58-590. <https://paperity.org/p/150474033/combining-ability-and-heterosis-for-concentration-of-mineral-elements-and-protein-in>
17. Казыдуб Н.Г., Маракаева Т.В., Золкин Д.А., Епанчинцев М.В. Оценка клубенькообразующей способности образцов зернобобовых культур в условиях южной лесостепи Западной Сибири. *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2015;1(17):23-27.
18. Feitosa S. Effect of Traditional Household Processes on Iron, Zinc and Copper Bioaccessibility in Black Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Foods*. 2018;(7):1-12.
19. Mingli Ch. Mapping and Genetic Structure Analysis of the Anthracnose Resistance Locus Co-1HYin the Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *PLOS ONE*. 2017;10.1371:1-18.

• References

1. Kazydub N.G., Kotsyubinskaya O.A., Veselskaya V.A. A new variety of bean vegetable selection of the Omsk State Agrarian University - Marusya. Modern aspects of the development of the agro-industrial complex: works of the All-Russian Council of Young Scientists and Specialists of Agricultural Educational and Scientific Institutions. M., 2019. 19-23 p. (In Russ.)
2. Kazydub N.G., Marakaeva T.V., Kotsyubinskaya O.A. Yield capacity and chemical composition of green beans in cultivars of kidney bean bred at Omsk agrarian university in the south forest-steppe of Western Siberia. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(2):50-54. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-2-50-54>
3. Kazydub N.G., Kotsyubinskaya O.A., Kirsh R.V. Vegetable bean variety Marusya is a new promising variety of Omsk State Agrarian University breeding. *Bulletin of the Omsk State Agrarian University*. 2018;4(32):18-23. (In Russ.)
4. Budanova V.I., Kolotilov V.V., Kolotilova A.S. Protein content and seed digestibility in collection samples of beans. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 1985;(91):91-95. (In Russ.)
5. Golban N.M. Beans. Leguminous crops. Chisinau, 1982. 52-82 p. (In Russ.)
6. Budanova V.I., Buravtseva T.V., Lagutina L.V. The study of samples of the world collection of beans: *guidelines*. L.: VIR, 1987. 27 p. (In Russ.)
7. Kazydub N.G., Kuzmina S.P., Burlakov A.A., Pletneva M.M. The main directions and results of breeding work of leguminous crops in the Omsk State Agrarian University. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2017;4(67):74-77. (In Russ.)
8. Cristiane R., Câmara S., Carlos A. Urrea, V Pinto Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as a Functional Food: Implications on Human Health. *Agriculture*. 2013;3(1):90..
9. Kazydub N., Kuzmina S., Kotsyubinskaya O., Ufimtseva S. Leguminous Crops as a Valuable Product in Functional Nutrition. *The Fifth Technological Order: Prospects for the Development and Modernization of the Russian Agro-Industrial Sector* (TFTS 2019). P.199-203.
10. Kazydub N.G., Kuzmina S.P. Leguminous crops are a developing area in Russia. First International Forum "Grain Legumes - Developing Directions in Russia", July 19-22, 2016. Omsk State Agrarian University, Omsk. 5-9 p. (In Russ.)
11. Kotsyubinskaya O.A. The results of a comparative assessment of vegetable bean varieties of the Omsk State Agrarian University and foreign varieties in the southern forest-steppe of Western Siberia *Collection of materials of the All-Russian (national) scientific-practical. Conf. dedicated to the 100th anniversary of the birth of S.I. Leontiev February 27, 2019*. Omsk. 191–198 p. (In Russ.)
12. Kotsyubinskaya O.A., Kazydub N.G., Antoshkin A.A. The productivity of common beans vegetable selection Omsk State Agrarian University in southern forest-steppe of Western Siberia. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(1):64-69. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-64-69>
13. Kazydub N.G., Kuzmina S.P., Kotsyubinskaya O.A., Pletneva M.M., Konovalova E.A. Leguminous crops in the structure of functional nutrition (grain and vegetable beans, vegetable peas, chickpeas). *Leguminous crops are a developing direction in Russia: Proceedings of the II International Forum*. Omsk: OmGAU Publishing House. 2018. 192-199 p. (In Russ.)
14. Marakaeva T.V., Kazydub N.G., Kotsyubinskaya O.A., Correlation between the yield of green beans and the symbiotic activity of vegetable bean varieties bred in Omsk State Agrarian University. World Environment Day (Environmental Readings - 2017) materials of the International Scientific and Practical Conference (June 3-5, 2017) Omsk State Agrarian University. Omsk: "LITERA", 2017. 193-197 p. (In Russ.)
15. Kazydub N.G., Pinkal'A.V., Marakaeva T.V., Kuz'mina S P., Kotsyubinskaya O.A., Pletneva M.M. Biochemical composition of seeds and green beans of bean varieties bred at the Omsk State Agrarian University in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia. *Journal - Estonia. Agronomy Research*. 2017. 1918-1927 p. (In Russ.)
16. Ceyan E., Harvanraya M., Kahravani A. Combining ability and heterosis for concentration of mineral elements and protein in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turk J Agric For*. 2014;(8):58-590. <https://paperity.org/p/150474033/combining-ability-and-heterosis-for-concentration-of-mineral-elements-and-protein-in>
17. Kazydub N.G., Marakaeva T.V., Zolkin D.A., Epanchintsev M.V. Evaluation of the nodule-forming ability of samples of leguminous crops in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia. *Bulletin of the Omsk State Agrarian University*. 2015;1(17):23-27. (In Russ.)
18. Feitosa S. Effect of Traditional Household Processes on Iron, Zinc and Copper Bioaccessibility in Black Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Foods*. 2018;(7):1-12.
19. Mingli Ch. Mapping and Genetic Structure Analysis of the Anthracnose Resistance Locus Co-1HYin the Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *PLOS ONE*. 2017;10.1371:1-18.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-46-50>
УДК 635.64:631.526.32(470.67)

П.М. Ахмедова*,
Н.М. Велижанов

Федеральный аграрный научный центр РД
367014, РФ, Республика Дагестан, г.
Махачкала,
мкр. Научный городок, ул. А. Шахбанова, 30

*Автор для переписки: apm64@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Ахмедова П.М.,
Велижанов Н.М. Оценка коллекционного
материала сортов томата в условиях
Дагестана в целях выделения наиболее пер-
спективных форм для селекции томата.
Овощи России. 2022;(1):46-50.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-46-50>

Поступила в редакцию: 21.11.2021

Принята к печати: 14.02.2022

Опубликована: 25.02.2022

Patimat M. Akhmedova*,
Nizami M. Velizhanov

Federal State Budgetary Scientific Institution
Federal Agricultural Research Center of the
Republic of Dagestan
30, A. Shabanov str., Nauchni gorodok,
Makhachkala, 367014, Republic of Dagestan,
Russia

*Correspondence Author: apm64@mail.ru

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

Author contributions: All authors reviewed and
agreed to the published version of the manu-
script.

For citations: Akhmedova P.M., Velizhanov N.M.
Evaluation of the collection material of tomato
varieties in dagestan in order to identify the most
promising forms for tomato breeding. *Vegetable
crops of Russia.* 2022;(1):46-50. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-46-50>

Received: 21.11.2021

Accepted for publication: 14.02.2022

Published: 25.02.2022

Оценка коллекционного материала сортов томата в условиях Дагестана в целях выделения наиболее перспективных форм для селекции томата



Резюме

Актуальность. Томат является одной из основных овощных культур и выращивается повсеместно в открытом и защищенном грунте в Северо-Кавказском регионе России. Увеличение производства плодов томата в открытом грунте является важной задачей овощеводов юга нашей страны. Наблюдается слишком большая зависимость от импортных семян. Чтобы избавиться от этого, необходимо повышение селекционной активности, создание отечественных сортов и гибридов томата с высокой потенциальной продуктивностью, устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды и адаптированных к местным условиям произрастания.

Материал и методика. Исследования проводили на экспериментальном участке Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан, находящейся в приморской низменности, на высоте 17 м выше уровня моря. Агротехника – общепринятая в Республике Дагестан для культуры томата.

Результаты. Большинство изученных сортов и гибридов относятся к растениям детерминантного типа раннего срока созревания со средней завязываемостью, с крупными и средними плодами плоскоокруглой и округлой формы, со средней и высокой урожайностью и относительной устойчивостью к грибным заболеваниям. По наибольшему количеству плодов на первой кисти отличаются четыре сорта: Топаз F₁, Яна, Челнок, Талисман (6,5-5,7). По признаку «число плодов» на второй кисти отмечены почти все сорта, что представляет интерес селекции. По признаку «расстояние между кистями» образцы Яна, Марти, Грант, Перст, Топаз F₁ характеризуются генеративным (укороченные междоузлия) типом растения (12-16 см). Венера F₁, Невский, Талисман отличаются более длинным расстоянием (22-23 см). Исходный материал отличается между собой и по форме плода – 8 образцов имеют округлую, 3 образца – удлинненно-овальную 5 образцов-плоскоокруглую и 2 образца кубовидную форму плода. Окраска плодов в технической фазе спелости у изучаемых сортов и линий была с интенсивным зеленым пятном (8 образцов) или без него (12 образцов). В биологической спелости 12 сортов и линий имеют красную окраску плода, 2 – малиновую (Невский, Местный), 1 – оранжевую (Л 14/2), 1 – желтую (Топаз F₁), 2 – розовую (Лотос, Яна), 1 – оранжево-красную (Ермак F₁).

Ключевые слова: томат, открытый грунт, сорт, гибрид, селекция, исходный материал, фенология, биометрия, завязываемость, хозяйственно ценные признаки, плод, урожайность

Evaluation of the collection material of tomato varieties in dagestan in order to identify the most promising forms for tomato breeding

Abstract

Relevance. Tomato is one of the main vegetable crops and is grown everywhere in the open and protected ground in the North Caucasus region of Russia. Therefore, increasing the production of tomato fruits in the open ground is an important task for vegetable growers in the south of our country. There is too much dependence on imported seeds. To get rid of this, it is necessary to increase breeding activity, create domestic varieties and hybrids of tomatoes with high potential productivity, resistant to adverse environmental factors and adapted to local growing conditions.

Methods. The research was carried out at the experimental site of the Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, located in the Primorsky lowland, at an altitude of 17 m above sea level. Agrotechnics is generally accepted in the Republic of Dagestan for tomato culture.

Results. The results of the research indicate that most of the studied varieties and hybrids belong to plants of the determinant type of early maturation with average stability, with large and medium fruits of flat-rounded and rounded shape, with medium and high yields and relative resistance to fungal diseases. According to the largest number of fruits on the first brush, four varieties differ: Topaz, Yana, Chelnok, Talisman (6.5-5.7). On the basis of the "number of fruits" on the second brush, almost all varieties are marked, which is of interest to breeding. On the basis of the "distance between the brushes" varieties Yana, Marti, Grant, Perst, Topaz – are characterized by a generative (shortened internodes) type of plant (12-16 cm). The source material also differs in the shape of the fruit – 8 samples have a rounded, 3 samples have an elongated oval, 5 samples have a flat-rounded and 2 samples have a cuboid shape of the fruit. The color of the fruits in the technical phase of ripeness in the studied varieties and lines was with (8 samples) or without (12 samples) an intense green spot. In biological ripeness 12 varieties and lines have a red color of the fruit.

Keywords: tomato, open ground, varieties, hybrid, breeding, source material, phenology, biometrics, setability, economically valuable traits, fruit, yield

Введение

В 21 столетии доля сорта в формировании величины и качества урожая возрастет с 20-40 до 70% и более. Важнейшее место при этом займут селекция и семеноводство, базирующиеся на современных достижениях науки в управлении изменчивостью и наследственностью адаптивно значимых и хозяйственно ценных признаков. Очевидно, что роль сорта значительно возрастает не только в повышении продуктивных, но и средоулучшающих функций агрофитоценозов, в том числе почвоулучшающих, фитосанитарных, биоэнергетических, дизайнерских и др. [1].

Томат – одна из самых популярных овощных культур в мире. Широкое распространение культура получила благодаря высоким вкусовым и питательным качествам плодов, которые используются в пищу как в свежем, так и в переработанном виде. Происходит смена требований рынка: от классических типов к специальным сортам, таким как разноокрашенные, сливовидные, мелкоплодные, кистевые, вишневидные и коктейльные. Большое внимание уделяется и внешнему виду, текстуре, вкусовым свойствам плодов, что повышают их диетическую ценность и общую привлекательность для покупателей.

Обсуждая подходы к изучению эколого-генетических основ адаптивной системы селекции, важно обратить внимание на то, что генетические особенности сортов и гибридов могут изучаться после понимания физиологической, морфоанатомической и фенологической сущности механизмов и структур, обеспечивающих возможность увеличения их потенциальных возможностей в конкретных условиях выращивания. В то же время при рыночной экономике роль сорта особенно велика в снижении межгодовых колебаний величины и качества урожая. Основной лимитирующий фактор для роста и развития растений томата в республике – высокая засушливая температура воздуха и почвы.

Высокие потери урожая овощных культур от болезней обусловлены также повсеместным потеплением климата и неблагоприятными погодными условиями, распространением новых видов и рас патогенов [2]. Наиболее востребованными остаются направления по созданию высокопродуктивных, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессам сорта и гибриды томата, отличающихся не просто биологической урожайностью, а выходом с единицы площади качественной стандартной продукции. При создании сорта необходимо все время придерживаться целевой направленности в работе, использовать те или иные методы переноса разных признаков доноров в потомство. При подборе образцов и линий для скрещиваний учитывается наличие у них взаимодополняющих признаков, необходимых для нового сорта, гибрида, а также многократный (постоянный) индивидуальный отбор линий с проверкой потомства [3, 4]. Значение исходного материала в селекции любой культуры, в том числе томата, огромно. Это важно при создании наследственного разнообразия и при отборе высокопродуктивных форм с комплексом ценных признаков и свойств, определяющих адаптивность к местным почвенно-климатическим условиям [5,6].

Существенной проблемой селекции томата в Республике Дагестан является недостаточная устойчивость сортов к абиотическим и биотическим факторам среды, одной из причин которой является ограниченное

генетическое разнообразие исходного материала. В связи с этим актуальным является пополнение и расширение генофонда томата, изучение исходного материала и выделение форм с хозяйственно ценными признаками. Селекция томата на устойчивость к жаре в настоящее время является приоритетной, поскольку в Дагестане в последние годы во время цветения данной культуры температура воздуха достигает 35°C и выше, что значительно снижает завязываемость плодов и урожайность.

Учитывая вышеизложенное, **цель работы** заключалась в изучении коллекционного материала лучших сортов томата отечественной и зарубежной селекции в условиях светло-каштановых почв Дагестана в целях выделения наиболее перспективных форм для селекции.

Задачи исследований:

- выявить особенности роста, развития и продуктивность коллекционного материала, провести сравнительную оценку по сочетаемости прохождения фаз «всходы – начало плодоношения» и «начало плодоношения – биологическая спелость», что связано со скороспелостью генотипов.

- определить изменчивость и наследуемость основных признаков путем постановки однофакторного опыта, а также выделить в общей фенотипической изменчивости долю генотипической;

- изучить биологические и хозяйственные особенности образцов томата с различной степенью детерминантности.

Объектом изучения были сорта и селекционные линии, отечественной и иностранной селекции. Анализ полученного гибридного материала проводили в открытом грунте, в трехкратной повторности, по 20 растений в каждой повторности. В опытах посев проводили в пленочной не обогреваемой теплице 25-27 февраля. Выращивали рассаду без пикировки. В возрасте 6-7 настоящих листьев высаживали в открытый грунт (15 апреля) вручную.

Наблюдения и оценка. Изучение экологической и генотипической изменчивости проводили путем полевых, лабораторных, стационарных и экспедиционных исследований. Сортообразцы изучены по методике АЦИРО и по Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7].

Основные методы:

- фенологические наблюдения (посев – всходы, всходы – цветение, цветение – техническая спелость);

- морфологические характеристики и биометрия: высота основного побега (см), количество плодоносящих ветвей (шт.), число плодов на 1-2 кисти, урожайность товарных плодов (т/га), масса плода (г).

Учет и определение качества урожая. Учет урожайности проводили по методикам ГСИ. Описание растений томата по морфологическим признакам и фенологии развития проводили согласно «Руководству по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов» (1982), а также по методике ВИР «Изучение и поддержание коллекции овощных растений» На всех повторениях при каждом сборе урожая плоды сортировали по ГОСТ на стандартные и не стандартные. Каждую группу взвешивали отдельно. Процент плодов пораженных той или иной болезнью или той или иным вредителем вычисляли к общему весу всех плодов данного повторения [8-9]. Математическая обработка данных проводилась с использованием пакета

программ Microsoft Excel. Оценку существенности разностей между средними, полученными в результате дисперсионного анализа, определяли по Доспехову [10].

Исследования проводили на экспериментальном участке Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан, находящейся в приморской низменности, на высоте 17 м выше уровня моря.

Опыты закладывали на светло-каштановых почвах. Содержание подвижного азота в почве составляют 4,2-5,6 мг, подвижного фосфора (фосфаты) – 6,2-8,6 мг, обменного калия 40-50 мг на 100 г почвы. Мощность пахотного слоя – 30-35 см, окультуренность почвы хорошая. Агротехника – общепринятая в Республике Дагестан для культуры томата.

Результаты исследований

Время наступления и длительность прохождения фаз вегетации дают достаточно ясную картину ритма и скорости онтогенетического развития растений. Межфазный период «всходы – цветение», по продолжительности занимающий ведущее место в вегетации томата, характеризовался усиленным ростом и увеличением биомассы растений и продолжался 43-51 суток. Наиболее важным критерием при выборе сорта должна быть его скороспелость – срок начала плодоношения (от всходов до плодоношения 80-105 суток). Продолжительность межфазного периода «цветение – плодообразование» в среднем в зависимости от сорта составляла 21-28 суток. Все сорта томата к началу формирования плодов сформировали мощную вегетативную массу. Высота растений колебалась по сортообразцам от 0,48 м (Бела) до 0,88 м (Топаз F₁). К этому периоду растения томата пол-

ностью закрыли междурядья, так как ширина кустов составляла от 0,65 до 94 м, при этом поверхность почвы затенялась, что способствовало подавлению роста сорняков.

По типу растений было выделено 4 группы: 1 – обыкновенный детерминантный (74%), 2 – обыкновенный индетерминантный (13%), 3 – штамбовый детерминантный (7,4%) и 4 – штамбовый индетерминантный (5,6%). Наибольший практический интерес представляют сорта, относящиеся к 1, 3 и 4-й группам. Период «массовые всходы – закладка первой кисти» составлял от 28-30 (Венера F₁, Лотос, Талисман, Марти, Перст) до 44 суток.

Основная масса сортов в коллекции показала средний процент завязываемости плодов (48-74%). Количество завязавшихся плодов (плоды с 2 первых кистей) у коллекционных сортообразцов была средняя (12-15 шт.) и высокая (> 21 шт.). Наиболее перспективными в данном направлении оказались образцы: Л 14/2, Л 8/11, Местный, Ямал, Лотос, Фонарик, Топаз F₁ (табл.2).

Высокая потенциальная урожайность положительно коррелирует с продолжительностью вегетационного периода, и урожайность находится в прямой зависимости от продолжительности фазы «формирования зачаточных бутонов – цветение», а также «цветение – начало созревания» [11]. По величине общей урожайности все испытываемые образцы можно разделить на три группы. В первую группу с высокой урожайностью товарных плодов 6,30-6,12 кг/м² входили сорта Бела, Риф, Ямал, Марти, Грант, Невский. Во вторую группу, с урожайностью 5,58-5,04 кг/м² – Лотос, Местный, Фонарик, Талисман, Л 8/11 и в третью с 4,02-4,86 кг/м² – Яна, Перст, Челнок, Л14/2. Среди гибридов по урожайности отличился Венера F₁ –

Таблица 1. Показатели роста и развития ювенильных растений томата, 2019-2020
Table 1. Indicators of growth and development of juvenile tomato plants, 2019-2020

Сортообразец	Высота растений, см	Число листьев, шт.	Состояние растений через месяц после высадки в грунт			
			фаза развития	фаза «массовые всходы - закладка 1-ой кисти», сутки	количество цветков на 1-ой кисти, шт.	количество завязей на 1-ой кисти, шт.
Лия (контроль)	47	7,3	бутонизация - цветение	36	8	3
Бела	39	5,5	вегетация	43	7	2
Местный	50	6,7	начало бутонизации	36	9	0
Риф	49	6,2	начало бутонизации	34	9	3
Челнок	48	6,3	плодообразование	34	8	4
Ямал	51	6,7	начало бутонизации	38	9	4
Фонарик	47	5,4	бутонизация - цветение	37	8	3
Невский	54	5,8	плодообразование	41	9	5
Л 14/2	48	6,3	бутонизация - цветение	39	8	4
Л 8/11	52	6,1	вегетация	34	8	3
Венера F ₁	48	5,8	плодообразование	28	7	6
Топаз F ₁	45	5,8	бутонизация - цветение	33	8	4
Яна	43	5,7	начало бутонизации	36	6	2
Марти	51	7,3	бутонизация - цветение	30	9	0
Лотос	55	7,7	плодообразование	30	7	4
Грант	52	7,5	начало бутонизации	37	10	0
Перст	48	6,0	бутонизация - цветение	30	8	2
Талисман	51	7,1	плодообразование	29	8	3
Ермак F ₁	53	6,1	начало бутонизации	44	6	3

Таблица 2. Характеристика сортов томата на проявление хозяйственно ценных признаков, 2019-2020
Table 2. Characteristics of tomato varieties for the manifestation of economically valuable traits, 2019-2020

Сортообразец	Количество плодonoсящих ветвей шт.	Среднее число кистей на растении, шт.	Число плодов, шт.		Продуктивность, кг/раст.	Урожайность, кг/м ²	Масса плода, г
			первая кисть	вторая кисть			
Лия (контроль)	3,2	7,0	4,3	5,4	1,50	4,50	121
Бела	3,6	7,4	3,2	4,2	2,07	6,21	138
Местный	4,1	8,1	4,5	5,2	1,74	5,22	116
Риф	3,4	7,2	2,4	4,7	2,10	6,30	140
Челнок	4,2	8,3	6,3	5,0	1,59	4,77	106
Ямал	3,5	7,4	3,2	5,6	2,10	6,30	140
Фонарик	2,6	6,3	4,6	6,3	1,80	5,40	120
Невский	3,3	7,1	3,4	4,5	2,04	6,12	136
Л 14/2	5,2	8,6	5,3	6,2	1,62	4,86	108
Л 8/11	3,4	7,2	3,2	5,3	1,68	5,04	112
Венера F ₁	4,2	8,2	4,1	5,1	1,65	4,95	110
Топаз F ₁	5,6	8,8	6,5	6,4	1,37	4,11	80
Яна	5,2	8,6	6,4	5,4	1,34	4,02	90
Марти	4,8	8,4	4,6	6,2	2,05	6,15	123
Лотос	5,2	7,6	5,3	5,4	1,86	5,58	112
Грант	5,4	8,2	3,5	4,2	2,06	6,18	107
Перст	5,0	8,4	4,2	3,7	1,52	4,56	124
Талисман	4,8	7,8	5,7	3,3	1,78	5,34	89
Ермак F ₁ (контроль)	4,1	7,2	3,9	4,7	1,55	4,83	70
НСР ₀₅						0,19	

4,95 кг/м², который превзошел контроль Ермак F₁ – 4,83 кг/м², Топаз F₁ уступил контролю – 4,11 кг/м².

Чем короче расстояние между кистями, тем больше количество кистей на растении. Образцы с укороченными междоузлиями, как правило, являются более урожайными, поэтому они представляют интерес для селекции. По признаку «расстояние между кистями» нами выявлено, что образцы Яна, Марти, Грант, Перст, Топаз F₁, Ермак F₁ характеризуются генеративным (укороченные междоузлия) типом растения (12-16 см), Венера F₁, Невский,

Талисман отличаются более длинными междоузлиями (22-23 см).

Исходный материал отличается между собой и по форме плода – 8 образцов имеют округлую, 3 образца – удлинённо-овальную, 6 образцов – плоскоокруглую и 2 образца – кубовидную форму плода (табл.3).

Окраска плодов в технической фазе спелости у изучаемых сортов и линий была с интенсивным зеленым пятном (8 образцов) или без него (12 образцов). В биологической спелости 12 сортов и линий имеют красную окраску

Таблица 3. Характеристика исходных форм томата по комплексу признаков, 2019-2020
Table 3. Characteristics of the original forms of tomato by a set of features, 2019-2020

Сортообразец	Тип растения	Расстояния между кистями		Индекс формы, i	Признаки плода	
					окраска	
		x±sx, см	v±sv, %		техническая спелость**	биологическая спелость
Лия (контроль)	SP	19±2,2	30,1±8,1	1,0	U	красная
Бела	SP+	17±3,0	17,1±7,4	0,8	U+	красная
Местный	SP+	21±2,0	8,7±2,4	0,9	U+	малиновая
Риф	SP	17±0,6	19,0±6,4	1,3	U+	красная
Челнок	SP	20±2,4	22,3±7,2	1,3	U+	красная
Ямал	SP	16±0,6	18,4±6,2	0,8	U	красная
Фонарик	SP	16±1,2	21,3±7,1	0,7	U+	красная
Невский	SP	23±2,2	17,4±4,5	1,1	U+	малиновая
Л 14/2	SP	14±1,3	22,6±7,4	1,1	U	оранжевая
Л 8/11	SP+	19±1,5	16,1±5,3	0,9	U	красная
Венера F ₁	SP	22±2,1	13,5±2,8	1,1	U+	красная
Топаз F ₁	SP+	14±1,6	23,1±6,1	0,9	U	желтая
Яна	SP	12±1,2	15,8±4,2	0,8	U	розовая
Марти	SP+	14±2,5	14,3±5,3	0,8	U+	красная
Лотос	SP	20±2,3	17,4±6,1	1,1	U+	розовая
Грант	SP	16±0,4	20,3±7,1	1,1	U	красная
Перст	SP	16±1,3	17,4±4,4	1,3	U	красная
Талисман	SP	23±2,1	21,6±7,3	1,0	U+	красная
Ермак F ₁ (контроль)	SP	14±1,4	20,1±4,3	0,8	U	оранжево-красная

*-SP+ - индетерминантные, SP - детерминантные

** - U+ - белоплодные, U - зеленоплодные

плода, 2 – малиновую (Невский, Местный), 1 – оранжевую (Л 14/2), 1 – желтую (Топаз F₁), 2 – розовую (Лотос, Яна), 1 – оранжево-красную (Ермак F₁).

Заключение

Результаты исследований свидетельствуют о том, что большинство изученных сортов и гибридов относятся к растениям детерминантного типа, раннего срока созревания со средней завязываемостью, с крупными и средними плодами плоскоокруглой и округлой формы, со средней и высокой урожайностью и относительной устойчивостью к грибным заболеваниям. Производство сельскохозяйственных культур направлено на получение прибыли от реализации продукции. В связи с чем урожайность является наиболее важным показателем при испытании сортов. Это комплексный признак, проявление которого зависит от генотипических особенностей сорта и условий внешней среды. У томата проявление высокой урожайности возможно при благоприятном сочетании в сорте следующих признаков: количество плодоносящих ветвей, число плодов на растении и их средняя масса.

По наибольшему количеству плодов на первой кисти отличаются четыре образца: Топаз F₁, Яна, Челнок, Талисман (6,5-5,7). По признаку «число плодов на второй кисти» отмечены почти все образцы, что представляет интерес селекции. Плоды вышеуказанных сортообразцов являются толстостенными (0,6-0,7 см), что делает их перспективными при селекции на пригодность к механизированной уборке, повышает лежкость и транспортабельность.

По признаку «расстояние между кистями» образцы Яна, Марти, Грант, Перст, Ермак F₁, Топаз F₁ характеризуются генеративным (укороченные междоузлия) типом растения (12-16 см). Образцы Венера F₁, Невский, Талисман отличаются более длинным расстоянием (22-23 см). Исходный материал отличается между собой и по форме плода: 9 образцов имеют округлую, а 10 – овальную форму плода. Окраска плодов в технической фазе спелости у изучаемых сортов и линий была с интенсивным зеленым пятном (8 образцов) или без него (12 образцов). В биологической спелости 12 сортов и линий имеют красную окраску плода, 2 – малиновую (Невский, Местный), 1 – оранжевую (Л 14/2), 1 – желтую (Топаз F₁), 2 – розовую (Лотос, Яна), 1 – оранжево-красную (Ермак F₁).

Об авторах:

Патимат Магомедовна Ахмедова – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела плодовоовощеводства, <https://orcid.org/0000-0003-4617-4359>, автор для переписки, apm64@mail.ru

Низами Мейланович Велижанов – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела плодовоовощеводства, <https://orcid.org/0000-0003-1297-1624>, nizamivelijanov@mail.ru

About the authors:

Patimat M. Akhmedova – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Fruit and Vegetable Growing Department, <https://orcid.org/0000-0003-4617-4359>, Correspondence Author, apm64@mail.ru

Nizami M. Velizhanov – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the Fruit and Vegetable Growing Department, <https://orcid.org/0000-0003-1297-1624>, nizamivelijanov@mail.ru

• Литература

1. Драгавцев В.А. Управление взаимодействием «генотип – среда» – важнейший рычаг повышения урожая сельскохозяйственных растений. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2016;2(59):105-121.
2. Литвинов С.С. Фитосанитарные проблемы в современном овощеводстве. *Защита и карантин растений*. 2015;(4):3-6.
3. Терешонкова Т.А., Огнев В.В., Прохорова К.Г., Костенко А.Н., Ховрин А.Н. Отечественные гибриды томата для юга России. *Картофель и овощи*. 2016;(4):5-38.
4. Тенькова Н.Ф., Ерошевская А.С., Егорова А.А., Титова Е.В., Терешонкова Т.А. Признаки, разрабатываемые при селекции гибридов F₁ томата типа Биф. *Овощи России*. 2020;(4):55-59. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-55-59>
5. Авилова К.В. Эколого-климатические характеристики атмосферы в 2015 г. по данным метеоро-логической обсерватории МГУ имени М.В. Ломоносова. Под. ред. О. А. Шиловецкой. М.: МАКС Пресс, 2016. 268 с.
6. Гамзиков Г.П. Почвенная диагностика азотного питания растений и применения азотного питания растений в севооборотах. *Плодородие*. 2018;1(100):8-14.
7. Потанин В.Г., Алейников А.Ф., Степочкин П.И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2014;18(3):548-552.
8. Кузьменко В.И., Яровой Г.И. Влияние предпосевной обработки семян томата на их посевные качества и пораженность болезнями. *Овощеводство*. 2015;1(26):60-63.
9. Речец Р.К. Характеристика и фенотипическая изменчивость исходного материала томата по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам. *Овощи России*. 2016;(4):50-55. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-4-50-55>
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 1985. М.: Альянс, 2014. С.351.
11. Жученко А.А., Рыбченко Т.И., Кучумов А.В., Терентьев С.Е. Комплексное использование генетических ресурсов растений. *Актуальные вопросы развития органического сельского хозяйства: сборник материалов международной научно-практической конференции*. Смоленск, 2018. С.40–51.
12. Шевелуха В.А. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. М., 2016. 594 с.
13. Велижанов Н.М. Сорт и его качество в энергосберегающей технологии производства томата. *Аграрный вестник Урала*. 2020;10(201):16-21.

• References

1. Dragavtsev V.A. Management of interaction "genotype - environment" – the most important lever for increasing yields of agricultural plants. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2016;2(59):105-121. (In Russ.)
2. Litvinov S.S. Phytosanitary problems in modern horticulture. *Protection and quarantine of plants*. 2015;(4):3-6. (In Russ.)
3. Tereshonkova T.A., Ognev V.V., Prokhorov K.G., Kostenko A.N., Howren A.N. Domestic hybrids of tomato for southern Russia. *Potatoes and vegetables*. 2016;(4):5-38. (In Russ.)
4. Tenkova N.F., Eroshevskaya A.E., Egorova A.A., Titova E.V., Tereshonkova T.A. Plant characteristics developed by breeding of hybrids F₁ "beef" type tomato. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(4):55-59. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-55-59>
5. Avilova K.V. [et al.] Ecological and climatic characteristics of the atmosphere in 2015 according to the Meteorological Observatory of Lomonosov Moscow State University. Edited by O. A. Shilovtseva. M.: MAKS Press, 2016. 268 p. (In Russ.)
6. Gamzikov G.P. Soil diagnostics of nitrogen nutrition of plants and application of nitrogen nutrition of plants in crop rotations. *Fertility*. 2018;1(100):8-14. (In Russ.)
7. Potanin V.G., Aleynikov A.F., Stepochkin P.I. A new approach to the assessment of ecological plasticity of plant varieties. *Vavilovsky Journal of Genetics and Breeding*. 2014;18(3):548-552. (In Russ.)
8. Kuzmenko V.I., Yarovoy G.I. Influence of pre-sowing treatment of tomato seeds on their sowing qualities and disease infestation. *Vegetable growing*. 2015;1(26):60-63. (In Russ.)
9. Rechets R.K. Characteristics and phenotypical variability of tomato initial breeding material according to the main economically valuable traits and properties. *Vegetable crops of Russia*. 2016;(4):50-55. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-4-50-55>
10. Dospikhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance, 2014. P.351. (In Russ.)
11. Zhuchenko A.A., Rybchenko T.I., Kuchumov A.V., Terentyev S.E. Complex use of plant genetic resources. *Actual issues of organic agriculture development: collection of materials of the international scientific and practical conference*. Smolensk, 2018. pp. 40-51. (In Russ.)
12. Shevelukha V.A. Plant growth and its regulation in ontogenesis. M., 2016. 594 p. (In Russ.)
13. Velizhanov N.M. Variety and its quality in energy-saving tomato production technology. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020;10(201):16-21. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-51-54>
УДК 635.342:631.526.32:339.133

Б.М. Молоков

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:**
polina-golysheva@yandex.ru

Благодарности. Королеву С.П. – главному агроному ЗАО «Агрофирма «Подмосковное»» и Бондаренко М.К. – директору ОПХ «Быково» за помощь в проведении опытов в производственно-полевых условиях хозяйств. Шикуновой Г.Н. и Новиковой Т.А. – за практическое участие в проведении опытов.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Молоков Б.М. О соответствии гибридов и сортов капусты белокочанной реальному спросу населения. *Овощи России*. 2022;(1):51-54. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-51-54>

Поступила в редакцию: 17.11.2022
Принята к печати: 20.11.2021
Опубликована: 25.02.2022

Boris M. Molokov

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

***Correspondence Author:**
polina-golysheva@yandex.ru

Acknowledgments. Korolev S.P. – the chief agronomist of ZAO Agrofirma Podmoskovnoye and Bondarenko M.K. – Director of the Experimental Production Farm "Bykovo" for assistance in conducting experiments in the production and field conditions of farms. Shikunova G.N. and Novikova T.A. – for practical participation in the experiments.

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

For citations: Molokov B.M. About the compliance of white cabbage varieties and hybrids with the real demand of population. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):51-54. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-51-54>

Received: 17.11.2021
Accepted for publication: 20.11.2021
Published: 25.02.2022

О соответствии гибридов и сортов капусты белокочанной реальному спросу населения



Резюме

Актуальность. В основе фактического спроса на капусту лежит демографический состав населения России. Исходя из этого положения обоснован весовой размер товарной, в частности, среднеспелой капусты в интервале от 1 до 3 кг. Однако до сих пор отечественные селекционные фирмы ориентируются на создание гибридов с повышенной урожайностью, не учитывая реальный спрос населения.

Материалы и методика. Исследования проводили на среднеспелых гибридах белокочанной капусты пятой группы созревания СБ-3 F₁ и Куизор F₁ в типичных для того времени овощеводческих хозяйствах Нечерноземной зоны РФ: ОПХ «Быково» и ЗАО «Агрофирма «Подмосковное»». Опыты производственно-полевые, закладывали в 3-кратной повторности, размещение учетных делянок систематическое.

Результаты. Как показывают проведенные на примере среднеспелого гибрида СБ-3 F₁ исследования, доля товарных кочанов колеблется в пределах 32,9-44,1%, достигая 73,3% только в одном технологическом варианте. Для примера доля товарных кочанов у гибридов иностранной селекции Куизор F₁ составила 97%. Радикальным путем удовлетворения требований населения является создание семейства, например, среднеспелых гибридов с различной динамикой нарастания товарной массы кочанов и соответственно с разной длительностью вегетационного периода. Это необходимое условие, чтобы обеспечить получение и реализацию товарной продукции – биологически спелых кочанов массой 1-3 кг в течение 2-3 месяцев летне-осеннего периода. При этом получение таких кочанов должно обеспечиваться генетическим потенциалом гибридов.

Ключевые слова: спрос населения, товарный кочан, селекция

About the compliance of white cabbage varieties and hybrids with the real demand of population

Abstract

Relevance. The actual demand for cabbage is based on the demographic composition of the Russian population. Based on this provision, the weight size of marketable, in particular, mid-ripening cabbage, in the range from 1 to 3 kg, is justified. However, until now, domestic breeding firms are focused on the creation of hybrids with increased yields, not taking into account the real demand of the population.

Materials and methods. The studies were carried out on mid-season hybrids of white cabbage of the fifth maturation group SB-3 F₁ and Kuizor F₁ in vegetable-growing farms of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation typical for that time: "Bykovo" and "Agrofirma Podmoskovnoe".

Results. Studies on the mid-season hybrid SB-3 F₁ showed that the share of commercial heads of cabbage ranged from 32.9-44.1%, reaching 73.3% in only one technological variant. The share of commercial heads in hybrids of foreign selection Kuizor F₁ was 97%. A radical way to meet the requirements of the population is the creation of mid-season hybrids with different dynamics of growth of the marketable mass of heads of cabbage and, accordingly, with different lengths of the growing season. This is necessary to ensure the receipt and sale of marketable products – biologically ripe heads of cabbage weighing 1-3 kg within 2-3 months of the summer-autumn period. At the same time, obtaining such heads of cabbage should be ensured by the genetic potential of hybrids.

Keywords: population demand, market head, selection

Введение

На наш взгляд, в основе спроса на овощи, в том числе на капусту белокочанную лежит демографический состав населения России. По данным переписи населения 2010 года в стране было зафиксировано 54,6 млн домохозяйств (семей), в которых проживало 141 млн человек.

Состав домохозяйств был следующий, чел.: один – 25,6%; два – 28,6%; три – 22,5%; четыре – 14,5%; пять – 5,3%; шесть человек и более – 3,5%.

При разовом потреблении свежей средней и поздней капусты 500-700 г/чел и при сложившейся схеме реализации ее целыми кочанами спрос семей с составом 1-5 человек будет на кочаны массой от 1 до 3 кг.

Это положение учитывается в той или иной мере торговыми сетями РФ, что видно из выкладки товарной капусты в одном из супермаркетов (рис. 1).

В Европе складываются еще более жесткие требования к массе кочанов – до 2,5 кг. Из рисунка 2 видно также, что фирмой “Spar” в Италии для одиночных и малосемейных групп населения предлагаются половинки кочанов.

Многие овощеводческие хозяйства выполняют эти требования. Так, анализ содержимого сеток с капустой, предназначенных для реализации в СПК «Приупские зори» Тульской области (гл. агроном В.И. Мордвинова), показал следующее. У гибрида Орион F₁ в сетках было 95,6% товарных кочанов массой 1-3 кг, у Доминанты F₁ – 95,8%, у Блоктора F₁ – 100%. В таком качественном состоянии капуста отправляется СПК «Приупские зори» на реализацию (рис. 3 а, б).

Материалы и методика

Оценку соответствия капусты требованиям населения проводили по среднеспелым гибридам. Объясняется это тем, что эти гибриды занимают центральное место в конвейере выращивания капусты белокочанной. Фактически вся летняя и осенняя реализация производится за счет гибридов капусты этой группы созревания.

Работу выполняли на примере гибридов СБ-3 F₁ и Куизор F₁. В Государственный реестр селекционных достижений СБ-3 F₁ был включен в 1990 году [1]. В то время он был единственным в этой группе созревания. Спустя 3 года, в 1993 году в Реестр были включены два иностранных гибрида: Ринда F₁ (Monsanta Holland B.V.) и Краутман F₁ (Bejo Zaden B.V.). В настоящее время в этой группе среднеспелой капусты зарегистрировано 82 образца, в том числе 13 сор-



Рис. 1. Товарная капуста в супермаркете «Евроспар», РФ, г. Жуковский, 02.2021 г.

Fig. 1. The marketable cabbage in «Eurospar», RF, Zhukovsky, February 2021



Рис. 2. Капуста в залах торговых сетей, Италия, г. Асиаго, «Spar», 03.2018 г.

Fig. 2. The marketable cabbage in «Spar», Italy, Asiago, March 2018



Рис. 3. Отправка товарной капусты СПК «Приупские зори»: а) в торговые сети;

б) в распределительные центры и в розничные рынки

Fig. 3. The shipment of marketable cabbage by agricultural cooperative «Priupskiye zori» to: a) retail chains; b) distributing facilities and markets

тов и 68 гибридов. Из них 24 гибрида – отечественных фирм-оригинаторов и 44 – иностранных.

Авторы гибрида: участник ВОВ, доктор с.-х. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат премии Правительства РФ А.В. Крючков и кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, лауреат премии Правительства РФ, директор ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева» Г.Ф. Монахов. Исходным материалом послужили популярные у населения России сорта капусты Слава 1305 и Белорусская 455 селекции ВНИИССОК.

Куизор F₁ – тоже среднеспелый гибрид селекции фирмы Syngenta Seeds B.V. с аналогичным вегетационным периодом. В Госреестр был включен через 17 лет после СБ-3 F₁.

Исследования проводили в производственно-полевых опытах на полях ЗАО «Агрофирма «Подмосковное»» и ОПХ «Быково». При проведении опытов применяли схему посадки 70х40 см, то есть площадь питания принималась постоянной 2800 см² – как важный растениеводческий параметр технологии. Это соответствует нижнему пределу площади питания, рекомендованному для среднеспелой капусты [2]. Рассадку выращивали в кассетах Плантек 144. Площадь опытных делянок формировалась проходами рассадочных сажалок, что обеспечивало беспрепятственное выполнение всех операций технологии выращивания капусты. Размещение учетных делянок систематическое в 3-кратной повторности. Учеты и обработку данных проводили по стандартным методикам [3].

Результаты исследований

Первый опыт с гибридом СБ-3 F₁ был проведен в 2003 году. Рассадка была высажена 28 мая. Расчетное количество растений на гектаре, по данным выборки, составило 35712 шт. Учет был проведен 26 августа через 90 суток после высадки рассады.

Существующий вариант. Согласно ГОСТ 51809 Р масса кочанов, реализуемых в розничной сети, не ограничивается. По результатам опыта было установлено, что доля товарных кочанов массой более 1 кг составила 87% от общего количества учетных растений, что в пересчете на гектар составило $35712 \times 87 = 31069$ кочанов. Средняя масса кочанов – 3,38 кг. Тогда товарная урожайность в пересчете на гектар будет $3,38 \times 31069 = 105013$ кг/га. В объеме выборки было зафиксировано также 13% нестандартных кочанов, в том числе 4,8% – треснувших и 8,2% – недогона.

Перспективный вариант. По современным требованиям населения и торговых сетей, товарными считаются кочаны массой 1-3 кг. В этом случае доля товарных кочанов уменьшилась до 32,9%. Количество их на гектаре составило 11749 шт./га, средняя масса кочанов – 1,99 кг, а товарная урожайность составила $1,99 \times 11749 = 23380$ кг/га.

В 2008 году, опыт был повторен. Рассадка была высажена 29 мая. Количество растений на гектаре – 37592 шт. В результате обработки данных получены следующие данные: товарных кочанов массой 1-3 кг было 33,3%. Количество их на гектаре – $37592 \times 33,3 = 12518$ шт., средняя масса – 2,4 кг, тогда товарная урожайность будет равна $2,4 \times 12518 = 30043$ кг/га, кочанов массой более 3 кг – 54,6%, нестандартных – 12,1%, в том числе треснувших – 6,1% и недогона – 6%.

В 2009 году также в производственных условиях были проведены сравнительные опыты с гибридом СБ-3 F₁ и гибридом иностранной селекции Куизор F₁. Условия испытания и характеристика агрофона следующие. Возраст кассетной рассады – 36 суток, посажена 28 мая. Проведение учетов: СБ-3 F₁ 24 августа, через 88 суток после посадки, Куизор F₁ 27 августа, через 91 сутки после посадки. Количество растений в пересчете на гектар – 31724 шт.

В результате опыта получены следующие результаты. У гибрида СБ-3 F₁ кочанов массой более 1 кг было 91,2%, на гектаре $31724 \times 91,2 = 28932$ шт./га, средняя масса кочанов – 3,07 кг, урожайность $3,07 \times 28932 = 88821$ кг/га. Кроме того, зафиксировано 5,9%

треснувших кочанов и 2,9% недогона.

У гибрида Куизор F₁ кочанов массой более 1 кг – 100%, нестандартных не отмечено. Урожайность рассчитывали аналогичным образом. Количество кочанов массой более 1 кг на гектаре будет 31274 шт., средняя масса кочанов – 2,32 кг, тогда урожайность равна $2,32 \times 31274 = 73599$ кг/га, что на 17,1% ниже аналогичного показателя СБ-3 F₁.

Теперь проанализируем полученные ранее данные, исходя из современных требований населения и торговых сетей к капусте. По гибриду СБ-3 F₁ доля товарных кочанов массой 1-3 кг составила 44,1%. Это в пересчете на гектар $31724 \times 44,1 = 13990$ кочанов. Средняя масса кочанов – 2,42 кг. Товарная урожайность при таком подходе равна $2,42 \times 13990 = 33855$ кг/га.

У гибрида Куизор F₁ доля товарных кочанов в весовом интервале 1-3 кг составила 97%, количество их на гектар равно $31724 \times 97 = 30772$ шт., средняя масса кочанов – 2,29 кг, товарная урожайность составила $2,29 \times 30772 = 70467$ кг/га, то есть товарная урожайность востребованных населением кочанов массой 1-3 кг почти на 52% выше данных гибрида СБ-3 F₁.

Из приведенных выше данных видно, что технологической особенностью Куизора F₁ является дружное формирование почти 100% товарной части урожая капусты. С точки зрения овощеводов это имеет также большое практическое значение, так как на гибриде Куизор F₁ может применяться сплошная уборка капусты в отличие от гибрида СБ-3 F₁, что подтверждает практика и наш опыт.

На этом экспериментальном материале полезно рассмотреть вопрос – почему многие овощеводы покупают дорогие импортные семена? Итак, в 2021 году семена СБ-3 F₁ и Куизор F₁ сопоставимы по всхожести 93% и 96%. Стоимость весовых семян СБ-3 F₁ – 20000 руб./кг, масса 1000 шт.=5,62 г, количество семян в кг равно $1000/5,62 = 177935$ шт., стоимость одного семени – $20000/177935 = 0,112$ руб./шт., а затраты на гектар – $0,112 \times 40000 = 4480$ руб./га.

Аналогичный показатель у семян гибрида Куизор F₁ составляет 2270 руб./2500 шт.=0,908 руб./шт., что почти в 8 раз выше аналогичного показателя у СБ-3 F₁. Затраты на гектар семян Куизора F₁ составят $0,908 \times 40000 = 36320$ руб.

Таким образом, сравнение по текущим затратам складывается в пользу использования овощеводами семян отечественного гибрида СБ-3 F₁, что дает весной экономию средств в размере $36320 - 4480 = 31840$ руб. в расчете на гектар.

Теперь посмотрим, что получается при реализации капусты по современным требованиям, то есть оценку делаем по фракциям товарных кочанов 1-3 кг. Товарная урожайность СБ-3 F₁ составила 33855 кг/га, а Куизора F₁ – 70467 кг/га. В конвейере производства капусты оба гибрида могут выращиваться сразу после ранней капусты, поэтому цену их реализации примем по рыночной ситуации 2020 года – 8 руб./кг. Тогда реализация товарной капусты составит для СБ-3 F₁ – 270840 руб./га, а для Куизора F₁ – 563736 руб./га. Полученная дополнительная выручка в размере 292896 руб./га не соизмерима с затратами на покупку дорогих импортных семян.

Практика показывает, что при покупке семян многие овощеводы не всегда ориентируются на экономию текущих затрат, а инвестируют деньги в дорогие импортные, более качественные, с их точки зрения, семена конкретных гибридов с целью получения больше товарной продукции при реализации капусты и тем самым рассчитывают окупить все затраты и получить прибыль. Фактически при выборе семян овощеводы исходят из оценки соотношения качество соответствующего гибрида и цены на его семена. При этом качество гибрида, в первую очередь, оценивается овощеводами по критерию выхода товарной продукции. Этот показатель является обобщающим основных потребительских свойств капусты, а именно: устойчивость к болезням и вредителям, дружность созревания и сохран-



Рис. 4. Капустное поле Героя социалистического труда, агронома-овощевода Г.И. Рыбаковой
Fig. 4. The cabbage field of G.I. Rybakova – the hero of socialist labor and agronomist-vegetable grower

ность в период уборки и хранения, транспортабельность и др.

Наибольший выход товарной продукции был получен в ООО «Весна» Серпуховского района Московской области при выращивании гибрида СБ-3 F₁ и др. во втором обороте.

Особенность этой технологии заключается в выращивании рассады капусты наиболее дешевым способом – в открытом рассаднике. Посев семян производился во 2-3ей декадах апреля.

Посадка рассады в верхний влажный слой свежеспаханной почвы. После посадки рассады обязательно делается приживочный полив. В результате рассада хорошо приживается и имеет преимущество в развитии по отношению к сорнякам. На момент проведения учета поле было в идеальном состоянии (рис. 4).

Оценку проводили 22 сентября при вегетационном периоде от посадки грунтовой рассады 99-104 суток. Площадь посадки СБ-3 F₁ – 2,5 га. Фактическое количество растений на гектаре – 31744 шт.

Доля товарных кочанов массой 1-3 кг на момент учета составляла 73,3% – это значительно выше, чем в предыдущих опытах. Количество таких кочанов на гектаре 23268 шт., средняя масса – 2,06 кг, урожайность – 2,06х23268=47932 кг/га. При этом надо иметь в виду, что уборку этого гибрида в хозяйстве начали 5 сентября, поэтому количество товарных кочанов и товарная урожайность фактически были выше. На момент учета кочанов весом более 3 кг было 20,2%, треснувших – 6,6%.

Заключение

В настоящее время сложилась ситуация, когда более 125 млн человек населения России ориентировано на покупку кочанов средней и поздней капусты массой 1-3 кг.

Анализ ассортимента среднеспелых гибридов четырех известных фирм: Bejo Zaden, Monsanto, Rijk Zwaan, Syngenta показал, что по состоянию на 2019-2020 годы из общего количества 26 гибридов шесть образцов обеспечивают формирование товарных кочанов массой до 3 кг без загущения посадок и в фазе биологической спелости. Из отечественных селекционных фирм этому требованию соответствуют в основном сорта и гибриды ВНИИССОК (ФНЦО): Слава Грибовская 231, Белорусская 455, Зарница F₁ и Северянка F₁. Если рассматривать перспективный вариант – получение кочанов массой до 2,5 кг, то этому требованию соответствует один гибрид – Куизор F₁ фирмы Syngenta и Снежинка F₁, также селекции ВНИИССОК (ФНЦО).

На практике, чтобы получить товарные кочаны требуемой массой, овощеводы идут двумя путями. Первый – загущение посадок, что обеспечивает ускорение созревания капусты, получение кочанов требуемой массы, но с пониженной пищевой ценностью. В то же время загущение посадок способствует увеличению численности наиболее опасных вредителей, таких как капустная моль, трипсы и др., развитию болезней и как следствие, увеличению пестицидной нагрузки при выращивании капусты. Эта тенденция противоречит современному тренду строго регламентированного применения средств защиты растений и получению более экологически безопасной продукции.

При втором способе используется биологическая особенность большинства современных гибридов, когда растения сразу формируют плотный кочан. В этом случае при наличии спроса начинается уборка капусты в фазе технической спелости кочанов, когда капуста еще не сформировала полноценный состав витаминов, минеральных веществ и других полезных для питания человека элементов.

Получается противоречие – отечественные селекционеры при создании гибридов по-прежнему ориентируются на получение высокой урожайности. На практике овощеводы прибегают к нежелательным агротехнологическим приемам, чтобы получить товарную урожайность капусты для реализации населению.

Радикальным путем удовлетворения требований населения является создание семейства, например, среднеспелых гибридов с различной динамикой нарастания товарной массы кочанов и соответственно с разной длительностью вегетационного периода. Это необходимое условие, чтобы обеспечить получение и реализацию товарной продукции – биологически спелых кочанов массой 1-3 кг в течение 2-3 месяцев летне-осеннего периода.

При этом получение таких кочанов должно обеспечиваться генетическим потенциалом гибридов. Это, на наш взгляд, обеспечивает конкурентное преимущество отечественных гибридов и успех в борьбе за рынок с гибридами иностранной селекции.

Об авторе:

Борис Михайлович Молоков – кандидат техн. наук, ст. научный сотрудник, технолог-овощевод, polina-golysheva@yandex.ru

About the author:

Boris M. Molokov – Cand. Sci. (Engineering), Senior Researcher, vegetable grower technologist, polina-golysheva@yandex.ru

• Литература

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. С.134-141.
2. Галушко Э.Д., Емельянов А.А. Рациональные схемы размещения растений овощных культур в открытом грунте. М.: ЦНТИ, 1989.
3. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Россельхозакадемия, 2011.

• References

1. State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Vol.1 "Plant varieties" (official publication). Moscow: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2015, pp. 134-141. (In Russ.)
2. Galushko E.D., Yemel'yanov A.A. The rational schemes of placement of vegetable culture plants in open ground. Moscow: CNTI, 1989. (In Russ.)
3. Litvinov S.S. The method of field experience in the vegetable growing. Moscow: Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2011. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-55-62>
УДК 635.25:631.5:631.531-02(470.6)

И.С. Мастяев¹, А.Ф. Агафонов²,
Л.В. Кривенков², В.А. Подорогин¹,
В.А. Ушаков^{2*}

¹ Северо-Кавказский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (СКФ ФГБНУ ФНЦО). 357324, Россия, Ставропольский край, Кировский район, станица Зольская, skf.fsvs@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) 143080, Россия, Московская область, Одинцовский район, поселок ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

*Автор для переписки: goroh@vniissok.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Мастяев И.С., Агафонов А.Ф., Кривенков Л.В., Подорогин В.А., Ушаков В.А. Влияния сроков, схемы, глубины посадки и размера маточных луковиц на продуктивность семенных растений и качество семян лука репчатого в условиях Предгорной зоны Северного Кавказа. *Овощи России*. 2022;(1):55-62. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-55-62>

Поступила в редакцию: 12.12.2021

Принята к печати: 21.02.2022

Опубликована: 25.02.2022

Ivan S. Mastyaev¹, Alexander F. Agafonov²,
Leonid V. Krivenkov², Vadim A. Podorogin¹,
Vladimir A. Ushakov^{2*}

¹ North Caucasus branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" (SKF FSBSI FSVC) v. Zolskaya, Kirovsky district, Stavropol territory, Russia, 357324

² Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Selectionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

*Correspondence Author: goroh@vniissok.ru

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

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Mastyaev I.S., Agafonov A.F., Krivenkov L.V., Podorogin V.A., Ushakov V.A. The effects of timing, scheme, planting depth and size of the uterine bulbs on the productivity of seed plants and seed quality onions in the conditions of the Foothill zone of the North Caucasus. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):55-62. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-55-62>

Received: 12.12.2021

Accepted for publication: 21.02.2022

Published: 25.02.2022

Влияния сроков, схемы, глубины посадки и размера маточных луковиц на продуктивность семенных растений и качество семян лука репчатого в условиях Предгорной зоны Северного Кавказа



Резюме

Актуальность. Лук репчатый – ценная продовольственная культура, что обусловлено его химическим составом, вкусовыми и лечебными качествами. В рамках стратегии обеспечения продовольственной безопасности и независимости России в отрасли сельского хозяйства необходимо увеличивать производство овощной продукции, в том числе лука репчатого, а для этого необходимо наращивать объемы производства отечественных семян. Семеноводство – важная отрасль сельского хозяйства, заключающаяся в плановом размножении районированных сортов. В отличие от товарного производства, оно является более трудоемкой отраслью и требует регулярного совершенствования имеющихся технологий, которые учитывают специфику новых сортов и гибридов.

Материалы и методы. Объект – лук репчатый (*Allium cepa* L.). Материал исследования: новые сорта ярового лука репчатого Примо и Ампэкс селекции ФГБНУ ФНЦО. Исследования проводили в 2018-2020 годах на базе Северо-Кавказского филиала ФГБНУ ФНЦО. Опыты лабораторно-полевые проводили по общепринятым методикам. Площадь учётной делянки 5 м², повторность 4-х кратная, с рандомизированным расположением вариантов.

Результаты и обсуждения. Различные сроки посадки маточных луковиц, их диаметр, густота стояния, глубина посадки, существенно отразились на качественных и количественных показателях семенной продуктивности растений лука репчатого сортов Примо и Ампэкс. Полученные результаты позволили модифицировать и оптимизировать отдельные элементы сортовых технологий семеноводства лука репчатого. Для создания лучших условий для роста и развития семенных растений сортов Ампэкс и Примо и получения высокой урожайности качественных семян в условиях предгорной зоны Северного Кавказа рекомендуется: использовать маточные луковицы размером 8 см, организовывать посадку маточников в первой декаде ноября, использовать схему для посадки лука-матки: 75х10 см, использовать глубину посадки 15 см. При данной технологии продуктивность семян растений достигает 6-8 г у сорта Ампэкс и 5-7 г – у сорта Примо, а урожайность кондиционных семян 520-580 кг/га и 450-600 кг/га, соответственно.

Ключевые слова: лук репчатый (*Allium cepa* L.), агротехника, семенники, семеноводство, продуктивность

The effects of timing, scheme, planting depth and size of the uterine bulbs on the productivity of seed plants and seed quality onions in the conditions of the Foothill zone of the North Caucasus

Abstract

Relevance. Onion is a valuable food crop, which is due to its chemical composition, taste and medicinal qualities. As part of the strategy to ensure food security and independence of Russia in the agricultural sector, it is necessary to increase the production of vegetable products, including onions, and for this it is necessary to increase the production of domestic seeds. Seed production is an important branch of agriculture, which consists in the planned reproduction of zoned varieties. Unlike commodity production, it is a more labor-intensive industry and requires regular improvement of existing technologies that take into account the specifics of new varieties and hybrids.

Materials and methods. The object is onion (*Allium cepa* L.). Research material: new varieties of spring onion Primo and Ampex of selection of FSBSI FSVC. The studies were conducted in 2018-2020 on the basis of the North Caucasus branch of the FSBSI FSVC. Laboratory and field experiments were carried out according to generally accepted methods. The area of the accounting plot is 5 m², the repetition is 4-fold, with a randomized arrangement of options.

Results and discussions. Different planting dates of uterine bulbs, their diameter, standing density, planting depth, significantly affected the qualitative and quantitative indicators of seed productivity of onion plants of Primo and Ampex varieties. The results obtained made it possible to modify and optimize individual elements of varietal technologies of onion seed production. To create the best conditions for the growth and development of seed plants of Ampex and Primo varieties and to obtain high yields of high-quality seeds in the conditions of the foothill zone of the North Caucasus, it is recommended to: use queen bulbs of 8 cm in size, organize the planting of queen bulbs in the first decade of November, use a scheme for planting queen onions: 75x10 cm, use a planting depth of 15 cm. With this technology, the productivity of plant seeds reaches 6-8 g in the Ampex variety and 5-7 g in the Primo variety, and the yield of conditioned seeds is 520-580 kg/ha and 450-600 kg/ha, respectively.

Keywords: onion (*Allium cepa* L.), agricultural machinery, testes, seed production, productivity

Введение

Целью Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы является «Снижение уровня импортозависимости за счет внедрения и использования: технологий производства семян высших категорий и технологий производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия путем увеличения числа конкурентоспособных отечественных технологий»¹; ².

Одной из наиболее импортозависимых отраслей сельского хозяйства является семеноводство. Развитие семеноводства тесно связано с Доктриной продовольственной безопасности РФ. В документе зафиксирован целевой показатель самообеспечения России семенами основных культур на уровне не менее 75%. По итогам 2019 года доля используемых в России семян отечественной селекции составила 62,7%. Разрыв в 12% оценивается на уровне 1 млн т, так как объем рынка отечественных семян в стране составляет около 11 млн т. На данный момент среди агрокультур обеспеченность отечественными семенами есть только по пшенице и ячменю, по остальным культурам, в том числе и овощным, требуется импортозамещение. Ежегодные поставки семян репчатого лука для посева из-за рубежа в Россию в последние годы составляют значительный объем – не менее 100,0 т в год. Основной объем ввозимых семян приходится на семена, выращенные во Франции, Италии, Молдавии и Сербии. Также в значительных объемах поставки осуществлялись из Турции, Кореи, Чехии, США, Польши и Нидерландов. На долю вышеперечисленных стран совокупно приходится 95,0% всего импорта³. Снизить зависимость от импорта семян стараются научные учреждения, селекционные фирмы и агрохолдинги [1-3].

Низкую урожайность лука репчатого можно объяснить ограниченной доступностью качественных семян новых сортов, потребность в которых с каждым годом возрастает. Несовершенные производственные технологии требуют разработки отдельных элементов технологии выращивания семян конкретных сортов, что является весьма актуальным и имеет большое практическое значение [4-7].

Семеноводство – важная отрасль народного хозяйства, заключающаяся в плановом размножении районированных сортов. В отличие от товарного производства, оно является более трудоемкой отраслью, здесь много ручного труда, особенно по таким видам работ, как отбор, посадка маточников лука, уход, уборка семян и др. [8-11]. Семеноводство лука репчатого целесообразно размещать в лесостепи и степи, на Северном Кавказе, в среднем и южном Поволжье, центрально-черноземных областях Российской Федерации, где наиболее благоприятные условия вегетационного периода (температура воздуха выше +20°C и относительная влажность воздуха 30-50%). При таком климате минимальный риск развития пероноспороза [1, 12].

Для получения высоких урожаев качественных семян необходимо использовать вызревшие и типичные для сорта маточные луковицы, а также создать оптимальные условия для развития семенных растений на семеноводческих участках. Урожайность семян в лучших специализи-

рованных хозяйствах достигает 500-600 кг/га. Для получения стабильных урожаев семян необходимо выращивать лук в зоне районирования сорта [13, 14]. Так, на основании проведенных исследований при определении осеннего срока посадки маточного лука сорта Эллан на Западном Предкавказье рекомендуется учитывать долгосрочный прогноз погоды на зимне-весенний период. При ожидаемой морозной зиме, посадку проводить в ноябре месяце. При ожидаемой теплой зиме посадку проводить в конце сентября – начале октября. Маточные луковицы диаметром 4-6, 6-8 см целесообразно размещать по схеме посадки 70х10 см (143 тыс. растений на гектаре), высаживая каждую фракцию отдельно. И посадку маточных луковиц следует производить на глубину не менее 15 см от донца луковицы. При этом исключается осеннее и летнее окучивание насаждения, полегание стрелок и получается наибольший урожай семян [15].

Многие исследователи разных стран изучали влияние сроков посадки и размера маточных луковиц при производстве семян лука [16-19]. Установлено, что размер луковицы влияет на рост растений и на урожай семян [20-23]. Крупные луковицы дают большее количество листьев и семенных стрелок в сравнении с мелкими, за счет этого повышается урожайность семян [24-27]. Высота семенных стрелок увеличивается с увеличением размера луковицы [28-31]. Рост и развитие растений из крупных луковиц происходит быстрее, это связано с ранним заложением зачатков семенных стрелок во время хранения. Считается, что диаметр маточных луковиц должен быть не менее 40-50 мм, но не более 70-80 мм и, в зависимости от агроклиматических условий региона [28-30]. При использовании крупных луковиц возможно получение зонтиков с большим диаметром, в котором содержится большее количество семян высокого качества [31-33]. Исследователями отмечено значительное увеличение массы 1000 семян с увеличением размера луковиц [34-36].

Сроки посадки также оказывают большое влияние на урожайность и посевные качества семян [37-39]. Они влияют на рост, развитие семеноводческих растений и характеристику стрелок [40]. Максимальный урожай семян лука получен при использовании крупных материнских луковиц и раннем сроке посадки [41]. Некоторые элементы технологии, особенно даты посадки маточных луковиц, отличаются в зависимости от конкретных агроклиматических условий. Так, в Северо-Кавказском регионе маточные луковицы рекомендовано высаживать с третьей декады сентября до второй декады ноября. В свою очередь, глубина высадки маточников также зависит от срока. При весенней высадке она составляет 4-6 см, а при озимой – от 8 до 10 см [1].

Урожай семян лука-матки зависит от почвенно-климатических условий, уровня агротехники, размера и качества посевного материала [42, 43]. Целью высокоэффективного семеноводства лука репчатого является достижение максимальных урожаев требуемого качества при минимальных затратах [44]. Этого можно добиться применением подходящей технологии возделывания семенных растений с учетом сортовых особенностей в определенных климатических условиях. Следовательно, становится важным увеличивать производство качественных семян новых сортов и гибридов за счет эффективного использования агротехнологий, что в свою очередь послужило обоснованием для данного исследования.

¹ <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449>

² <http://static.government.ru/media/files>

³ <http://www.ab-centre.ru>

Цель исследований: совершенствование элементов сортовых технологий выращивания семенных растений лука репчатого и получения семян в условиях Ставропольского края.

Методы исследований. Объект – лук репчатый (*Allium cepa* L.). Материал исследования: новые сорта ярового лука репчатого Примо и Ампэкс селекции ФГБНУ ФНЦО. Исследования проведены в 2018-2020 годах на базе Северо-Кавказского филиала ФГБНУ ФНЦО. 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.

Опыты лабораторно-полевые проводили по общепринятым методикам [45, 46]. Площадь учётной делянки 5 м², повторность 4-х кратная, с рендомизированным расположением вариантов. Опыты заложены по двухфакторной схеме, на участке, подготовленном по принятой в СКФ агротехнике возделывания лука репчатого. Маточные луковицы в необходимом количестве получены в СКФ в годы закладки опытов из семян ранневесеннего посева.

Опыт №1. Влияния размера маточных луковиц на рост, развитие и продуктивность семенных растений, качество семян.

Опыт двухфакторный (фактор А – сорт, фактор В – размер луковицы). Схема посадки 75х15 см. Дата посадки 10 октября. Глубина посадки – 15 см. Посадку маточных луковиц диаметром 4 см, 6 см (контроль), 8 см проводили 10 октября.

Опыт №2. Влияния сроков посадки маточных луковиц на рост, развитие и продуктивность семенных растений, качество семян. Опыт двухфакторный (фактор А – сорт, фактор В – срок). Схема посадки 75х15 см. Размер маточной луковицы 6 см. Глубина посадки – 15 см. Посадку маточных луковиц проводили в 4 срока: 25 сентября, 10 октября (контроль), 25 октября, 5 ноября.

Опыт №3. Влияния схемы посадки маточных луковиц на рост, развитие и продуктивность семенных растений, качество семян.

Опыт двухфакторный (фактор А – сорт, фактор В – схема посадки). Дата посадки 10 октября. Размер маточной луковицы 6 см. Глубина посадки – 15 см. Посадку маточных луковиц проводили 10 октября по схемам (см): 75х10; 75х15 (контроль); 75х20; 75х25.

Опыт №4. Влияния глубины посадки маточных луковиц на рост, развитие и продуктивность семенных растений, качество семян.

Опыт двухфакторный (фактор А – сорт, фактор В – глубина посадки). Схема посадки 75х15 см. Посадку маточных луковиц яровых сортов Примо и Ампэкс проводили 10 октября на глубину (см): 10; 15 (контроль); 20; 25, рис. 1 (a,b,c).

В течение вегетации проводили фенологические наблюдения. Описание морфологических и биометрических признаков растений проводили согласно инструкции [47]. Учёт структуры урожая – по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [48] в фазу полного созревания.

Анализ посевных качеств семян лука репчатого проводили по общепринятым методикам, согласно ГОСТ 12038-84; ГОСТ 12036-85; ГОСТ 12042-80 [49-51].



размер луковицы (a)



схема посадки (b)



глубина посадки (c)

Рис. 1. Варианты опыта: а – размер луковицы, b – схема посадки, c – глубина посадки
Fig. 1. Experience options: a – bulb size, b – planting scheme, c – planting depth

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного и регрессионного анализа [45] с помощью прикладных программ Microsoft Office Excel, 2010.

Результаты и обсуждения

Различные сроки посадки маточных луковиц, их диаметр, густота стояния, глубина посадки, существенно отразились на качественных и количественных показателях семенной продуктивности растений лука репчатого сортов Примо и Ампэкс.

Для определения оптимального размера луковицы для выращивания семенников в опыт были взяты три различных варианта по величине диаметра луковиц: 4 см, 6 см (контроль) и 8 см (табл.1, рис.2). Оптимальным размером для выращивания семенников лука репчатого этих сортов по итогам трехлетних испытаний оказался вариант с крупным диаметром маточных луковиц 8 см, у которых процессы стрелкования проходили более активно, с образованием более мощных стрелок.

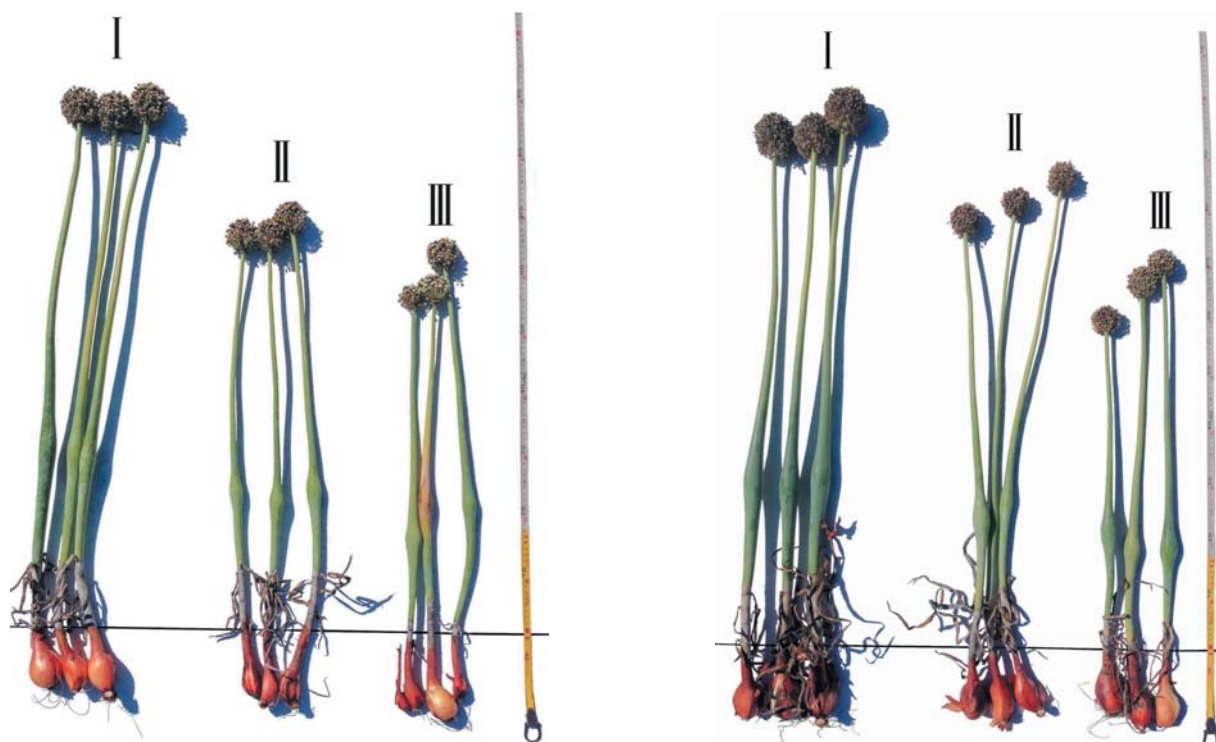
Таблица 1. Влияние размера маточных луковиц на семенную продуктивность и структуру урожая семян лука репчатого, 2018-2020 годы
Table 1. The effect of the size of uterine bulbs on seed productivity and the structure of the onion seed yield, 2018-2020

Сорт	Диаметр маточных луковиц, см	Семенная продуктивность, г/растения		Кондиционные семена		Масса 1000 семян, г	Всхожесть, %
		общая	кондиционных семян	выход, %	урожайность, кг/га		
Ампэкс	4	5,0	4,3	86,0	294,4	4,01	86,8
	6 (к)	7,7	6,8	88,3	480,9	4,02	91,7
	8	10,2	7,7	75,5	583,4	4,04	88,7
	НСР ₀₅	1,2	1,0	3,5	55,2	0,1	3,0
Примо	4	4,4	3,8	86,4	327,4	3,85	95,7
	6 (к)	6,4	5,8	90,6	497,5	3,72	95,5
	8	7,4	6,9	93,2	599,8	3,90	95,8
	НСР ₀₅	0,8	1,0	2,9	78,3	0,2	1,5

Продуктивность кондиционных семян была выше контроля у восьмисантиметровых луковиц на 13% (Ампэкс) и на 19% (Примо), а у четырехсантиметровых ниже на 37% и 34% относительно контроля. Соответственно прибавка урожайности кондиционных семян в варианте 8 см по сравнению с контролем у обоих сортов увеличилась на 21% (583,4 кг/га и 599,8 кг/га).

Влияние сроков посадки маточников лука репчатого на структуру урожая было существенным, а анализ полученных результатов позволил определить оптимальный срок посадки сортов Ампэкс и Примо (табл. 2).

Оптимальным сроком посадки для выращивания семенников лука репчатого данных сортов по итогам трехлетних испытаний оказался поздний срок – 5 ноября. В этот срок прибавка урожайности кондиционных семян по сравнению с контролем у сорта Ампэкс составила 41% (573,2 кг/га), а у сорта Примо – 27% (520,1 кг/га). Другие варианты отличались от контроля незначительно. Соответственно, общая продуктивность семян в этот срок посадки выше контроля на 34% (Ампэкс) и 33% (Примо), а кондиционных семян – на 34% (Ампэкс) и 30% (Примо). Выход кондиционных семян в этом варианте



I - Ампэкс (10.10) - 8 - (75x15) - 15
II - Ампэкс (10.10) – 6к - (75x15) - 15
III - Ампэкс (10.10) - 4 - (75x15) - 15

I - Примо (10.10) - 8 - (75x15) - 15
II - Примо (10.10) – 6к - (75x15) - 15
III - Примо (10.10) - 4 - (75x15) - 15

Рис. 2. Семенники лука репчатого с разным размером маточной луковицы
Fig. 2. Onion testes with different size of the uterine bulb

Таблица 2. Влияние срока посадки маточных луковиц на семенную продуктивность и структуру урожая семян лука репчатого, 2018-2020 годы

Table 2. The effect of the planting period of uterine bulbs on seed productivity and the structure of the onion seed yield, 2018-2020

Сорт	Срок посадки	Семенная продуктивность, г/растения		Кондиционные семена		Масса 1000 семян, г	Всхожесть, %
		общая	кондиционных семян	выход, %	урожайность, кг/га		
Ампэкс	25.09	6,4	5,5	86	430,2	3,97	90,6
	10.10 (к)	6,5	5,8	89	407,8	4,07	89,9
	25.10	7,3	6,1	84	401,9	4,08	87,8
	05.11	8,7	7,8	90	573,2	4,03	92,8
	НСР ₀₅	1,4	1,3	2	120,8	0,04	1,7
Примо	25.09	5,6	4,8	86	377,1	3,82	96,4
	10.10 (к)	5,4	4,7	87	409,8	3,69	93,0
	25.10	6,7	5,8	87	443,3	3,86	96,9
	05.11	7,2	6,1	85	520,1	3,76	96,1
	НСР ₀₅	1,1	0,8	2	70,2	0,02	1,6

был на уровне контроля. Показатель массы 1000 семян, несмотря на увеличение продуктивности, был на уровне контроля, а величина всхожести семян превышала контроль на 3% у обоих сортов. То есть, при размножении данных сортов в условиях предгорной зоны Северного Кавказа наиболее оптимальный срок посадки маточников лука репчатого – первая декада ноября.

Влияние густоты стояния маточных луковиц на структуру урожая также было существенным и анализ полученных результатов позволил определить оптимальную схему посадки для выращивания маточных растений данных сортов (табл. 3).

С увеличением густоты стояния наблюдается снижение продуктивности кондиционных семян с растения на 11% одинаково по сортам, а при уменьшении густоты стояния наоборот – увеличивается на 3-5%, относительно контроля. Однако, урожайность кондиционных семян значительно возрастает с увеличением густоты стояния – на 31% (Ампэкс) и 19% (Примо). С уменьшением густоты стояния, соответственно, урожайность снижается на 12-21% у сорта Ампэкс и на 18-29% у сорта Примо относительно контроля. При использовании более густой посадки всхожесть семян у сорта Примо не меняется, а у сорта Ампэкс снижается в пределах ошибки опыта – на

Таблица 3. Влияние схемы посадки маточных луковиц на семенную продуктивность и структуру урожая семян лука репчатого, 2018-2020 годы

Table 3. The effect of the planting scheme of uterine bulbs on seed productivity and the structure of the onion seed yield, 2018-2020

Сорт	Схема посадки	Семенная продуктивность, г/растения		Кондиционные семена		Масса 1000 семян, г	Всхожесть, %
		общая	кондиционных семян	выход, %	урожайность, кг/га		
Ампэкс	75*10	6,7	5,8	86,6	548,0	4,0	91,4
	75*15(к)	7,3	6,1	83,6	416,8	4,1	92,8
	75*20	7,3	6,3	86,3	366,1	4,0	93,0
	75*25	7,9	6,8	86,1	330,3	4,0	93,1
	НСР ₀₅	0,3	0,2	3,1	75,3	0,1	1,8
Примо	75*10	6,0	5,2	86,7	570,4	3,8	93,8
	75*15(к)	6,5	5,5	84,6	480,2	3,8	93,5
	75*20	6,5	5,8	89,2	393,0	3,9	93,4
	75*25	6,7	6,1	91,0	339,6	3,9	96,7
	НСР ₀₅	0,2	0,2	3,9	60,9	0,1	1,6

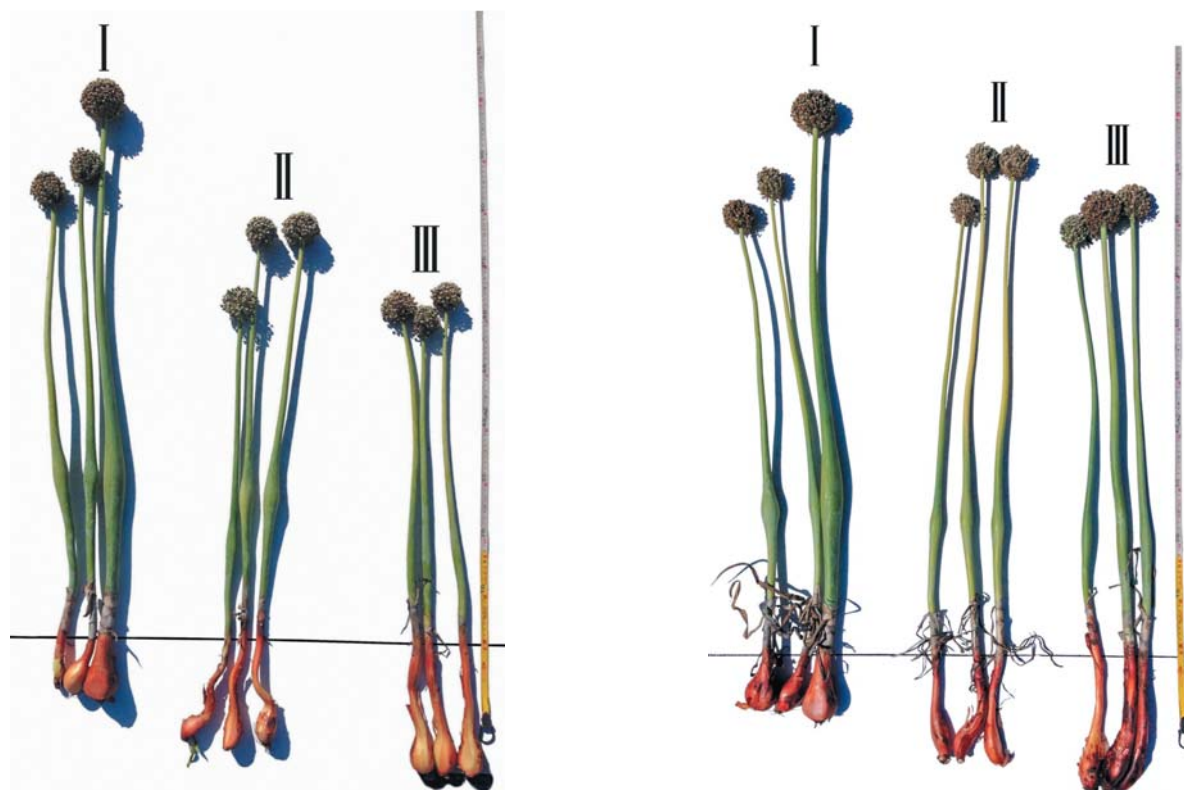
Таблица 4. Влияние глубины посадки маточных луковиц на семенную продуктивность и структуру урожая семян лука репчатого, 2018-2020 годы
Table 4. Influence of the depth of planting of uterine bulbs on seed productivity and the structure of the onion seed yield, 2018-2020

Сорт	Схема посадки	Семенная продуктивность, г/растения		Кондиционные семена		Масса 1000 семян, г	Всхожесть, %
		общая	кондиционных семян	выход, %	урожайность, кг/га		
Ампэкс	10	7,7	6,8	88,3	523,7	4,1	92,2
	15(к)	7,9	7,1	89,9	523,1	4,1	93,8
	20	6,4	5,4	84,4	307,7	4,0	90,8
	25	5,3	4,0	75,5	189,1	4,0	94,3
	НСР ₀₅	0,3	0,4	1,5	55,2	0,1	2,3
Примо	10	6,8	6,2	91,2	479,6	3,9	96,5
	15(к)	5,7	5,1	89,5	444,2	4,0	93,7
	20	4,0	3,6	90,0	222,9	3,9	89,8
	25	2,9	2,3	79,3	128,6	4,0	91,1
	НСР ₀₅	0,6	0,6	1,9	48,3	0,1	3,0

1,5%, относительно контроля. На величину массы 1000 семян густота стояния у сортов Ампэкс и Примо влияния не оказала. То есть, для получения большей урожайности кондиционных семян рекомендуется использовать схему 70х10 для посадки маточных луковиц на семеноводческие цели.

Глубина посадки луковицы повлияла на урожайность и качество семян лука репчатого (табл. 4).

В варианте посадки лука-матки на глубину 10 см общая продуктивность и продуктивность кондиционных семян у сорта Ампэкс была практически на одном уровне с контролем, у сорта Примо была выше контроля на 19-22%. Урожайность кондиционных семян также в варианте 10 см получена у сорта Ампэкс – 523 кг/га, что на уровне контроля, а у сорта Примо – 480 кг/га, это на 8% выше контроля. С увеличением глубины посадки до 20 см и 25 см – урожай-



I - Ампэкс (10.10) - 6 - (75х15) - 15к
 II - Ампэкс (10.10) - 6 - (75х15) - 20
 III - Ампэкс (10.10) - 6 - (75х15) - 25

I - Примо (10.10) - 6 - (75х15) - 15к
 II - Примо (10.10) - 6 - (75х15) - 20
 III - Примо (10.10) - 6 - (75х15) - 25

Рис. 3. Семенники лука репчатого с разной глубиной посадки маточной луковицы
Fig. 3. Onion testes with different planting depth of the uterine bulb

ность снижалась на 41% и 64% (Ампэкс) на 50% и 71% (Примо), соответственно.

Однако следует отметить, что на участках с глубиной посадки 10 см у обоих сортов из-за слабой фиксации растения в почве, наблюдалось выламывание корневой системы под собственным весом наземной части растения. Что в свою очередь приводило к затруднению проведения ряда агротехнических приёмов на участках с данной глубиной посадки и даже к гибели растения. Поэтому, очевидно, выбирая глубину посадки 15 см, возможно получение практически тех же показателей продуктивности и урожайности и получение показателей качества семян на одинаковом уровне: масса 1000 семян и всхожесть были сопоставимы как при заделке на глубину 10 см, так и при заделке на глубину 15 см.

Таким образом, по итогам исследований оптимальной глубины посадки маточных луковиц лучшие результаты урожайности получены при заделке на глубину 10 см, но столкнувшись с проблемой выламывания корневой системы из-за мелкой посадки, следует рекомендовать заделку глубже (15 см), когда возможно получить сравнимые результаты по урожайности и качеству семенного материала.

Заключение

Многие исследователи разных стран изучали влияние сроков посадки и размера маточных луковиц при производстве семян лука [44]. Установлено, чем крупнее маточная луковица (6-8 см) тем выше урожайность семян (500-700 кг/га). Даты посева определяются применительно к зоне выращивания, а глубина заделки и густота стояния зависит от сорта и почвенно-климатических условий.

Полученные результаты в ходе проведенных исследований позволили оптимизировать элементы технологии возделывания семенников новых сортов лука репчатого. Для создания лучших условий для роста и развития семенных растений сортов Ампэкс и Примо и получения более высокой урожайности качественных семян в условиях предгорной зоны Северного Кавказа рекомендуется: посадку маточников организовывать в первой декаде ноября, использовать маточные луковицы размером 8 см, схема посадки – 75х10 см, глубина посадки – 15 см. Использование данных рекомендаций позволяет получать в условиях предгорной зоны Северного Кавказа 523-583 кг/га кондиционных семян у сорта Ампэкс и 444-600 кг/га кондиционных семян у сорта Примо.

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, krivenkov76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>

Вадим Анатольевич Подорогин – руководитель СКФ ФГБНУ ФНЦО

Владимир Анатольевич Ушаков – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства овощных бобовых культур, автор для переписки, goroh@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8901-1424>

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 V. Krivenkov – Cand. Sci. (Agriculture), Head. of Laboratory of Breeding and Seed Production of Onion Crops, krivenkov76@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>

Vadim A. Podorogin – Head of the SKF FSBIS FSVС

Vladimir A. Ushakov – Cand. Sci. (Agriculture), Head Laboratory of selection and seed production of vegetable legumes, correspondence author, goroh@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8901-1424>

• Литература

1. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. 2001. 500 с.
2. Лудилов В.А. Семеноведение овощных и бахчевых культур. Текст. 2005. 391с.
3. Ховрин А.Н., Монахос Г.Ф. Производство и селекция репчатого лука в России. Картофель и овощи. 2014;(7):18-22.
4. Боголепова Н.И. Семеноводство лука репчатого в условиях Краснодарского края. Рекомендации. КНИИОКХ. 1996. 13 с.
5. Гиш Р.А., Туголуков В.П., Туголукова Е.И., Благодарова Е.Н. Рекомендации по выращиванию лука репчатого ультрараннего озимого сорта Эллан на Кубани. КГАУ. 2003. 21 с.
6. Аксенов А.Г. Обоснование и разработка адаптивных машинных технологий и технических средств для возделывания луковых культур. Дис. ... канд. с.-х. наук. 2021. 281 с.
7. Посвянин А.Т. Технология производства лука. Россельхозиздат. 1984. 96 с.
8. Хорев П.Н. Совершенствование технологического процесса посадки лука-матки с обоснованием конструктивно-кинематических параметров цепочно-ложечного высаживающего аппарата с ориентирующим устройством. Дис. ... канд. техн. наук. 2001. 157 с.
9. Ларюшин Н.П., Кухарев О.Н. Техничко-экономические основы применения различных схем посева лука-севка. Международная научно-практическая конференция. «Проблемы сельскохозяйственного производства в меняющихся экономических условиях в XXI веке». Сб. науч. трудов. 2000. С.54-55.
10. Михеев В.В., Еремин П.А., Аксенов А.Г. и др. К методике интеллектуализации производства пропашных культур. *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2019;(3):83-88.
11. Никульшин В.П., Ершов И.И., Крылов С.В. К вопросу механизации посадки маточников репчатого лука. *Труды молодых учё-*

ных и аспирантов по селекции и семеноводству овощных культур. 1970. С.23-25.

- 12. Аксенов А.Г., Прямов С.Б., Сибирёв А.В. Современное состояние производства лука в России и перспективы развития. *Картофель и овощи*. 2016;(1):16-17.
- 13. Лазыко В.Э., Гиш Р.А. Семенная продуктивность озимого лука сорта Эллан при разных сроках посадки маточников. *Картофель и овощи*. 2005;(7):28-30.
- 14. Лукомец С.Г., Лазыко В.Э. Цветение и плодоношение семенников лука озимого сорта Эллан в 2007 году. *Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству: к 110-летию со дня рождения Квасникова Б.В.* 2009. С.283-286.
- 15. Лазыко В.Э. Особенности семеноводства лука репчатого озимого сорта Эллан в условиях Западного Предкавказья. Дис. ... канд. с.-х. наук. 2005. 295 с.
- 16. Tesfaye M., Belew D., Dessalegn Y. et al. Effect of planting time on growth, yield components, seed yield and quality of onion (*Allium cepa* L.). *Agric & Food Secur.* 2018;(7):28. doi.org/10.1186/s40066-018-0178-0
- 17. Mehri S., Forodi B.R., Kashi A.K. Influence of planting date on some morphological characteristic and seed production in onion (*Allium cepa* L.) cultivars. *Agric Sci Dev.* 2015;4(2):19-21.
- 18. Teshome A., Derbew B. et al. Effects of planting time and bulb size on onion (*Allium cepa* L.) seed yield and quality. *Int J Agric Res.* 2014. doi.org/10.3923/ijar.2014.
- 19. El-Helaly M.A., Karam S.S. Influence of planting date on the production and quality of onion seeds. *J Hortic Sci Ornament Plants.* 2012;4(3):275-279.
- 20. Mollah M.R., Ali M.A., Ahmad M. et al. Effect of planting dates on the yield and quality of true seeds on onion. *Int J Appl Sci Biotechnol.* 2015;3(1):67-72.
- 21. Ud-Deen M.M. Effect of mother bulb size and planting time on growth, bulb and seed yield of onion, Bangladesh. *J Agric Res.* 2008;33:531-537.

22. Olani N., Fikre M. Onion seed production techniques: a manual for extension agents and seed producers. *Addis Abeba: FAO*. 2010.
23. Lemma D., Shimeles A. Research experiences in onion production. Ethiopia agricultural research organization. *Research report*. 2003;55p.
24. Khokhar K.M. Effect of set-size and planting time on the incidence of bolting, bulbing, and seed yield in two onion cultivars. *J. hort. sci. biotech.* 2008;(83):481-487.
25. Khokhar K.M. Effect of set-size and storage temperature on the incidence of bolting, bulbing, and seed yield in two onion cultivars. *Sci. Hortic.* 2009;(122):187-194. doi.org/10.1016/j.scienta.2009.05.008.
26. Hussain S.W., Ishtiaq M., Hussain S.A. Effect of different bulb size and planting dates on green leaf production of onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Biological Sciences*. 2001;(1):345-347. doi.org/10.3923/jbs.2001.345.347
27. Khan M.A., Hassan M.K., Ara R. et al. Effect of bulb size and harvesting time on the growth and yield of onion. *Progressive Agriculture*. 2005;(16):25-29.
28. Khodadadi M., Hassanpanah D. The effects of planting date and mother bulb size on quantitative and qualitative seed traits of onion red rey variety. *International Journal of Agricultural Research and Review*. 2012;(2):324-327.
29. Ashagrie T., Belew D. et al. Effects of planting time and mother bulb size on onion (*Allium cepa* L.) seed yield and quality. *International Journal of Agricultural Research*. 2014:1-11.
30. Levy D., Ben-Herut Z., Albasel N. et al. Growing onion seeds in an arid region; drought tolerance and the effect of bulb weight, spacing and fertilization. *Sci. Hortic.* 1981;(14):1-7. doi.org/10.1016/0304-4238(81)90072-8.
31. Abedin M.J., Rahim M.A. et al. Effect of planting date and bulb size on the yield and quality of onion seed. *Bangladesh Journal of Seed Science Technology*. 1999;(3):25-28.
32. Mukhtadir M.S., Farooque A.M., Rahim M.A., Hossain M.M. Yield and quality of onion seed as influenced by the planting time and bulb size. *Bangladesh Journal of Seed Science Technology*. 2001;(5):47-52.
33. Asaduzzaman M., Hasan M., Moniruzzaman M. Quality seed production of onion (*Allium cepa* L.): an integrated approach of bulb size and plant spacing. *Journal of Agricultural Research*. 2012;(50):119-128.
34. Khokhar K.M., Hussain S.I. et al. Effect of set size on bulb yield, maturity and bolting in local and exotic cultivars of onion during autumn season. *Sarhad Journal of Agriculture*. 2001;(17):355-358.
35. Morozowska M., Holubowicz R. Effect of bulb size on selected morphological characteristics of seed stalks, seed yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) seeds. *Folia Horticulturae*. 2009;(21):27-38. doi.org/10.2478/hhort-2013-0123.
36. Aminpour R., Mortazavibak A. Mother bulb size and planting pattern effects on seed quality and quantity of onion (*Allium cepa* L.). *Seed Plant*. 2004;(20):39-48.
37. Asaduzzaman M., Hasan M. et al. Effect of bulb size and plant spacing on seed production of onion (*Allium cepa* L.). *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. 2012;(37):405-414. doi.org/10.3329/bjar.v37i3.12084.
38. Anisuzzaman M., Ashrafuzzaman M., Ismail M.R. et al. Planting time and mulching effect on onion development and seed production. *African Journal of Biotechnology*. 2009;(8):412-416.
39. El-Helaly M.A., Karam S.S. Influence of planting date on the production and quality of onion seeds. *J. Hortic. Sci.* 2012;(4):275-279.
40. Ud-Deen M.M. Effect of mother bulb size and planting time on growth, bulb and seed yield of onion. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. 2008;(33):531-537.
41. Khokhar K. Flowering and seed development in onion - a review. *Open Access Library Journal*, 2014;(1)1-13. doi:10.4236/oalib.1101049.
42. Мансурова Л.И., Кириченко В.Г. Семенная продуктивность лука репчатого при различной густоте посадки. *Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству: к 110-летию со дня рождения Квасникова Б.В.* 2009. С.305-308.
43. Емельянов П.А., Сибирев А.В., Аксенов А.Г. Теоретические предпосылки процесса заделки лукович в борозде. *Нива Поволжья*. 2012;3(24):33-36.
44. Choudhary D., Kumar V., Scholar V. Seed production methods of onion (*Allium cepa* L.). *Pop. Kheti*. 2017;5(4):5-6.
45. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.
46. Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. М.: Агропромиздат. 1992. 319 с.
47. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур. ФГБНУ ФНЦО. 2018. 224 с.
48. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: 1985;(1):269.
49. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. 2011. 32 с.
50. ГОСТ 12036-85. Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб. 2011. 13 с.
51. ГОСТ 12042-80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы семян. 2011. С.116-118.

References

1. Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. *Onion cultures*. 2001. 500 p. (In Russ.)
2. Ludilov V.A. Seed science of vegetable and melon crops. *Text*. 2005. 391 p. (In Russ.)
3. Khovrin A.N., Monakhos G.F. Onion production and breeding in Russia. *Potatoes and vegetables*. 2014;(7):18-22. (In Russ.)
4. Bogolepova N.I. Onion seed production in the conditions of the Krasnodar territory recommendations. *KNIIOKH*. 1996. 13 p. (In Russ.)
5. Gish R.A., Tugolukov V.P., Tugolukova E.I., Nobelova E.N. Recommendations for growing onions of the ultra-early winter variety Ellan in the Kuban. *KGAU*. 2003. 21 p. (In Russ.)
6. Aksekov A.G. Justification and development of adaptive machine technologies and technical means for cultivation of onion crops. *Dis. ... candidate of agricultural sciences*. 2021;281p. (In Russ.)
7. Posyavin A.T. Onion production technology. *Rosselkhozizdat*. 1984. 96 p. (In Russ.)
8. Khorev P.N. Improvement of the technological process of planting onions with justification of the structural and kinematic parameters of the chain-spoon planting apparatus with an orienting device. *Dis. ... candidate of technical sciences*. 2001. 157 p. (In Russ.)
9. Laryushin N.P., Kukharev O.N. Technical and economic bases of application of various schemes of onion sowing. International scientific and practical conference. "Problems of agricultural production in changing economic conditions in the XXI century. *Collection of scientific works*. 2000. P.54-55. (In Russ.)
10. Mikheev V.V., Eremin P.A., Aksekov A.G., etc. To the method of intellectualization of the production of row crops. *Electrical technologies and electrical equipment in the agro-industrial complex*. 2019;(3):83-88. (In Russ.)
11. Nikulshin V.P., Ershov I.I., Krylov S.V. On the issue of mechanization of planting of onion seeds. *The works of young scientists and postgraduates on the selection and seed production of vegetable crops*. 1970. P.23-25. (In Russ.)
12. Aksekov A.G., Pryamov S.B., Sibirev A.V. The current state of onion production in Russia and development prospects. *Potatoes and vegetables*. 2016;(1):16-17. (In Russ.)
13. Lazko V.E., Gish R.A. Seed productivity of winter onions of the Ellan variety at different planting dates of queen cells. *Potatoes and vegetables*. 2005;(7):28-30. (In Russ.)
14. Lukomets S.G., Lazko V.E. Flowering and fruiting of onion testes of winter variety Ellan in 2007. *Collection of scientific papers on vegetable growing and melon growing: to the 110th anniversary of the birth of Kvasnikov B.V.* 2009. P.283-286. (In Russ.)
15. Lazko V.E. Features of seed production of onions of the winter variety Ellan in the conditions of the Western Caucasus. *Dis...candidate of agricultural sciences*. 2005;295p. (In Russ.)
42. Mansurova L.I., Kirichenko V.G. Seed productivity of onions with different planting density. *Collection of scientific papers on vegetable growing and melon growing: to the 110th anniversary of the birth of Kvasnikov B.V.* 2009. P.305-308. (In Russ.)
43. Emelyanov P.A., Sibirev A.V., Aksekov A.G. Theoretical prerequisites for the process of sealing bulbs in the furrow. *The field of the Volga region*. 2012;3(24):33-36. (In Russ.)
45. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). М.: Агропромиздат. 1985. 351p. (In Russ.)
46. Methods of experimental business in vegetable growing and melon growing. Belik V.F. М.: Агропромиздат. 1992. 319p. (In Russ.)
47. Methodological guidelines for the approbation of vegetable and melon crops. FSBSI FSVC. 2018. 224p. (In Russ.)
48. Methodology of state variety testing of agricultural crops. М.: 1985;(1):269. (In Russ.)
49. GOST 12038-84. Seeds of agricultural crops. Methods for determining germination. 2011. 32 p. (In Russ.)
50. GOST 12036-85. Seeds of agricultural crops. Acceptance rules and sampling methods. 2011. 13 p. (In Russ.)
51. GOST 12042-80. Seeds of agricultural crops. Methods for determining the weight of seeds. 2011. P.116-118. (In Russ.)

Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-63-66>
УДК 635.64:631.526.32

Б.Н. Новиков, Л.Н. Новикова

Крымская опытно-селекционная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова» 353384, Россия, Краснодарский край, г. Крымск, ул. Вавилова, 12

Благодарности. Работа выполнена на коллекции генетических ресурсов растений ВИР (VIR Collections of Plant Genetic Resources) в рамках государственного задания ВИР (бюджетный проект № 0481-2022-0003).

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Новиков Б.Н., Новикова Л.Н. Новый салатный сорт томата Агата Плюс для открытого грунта на юге России. *Овощи России*. 2022;(1):63-66. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-63-66>

Поступила в редакцию: 15.11.2021

Принята к печати: 20.12.2021

Опубликована: 25.02.2022

Boris N. Novikov, Larisa N. Novikova

Krymsk Experiment Breeding Station – Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources” (Krymsk EBS, VIR Branch) 12, Vavilov St., Krymsk, Krasnodar Region, 353384, Russia

Acknowledgments. The work was performed on the VIR Collections of Plant Genetic Resources within the framework of the VIR state task (budget project No. 0481-2022-0003).

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

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Novikov B.N., Novikova L.N. New tomato variety Agata Plus for open ground in the south of Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):63-66. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-63-66>.

Received: 15.11.2021

Accepted for publication: 20.12.2021

Published: 25.02.2022

Новый салатный сорт томата Агата Плюс для открытого грунта на юге России



Резюме

Актуальность. Для увеличения потребления томата и разнообразия его на рынке актуальным является создание новых сортов, обладающих хозяйственно ценными признаками и пользующихся спросом у потребителей. Целью исследований стало создание нового детерминантного раннеспелого сорта томата салатного назначения, пластичного, стабильно урожайного, крупноплодного, с плотной мякотью и высокими вкусовыми качествами, толерантного к заболеваниям.

Материалы и методы. Исследования проводили на коллекционном участке Крымской ОСС филиала ВИР (Краснодарский край, г. Крымск). Сорт Агата Плюс был получен в результате скрещивания родительских форм с последующими многократными отборами на естественном инфекционном фоне. В качестве материнской – использовался салатный сорт российской селекции Агата – раннеспелый, низкорослый, со средней урожайностью и плодами, обладающими хорошими вкусовыми качествами и средней массой. Отцовской формой послужил гибрид голландской селекции F₁ Эплож, характеризующийся раннеспелостью, среднерослостью, средней облиственностью, крупноплодностью, плотной мякотью, стабильно высокой урожайностью и отличными вкусовыми качествами плодов. Стандартом был взят включенный в Госреестр РФ сорт томата Агата.

Результаты. Оценка селекционных линий по комплексу биологических, морфометрических, хозяйственно ценных признаков с использованием индивидуального и массового отборов позволила получить лучшую раннеспелую форму салатного назначения, отмеченную крупноплодностью, стабильно высоким урожаем и хорошими вкусовыми качествами. В 2017 году данная форма, под названием Агата Плюс, была передана в Госсортиспытание, и с 2020 года этот сорт был допущен к использованию.

Ключевые слова: томат, признак, форма, раннеспелость, урожайность, качество

New tomato variety Agata Plus for open ground in the south of Russia

Abstract

Relevance. To increase the consumption of tomato and its diversity on the market, it is important to create new varieties that have economically valuable characteristics and are in demand among consumers. The aim of the research was to create a new determinant early-ripening variety of lettuce tomato, plastic, consistently productive, large-fruited, with dense pulp and high taste, tolerant to diseases.

Materials and methods. The studies were carried out at the collection site of the Crimean OSS of the VIR branch (Krasnodar Region, Krymsk). The Agata Plus cultivar was obtained by crossing parental forms with subsequent multiple selections against a natural infectious background. As a mother, we used a salad variety of the Russian selection Agata – early maturing, undersized, with an average yield and fruits with good taste and average weight. The paternal form was a hybrid of the Dutch selection F₁ Eploz, characterized by early maturity, medium height, medium leafiness, large-fruited, dense pulp, consistently high yield and excellent taste of the fruit. The Agata tomato variety included in the State Register of the Russian Federation was taken as a standard.

Results. Evaluation of breeding lines for a complex of biological, morphometric, economically valuable traits using individual and mass selections made it possible to obtain the best early ripening form of salad designation, marked by large fruit size, consistently high yield and good taste. In 2017, this form, called Agata Plus, was submitted to the State Variety Test, and since 2020 this variety has been approved for use.

Keywords: tomato, sign, shape, early maturity, productivity, quality

Введение

Среди выращиваемых на юге России овощных растений особое место отводится одной из главных и наиболее распространенных здесь культуре – томату, плоды которого обладают высокими питательными, вкусовыми и диетическими качествами, содержат богатый химический состав элементов, благодаря чему используются в свежем, замороженном, сушеном, соленом и маринованном виде. Широким спросом пользуются продукты переработки томата – соки, кетчуп, различные соусы и паста [1, 2].

Содержащиеся в плодах химические соединения активно участвуют в процессах жизнедеятельности человека и защищают его от ряда заболеваний [3, 4].

На Крымской ОСС – филиале ВИР работа по селекции этой ценной и популярной культуры проводилась на протяжении 70 лет. За это время были созданы сорта разных групп спелости, отличающиеся по урожайности, характеристике плодов, их качеству и использованию.

Для южных регионов РФ, занимающихся выращиванием товарных плодов томата, особым потребительским спросом пользуются сорта раннего срока созревания, с крупными, ярко окрашенными плодами, имеющими хороший вкус и сбалансированный сахарокислотный индекс. Долгое время из группы раннеспелых здесь преимущественно выращивался сорт селекции Крымской ОСС Агата. Однако по отдельным показателям он уступал другим ранним сортам. Для улучшения хозяйственно полезных признаков было проведено его скрещивание с гибридом F₁ Эплож, обладающим рядом полезных качеств, которые отсутствуют или недостаточно выражены у материнской формы.

Целью наших исследований являлось создание нового детерминантного раннеспелого сорта томата салатного назначения, отличающегося от стандарта пластичностью, стабильно высокой урожайностью крупных плодов с плотной мякотью и высокими вкусовыми качествами, а также толерантностью к заболеваниям.

Материалы и методы

Работу выполняли в период с 2010 по 2017 годов на коллекционном участке отдела генетических ресурсов и селекции овощных культур Крымской ОСС филиала ВИР, расположенном в Крымском районе Юго-Западной части Краснодарского края. Сорт получен в результате скрещивания родительских пар с последующими массовым и индивидуальным отборами селекционных образцов, имеющих высокое проявление хозяйственно полезных признаков в потомстве.

В качестве материнской формы использовали линию детерминантного сорта Агата салатного назначения, являющегося источником раннеспелости, дружной отдачи урожая, средней массы плода и урожайности, нерастрескиваемости и хороших вкусовых качеств плодов. Отцовской формой послужил гибрид F₁ Эплож голландской селекции, характеризующийся раннеспелостью, среднерослостью, средней облиственностью, крупноплодностью, плотной мякотью, высокими вкусовыми качествами и стабильно высокой урожайностью. Стандартом – включенный в Госреестр на допуск к использованию и рекомендованный для



Рис. 1. Материнская форма Агата
Fig. 1. Maternal form of Agata



Рис. 2. Отцовская форма F₁ Эплож
Fig. 2. Paternal Form F₁ Eplos

агроклиматической зоны исследований сорт томата Агата (рис. 1, 2).

При возделывании томата применяли общепринятую для южного региона РФ агротехнику. Выращивание растений проводилось путем посева семян в открытый грунт. Схема посева – двухстрочная лента 90+50 см с расстоянием между растениями в ряду 35 см. Закладку полевых опытов, фенологические наблюдения, определения морфологических, биометрических и хозяйственных признаков проводили согласно методическим указаниям по селекции сортов и гибридов, а также методике полевого опыта [5-8].

Результаты исследований

В результате использования индивидуальных и массовых отборов и проведения комплексной оценки селекционных линий F₃-F₇ по основным биологическим, морфометрическим и хозяйственно ценным признакам был получен новый раннеспелый сорт томата Агата Плюс. По хозяйственно полезным признакам этот сорт превысил стандартный (табл. 1).

В среднем за два года урожайность сорта Агата Плюс составила 72,2 т/га, что на 20,3 % выше стандарта, а показатели товарной урожайности (64,8 т/га) и выхода товарных плодов (89,6 %) превысили таковые у стандартного сорта. Число плодоносящих побегов

Таблица 1. Хозяйственно ценные и биологические показатели признаков нового сорта Агата Плюс по сравнению с родительскими формами и стандартом
Table 1. Economically valuable and biological indicators of the traits of the new Agata Plus variety in comparison with the parental forms and the standard

Показатели	Сорт, гибрид		
	Агата*	Агата Плюс	F ₁ Эпловз
Общая урожайность, т/га НСР ₀₅	60,0 6,7	72,2 6,9	86,5 7,2
Товарная урожайность, т/га НСР ₀₅	48,2 3,5	64,8 6,6	79,5 6,8
% товарных плодов	80,3	89,6	91,0
Число плодоносящих побегов, шт.	4	5	6
Средняя урожайность с 1 растения, кг	1,5	1,8	2,1
Средняя масса плода, г	80	160	225
Сухое вещество, %	4,62	5,14	5,84
Общий сахар, %	3,52	4,42	4,57
Аскорбиновая кислота, мг/%	23,35	26,65	27,24
Общая кислотность, %	0,39	0,45	0,46

*Материнская форма сорт Агата является стандартом для зоны испытаний



Рис. 3. Растение сорта Агата Плюс в фазу созревания
Fig. 3. Agata Plus plant in the ripening phase



Рис. 4. Плоды сорта Агата Плюс
Fig. 4. Fruits of the Agata Plus variety

на главном стебле и урожайность с растения имели средние (но выше стандарта) значения. Масса плода у сорта Агата Плюс значительно превысила это значение материнской формы, но уступила отцовской.

По биохимическим показателям новый сорт превосходит стандарт.

Агата Плюс – сорт раннеспелый, от массовых всходов до созревания – 95-100 суток. Куст обыкновенный, детерминантный, компактный, облиственность средняя. Высота главного стебля 48-52 см. Лист средний, зеленый; соцветие простое, компактное, средней длины, высота заложения первого соцветия – между 5-7 листом, а последующих – через 1-2 листа. Цветоножка имеет отделительный слой. Плод округлый, гладкий, ровный, массой 150-170 г, средней плотности, с 4-6 правильными камерами в плоде. Окраска незрелого плода светло-зеленая, зрелого – красная без зеленого пятна. Урожай плодов 1,8-2,3 кг с растения. Дегустационная оценка свежих плодов высокая – 4,8 балла. Сорт характеризуется хорошей завязываемостью плодов и дружной отдачей урожая. Устойчивость к растрескиванию способствует высокой товарности плодов. Сорт Агата Плюс среднеустойчив к нематоду, вершинной и корневой гнилям, а также невосприимчив к появлению серебристости листьев (рис. 3, 4).

Биохимические показатели плодов нового сорта выше стандарта: сухое вещество – 5,14%, общий сахар – 4,42%, витамин С – 26,65 мг%, общая кислотность – 0,45%.

Сахарокислотный индекс, характеризующий вкусовые качества плодов высокий – 9,8 (табл. 2).

Таблица 2. Хозяйственная характеристика нового сорта томата Агата Плюс в условиях юга России (Краснодарский край, 2015-2017 гг.)
Table 2. Economic characteristics of the new tomato variety Agata Plus in the conditions of the south of Russia (Krasnodar Region, 2015-2017)

Показатели	Сорт Агата Плюс			
	2015 год	2016 год	2017 год	среднее
Группа спелости	Раннеспелая			
Период от полных всходов до начала созревания, количество суток	95-99	96-100	96-102	95-100
Период плодоношения, количество суток	55	52	49	52
Общая урожайность, т/га НСР ₀₅	76,6 6,7	67,8 6,0	72,3 6,9	72,2
Ранняя урожайность, т/га НСР ₀₅	30,6 4,3	23,7 2,8	30,4 3,0	28,2
Товарная урожайность, т/га НСР ₀₅	68,2 7,4	61,4 5,8	64,7 6,9	64,8
Средняя масса плода, г НСР ₀₅	152 9,2	158 9,8	170 10,6	160
Сухое вещество, %	4,95	5,10	5,44	5,14
Общий сахар, %	4,35	4,37	4,55	4,42
Аскорбиновая кислота, %	25,69	27,00	27,05	26,65
Общая кислотность, %	0,43	0,46	0,44	0,45

Достоинство сорта: пластичность, высокая стабильная урожайность, отличные вкусовые и товарные качества. Плоды крупные, плотные, не растрескивающиеся, имеют привлекательную округлую форму и яркую красную окраску кожицы. Сорт устойчив к нематоду, вершинной и корневым гнилям, невосприимчив к появлению серебристости листьев.

Сорт Агата Плюс прошел государственное сортоиспытание и в 2020 году включен в реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ.

Рекомендуется для промышленного производства, приусадебного и дачного использования, для выращивания в открытом грунте, а также в пленочных необогреваемых теплицах.

Об авторах:

Борис Николаевич Новиков – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела генетических ресурсов и селекции овощных культур, kross67@mail.ru

Лариса Николаевна Новикова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела генетических ресурсов и селекции овощных культур, kross67@mail.ru

About the authors:

Boris N. Novikov – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the department of genetic resources and vegetable breeding, kross67@mail.ru

Larisa N. Novikova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the department of genetic resources and vegetable breeding, kross67@mail.ru

• Литература

1. Козак В., Бохан А., Юдаева В. Селекция детерминантных сортов томатов для открытого грунта. *Овощеводство и тепличное хоз-во*. 2017;(1):36.
2. Кондратьева И.Ю., Кандоба Е.Е., Павлов В.Л. Сорта томата нового поколения для открытого грунта. *Картофель и овощи*. 2008;(6):18-19.
3. Маковей М.Д. Селекция салатных сортов томата для открытого грунта и пленочных теплиц. В кн.: *Овощеводство будущего: новые знания и идеи*. ВНИИО. Москва, 2012. С.:234-236.
4. Danailov Z. Main Trend of Tomato Breeding Development. *Plant Science*. 2012;49(6):61-66.
5. Новиков Б.Н. Технология выращивания томата в Северо-Кавказском регионе: методические рекомендации. Крымск: ФГБНУ Крымская ОСС СКЗНИИСИВ, 2014. 44 с.
6. Методические указания по селекции сортов и гетерозисных гибридов овощных культур / под ред. акад. ВАСХНИЛ Д.Д. Брежнева; ВИР. Ленинград, 1974. 213 с.
7. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции овощных пасленовых культур (томаты, перцы, баклажаны). ВИР. Ленинград, 1977. 23 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 851 с.

• References

1. Kozak V., Bokhan A., Yudaeva V. Breeding of determinant varieties of tomatoes for open ground. *Vegetable growing and greenhouse farming*. 2017;(1):36. (In Russ.)
2. Kondratieva I.Yu., Kandoba E.E., Pavlov V.L. Tomato varieties of new generation for open ground. *Potato and vegetables*. 2008;(6):18-19. (In Russ.)
3. Makovei M.D. Selection of lettuce varieties of tomato for open ground and film greenhouses. In the book: *Vegetable growing of the future: new knowledge and ideas*. All-Russian. nauch.-issled. Institute of Vegetable Growing. Moscow, 2012. P.234-236. (In Russ.)
4. Danailov Z. Main Trend of Tomato Breeding Development. *Plant Science*. 2012;49(6):61-66.
5. Novikov B.N. Tomato growing technology in the North Caucasus region: guidelines. Krymsk: FGBNU Krymsk EBS SKZNIISiV, 2014. 44 p. (In Russ.)
6. Methodology for State Variety Testing of Agricultural Crops. Issue 4: Potatoes, vegetables and melons. Moscow, 1975. 256 p. (In Russ.)
7. Guidelines for the study and maintenance of the world collection of vegetable nightshade crops (tomatoes, peppers, eggplants) / VIR. Leningrad, 1977. 23 p. (In Russ.)
8. Dospikhov B.A. Field experiment technique. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-67-71>
УДК 635.615:631.531.02:631.816.12

О.В. Якимова¹, В.Э. Лазко¹,
Е.Н. Благородова²

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр риса»
350921.г. Краснодар, п. Белозерный, д.3

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

*Автор для переписки:

belyaeva12092013@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Якимова О.В., Лазко В.Э., Благородова Е.Н. Эффективность применения листовой подкормки органическим удобрением Agrochelate на семеноводческих участках арбуза летнего посева. *Овощи России*. 2022;(1):67-71.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-67-71>

Поступила в редакцию: 17.12.2021

Принята к печати: 24.01.2022

Опубликована: 25.02.2022

Olga V. Yakimova¹, Viktor E. Lazko¹,
Elena N. Blagorodova²

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Rice Centre"
3, Belozerny village, Krasnodar, Russian Federation, 350921

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin"
Krasnodar, Russian Federation

*Correspondence Author:

belyaeva12092013@yandex.ru

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

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Yakimova O.V., Lazko V.E., Blagorodova E.N. Efficiency of application of leaf feeding with organic fertilizer Agrochelate on seed plots of summer sowing watermelon. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):67-71. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-67-71>

Received: 17.12.2021

Accepted for publication: 24.01.2022

Published: 25.02.2022

Эффективность применения листовой подкормки органическим удобрением Agrochelate на семеноводческих участках арбуза летнего посева



Резюме

Актуальность. В центральной зоне Краснодарского края подвижность и доступность основных элементов минерального питания может быть ограничена в отдельные фазы вегетации бахчевых культур, особенно при снижении увлажнении почвы и высоких температурах. Важным дополнительным и корректирующим элементом технологии питания являются листовые подкормки, которые повышают усвоение удобрений в критические периоды роста и развития растений.

Материал и методика. Цель исследований – изучить эффективность применения листовой подкормки органическим удобрением AGROCHELATE для максимального использования биологического потенциала сортов арбуза на семеноводческих участках при летнем посеве. Исследования проводили на семеноводческом участке отдела овощеводства в «ФНЦ риса» в 2020-2021 годах. Объектом исследований выбраны сорта арбуза селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» Терский ранний и Юбилей с периодом вегетации 65-75 суток. Для обработки растений использовали органическое удобрение AGROCHELATE с нормой расхода 100 мл/га. Применяли однократное опрыскивание в фазу цветения растений. Для выделения семян отбирали плоды характерные сортовику фенотипу в фазу биологической спелости: по форме, размеру, окраске и рисунку коры, цвету мякоти, размеру и окраске семян.

Результаты. У сорта Терский ранний при весеннем посеве формируются плоды массой 3,5-4,0 кг. При летнем посеве масса плодов была меньше и не превышала 2,36 кг. Размер плодов арбуза Юбилей соответствовал заявленным сортовым параметрам. Применение листовой подкормки органическим удобрением AGROCHELATE в фазу цветения не оказало влияния на массу плодов. Анализ результатов содержания сухого растворимого вещества (СРВ) в мякоти плодов показал положительную сортовую реакцию на применение подкормки. Доля влияния на улучшение показателя качества мякоти составляла 64,1%. На семеноводческих участках после применения подкормки AGROCHELATE было отобрано плодов, соответствующих сортовым характеристикам, на 0,81-3,09 т больше, чем с контрольных делянок. Одноразовое применение листовой обработки позволило отобрать большее количество плодов на сорте Терский ранний – на 289 шт./га, на сорте Юбилей – на 495 шт./га. Обработка растений органическим удобрением AGROCHELATE в фазу цветения способствовала увеличению количества семян в каждом плоде у арбуза сорта Терский ранний на 19-127 шт., у сорта Юбилей – на 9-111 шт. соответственно. Недозрелых семян в плодах по сортам было на 0,9-5,0% меньше, чем у необработанных растений. В целом семена арбуза, полученные при летнем посеве независимо от применения агроприема, соответствовали категории элиты.

Ключевые слова: арбуз, летний посев, семеноводство, органическое удобрений, листовая подкормка, фаза цветения.

Efficiency of foliar application with organic fertilizer agrochelate on seed plots of summer sowing watermelon

Abstract

Relevance. In the central zone of the Krasnodar Territory, the mobility and availability of the main elements of mineral nutrition can be limited in certain phases of the growing season of melons and gourds, especially with a decrease in soil moisture and high temperatures. An important additional and corrective element of nutritional technology is foliar feeding, which increase the absorption of fertilizers during critical periods of plant growth and development.

Material and methods. The purpose of the research is to determine the effectiveness of foliar application with organic fertilizer AGROCHELATE to maximize the biological potential of watermelon varieties on seed plots during summer sowing. The research was carried out at the seed-growing area of the vegetable growing department in the "Federal Scientific Rice Centre" in 2020-2021. The object of research was selected varieties of watermelon selection "Federal Scientific Rice Centre" Tersky early and Yubilyar with a growing season of 65-75 days. Organic fertilizer AGROCHELATE was used to treat the leaf surface of plants with a consumption rate of 100 ml/ha. A single spraying was used during the flowering phase of the plants. For the isolation of seeds, fruits were selected that were characteristic of the varietal phenotype in the phase of biological ripeness: in shape, size, color and pattern of the bark, color of the pulp, size and color of seeds.

Results. In the Tersky early variety, during spring sowing, fruits weighing 3.5-4.0 kg are formed. With summer sowing, the weight of fruits was significantly inferior and did not exceed 2.36 kg. The size of the Yubilyar watermelon fruit corresponded to the declared varietal parameters. The use of foliar application with organic fertilizer AGROCHELATE during the flowering phase did not affect the fruit weight. Analysis of the results of the content of dry soluble substances (DRS) in the pulp of the fruits showed a positive varietal response to the use of feeding. The share of influence on the improvement of the pulp quality indicator was 64.1%. On seed plots, after application of fertilizing with organic fertilizer AGROCHELATE, 0.81-3.09 t more than from control plots, selected fruits corresponding to varietal characteristics. The seed yield is largely influenced by the number of fruits selected for seed isolation. A one-time application of sheet processing made it possible to select a larger number of fruits on the Tersky Early variety - by 289 pieces/ha, on the Yubilyar variety - by 495 pcs/ha. Treatment of plants with organic fertilizer AGROCHELATE in the flowering phase contributed to an increase in the number of seeds in each fruit in the Tersky early watermelon by 19-127 pieces, in the Yubilyar variety by 9-111 pieces, respectively. Unripe seeds in fruits by varieties were 0.9-5.0% less than in untreated plants. In general, watermelon seeds obtained during summer sowing, regardless of the use of agricultural practices, corresponded to the elite category that can be used to grow marketable products.

Key words: watermelon, summer sowing, seed growing, organic fertilization, foliar feeding, flowering phase.

Введение

В центральной зоне Краснодарского края подвижность и доступность основных элементов минерального питания может быть ограничена в отдельные фазы вегетации бахчевых культур, особенно при снижении увлажнении почвы и высоких температурах. При летнем посеве арбуза минимальное количество осадков и высокие температуры в период цветения и роста плодов являются причиной значительного снижения урожайности и семенной продуктивности. Важным дополнительным и корректирующим элементом технологии питания являются листовые подкормки. Листовая подкормка повышает усвоение удобрений в критические периоды роста и развития, компенсируя дефицит макро- и микроэлементов в период вегетации растений, повышает доступность элементов питания, способствует усилению механизмов самозащиты растений против абиотических стрессов [1, 2, 3, 4].

Цель исследований – определить эффективность применения листовой подкормки органическим удобрением AGROCHELATE на семеноводческих участках арбуза при летнем посеве.

Материалы и методы исследований

Объектом исследований выбраны сорта арбуза селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» Терский ранний и Юбилар с периодом вегетации 65-75 суток. Опыты были заложены на семеноводческом участке. Площадь делянок – 40 м², повторность опыта – трехкратная. Схема посева – 2,0х1,0 м. Норма высева семян – 1,0-2,5 кг/га. Посев 08.07.2021 на участке после уборки ранней капусты. Для обработки листовой поверхности растений использовали органическое удобрение AGROCHELATE, в состав которого входят микроэлементы в хелатной форме органические кислоты, пептиды,

природные антибиотики и витамины с нормой расхода препарата – 100 мл/га. Расход рабочего раствора 250 л/га. Применяли однократное опрыскивание в фазу цветения растений [5]. При закладке опытов и проведении исследований руководствовались методикой полевого опыта в овощеводстве [6]. Для определения сухого растворимого вещества (СРВ) использовали полевой рефрактометр «АТАГО». В лабораторных условиях проверяли посевные качества семян по ГОСТ 12038-84. Агротехнику выращивания арбуза выполняли в соответствии с разработанными рекомендациями в отделе овощекartoфелеводства ФГБНУ «ФНЦ риса» [7, 8]. Статистическая обработка полученных данных проведена согласно методике [9].

Результаты и обсуждения

Бахчевые культуры требовательны к условиям среды. При летнем посеве основными факторами, влияющими на рост и развитие растений, являются водный баланс и температура воздуха. Высокие температуры и выпавшие осадки в конце июня и в первой декаде июля обеспечили дружные всходы на четвертый-шестой день после посева. В период роста, начиная с середины июля и до конца августа, осадков выпало в 2020 году 98 мм, более чем два раза меньше среднемноголетней, а в 2021 году – 201 мм, что в два раза превышало среднемноголетнее значение – 107 мм. Пиковые значения дневной температуры иногда достигали 38...39°C. За два года исследований сентябрь по количеству осадков и сумме активных температур был засушливым. Сложившиеся погодные условия за период вегетации арбуза летнего посева в 2020 году характеризуются как засушливый (ГТК-0,62), то 2021 году, как удовлетворительные (ГТК – 1,1), но в целом за 2 года были благоприятные для роста растений арбуза (табл. 1,2).

Таблица 1. Метеорологические условия в период вегетации (данные АМП, г. Краснодар - Круглик, г. Краснодар, 2020-2021 годы)
Table 1. Meteorological conditions during the growing season (AMP data, Krasnodar - Kruglik, Krasnodar, 2020-2021)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °C			Осадки, мм		
		2020 год	2021 год	средняя многолетняя	2020 год	2021 год	средняя многолетняя
Июль	1	28,2	24,9	22,5	28,0	66	21
	2	25,8	29,2	23,2	16,0	2	20
	3	26,0	26,6	23,8	40,0	20	19
За месяц		26,7	26,9	23,2	84,0	88,0	60,0
Август	1	26,5	29,2	23,7	3,0	24	17
	2	24,8	24,7	22,7	0	85	15
	3	25,6	27,1	21,6	11,0	4	15
За месяц		25,6	27,0	22,7	14,0	113	47,0
Сентябрь	1	26,2	20,0	19,3	61,0	7	13
	2	23,0	21,4	17,4	0	2	12
	3	22,2	15,4	15,6	11,0	13	13
За месяц		23,8	18,9	17,4	72,0	22,0	38,0

Таблица 2. Гидротермический коэффициент летней вегетации (ГТК), 2020-2021 годы
Table 2. Hydrothermal coefficient of the summer growing season (GTC), 2020-2021

Месяц	Сумма активных температур, °С		Сумма осадков, мм		ГТК (гидротермический коэффициент)		Примечание	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Июль	948,0	965,5	84	88	0,89	0,91	слабо-засушливый	слабо-засушливый
Август	941,0	968,5	14	113	0,15	1,17	очень засушливый	удовлетворительный
Сентябрь	848,0	681,5	72	22	0,85	0,32	слабо-засушливый	очень засушливый
За период вегетации	2737,0	2615,5	170	223	0,62	1,10	засушливый	удовлетворительный
За период вегетации (среднее по годам)	2550,0		239		1,07		удовлетворительный	

При летнем посеве рост и созревание плодов происходили в сентябре, на фоне недостаточного увлажнения, что значительно отразилось на массе плодов арбуза. У сорта Терский ранний при весеннем посеве формируются плоды массой 3,5-4,0 кг. При летнем посеве масса плодов значительно уступала и не превышала 2,36 кг. Размер плодов арбуза Юбилар соответствовал заявленным сортовым параметрам. Применение листовой подкормки органическим удобрением AGROCHELATE в фазу цветения не оказало влияние на массу плодов. Доминирующая роль в формировании массы плодов принадлежала генотипу сортов арбуза (97,2%). Анализ результатов содержания сухого растворимого вещества (СРВ) в мякоти плодов показал положительную сортовую реакцию на применение подкормки. Доля влияния на улучшение показателя качества мякоти составляла – 64,1%. Данный агроприем способствовал увеличению содержания сухого растворимого вещества в мякоти плодов у арбуза сорта Терский ранний на 9,4-13,8%, у сорта Юбилар на 3,3-11,9% соответственно (табл.3).

Для определения урожайности учитывалось все количество плодов при наступлении биологической зрелости. По урожайности сорт арбуза Терский ранний уступил сорту Юбилар, так как было собрано меньшее количество плодов (на 8,7%), уступающих по массе. Для выделения семян отбирались плоды с фенотипическими признаками, соответствующими генотипу сортов. Плодов сорта Терский ранний было отобрано 81,9% плодов от общего урожая. Плодов сорта Юбилар в отборы попало 73,2% от общей массы. На семеноводческих участках после применения подкормки органическим удобрением AGROCHELATE было отобрано плодов, соответствующих сортовым характеристикам, на 0,81-3,09 т больше, чем с контрольных делянок. На урожай семян в большей степени влияет количество плодов, отобранных для выделения семян. Одноразовое применение листовой обработки позволило отобрать большее количество плодов на сорте Терский ранний – на 289 шт./га, на сорте Юбилар – на 495 шт./га (табл. 4).

Таблица 3. Влияние внекорневой подкормки на массу плодов и содержание СРВ арбуза сортов Юбилар и Терский ранний при летнем посеве (в среднем за 2 года).
Table 3. Influence of foliar feeding on the weight of fruits and the content of SRV of watermelon of the Yubilyar and Tersky early varieties during summer sowing (average for 2 years)

Вариант (А)	Масса плода, кг			СРВ, %		
	мах.	min.	средняя	мах.	min.	среднее
Терский ранний (В)						
агдохелат	3,33	1,19	2,56	10,0	9,4	9,0
контроль	2,36	1,59	1,91	9,0	8,1	8,5
Юбилар (В)						
агдохелат	6,95	2,38	5,74	11,0	9,3	9,8
контроль	6,92	1,17	5,67	9,8	9,0	9,4

Фактор А на массу плодов (агдохелат) $F_{\text{факт.}} 2,77 < F_{\text{теор}} 6,61$
 Фактор В на массу плодов (сорт) $F_{\text{факт.}} 54,23 > F_{\text{теор}} 5,05$
 Фактор А на СРВ (агдохелат) $F_{\text{факт.}} 12,28 > F_{\text{теор}} 6,61$
 Фактор В на СРВ (сорт) $F_{\text{факт.}} 6,18 > F_{\text{теор}} 5,05$

Таблица 4. Влияние внекорневой подкормки на урожайность и количество плодов арбузов сортов Юбилар и Терский при раннем летнем посеве на сухе (в среднем за 2 года).
Table 4. Influence of foliar feeding on the yield and the number of fruits of watermelon varieties Yubilyar and Tersky early during summer sowing on dry land (average for 2 years)

Вариант (А)	Урожайность с 1 га			Количество плодов на 1 га		
	Всего, т	Отобранных плодов		Всего, шт.	Отобранных плодов	
		т	%		шт.	%
Терский ранний (В)						
агροхелат	10,79	8,88	82,4	5507	4528	76,8
контроль	9,85	8,07	81,9	5175	4239	74,7
Юбиляр (В)						
агροхелат	30,98	23,01	74,6	6167	4009	65,3
контроль	27,15	19,92	73,2	5668	3514	62,1

Фактор А на урожайность (агροхелат) $F_{\text{факт.}} 18,04 > F_{\text{теор}} 6,61$
 Фактор В на урожайность (сорт) $F_{\text{факт.}} 161,59 > F_{\text{теор}} 5,05$
 Фактор А на количество плодов (агροхелат) $F_{\text{факт.}} 8,74 > F_{\text{теор}} 6,61$
 Фактор В на количество плодов (сорт) $F_{\text{факт.}} 531,72 > F_{\text{теор}} 5,05$

Семенная продуктивность одного плода зависит от качества опыления. Особое значение для оплодотворения семязпочек и развития семян оказывает благоприятный воздушно-почвенный температурный и водный баланс, наличие насекомых-опылителей и обеспеченность растений элементами минерального питания. Нарушение одного из этих условий приводит к снижению биологического потенциала семенной продуктивности или опадению завязей. Период цветения арбузов летнего посева совпал с высокими температурами и низкой влажностью воздуха, с факторами негативно влияющими на оплодотворение семязпочек. Обработка растений органическим удобрением AGROCHELATE в фазу цветения способствовала увеличению количества семян в каждом плоде у арбуза сорта

Терский ранний на 19-127 шт., у сорта Юбилар – на 9-111 шт. соответственно. Недозрелых семян в плодах по сортам было на 0,9-5,0% меньше, чем у необработанных растений (табл.5). Анализ результатов показал, что доля влияния эффективности применения удобрения на число семян в одном плоде составила 77,6%.

Семенная продуктивность изучаемых сортов разная, так как по размеру у сорта Терский ранний семена мелкие, масса 1000 семян – 47,5 г. У сорта Юбилар более чем в два раза крупнее – 108,3 г. Абсолютная масса семян в одном плоде у сорта Терский ранний составляла от 13,0 до 17,1 г, у сорта Юбилар – от 26,0 до 67,8 г. Благодаря листовой подкормки в период цветения органическим удобрением AGROCHELATE увеличилось количество

Таблица 5. Количество семян в одном плоде арбузов летнего посева сортов Терский ранний и Юбилар (в среднем за 2 года)
Table 5. The number of seeds in one fruit of summer-sown watermelons, varieties Tersky Early and Yubilyar (average for 2 years)

Вариант (А)	Количество семян в одном плоде, шт.						Пустых семян от общего количества, %		
	нормальные			пустые					
	мах.	Min.	Среднее	мах.	Min.	Среднее	мах.	Min.	Средний
Юбилар (В)									
агροхелат	610	372	467	25	6	17	6,3	1,4	3,6
контроль	591	245	446	22	3	15	3,7	1,2	2,7
Терский ранний (В)									
агροхелат	403	386	395	21	8	16	4,9	2,0	3,9
контроль	608	275	386	94	15	38	13,4	5,2	8,9

Фактор А (агροхелат) $F_{\text{факт.}} 5,51 > F_{\text{теор}} 5,05$
 Фактор В (сорт) $F_{\text{факт.}} 0,08 < F_{\text{теор}} 6,61$

Таблица 6. Семенная продуктивность, урожайность и посевные качества семян при летнем посеве арбузов сортов Юбилей и Терский ранний (в среднем за 2 года)
Table 6. Seed productivity, yield and sowing qualities of seeds during summer sowing of watermelon varieties Jubilee and Tersky early (average for 2 years)

вариант (А)	Масса семян в одном плоду, г			Урожайность семян		Масса 1000 семян, г	Посевные качества семян, %	
	Max.	Min.	Средняя	кг/га	% от массы плодов		энергия	всхожесть
Терский ранний (В)								
Агро-хелат	19,4	13,2	16,9	69,9	0,8	49,5	82	96
контроль	17,1	13,0	14,8	67,6	0,7	47,5	84	98
Юбиляр (В)								
Агро-хелат	67,0	42,2	52,1	215,6	0,9	112,0	81	93
контроль	67,8	26,0	48,7	166,9	0,8	108,3	83	94

Фактор А (агрохелат) $F_{\text{факт.}} 5,86 > F_{\text{теор}} 3,86$
 Фактор В (сорт) $F_{\text{факт.}} 12,54 > F_{\text{теор}} 3,86$

вызревших семян в плодах арбуза, что способствовало увеличению семенной продуктивности в среднем на 7,0-14,2%. Был дополнительно получен урожай семян сорта Терский ранний на 2,3 кг/га, сорта Юбилей – на 48,7 кг/га больше, чем в контроле. Анализ посевных качеств показал, чем выше количество семян в плодах арбуза, тем меньше у них была энергия прорастания и всхожесть (табл.6). В целом семена арбуза, полученные при летнем посеве, независимо от применения агроприема соответствовали категории элиты, которые можно использовать для выращивания товарной продукции.

Выводы

Применение листовой подкормки органическим удобрением AGROCHELATE в фазу цветения способствовало повышению содержания сухого растворимого вещества в мякоти плодов арбуза сорта Терский ранний – на 9,4-13,8%, у сорта Юбилей – на 3,3-11,9% соответственно.

На семеноводческих участках одноразовая обработка удобрением позволила отобрать для выделения семян на

0,81-3,09 т больше плодов арбуза с соответствующими сортовыми характеристиками.

Листовая подкормка AGROCHELATE способствовала увеличению семенной продуктивности на 2,3-4,5%. В плодах завязалось на 111-127 шт. семян больше, чем без обработки.

Применение органического удобрения AGROCHELATE позволило дополнительно получить у арбуза сорта Терский ранний – 2,3 кг и у сорта Юбилей – 48,7 кг семян с гектара. Посевные характеристики семян соответствовали категории элиты и не уступали семенам, выращенным без применения удобрения. Полученные семена арбуза при летнем посеве рекомендуется использовать для выращивания товарной продукции.

Комплекс микроэлементов в хелатной форме и органических соединений (аминокислоты, пептиды, природные антибиотики и витамины) в удобрении AGROCHELATE при листовой обработке растений арбуза в фазу цветения является эффективным дополнением к минеральному питанию.

Об авторах:

Ольга Владимировна Якимова – научный сотрудник лаборатории бахчевых и луковых культур, автор для переписки, belyaeva12092013@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1726-6580>

Виктор Эдуардович Лазко – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией бахчевых и луковых культур, lazko62@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9742-2634>

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

About the authors:

Olga V. Yakimova – Researcher of the laboratory of cucurbit and onion crops, correspondence author, belyaeva12092013@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1726-6580>

Viktor E. Lazko – Cand. Sci. (Agriculture), Head Laboratory of melons and onion crops, Leading Researcher, lazko62@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9742-2634>

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

• Литература

1. Якимова О.В., Лазко В.Э., Благородова Е.Н. Эффективность применения листовых подкормок органоминеральным удобрением «Аркойл КНЭ» на тыкве. *Рисоводство*. 2018;4(41):83-86.
2. Васюков Г.А. Внекорневая подкормка овощей. *Настоящий хозяин*. 2012;7-9(105):30-34.
3. Лазко В.Э., Якимова О.В., Благородова Е.Н. Агрономическая эффективность препарата ЗЕРОМИКС 3000 PPM на семеноводческих посевах дыни сорта Славия. *Рисоводство*. 2021;1(50):70-75.
4. Лазко В.Э., Якимова О.В. Листовые подкормки тыквы сложными удобрениями. *Вестник овощевода*. 2021;(1):14-17.
5. Лазко В.Э., Якимова О.В. Использование летних посевов в семеноводстве бахчевых культур. Сб. материалов «Современное состояние, проблемы и перспективы развития науки», 2019, С. 176-178.
6. Литвинов С.С. Методика опытного дела в овощеводстве. М.: ВНИИ овощеводства, 2011. 650 с.
7. Цыбулевский Н.И., Кулиш Е.М., Шевченко Л.А. Бахчевые культуры (рекомендации). Краснодар: 2009. 34 с.
8. Благородова Е.Н., Лазко В.Э. Основы семеноводства бахчевых культур. Краснодар: КубГАУ, 2021. 148 с.
9. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Кизинек С.В. Агрохимические основы применения удобрений. Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2013. 572 с.

• References

1. Yakimova O.V., Lazko V.E., Nobelova E.N. Efficiency of application of leaf fertilizing with organomineral fertilizer "Arksoil KNE" on pumpkin. *Rice growing*. 2018;4(41):83-86. (In Russ.)
2. Vasyukov G.A. Foliar top dressing of vegetables. *Nastoyashchiy khozyain*. 2012;7-9(105):30-34. (In Russ.)
3. Lazko V.E., Yakimova O.V., Belogorodov E.N. Agronomic effectiveness of the drug SERAMICS 3000 PPM in seed crops of melon varieties Slavia. *Rice growing*. 2021;1(50):70-75. (In Russ.)
4. Lazko V.E., Yakimova O.V. Leaf feeding of pumpkin with complex fertilizers. *Bulletin of the vegetable grower*. 2021;(1):14-17. (In Russ.)
5. Lazko V.E., Yakimov O.V. The use of summer crops in seed growing gourds in the proceedings of the "Modern state, problems and prospects of development of science". 2019. Pp.176-178. (In Russ.)
6. Litvinov S.S. experimental Methods in horticulture. M.: Institute of vegetable growing, 2011. 650 p. (In Russ.)
7. Tsybulevsky N.I., Kulish E.M., Shevchenko L.A. Melon crops (recommendations). Krasnodar: 2009. 34 p. (In Russ.)
8. Nobelova E.N., Lazko V.E. Fundamentals of seed production of melon crops: textbook. manual. Krasnodar: KubGAU, 2021. 148 p. (In Russ.)
9. Sheudzhen A.H., Bondareva T.N., Kizinek S.V. Agrochemical bases of fertilizer application. Maykop: JSC "Polygraph-YUG", 2013. 572 p. (In Russ.)

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-72-78>
УДК 633.88:582.776.6-027

М.С. Антоненко*, Е.Л. Маланкина

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений" 117216, Россия, Москва, ул. Грина, д. 7

*Автор для переписки: antonenko@vilarnii.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Антоненко М.С., Маланкина Е.Л. Перспективы использования листьев и соцветий кипрея узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) в качестве лекарственного растительного сырья (обзор). *Овощи России*. 2022;(1):72-78. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-72-78>

Поступила в редакцию: 30.01.2022

Принята к печати: 14.02.2022

Опубликована: 25.02.2022

Mikhail S. Antonenko*, Elena L. Malankina

All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants
7, Green st., Moscow, 117216, Russia

*Correspondence Author: antonenko@vilarnii.ru

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

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Antonenko M.S., Malankina E.L. Prospects for the use of leaves and inflorescences of fireweed (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) as a medicinal plant material (review). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):72-78. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-72-78>

Received: 30.01.2022

Accepted for publication: 14.02.2022

Published: 25.02.2022

Перспективы использования листьев и соцветий кипрея узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) в качестве лекарственного растительного сырья (обзор)



Резюме

Актуальность. Растущий спрос на натуральные источники для фармацевтической и пищевой промышленности в совокупности с исследованиями химического состава кипрея узколистного, раскрывающими лекарственные свойства данного растения, демонстрируют потребность в использовании листьев и цветов кипрея узколистного в качестве лекарственного растительного сырья. В связи с этим представляется целесообразным провести изучение биологических свойств, химического состава и эколого-ландшафтных особенностей кипрея.

Методика. Статья содержит сведения из литературных источников о накопленных результатах фармацевтических, химических, биологических, экологических и географических исследований кипрея узколистного. Сведения, полученные из литературных источников, были систематизированы по тематикам исследования и изложены в логической последовательности.

Результаты. Рассмотрены вопросы применения данного растения в медицине и пищевой промышленности, обозначены основные проблемы сбора дикорастущего сырья кипрея и последующей его переработки. Представлено современное состояние исследований кипрея по вышеперечисленным направлениям, проведён детальный анализ биологических и экологических особенностей кипрея и исходя из этого обозначены основные направления дальнейшей работы по введению иван-чая узколистного в культуру для более полного и рационального его использования в медицине и в пищевой промышленности. В статье представлен анализ возникающих при интродукции проблем, в частности совершенствование приёмов вегетативного размножения, отбор перспективных по содержанию фенольных соединений популяций и возможности экзогенной регуляции содержания целевых соединений в сырье.

Заключение. В результате проведённого анализа можно сделать вывод, что несмотря на наличие относительного большого числа работ, посвящённых кипрею, некоторые связанные с ним вопросы освещены слабо. Например, тема культивирования и использование регуляторов роста. Таким образом, обозначены наиболее перспективные направления исследования при введении кипрея в культуру.

Ключевые слова: *Chamaenerion angustifolium*, *Epilobium angustifolium*, кипрей узколистный, лекарственное растительное сырьё

Prospects for the use of leaves and inflorescences of fireweed (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) as a medicinal plant material (review)

Abstract

Relevance. Currently pharmaceutical industry, food industry and chemical laboratories demonstrate an increasing interest in natural plant sources, including *Chamaenerion angustifolium*. Modern researches reveal more and more medicinal properties of this plant. For this reason, the demand for the use of fireweed as a medicinal plant, especially its leaves and flowers, is very high. It means, that the study of biological properties, chemical composition, ecological and landscape features of fireweed is of scientific and practical interest.

Methods. This article contains information from literary sources about pharmaceutical, chemical, biological, ecological and geographical studies of *Chamaenerion*, its results and recommendations. Obtained from other researches information was systematized by research topics and presented in a logical sequence.

Results. The issues of using this plant in medicine and food industry are also considered here, along with the description of collecting natural fireweed problems and the main ways of cultivating this species. The modern condition of fireweed research is shown, a detailed analysis of fireweed biological and ecological characteristics is carried out and on this basis, the main directions for further work on the introduction of *Chamaenerion* into culture for its more complete and rational use in medicine and in the food industry are outlined in this article. The article presents an analysis of the problems that arise during the introduction, in particular, the improvement of vegetative reproduction techniques, the selection of populations promising in terms of the phenolic compounds content and the possibility of target compounds content in plants by the exogenous regulation.

Conclusion. Despite the presence of a relatively large quantity of works devoted to *Chamaenerion*, some research topics are poorly covered. For example, the topic of cultivation and the use of growth regulators. The most promising directions for the future study of *Chamaenerion* are indicated in this article.

Keywords: *Chamaenerion angustifolium*, *Epilobium angustifolium*, fireweed, medicinal plants, natural resources

Введение

Использование растений как источников лекарственных и биологически активных веществ издревле практиковалось человеком. С появлением химической промышленности, позволяющей массово синтезировать заданные вещества, лекарственное растениеводство не исчезло, а заняло свою хозяйственную нишу благодаря следующим своим преимуществам. Во-первых, многие вещества и комплексы веществ, содержащиеся в растениях, синтезировать либо дорого, либо пока ещё вовсе невозможно. Во-вторых, применение лекарственных растительных препаратов снижает риск возникновения побочных эффектов, а срок их применение при хронических заболеваниях существенно выше.

Кипрей узколистный (Иван-чай, Копорский чай) известен как лекарственное и пищевое растение умеренных широт северного полушария. Он распространён и широко применяется в Северной и Центральной Европе [1], в США и Канаде [2, 3], практически во всех лесных и лесостепных регионах России, причём как в европейской части, так и в Сибири, и на Дальнем Востоке [4, 5]. О популярности кипрея как сырья для чая говорит тот факт, что одно из своих названий – Копорский чай – он получил благодаря селу Копорье в Ленинградской области, где с давних пор производили этот продукт [2, 6].

Важно отметить, что в настоящее время наблюдается желание производителей культивировать иван-чай, так как добыча сырья в природе связана с рядом трудностей, например, ограничение по времени транспортировки свежеобработанного сырья, произрастания кипрея в труднодоступных районах, а также возможные существенные колебания химического состава сырья. Таким образом актуален вопрос о введении кипрея в культуру и номенклатуру официального лекарственного растительного сырья [2].

Целью данной работы является обобщение имеющихся сведений по химическим, биологическим, экологическим и географическим особенностям иван-чая, их анализ, выявление возможных проблем при введении в культуру и определение перспективных направлений по изучению выращивания кипрея узколистного.

Ботаническая характеристика

Иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.), Scop.) относится к роду Иван-чай (*Chamaenerion*) семейства Кипрейные или Ослинниковые (*Onagraceae*) [7]. По данным чешского ботаника Josef Holub (1972), он включен в род *Epilobium* (*E. angustifolium*) из того же семейства, и в зарубежных научных изданиях принято именно последнее название [1]. Этот вид был выделен некоторыми исследователями в род *Chamaenerion* (иногда называемый *Chamerion*), а не *Epilobium* на основании нескольких морфологических отличий: спиральное (а не противоположное или мутовчатое) расположение листьев; отсутствие (а не наличие) гипантия; почти равные тычинки (а не тычинки в двух неравных оборотах); зигоморфные (а не актиноморфные) тычинки и рыльце. Согласно этой таксономической структуре, *Chamaenerion* и *Epilobium* являются монофилетическими сестринскими родами [8, 9, 10]. Молекулярные исследования показали, что это отдельная группа растений [11, 12, 13]. Вид *E. angustifolium* включает два подвида *Epilobium angustifolium* subsp. *circumvagum* Mosquin и *Epilobium angustifolium* subsp. *macrophyllum* (Haukskn.) Hultén. [14]

Кипрей – многолетнее травянистое корневищное растение. Корневище ползучее. Быстрое вегетативное размножение возможно благодаря многочисленным почкам, образующимся на вертикальных и горизонтальных корнях. Стебель кипрея густо облиственный, прямостоячий, высотой в среднем 50-150 см, однако встречаются образцы высотой более 2 м. Листья сидячие, очерёдные, линейно-ланцетные. Цветки обоеполые, диаметром около 3 см, бледно-розовые или фиолетовые (рис.1). Цветки сгруппированы в верхушечную кисть

длинной 10-45 см, реже более 45 см [15]. Граница между облиственной частью стебля и верхушечной кистью размытая. Редко встречается иван-чай с белыми цветками, так называемая белоцветковая форма кипрея (рис.2). Цветёт иван-чай в среднем с конца мая по конец июля. Плодоносит с середины июля. Плод – опушённая коробочка. Семена мелкие, менее 5 мм длиной [15]. Одно растение ежегодно образует до 76000 распространяемых ветром семян [16, 17]. Масса 1000 штук семян около 0,07 г [18], что характеризует их как очень мелкие, что затрудняет их посев сеялкой и последующую равномерную заделку. Растение перекрёстноопыляемое, и именно на этом виде было открыто перекрёстное опыление растений немецким ботаником Кристианом Конрадом Шпренгелем в 1790 году. Данная особенность будет осложнять семеноводство, и возрастает роль работки приёмов вегетативного размножения.

E. angustifolium – достаточно изменчивый вид по плоидности и соответственно морфологии и продуктивности, а вероятно и химическому составу. Диплоид, представляющий subsp. *angustifolium* (n=18) характеризуется почти сидячими листьями с округлым основанием, слабой опушённостью стебля и пыльцой с тремя порами. Они чаще встречаются в северных регионах ареала, в частности в Гренландии, Канаде, Аляске, Сибири и Северной Европе, а также имеют тенденцию развиваться на больших высотах. Полиплоидные растения subsp. *circumvagum* (n=36, 54), как правило, более крупные, листья имеют клиновидное основание и зубчатый край, а также от неопушённых до сильно опушенных жилки. Пыльца встречается как трёхпоровая, так и четырёхпоровая [19, 20, 21]. Тетраплоиды произрастают в



Рис.1. Кипрей узколистный
Fig.1. Fireweed narrow-leaved



Рис.2. Белоцветковая форма кипрея
Fig.2. White-flowered form of fireweed

более теплых и засушливых местообитаниях, занимающих южную часть ареала в Евразии и Северной Америке [2, 3]. Триплоиды ($n=27$) появляются в популяциях смешанной плоидности приграничных территорий [22]. О гексаплоидном кариотипе известно, что они встречаются в центральной Японии и китайской провинции Юньнань [23, 24].

Таким образом, при отборе образцов для интродукции, необходимо будет учитывать такой параметр как плоидность, который тянет за собой такие технологические показатели как урожайность, содержание фармакологически значимых соединений, технологичность при выращивании. И, учитывая столь сильное разнообразие в сочетании с достаточной долговечностью растений, снова встает вопрос о разработке именно вегетативных способов размножения в производстве, что позволит сохранить стабильность качественных показателей сырья.

Экологическая характеристика

Иван-чай, благодаря относительной неприхотливости и широкому распространению благоприятных для него условий в лесной и лесостепной зонах умеренного пояса, широко распространён по всему Северному полушарию. *E. angustifolium* – широко распространенный циркумбореальный вид, обитающий в умеренной зоне Северной Америки и Евразии от 25° до 70° северной широты. Произрастает как в низинах, так и в горах: в Швейцарии до 2530 м, в Северной Америке до 3960 м и в Гималаях до высоты 4850 м над уровнем моря [25]. Он встречается по всей территории России: от Калининградской области до тихоокеанского побережья и от границы леса с лесотундрой до границы лесостепей и степей. А в зонах высотной поясности он встречается и южнее равнинной зоны лесостепей. Так, в субальпийском высотном поясе кипрей можно встретить до высоты 2600 м [4].

Иван-чай узколистый принадлежит к опушечно-кустарниковой эколого-фитоценотической группе и является растением первых стадий сукцессии, т.е. занимает как пионерное растение освободившиеся местообитания. Занятию такой экологической ниши способствуют следующие свойства кипрея. Это требовательность к высокой минерализации и слабой задернованности почвы и неприхотливость к режиму увлажнения. Описанным требованиям удовлетворяют вырубки и гари, с которыми традиционно ассоциируются заросли кипрея. Установлено, что иван-чай заселяет вырубки в среднем на второй год после сведения леса, а уже на четвёртый год кипрей становится одним из доминантов сообщества, наряду с вейником, малиной. Однако удельный вес последних растёт по мере увеличения задернованности почвы [26]. Кроме высокой степени минерализации для иван-чая важны обилие солнечного света и повышенная влажность воздуха в ночное время. Важно отметить, что кипрей чувствителен к загрязнению почвы нефтепродуктами [27]. Несмотря на восприимчивость к загрязнению почвы нефтью, кипрей узколистый практически не накапливает радионуклидов, что расширяет территории, потенциально пригодные для его заготовки [27]. В литературе указывается, что нектарники и пыльники иван-чая на селитебных территориях вблизи автомагистралей загрязняются тяжелыми металлами, и расстояние от магистрали при сборе сырья должно превышать 200-250 м [28]. В ненарушенных ландшафтах кипрей встречается в альпийском и субальпийском горных поясах, а на равнине во влажных местообитаниях, близ водотоков [29].

Исходя из описанных требований к условиям местообитания, можно выделить следующие типы ландшафтов, где вероятность обнаружения куртин кипрея особенно высока. Среди природных ландшафтов – это светлые, преимущественно сосновые или мелколиственные леса на лёгких песчаных и супесчаных почвах,

песчаные террасы речных долин, опушки лесов; а среди природно-антропогенных ландшафтов – это вырубки, гари, зарастающие поля, просеки, насыпи [30].

С момента появления иван-чая на расчищенной от предшествующей растительности площади, основной способ его размножения – вегетативный, с помощью которого он расселяется на значительные площади, преодолевая до нескольких километров от первоначального места заселения. Через 8-10 лет после обоснования иван-чая на месте вырубки или гари накапливается значительное количество отмерших побегов кипрея, которые увеличивают плодородие почвы и уменьшают её минерализацию. Таким образом, возникает отрицательная обратная связь, а также растёт конкуренция со стороны других видов растений, в результате чего удельный вес кипрея уменьшается [27]. Таким образом, развитие иван-чайных сообществ является динамичным процессом, охватывающим срок 8-10 лет.

Анализируя накопленную к данному моменту информацию по экологии и биологии кипрея узколистного, можно с большой долей вероятности сформулировать предъявляемые этим видом требования к условиям выращивания. Прежде всего, это хорошо освещенные участки с лёгкими по механическому составу почвами и высокой степени минерализации почвы. Предположительно эффективным периодом эксплуатации плантаций иван-чая можно считать 9-10 лет. С технологической точки зрения положительным моментом является высокая конкурентоспособность по отношению к сорной растительности.

Перспективы культивирования

Как было сказано выше, существует давняя практика сбора иван-чая в природе. Однако некоторые крупные производители чая, такие как "MaiFood" и "Русский Иван-чай" из Вологды активно осваивают культивирование кипрея [31]. Отметим, что у обоих способов существуют свои преимущества и недостатки. Привлекательность сбора в природе объясняется широкой распространённостью иван-чая почти по всей территории России, из-за чего его ресурсы кажутся практически неограниченными. Ограничивающим фактором здесь является сложность организации перевозки собранного сырья. Собранные листья и цветки необходимо быстро доставить на переработку, чтобы избежать потери полезных свойств сырья, а места сбора зачастую располагаются в отдалённых труднодоступных районах [32]. Вторая трудность, с которой сталкиваются заготовители, наличие морфологического и химического разнообразия сырья и, как следствие, непредсказуемое качество продукции. К сожалению, на сегодняшний день не удаётся найти большого и глубокого сравнительного исследования морфологического и химического разнообразия кипрея в полевых условиях. Часто авторы сравнивают образцы иван-чая из разных стран и мест, и нельзя точно сказать, что именно оказывает наибольшее влияние: погодные условия, почва, ландшафт в целом или наследуемые свойства.

Основным преимуществом культивирования являются возможность механизации сбора урожая и постоянство качественных показателей, что важно для производства лекарственных препаратов. Главными ограничивающими факторами при культивировании являются трудности размножения кипрея. Существуют три варианта размножения кипрея – семенами, корневыми черенками и микроклональное размножение [33]. Проблемы с посевом состоят в том, что семена очень мелкие, одновременно созревают, что затрудняет сбор, и требуют особых условий для прорастания. Собрать и очистить семена очень сложно, потому что они имеют трудно отделяемые летучки (волоски). Сделаны попытки микроклонального размножения иван-чая, подобраны среды и режимы адаптации микрорастений

[34]. На сегодняшний день зарегистрированы только декоративные сорта, которые не прошли химические испытания. В 80-х годах 20 века была подготовлена диссертация Т.Н. Загуменниковой [33], где корневые черенки были предложены как наиболее благоприятный способ размножения. Тем не менее, и в этом случае есть сложности, такие как трудность выкопки корневищ с последующим их делением на посадочные единицы и сложность механизации посадки. Основные затраты в этом случае приходится на первый год выращивания. Однако, учитывая, что срок эксплуатации плантации не менее 9-10 лет, затраты на вегетативное размножение и ручной труд себя оправдывают. Данных об использовании регуляторов роста на кипрее узколистом нет. Учитывая повышенные требования к минерализации почвы, целесообразно будет применение минеральных удобрений. Однако опять же данных по влиянию их применения на биохимический состав сырья нами в литературе не обнаружено. В Вологодской ГМХА разработан ряд предложений по выращиванию иван-чая в качестве кормовой культуры [35, 36], где апробировано выращивание кипрея корневыми черенками с подзимним сроком посадки с шириной междурядий от 15 до 70 см. Авторы рекомендуют проводить подкормку только азотными удобрениями [37]. Однако отсутствие других элементов питания может привести к снижению содержания ряда соединений вторичного метаболизма, что нежелательно в лекарственном растениеводстве. На данный момент перспективным считается способ микроклонального размножения кипрея, т.е. выращивание растений *in vitro*, генетически однородных с исходным материалом. Такой способ удобен для размножения растений, трудно выращиваемых семенным путём, к которым и относится кипрей. К тому же микроклональное размножение позволяет получить генетически однородный материал с заранее заданными свойствами, что выгодно для фармацевтической промышленности. В результате исследований, проведённых в 2018 году, установлено, что наиболее оптимальным сроком для изоляции эксплантов кипрея является ранняя стадия вегетации. Также была установлен оптимальный состав среды микроклонального размножения кипрея [38]. В проведённых в 2021 году опытах по микроклональному размножению кипрей продемонстрировал высокие показатели укореняемости. При закладке в почву прижились 95,5% образцов [39]. Важно отметить, что в данном эксперименте растения, выращенные *in vitro*, характеризовались высоким содержанием энотеина В. Об этом ценном соединении будет сказано ниже.

Среди идентифицированных фитофагов кипрея преобладают 5 видов: цветущая Салли (*Aphisprae trica* Walk.), Травянистый жук (*Lygus rugulipennis* Popp.), Блоха ложной капусты (*Haltica oleracea* L.), Жук листьев пижмы (*Galeruca tanacetii* L.), желтый долгоносик (*Chlorophanus viridis* L.). [40] Болезни редко встречаются в России, только в отдельных местах можно найти ржавчину. *Puccinia gigantea* паразитирует на листьях *Epilobium angustifolium* и может привести к гибели побегов [40].

Химический состав

В результате фитохимических исследований кипрея установлено содержание в нём около 250 различных метаболитов, из которых в настоящее время подробно изучено 170 [23]. На первом месте по количественному содержанию стоят полифенолы, представленные флавоноидами, фенольными кислотами и эллаготаннинами. Причём содержание эллаготаннинов значительное и составляет 15% массы сухого листового сырья [41]. Также иван-чай содержит лигнаны, стероиды, тритерпеноиды, жирные кислоты и эфирные масла. В состав флавоноидов иван-чая входят агликоны флавонола: кемпферол, кверцетин имирин-

цетин. Причём наиболее характерным флавоноидом для кипрея является кверцетин 3-О-глюкоронид [42]. Наиболее распространёнными фенольными кислотами, содержащимися в кипрее, являются кофейная, эллаговая, феруловая, галловая, протокатеховая и изомеры кофеилхиновой кислоты. Стоит отметить энотеин В – основное биологически активное соединение в числе эллаготаннинов, которое при этом является и наиболее распространённым из них [23]. В настоящее время процентное содержание кверцетина 3-О-глюкоурида и энотеина В рекомендуется учитывать в качестве ключевого показателя при стандартизации растительного сырья [43]. Концентрация полисахаридов, большинство из них пектины, составляет около 15%. В верхних частях иван-чая встречаются также алкалоиды, аскорбиновая кислота, каротиноиды (α -, β -каротин, ликопин, лютеин, зеаксантин, виолаксантин). Важными соединениями являются стеролы (помимо β -ситостерола, кампестерола, стигмастерола) и тритерпены (олеаноловая кислота, урсоловая кислота, а- и b-амирин). В эфирном масле кипрея идентифицировано более 50 различных соединений, наиболее заметные из которых анетол и кариофиллены [44]. Из минералов обнаружены железо, марганец, бор и другие [45].

При организации сбора и культивирования иван-чая важно учитывать существенную межпопуляционную фитохимическую изменчивость. Так, выявлено различие в общем содержании флавоноидов и фенольных соединений в 26,7 мг/г и 73,9 мг/г соответственно при анализе образцов, собранных в фазу полного цветения в пределах одной природной зоны, но в различных популяциях [44].

В настоящее время нормативные документы, касающиеся кипрея узколистного представлены в основном ТУ для пищевой промышленности, а содержание действующих веществ не регламентировано (Всероссийская база данных ТУ) [46]. Современные лабораторные возможности позволяют более детально проанализировать сырьё и вероятно необходима разработка новых или модернизация имеющихся методик.

Фармакологическое действие

Иван-чай применяют для оказания как местного действия на организм (при обработке ран, язв), так и общего действия при приёме внутрь. В обоих случаях кипрей оказывает антимикробное, антисептическое, репаративное, вяжущее, успокаивающее действие. Иван-чай оказывает умеренное седативное, успокаивающее воздействие на организм, по транквилизирующим функциям незначительно уступая валериане лекарственной (*Valeriana officinalis* L.). Противовоспалительная активность листьев иван-чая значительно сильнее проявляется при использовании измельчённых листьев, чем цельных. Данный эффект объясняется комбинированным действием танинов и слизей [47]. Значительная антиоксидантная активность иван-чая позволяет использовать его в борьбе с опухолевыми заболеваниями и для вывода токсических веществ из организма. При этом максимальная суммарная антиоксидантная активность ($8,80 \pm 0,27$ г рутина на 100 г абсолютно сухого образца) наблюдается у неферментированных листьев кипрея, собранных в фазу полного цветения. При сборе сырья в фазу позднего цветения, а также после ферментации и сквашивания наблюдается уменьшение суммарной антиоксидантной активности до 55,7% [48]. Водно-спиртовой экстракт кипрея узколистного в эксперименте показал противовирусную активность, сопоставимую с коммерческими препаратами Ремантадин и Тамифлю [49]. Лекарственные и пищевые продукты из кипрея не имеют абсолютных противопоказаний, однако длительное их употребление не рекомендуется людям с повышенной свёртываемостью крови.

Использование в медицине и пищевой промышленности

В настоящее время установлено, что благодаря флавоноидам, содержащимся в основном в листьях кипрея, его можно использовать при лечении сердечно-сосудистых заболеваний, атеросклероза, язвы кишечника, заболевании печени и желчного пузыря. Благодаря кверцетину и витамину Р иван-чай способствует укреплению кровеносных сосудов, понижению кровяного давления [33]. Известные с давних пор противовоспалительные, ранозаживляющие и противоязвенные свойства кипрея также подтверждены современной наукой. Объясняются эти свойства наличием в листьях кипрея дубильных веществ пирогалловой группы и слизи. А седативный и противосудорожный эффект наблюдается благодаря алкалоидам, содержащимся в надземной части кипрея. Важное значение имеет возможность использовать иван-чай в борьбе с последствиями облучения и со злокачественными новообразованиями. Так, в СССР в Онкологическом центре РАН им. Блохина был установлен противоопухолевый эффект соцветий иван-чая и синтезировано высокомолекулярное соединение – ханерол, являющийся полифенолом из группы танинов, на основании которого был создан цитостатический препарат Ханерол. При этом установлено, что в качестве сырья для Ханерола лучше подходят цветки белоцветковой формы кипрея. Также высушенные этанольные экстракты были предложены в качестве средства от побочных эффектов химиотерапии. В числе синтезированных из кипрея веществ следует также упомянуть полифенолят висмута, обладающей антимикробной активностью. В 1980-х годах были проведены сравнительные испытания иван-чая с танинсодержащими растениями по степени эффективности противовоспалительных эффектов. Противовоспалительное действие кипрея узколистного было сильнее, чем у других растений с танинами, таких как *Bergenia crassifolia* и *Sanguisorba officinalis*. При условии, что противовоспалительный эффект связан с полисахаридами и флавоноидами [33].

Официальная наука подтвердила и пищевую ценность кипрея. Так, согласно исследованиям, проводившимся в СССР в 50-х и 70-х годах, надземная масса кипрея в пересчёте на сухое вещество содержит 18,8% протеина, 5,95% жира, 50,44% безазотистых экстрактивных веществ, 16,62% клетчатки, 8,14% золы, 0,75% кальция, 0,43% фосфора. Имеются сведения об успешных опытах применения надземной массы кипрея в качестве корма в животноводстве [35,36]. Ещё одна важная с точки зрения пищевой промышленности особенность иван-чая – его сахаропродуктивность и возможность использования его как медоноса. Так, масса мёда, которую может обеспечить дикорастущая заросль кипрея колеблется в пределах 43,2 кг/га – 1 т/га [33]. Важно отметить, что вышеперечисленные показатели сильно зависят от ландшафтных, климатических, экологических условий и фаз вегетации. Изучение данных зависимостей в настоящее время находится на начальной стадии [31].

Применение в народной медицине

Благодаря своим целебным свойствам, широкому ареалу и распространённости иван-чай был известен как целебное растение практически у всех народов бореального пояса северного полушария, причём как в Евразии, так и в Северной Америке [23]. Европейская традиционная фитотерапия практикует использование настоя листьев кипрея при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта, печени, воспаления предстательной железы, почек, заболевания мочевыводящих путей, а также в борьбе с мигренью, бессонницей, инфекционными и простудными заболеваниями [50]. Помимо использования настоев для приёма внутрь, народы Европы также обращались к кипрею для

борьбы с повреждениями кожи и слизистых оболочек, а именно при лечении язв, ожогов, ран, воспалений носоглотки [44]. Иван-чай известен практически во всех культурах Европы, от Скандинавии до Балкан. Причём известен он как в культурах титульных наций европейских государств, так и в культурах малочисленных народов. Однако пищевое использование его у разных народов неодинаковое. Например, шведы использовали кипрей как добавку при производстве хлеба, а саамы, проживающие на севере Скандинавского полуострова и на Кольском полуострове на территории России, традиционно добавляют его в молоко [51].

В России использование иван-чая в народной медицине и в пищевой культуре также уходит корнями вглубь веков. Кипрей использовали как жаропонижающее, обволакивающее, вяжущее, ранозаживляющее средство. Его применяли при головных болях, эпилепсии, как снотворное, при простудах и расстройствах пищеварительной системы, как кровоостанавливающее средство, в том числе при маточных кровотечениях. Помимо этого, кипрей использовали при заваривании чая, как медоносное и кормовое растение. Эти же свойства кипрея известны и в тибетской медицине [33]. При этом сбор листьев кипрея для производства чая характерен для Европейской части России, а как медонос, иван-чай особенно популярен в Сибири [23]. С XVIII века начинается выращивание иван-чая в промышленных масштабах близ села Копорье на территории нынешней Ленинградской области [33].

В США и Канаде фитотерапевты применяют кипрей при коликах, диарее, гастроэнтерите, дизентерии и простатите. Выяснено, что иван-чай был известен как лекарственное растение индейцам Северной Америки, особенно Канады и Аляски. Так, индейцы с северных берегов озера Онтарио использовали кипрей как ранозаживляющее, противоязвенное средство. Индейцы Саскачевана использовали отвары кипрея для борьбы с кишечными паразитами, а для лечения кожных заболеваний применяли измельчённые корни. Жители Монтаны с помощью кипрея боролись с ректальным кровотечением, а обитатели Аляски знали кипрей как средство, стимулирующее секрецию грудного молока [23].

Заключение

Потребность в сырье иван-чая будет ежегодно увеличиваться, а требования к стабильности состава и качеству сырья у переработчиков, прежде всего, в медицинской промышленности, расти. Исходя из сказанного выше, основной проблемой при выращивании кипрея узколистного является разработка технологии вегетативного размножения, что связано с проблемой сбора и подготовки семян к посеву, их мелким размером и требованием к мелкой заделке или отсутствию таковой. И как следующая проблема – отбор наиболее продуктивных форм с высоким содержанием БАВ и последующее выведение сорта. Микрклональное размножение, по нашему мнению, стоит рассматривать как способ первичного размножения перспективных форм и будущих сортов.

Вторым важным аспектом эффективной технологии нам представляется разработка систем применения удобрений и микроэлементов для повышения не только урожая, но и целевых соединений в сырье.

Учитывая то, что нормативные документы были разработаны достаточно давно, необходимо при их актуализации предусмотреть совершенствование методики анализа сырья.

Об авторах:

Михаил Сергеевич Антоненко – м.н.с. отдела Растительных ресурсов ФГБНУ ВИЛАР, <https://orcid.org/0000-0001-6088-7908>, автор для переписки, antonenko@vilarnii.ru

Елена Львовна Маланкина – доктор с.-х. наук, профессор, гл.н.с. лаборатории Ботанический сад ФГБНУ ВИЛАР, gandurina@mail.ru

About the authors:

Michail S. Antonenko – Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-6088-7908>, Correspondence Author, antonenko@vilarnii.ru

Elena L. Malankina – Doc. Sci. (Agriculture), Prof., gandurina@mail.ru

• Литература

1. Holub J. Taxonomic and nomenclatural remarks on *Chamaenerion* auct. In: *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*. 1972;7(1):81-90. DOI:10.1007/BF02856384
2. Martin S.L., Husband B.C. Adaptation of diploid and tetraploid *Chamaenerion angustifolium* to elevation but not local environment. *Evolution*. 2013;67(6):1780-1791. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/evo.12065>
3. Thompson K.A., Husband B.C., Maherali H. Climatic niche differences between diploid and tetraploid cytotypes of *Chamaenerion angustifolium* (Onagraceae). *Am. J. of Botany*. 2014;101(11):1868-1875. DOI: 10.3732/ajb.1400184
4. Горбунова Е.В., Горбунов Р.В. Перспективное направление переработки кипрея узколистного, как источника биологически активных веществ. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2016;(5):85-90.
5. Семенов С.Р., Телятьев В.В. Лекарственные растения Восточной Сибири. Иркутск, 1966.
6. Рейкина М.М., Рейкина У.М. Русское золото - Копорский чай. Возвращение к истокам. В сборнике: XXII Международный Биосфорум. 2017. С.455-458.
7. Шретер А.И., Панасюк В.А. Словарь названий растений. Таунус (Германия): Кельтц Сайентифик букс, 1999. С.175.
8. Цвелёв Н.Н. О роде *Chamaenerion* Ség. (Onagraceae) на Кавказе. *Новости систематики высших растений*. 2014;(45):42-50.
9. Sennikov A.N. *Chamaenerion* or *Chamaenerion* (Onagraceae)? The old story in new words. In: *Taxon*. 2011;60(5):1485-1488. DOI:10.1002/tax.605028
10. Wagner W.L., Hoch P.C., Raven P.H. Revised classification of the Onagraceae. *Systematic Botany Monographs*. 83. American Society of Plant Taxonomists, 2007. P.1-243.
11. Baum D.A., Sytsma K.J., Hoch P.C. A phylogenetic analysis of *Epilobium* (Onagraceae) based on nuclear ribosomal DNA sequences. *Syst. Bot.* 1994;19(3):363-385. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2419763>
12. Levin R.A., Wagner W.L., Hoch P.C., Hahn W.J., Rodriguez A., Baum D.A. et al. Paraphyly in tribe Onagreae: Insights into phylogenetic relationships of Onagraceae based on nuclear and chloroplast sequence data. *Syst. Bot.* 2004;29(1):147-164. DOI: <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.90.1.107>
13. Levin R.A., Wagner W.L., Hoch P.C., Nepokroeff M., Pires J.C., Zimmer E.A. et al. Family-level relationships of Onagraceae based on chloroplast *rbcl* and *ndhF* data. *Am J Bot.* 2003;90(1):107-115. DOI: <http://dx.doi.org/10.1600/036364404772974293>
14. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Epilobium+angustifolium> The Plant List (дата обращения: 29.10.2021)
15. Бурмистров А.Н., Никитина В.А. Иван-чай узколистный (кипрей) (*Chamaenerion angustifolium*). Медоносные растения и их пыльца. М.: Росагропромиздат, 1990. С.71-72.
16. Broderick D.H. The biology of Canadian weeds. 93. *Epilobium angustifolium* L. (Onagraceae). *Can. J. Plant. Sci.* 1990. P.247-259. DOI: <http://dx.doi.org/10.4141/cjps90-027>
17. Myerscough P.J. Biological flora of the British Isles. *Epilobium angustifolium* L. (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.). *J. Ecol.* 1980;(68):1047-1074.
18. Wiese J.L., Meadow J.F., Lapp J.A. Seed weights for northern Rocky Mountain native plants with an emphasis on Glacier National Park. *Native Plants J.* 2012;(13):39-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.3368/nj.13.1.39>
19. Chen C.-J., Hoch P.C., Raven P.H., Boufford D.E., Wagner W.L. Onagraceae. *Flora of China*. Beijing. Science Press, 2007. P.400.
20. Mosquin T.A. New taxonomy for *Epilobium angustifolium* L. (Onagraceae). *Brittonia*, 1966.
21. Oberdorfer E.P. *Flanzensoziologische Exkursionsflor für Deutschland und angrenzende Gebiete*. Unter Mitarbeit von Angelika Schwabe und Theo Müller. 8., stark überarbeitete und ergänzte Auflage. Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim), 2001. P.681-682.
22. Husband B.C., Schemske D.W. Cytotype distribution atadiploid-tetraploid contact zonein *Chamaenerion* (*Epilobium*) *angustifolium* (Onagraceae). *Am. J. of Botany*. 1998;85(12):1688-1694. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/244650>
23. Adamczak A., Dreger M., Seidler-Łożykowska K., Wielgus K. Fireweed (*Epilobium angustifolium* L.): botany, phytochemistry and traditional uses. A review. *Herba Polonica*. 2019;(3):51-63. DOI: 10.2478/hepo-2019-0018
24. Guo W., Yang J., Sun X.-D., Chen G.-J., Yang Y.-P., Duan Y.-W. Divergence in eco-physiological responses to drought mirrors the distinct distribution of *Chamaenerion angustifolium* cytotypes in the Himalaya-Hengduan Mountains region. *Front Plant Sci*. 2016;31(7):1329. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2016.01329>
25. URL: <http://herba.msu.ru/russian/departments/geobotany/bioflora/issues/download?id=12> Биологическая флора Московской области (дата обращения: 29.10.2021)
26. Сергиенко В.Г., Соколова О.И. Динамика живого напочвенного покрова и естественное лесовозобновление на вырубках. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2012;(2):35-41.
27. Царёв В.Н., Базарнова Н.Г., Дубенский М.М. Кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* L.) химический состав, биологическая активность. *Химия растительного сырья*. 2016;(4):15-26. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2016041549>
28. Еськов Е.К., Выродов И.В. Тяжелые металлы в нектарниках и пыльниках иван-чая на селитебных территориях. *Пчеловодство*. 2015;(6):10-11.
29. Асминг С.Б. Морфолого-биологические особенности и экология видов рода *Epilobium* L. в Мурманской области. *Вестник ОГУ*. 2007;(10):128-134.
30. Антоненко М.С. Выявление потенциальных местообитаний кипрея узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) картографическим методом на примере Переславского района Ярославской области. *Международная научная конференция «Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения» Сборник научных трудов*. М., ФГБНУ ВИЛАР, 2020. С.54-57.
31. Malankina E., Antonenko M. Das Schmalblattrige Weidenruschen (*Epilobium angustifolium* L.) – Vergangenheit, Gegenwart und Perspektive. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 2019;(3):115-117.
32. Антоненко М.С., Масляков В.Ю. Выявление благоприятных для произрастания популяций кипрея узколистного земель Вологодской области картографическим методом. В книге: *Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции*. Санкт-Петербург, 2021. С.25-27.
33. Загуменикова Т.Н. Биологические особенности Иван-чая узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub.) при интродукции в средней полосе европейского части СССР : Автореф. дис.. канд. биол. наук. Центр. респ. ботан. сад. АН УССР. Киев, 1985.
34. Dreger M., Gryszczyńska A., Szalata M. et al. Micropropagation and HPLC-DAD, UPLC MS/MS analysis of oenothien B and phenolic acids in shoot cultures and in regenerated plants of fireweed (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub.). *Plant Cell Tiss. Organ. Cult.* 2020;(143):653-663. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11240-020-01949-5>
35. Старковский Б.Н. Разработка агроприёмов при возделывании кипрея узколистного на кормовые цели. Санкт-Петербург, 2003. 156 с.

36. Starkovskiy B., Simonov G., Malinovskaya Y. Cultivation of fireweed (*Epilobium angustifolium*) together with nettle dioecious (*Urtica dioica*). E3S Web of Conferences. 2020.
37. Капустин Н.И., Старковский Б.Н. Пат. 2286047 Российская Федерация МПК. А01G1/00. Способ возделывания кипрея узколистного (иван-чай) на кормовые и лекарственные цели в условиях культуры. №2004123032/12, 27.07.2004 заявл. 20.02.2006 опубл. 20.02.2006, Бюл. №30.
38. Горбунов Ю.Н., Молканова О.И., Егорова Д.А., Виноградова Ю.К. Оценка морфогенетического потенциала in vitro и адаптивной способности белоцветковой формы *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Сборник трудов конференции "Ботаника в современном мире". Махачкала, 2018.
39. Dreger M., Seidler-Łożykowska K., Szalata M., Adamczak A., Wielgus K. Phytochemical variability during vegetation of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub. genotypes derived from in vitro cultures. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* (PCTOC). 2021;147(12):619-633. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11240-021-02154-8>
40. Зорин Д.П. Основные вредители иван-чая узколистного и меры борьбы с ними на севере Европейской части России. Санкт-Петербург, 2011. 148 с.
41. Baert N., Karonen M., Salminen J.P. Isolation, characterisation and quantification of the main oligomeric macrocyclic ellagitannins in *Epilobium angustifolium* by ultra-high performance chromatography with diode array detection and electrospray tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*. 2015;(6):26-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2015.09.050>
42. Hevesi T.B., Blazics B., Kéry Á. Polyphenol composition and antioxidant capacity of *Epilobium* species. *J. Pharm Biomed Anal.* 2009;49(1):26-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpba.2008.09.047>
43. Schepetkin I.A., Ramstead A.G., Kirpotina L.N., Voyich J.M., Jutila M.A., Quinn M.T. Therapeutic potential of polyphenols from *Epilobium angustifolium* (fireweed). *Phytother Res.* 2016;30(8):1287-1297. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.5648>
44. Kaškonienė V., Maruška A., Akepeca I., Stankevičius M., Ragažinskienė O., Bartkuvienė V. et al. Screening of antioxidant activity and volatile compounds composition of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub ecotypes grown in Lithuania. *Nat Prod Res.* 2016;30(12):1373-1381. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2015.1058792>
45. Валов Р.И. Фармакогностическое исследование надземной части *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Улан-Удэ, 2012.
46. URL: <https://всероссийская-база-ту.рф/tekhnicheskie-usloviya-tu-na-ivan-chaj/> (дата обращения: 20.12.2021)
47. URL: <https://lektrava.ru/encyclopedia/ivan-chay/> (дата обращения: 03.12.2021)
48. Зеленков В.И., Лапин А.А., Корсун В.Ф., Корсун Е.В., Журавлев Д.В. Суммарная антиоксидантная активность иван-чая. Сборник научных трудов Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. РАЕН, Москва. 2017;(25):121-125.
49. Бабенко А., Турмагамбетова А.С., Алексюк М.С., Зайцева И.А., Соколова Н.С., Богоявленский А.П., Березин В.Э. Противовирусная активность *Chamaenerion angustifolium* или *Epilobium angustifolium*. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2014;(6):81-82. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=5193> (дата обращения: 03.11.2021)
50. Vogl S., Picker P., Mihaly-Bison J., Fakhrudin N., Atanasov A.G., Heiss E.H. et al. Ethnopharmacological in vitro studies on Austria's folk medicine – An unexplored lore in vitro anti-inflammatory activities of 71 Austrian traditional herbal drugs. *J. Ethnopharmacol.* 2013;149(3):750-771. DOI: 10.1016/j.jep.2013.06.007
51. Rogers R.D. Fireweed – a treasured medicine of the boreal forest. *Discovery Phytomedicine*, 2014;(1):10-15. DOI: 10.15562/phytomedicine.2014.16
52. Semenov S.R., Telyatiev V.V. Medicinal plants of East Siberia. Irkutsk, 1966. (In Russ.)
53. Reikina M.M., Reikina U.M. "Russian gold" Koporski tea. Back to the roots. XXII International Bios-Forum. Digest of articles. 2017. P.455-458. (In Russ.)
54. Shreter A.I., Panasyuk V.A. Plant name dictionary. Taunus (Germany): Keltz Scientific Books, 1999. P.175. (In Russ.)
55. Tsvelev N.N. About the genus *Chamaenerion* Seg. (Onagraceae) in the Caucasus. *News of embryophyte taxonomy.* 2014;(45):42-50. (In Russ.)
56. Burmistrov A.N., Nikitina V.A. Fireweed (*Chamaenerion angustifolium*). Nectar source plants and its pollen. M.: Russian agricultural industry publishing, 1990. P. 71-72. (In Russ.)
57. Sergienko V.G., Sokolova O.I. Dynamics of forest floor and reforestation in clearcut areas. *News of higher education. Forest journal.* 2012;(2):35-41. (In Russ.)
58. Tsarev V.N., Bazarnova N.G., Dubenskii M. M. Fireweed (*Chamaenerion angustifolium* L.) chemical composition, biological activity. *Chemistry of plant sources.* 2016;(4):15-26. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2016041549> (In Russ.)
59. Eskov E.K., Vyrodov I.V. Heavy metals in nectar and stamen of *Chamaenerion* in residential areas. *Beekeeping.* 2015;(6):10-11. (In Russ.)
60. Asming S.V. Morphological and biological features and ecology of species genus *Epilobium* L. in Murmansk region. *News of Orenburg State University.* 2007;(10):128-134. (In Russ.)
61. Antonenko M.S. Search for possible habitats of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. with cartographic method in Jaroslavl region Pereslavl district. Articles of International scientific conference "Modern trends in the development of health-saving technologies". Moscow, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants. 2020. P.54-57. (In Russ.)
62. Antonenko M.S., Maslyakov V.Yu. Searching for *Chamaenerion angustifolium* favorable lands in Vologda region by the cartographic method. Forests of Russia: politics, industry, science, education. Materials of the VI All-Russian Scientific and Technical Conference. Saint Petersburg, 2021. P.25-27. (In Russ.)
63. Zagumennikova T.N. Biological features of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub., its introduction in Central European USSR: Candidate of Biological Science dissertation, Kyiv, 1985. (In Russ.)
64. Starkovskii, B.N. Creating agricultural practices in the cultivation of *Chamaenerion angustifolium* for fodder purposes. Saint Petersburg, 2003. 156 p. (In Russ.)
65. Kapustin N.I., Starkovskii B.N., Patent 2286047 Russian Federation. А01G1/00. Method for cultivation of *Chamaenerion angustifolium* (Fireweed) for fodder and medicinal purposes under culture conditions. №2004123032/12, 27.07.2004. Bulletin №30. (In Russ.)
66. Gorbunov Yu.N., Molkanova O.I., Egorova D.A., Vinogradova Yu.K. Evaluation of in vitro morphogenetic potential and adaptive capacity of the white-flowered form of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Articles of the conference "Botany in the modern world". Makhachkala, 2018. (In Russ.)
67. Zorin, D.P. The main pests of *Chamaenerion angustifolium* and ways of its control in the North of European Russia. Saint Petersburg, 2011. 148 p. (In Russ.)
68. Valov R.I. Pharmacognostic study of the stem of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Ulan-Ude, 2012. (In Russ.)
69. Зеленков В.И., Лапин А.А., Корсун В.Ф., Корсун Е.В., Журавлев Д.В. Total antioxidant activity of *Chamaenerion angustifolium*. Articles of the conference "Non-traditional natural resources, innovative technologies and products." Russian Academy of Natural Sciences, Moscow. 2017;(25):121-125. (In Russ.)
70. Babenko A., Turmagambetova A.S., Aleksyuk M.S., Zaitseva I.A., Sokolova N.S., Bogoyavlenskii A.P., Berezin V.E. Antiviral activity of *Chamaenerion angustifolium* или *Epilobium angustifolium*. *International Journal of Applied and Basic Researches.* 2014;(6):81-82. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=5193> (date of the reference: 03.11.2021) (In Russ.)

• References (In Russ.)

4. Gorbunova E.V., Gorbunov R.V. Perspective direction for the conversing of *Chamaenerion angustifolium* as a source of biologically active substances. *Agricultural science news of Tavrida*, 2016;(5):85-90. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-79-85>
УДК 632.38:635.21

Olga A. Sobko*, Petr V. Fisenko,
Irina V. Kim, Nathalia V. Matsishina

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

*Correspondence Author:
o.eyvazova@gmail.com

Conflict of interest: This article does not contain any studies involving animals or human participants as objects of research. The authors declare that they have no conflict of interest.

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

Data availability: The datasets generated during and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on responsible request.

For citations: Sobko O.A., Fisenko P. V., Kim I.V., Matsishina N.V. Potato viruses of 7 commercial cultivars grown in field Primorsky Krai of Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):79-85. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-79-85>

Received: 19.10.2021

Accepted for publication: 09.12.2021

Published: 25.02.2022

О.А. Собко*, П.В. Фисенко,
И.В. Ким, Н.В. Мацишина

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

*Автор для переписки:
o.eyvazova@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Sobko O.A., Fisenko P. V., Kim I.V., Matsishina N.V. Potato viruses of 7 commercial cultivars grown in field Primorsky Krai of Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):79-85.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-79-85>

Поступила в редакцию: 19.10.2021

Принята к печати: 09.12.2021

Опубликована: 25.02.2022

Potato viruses of 7 commercial cultivars grown in field Primorsky Krai of Russia



Abstract

Scientific relevance. Plant viruses cause a significant economic loss to potato production, especially if plants are infected at early growth stages and infections are mixed. Viral diseases reduce both yield and quality of harvested crops. Detection and identification of plant viruses are key important to prevent their spreading and to achieve potential yield predetermined by characteristics of varieties.

Research methods. Seven potato varieties, bred in Russia and overseas, were used in the field experiment: Smak, Avgustin, Yantar, Laperla, Labella, Red Lady, Sante, Belmonda. Viral infection rate was measured by the percent of plants with symptoms to the total number of plants. In addition to infection frequency, a disease rate was described after visual estimation. Total RNA was isolated from the collected leaves according to Bekesiova I. et al. 1999 [13]. Qualitative and quantitative estimation of plant viruses in the samples were conducted by single-step real-time RT-PCR with fluorescent detection with the Applied Biosystems QuantStudio 5 and commercial kits "Potato Virus X, Y, M, L, S, A, PSTVd-RT" (Syntol Company) according to the official protocol of the kits.

Results. As a result of our research, symptoms of mixed viral infection were described for potato varieties depending on concentrations and proportions of these viruses in a plant. Mixed viral infection in the potato field in Primorsky Krai comprised PVY, PVX, PVA, PVS, PVM, also PLRV and PSTVd.

Keywords: plant viruses, insect vectors, mixed viral infections, *Solanum tuberosum*.

Зараженность 7 сортов картофеля вирусами в полевых условиях Приморского края РФ

Резюме

Актуальность. Фитовирусы приводят к большим экономическим потерям в производстве картофеля, особенно если растения инфицируются на ранних стадиях или при смешанных инфекциях. Вирусные инфекции не только снижают урожай, но и ухудшают его качество. Обнаружение и идентификация вирусов растений имеет первостепенное значение для предотвращения их распространения и обеспечения урожайности, заложенной характеристиками сортов.

Методика исследования. В полевом эксперименте, заложенном стационарно, использовались 7 сортов картофеля российской и зарубежной селекции: Смак, Августин, Янтарь, ЛAPERLA, Labella, Red Lady, Sante, Belmonda. Проявление фитовирусной инфекции оценивали по наличию растений с симптомами от общего числа в процентах. Кроме показателя частоты заражения, при визуальной оценке описывали степень развития болезни. Тотальную РНК выделяли из зеленых частей растений по Bekesiova I. et al. 1999 [Bekesiova, 1999]. Качественное и количественное определение фитовирусов в пробах проводили одношаговой ОТ-ПЦР с флуоресцентной детекцией в реальном времени в амплификаторе QuantStudio 5 (Applied Biosystems) с использованием коммерческих наборов серии «Potato Virus X, Y, M, L, S, A, PSTVd-RT» (Синтол).

Результаты. В результате исследований были описаны симптомы проявления ассоциативной вирусной инфекции на сортах картофеля, в зависимости от концентрации и соотношения этих вирусов в растении. Смешанная фитовирусная инфекция на картофельном поле в Приморском крае состояла из PVY, PVX, PVA, PVS, PVM, а также PLRV и PSTVd.

Ключевые слова: фитовирусы, насекомые-векторы, mixed viral infections, *Solanum tuberosum*

Introduction

Damage, inflicted on the agricultural sector by viral diseases, is enormous. Viruses reduce both yield and quality of harvested crops. Ways and means of virus distribution vary significantly and depend on host-organism characteristics. Thick cellulose cell membranes make flowering plants impenetrable for viruses, and invasion occurs only through wounds. Insects are the most important virus carriers and serve both as vectors and as hosts. Relations between viruses and host plants or vectors are very specific. Viruses can accumulate on the stylet while an insect feeds on infected plants. When a vector feeds on healthy plants, viruses penetrate damaged cells, vascular fluids and cause infection. Ability of an insect vector to infect plants with viruses depends not only on cell permeability in its alimentary canal and salivary glands but also on a possibility to infect the vector organism. Virulence of non-persistent or semi-persistent viruses predetermines their need for time (from a few minutes to several hours) and temporary attachment (usually) to the stylet or the foregut of an insect. On the contrary, persistent viruses, that move through the barrier of the midgut and accumulate in the salivary glands, can cause infection for a period from a few days to several months [1].

Potatoes are the main non-cereal food product. Potato production faces such obstacles as pests and diseases, including viral ones. Viral diseases play a significant role among factors that limit potato production [2]. Virus infection symptoms appear at the germination stage and predominantly at the stages of growth, flowering and fruiting [3]. Viruses of the following families are widespread in Primorsky Krai: *Bromoviridae*, *Potyviridae*, *Flexviridae*, *Luteoviridae*, and *Pospiviroidae*. PVY (potato virus Y, fam. *Potyviridae*) poses the main problem for solanaceous crops. Apart from potato, it infects pepper and tomato. PVY reduces total yield and negatively affects the quality of harvested crops. Seeds infected by PVY can serve as an infection source and present a problem for certification because symptoms appear depending on potato varieties and sometimes cannot be estimated visually [4]. The following factors determine epidemiological importance of PVY:

- 1) non-persistent transmission by more than 50 species of aphids, potato ladybird *Henosepilachna vigintioctomaculata*, and grass bug *Lygus pratensis* [5];
- 2) high genetic variability, conditioned by several strains;
- 3) a wide circle of host-plants comprising weeds that grow in potato fields and at field borders.

It all proves that effective virus transmission depends not only on specific traits of vectors and the virus but also on accessibility of the virus to a carrier [6]. Plant viruses can lead to a significant economic loss to potato production, especially if plants are infected at early growth stages and infections are mixed [2]. Mixed infection implies that there are more than one virus coexisting in a plant. It causes appearance of different symptoms. Presence of more than one virus always hampers disease etiology understanding. Most viral diseases are not diagnosed due to their latency or weak symptomatic expression, or similarity of symptoms with fungal and bacterial infections. It can be true for a plant infected with one specific virus. In case of mixed infection, more severe symptoms usually appear [7]. Viruses can infect one host-plant simultaneously (co-infection) or subsequently (superinfection). Plants, attacked by viruses, activate complex protection mechanisms, which work on different levels and often require

considerable inner resources. It decreases the yield. Due to all these factors, PVY can cause significant loss of potato yield with mixed infections with PVX, PVM, PVS and some other viruses [6]. Symptom appearance depends on a type of interactions among viruses in a host-organism. Unrelated viruses usually interact with each other in a synergistic way whereas interactions among related viruses are predominantly antagonistic [8]. Detection and identification of viruses, causing infection, are crucial for successful treatment of viral diseases, especially with mixed infections [7]. All these reasons determined the purpose of this study. The research purpose is to study viral infection load in the agricultural ecosystem of potato fields, estimate the influence of qualitative and quantitative interrelation among viruses in plants on symptom appearance, and determine the plant virus concentration, which causes expression of symptoms on potato plants in field.

Methods

Seven potato varieties (cvs. Smak, Avgustin, Yantar, Laperla, Labella, Red Lady, Sante, Belmonda) were used in the field experiment. Smak is a medium late variety (breeder – FSBSI “FSC of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika”, Russia), moderately resistant to late blight and *Alternaria* leaf spot, resistant to potato wart disease and susceptible to nematode *Globodera rostochiensis* Wollenweber. Cv. Avgustin is a medium variety (breeder – FSBSI “FSC of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika” Russia), susceptible to *Globodera rostochiensis*. Cv. Yantar is a medium late variety (breeder – “FSC of Agricultural Biotechnology of the Far East”, Russia), resistant to potato wart disease (*Synchytrium endobioticum* (Schilberszky) Percival) and susceptible to *Globodera rostochiensis*, with leaves, stems and tubers susceptible to late blight. Cvs. Laperla and Labella are early varieties (breeder – Den Hartigh BV, Netherlands), resistant to potato wart disease, pathotype I and *Globodera rostochiensis* (R01). According to the breeder, they are resistant to leaf curl. Cv. Red Lady is an early variety (breeder – SOLANA GMBH & CO KG, Germany), resistant to potato wart disease, pathotype I and *Globodera rostochiensis* (R01), with leaves and stems susceptible and roots moderately susceptible to late blight *Phytophthora infestans* Mont. de Bary. Cv. Sante is a medium early variety (breeder – AGRICO U.A., Netherlands, “FSC of Agricultural Biotechnology of the Far East”), resistant to potato wart disease, pathotype I and *Globodera rostochiensis* (R01), late blight and viruses. Cv. Belmonda is a medium early variety (breeder – SOLANA GMBH & CO KG, Germany), resistant to potato wart disease, pathotype I and *Globodera rostochiensis* (R01) [9]. The selected potato varieties are resistant forms in breeding programs.

Plants were planted with 50 tubers per plot. The site is located in the Southern taiga agricultural soil and climate zone (43.850516, 131.960421). The area of the plot is 40 sq. m. Potato is planted on ridges of 70x40 cm at the rate of 37 thousand plants per 1 ha. The size of a plot is 25 sq. m. The plot soil is meadow-brown podzolized. Soil preparation: underwinter plowing to a depth of 22 cm, early spring harrowing, pre-sowing cultivation, and two cultivations for vegetation were used.

For virus identification, symptomatic potato leaves were collected in filter paper bags, folded in polyethylene packaging and frozen at – 20°C for the following PCR analysis of the viruses. The leaf surface was cleaned with non-woven materi-

al moistened in alcohol before sample preparation [10].

Virus infection rate was measured by the percent of plants with symptoms to the total number of plants. In addition to infection frequency, disease rate was described after visual estimation. To estimate the degree of disease development on individual plants, we used 9-point scale of virus-resistance evaluation, described in “The broad unified CMEA classifier and international classifier of CMEA for potato varieties of section *Tuberosum* (Dun.) Buk. of genus *Solanum* L.” [11, 12]. *Petunia* sp. was used as a bio-indicator [13].

Total RNA was isolated from the collected leaves according to Bekesiova I. et al. 1999 [14]. The extracted RNA was additionally cleaned with the mixture of chloroform/ amyl alcohol (24/1) and/or chloroform/ phenol (1/1). Efficiency of isolation was measured by electrophoresis in 1 % agarose gel stained with ethidium bromide. The result of electrophoresis was documented by GelDoc XR+ (BioRad). RNA concentration in the preparation was determined with the usage of the Invitrogen Qubit 4 Fluorometer and the RNA BR Assay Kit with subsequent dilution to 50 nanograms/ microlitre. Qualitative and quantitative estimation of plant viruses in the samples were conducted by single-step real-time RT-PCR with fluorescent detection with the Applied Biosystems QuantStudio 5 and commercial kits “Potato Virus X, Y, M, L, S, A and PSTVd-RT” (Syntol Company, Russia) according to the official protocol of the kits. 250 ng of total RNA were used in each RT-PCR reaction. Qualitative estimation of infection level was conducted with the comparative Ct method ($\Delta\Delta Ct$) [15]. Inner control of the reaction served as the endogenous control. Positive control samples of the reagent kits were used as a reference sample.

The statistical data processing was conducted with the IBM SPSS Statistics software (Version).

Research results and discussion

To study the process of virus accumulation, we performed an experiment on artificial infection with petunias as indicator-plants. The plants were grown from seeds and divided in two groups – infected test and control. The juice from potato

leaves with a high PVY concentration established by PCR analysis was applied to the leaves of the test indicator-plants. The plants of the control and infected groups were further grown separately. Necessary arrangements were made to prevent accidental infection. As a result of the experiment, when the concentration of PVY was increased by $1.8 \cdot 10^4$ times compared to the asymptomatic *Petunia* sp. plants, the following symptoms were observed: red and purple strokes and spots appeared on the petals depending on their color, the leaf veins brightened up, the leaf blades remained green. A lower concentration of the plant virus did not lead to development of visible symptoms. It indicates the latent infection (fig. 1 a, b). Consequently, there is a clear correlation between quantitative plant virus load and symptoms of the infection.

To continue the laboratory experiment with the indicator-plants, we made field records and measurements of disease progress. The following symptoms could be observed on potato plants in experimental field plots with natural infection in 2021: mosaics and mottling, chlorosis, curled and rippled leaf edges, distorted and withered flower petals, unopened buds at the flowering stage, red border on leaves, and dwarf plants. The symptoms varied on plants of different varieties and on the plants of the same variety. After visual estimation, the average disease rate on cv. Smak (I) was about 2.4 ± 0.12 . The disease appeared as mosaics, leaf necrosis, chlorosis of leaf veins, unopened flower buds. The plants of this variety in the second and third repetitions had the disease rate equal 1.1 ± 0.52 (14 out of 25 plants). Infected plants were characterized by the presence of mosaics on their leaves (fig. 2). This fact can be explained by special isolation and unequal distribution of vectors.

Virus infection on plants of cv. Laperla was the same in all three repetitions and included mosaics, leaf edge necrosis, leaf galls, short height of green parts (dwarf plants). The disease rate was from 3.0 ± 0.12 to 4.0 ± 0.12 . Virus infection symptoms on plants of cv. Labella included chlorosis and mosaics ranging from barely discernible yellow spots to pronounced lesions. The disease rate was in average 2.0 ± 0.25 . After visual estimation, the number of damaged plants of cv.



Рис. 1. Проявления инфекции на *Petunia* sp.: а) здоровое растение; б) больное растение
Fig. 1. Symptoms of PVY infection on *Petunia* sp.: a) a healthy plant; b) a diseased plant

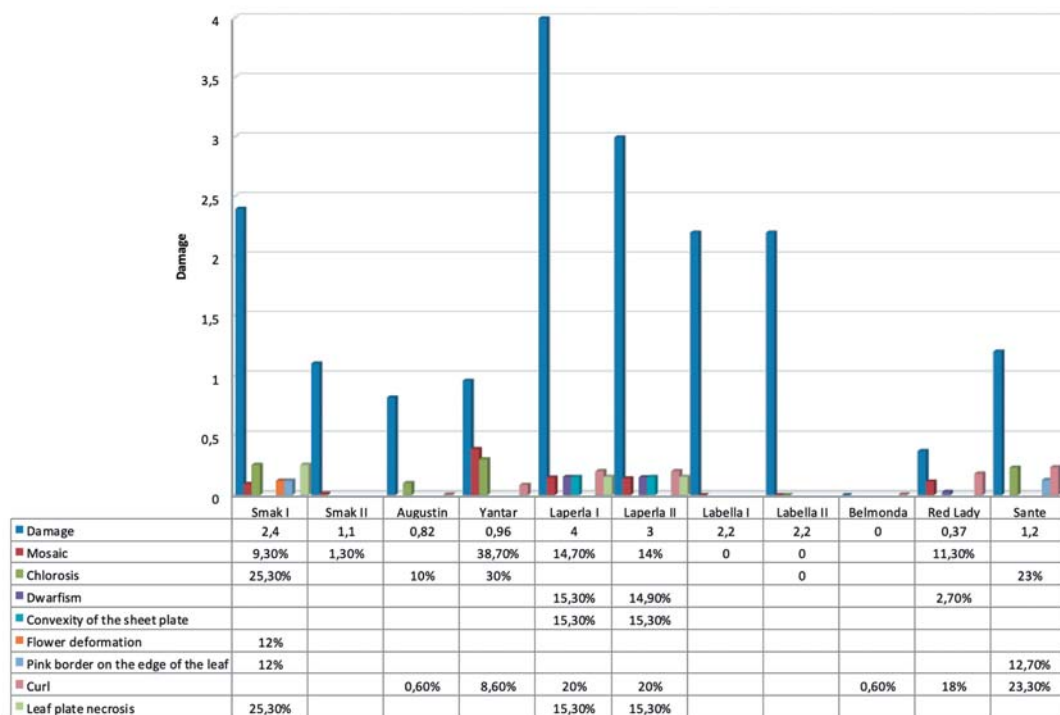


Рис. 2. Балл повреждения и распределение по симптомам фитовирусной инфекции на сортах картофеля
Fig. 2. The disease rate and distribution of plant virus infection according to symptoms on plants of potato varieties

Augustin varied from 6 to 14 depending on a repetition. Appeared symptoms were mild (a slight leaf curl). Only few plants displayed leaf curl and mosaics. The average disease rate was 0.82 ± 0.12 . Only few individual plants of cv. Belmonda had curled leaves. The disease rate was zero (fig. 2).

Viral infection on plants of cv. Red Lady was shown as leaf curl, mosaics and dwarf plants. The disease rate was in average 0.37 ± 0.02 . Plants of cv. Sante had symptoms of: pink leaf borders, intercostal chlorosis, and leaf curl. The disease rate was 1.20 ± 0.05 (fig. 2).

We selected plants with a minimal and a maximum degree of visible infection symptoms for every variety. Mixed infection was identified by PCR and included viruses of mosaic group: PVX, PVA, PVS, PVM, also PLRV and PSTVd. Viral load differed among varieties. We suppose that appearance of symptoms on potato plants depended both on qualitative and quantitative composition of plant viruses. Thus, symptoms on plants of cv. Smak differed depending on the presence or the absence of a particular virus, also on proportion of viruses (fig. 3, tab.).

Таблица. Количественная оценка фитовирусной нагрузки на сортах картофеля и петунии
Table. Quantitative estimation of plant virus load on potato varieties and petunia plants

	PVY		PVX		PVA		PVM		PVS		PLRV		PSTVd	
	Ct	Rq	Ct	Rq	Ct	Rq	Ct	Rq	Ct	Rq	Ct	Rq	Ct	Rq
Labella I	33,52 ±0,19	0,15 ±0,08	35,30 ±0,24	0,07 ±0,02	35,32 ±0,24	0,02 ±0,02	34,67 ±0,23	0,06 ±0,01	29,17 ±0,41	0,06 ±0,02	35,90 ±0,24	0,13 ±0,01	-	-
Labella II	20,82 ±0,29	1066 ±1,01	38,09 ±0,25	0,01 ±0,02	36,34 ±0,13	0,01 ±0,02	28,97 ±0,31	1,89 ±0,09	28,18 ±0,31	1,41 ±0,09	36,51 ±0,13	0,05 ±0,01	-	-
Laperla I	19,78 ±0,27	2545 ±1,01	-	-	-	-	33,15 ±0,19	0,11 ±0,03	25,02 ±0,15	12,53 ±0,09	37,44 ±0,39	0,03 ±0,01	-	-
Laperla II	28,79 ±0,31	3,61 ±0,09	36,64 ±0,13	0,07 ±0,02	34,10 ±0,23	0,05 ±0,02	31,70 ±0,63	0,26 ±0,03	24,72 ±0,15	16,30 ±0,10	35,29 ±0,24	0,11 ±0,01	-	-
Smak I	17,63 ±0,22	9407 ±1,03	-	-	35,55 ±0,24	0,02 ±0,02	31,86 ±0,63	0,32 ±0,03	27,28 ±0,27	3,37 ±0,09	39,24 ±0,11	0,01 ±0,01	38,68 ±0,25	0,0042 ±0,02
Smak II	19,55 ±0,27	1605 ±1,01	40,79 ±0,09	0,001 ±0,02	35,89 ±0,24	0,01 ±0,02	17,94 ±0,22	3304 ±1,01	27,75 ±0,27	1,80 ±0,09	36,42 ±0,13	0,05 ±0,01	25,05 ±0,15	55,62 ±0,09
Red Lady	30,49 ±0,63	1,05 ±0,09	34,96 ±0,23	0,08 ±0,02	34,07 ±0,23	0,03 ±0,02	31,66 ±0,63	0,27 ±0,03	27,91 ±0,27	1,29 ±0,03	34,98 ±0,23	0,14 ±0,01	-	-
Augustin	32,59 ±0,42	0,24 ±0,08	35,51 ±0,24	0,05 ±0,02	36,49 ±0,13	0,01 ±0,02	16,05 ±0,10	14767	28,95 ±0,31	0,95 ±0,03	37,03 ±0,39	0,04 ±0,01	38,54 ±0,25	0,004 ±0,02
Yantar	19,44 ±0,27	2533 ±1,01	38,17 ±0,25	0,01 ±0,02	-	-	28,97 ±0,31	2,08 ±0,09	28,97 ±0,31	0,71 ±0,03	38,23 ±0,25	0,02 ±0,01	-	-
Belmonda	19,06 ±0,27	2294 ±1,01	-	-	35,54 ±0,24	0,02 ±0,02	33,39 ±0,19	0,09 ±0,03	16,13 ±0,10	5510 ±1,01	37,80 ±0,39	0,02 ±0,01	-	-
Petunia sp. I	33,56 ±0,19	0,15 ±0,08	-	-	-	-	-	-	34,50 ±0,23	0,02 ±0,01	-	-	-	-
Petunia sp. II	19,65 ±0,27	2699 ±1,01	-	-	-	-	36,69 ±0,13	0,01 ±0,02	35,38 ±0,24	0,01 ±0,01	37,48 ±0,39	0,03 ±0,01	-	-



a



b

Рис. 3. Картофель сорта Смак: а) здоровое растение, б) инфицированное смешанной инфекцией PVY и PVS
Fig. 3. Plants of cv. Smak: a) a healthy plant b) a plant infected with mixed PVY and PVS infection

High PVX concentrations in plants of variety Laperla with almost an equal proportion of other viruses led to appearance of chlorosis on leaf edges, necrosis and leaf galls, dwarf plants and mosaics.

Low concentrations of PVY, PVX, PVA, PVS, PVM and PLRV in plants of cv. Labella were shown only as chlorosis. Leaf chlorosis, mosaics and yellow leaves could be observed on plants when the PVY concentration was increased by $7 \cdot 10^3$ times, the PVM concentration by 90 times, and the PVS concentration by 2 times, compared to the plants with chlorosis only (fig. 4, tab. 1).

A high PVM concentration was expressed as leaf curl on plants of cv. Avgustin compared to the plants without visible symptoms. Its infection load, being higher than the one of PVY by 10.5 times in coinfection, did not produce any changes in symptoms. Simultaneously the combination of high PVY and PVS concentrations caused leaf curl on plants of cvs. Belmonda and Red Lady compared to asymptomatic plants. The total viral load of PVY, PVX, PVA, PVS, PVM and PLRV (fig. 5) led to appearance of pink borders on the leaves of potato cv. Sante, mosaics and chlorosis on the leaves of cv. Avgustin

compared to the plants, which were infected but did not have visible symptoms.

There are several types of interactions among viruses in an infected plant, which are usually called synergistic and antagonistic. They cause more severe symptoms than single viral infection does [7]. Propagation of one virus is supposed to be facilitated by propagation of the other in such systems. Mixed PVS and PVX infection can increase both the titer of PVS and enhance appearance of symptoms on potato leaves [16]. Synergy between potyvirus PVY and flexivirus PVX leads to an enhanced propagation rate of the latter increases its titers and consequently aggravates symptoms [17]. Mixed infection of calivirus PVA and luteovirus PLRV allows the later to infect all cell types in leaves, whereas the phloem limits its distribution when infection is single. It must occur due to the fact that movement proteins of PVA can complement PLRV movement deficiency [18]. After examining and collecting leaf samples, M.S. Kolychikhina et al. (2021) concluded that potato plants of cv. Ramos, grown in an experimental field in Lipetsk oblast, suffered from a multiple infection: PVY, PVM + PVS. They also identified a



a



b

Рис. 4. а) Здоровое растение сорта Labella; б) проявление смешанной вирусной инфекции PVY, PVX, PVA, PVS, PVM и PLRV на картофеле сорта Labella
Fig. 4. a) a healthy plant of the variety Labella; b) symptoms of mixed viral infection PVY, PVX, PVA, PVS, PVM and PLRV on plants of potato cv. Labella



a



b

Рис. 5. а) Здоровое растение сорта Sante; б) Проявление смешанной вирусной инфекции PVY, PVX, PVA, PVS, PVM и PLRV на картофеле сорта Sante

Fig. 5. a) a healthy plant of the cv. Sante; b) symptoms of mixed viral infection (PVY, PVX, PVA, PVS, PVM and PLRV) on plants of potato cv. Sante

mixed viral infection in potato plants of cv. Impala in Astrakhan oblast: PVM + PVS, PVM + PVS + PVY [19]. Mixed viral infection was more complex in our experiments and comprised not only plant viruses of mosaic group but also PLRV and PSTVd. Multiple viral infections, caused by heterologous viruses such as PVY and PLRV, are common for potato [20]. PVX when combined with PVY leads to development of potato rugose mosaic [21]. We suppose that single infection of potato plants should not to be studied in field conditions because viruses circulate around the agricultural ecosystem of potato fields and can infect various host-plants, including both wild species and cultivars. Coexistence of several plant viruses and occurrence of mixed infections in plants are conditioned by obligate parasitism. Also most of the vectors are polyphagous. Due to this fact, they can accumulate virus from one plant and transmit it to another that might be already infected. It creates conditions for superinfection [7]. Behavior and physiology of carriers can be affected by changes in plants, caused by viruses, and this factor, in its turn, facilitates distribution and epidemiology of infection. Attraction of carriers to infected plants increases risk of infection. Mixed PVY and PLRV infection enhanced fertility of aphid species *Myzus persicae* and *Macrosiphum euphorbiae*, feeding on potato plants, what determined their choice of these plants. According to Chatzivassiliou et al., such behavior can be explained by an increase in the content of sugars and amino acids in the phloem of potato plants which makes them more attractive for insects. Because mixed infections of these viruses often occur in potato plants, qualities of hosts and behavior of carriers can have important epidemiologic consequences in the course of this interaction [21]. Knowledge, acquired as the result of the study on mixed viral infections, can become a rich source of useful information, for example, for development of effective management techniques or even for creation of plants resistant to viruses.

Conclusions

1. As the result of the research, we identified mixed viral infection in potato fields in Primorsky krai. Mixed plant virus infection in the potato fields in Primorsky krai comprised

PVY, PVX, PVA, PVS, PVM, also PLRV and PSTVd. The study on virus composition in the agricultural ecosystem of potato fields requires further research.

2. The symptoms varied on plants of different varieties and on the plants of the same variety. Disease symptoms depended on the concentration and proportion of viruses in plants.

3. PVY, PLRV, PVS and PVM were identified in plants of all potato varieties. Cvs. Yantar and Laperla I were not infected with PVA. Cvs. Belmonda, Laperla I and Smak I were not infected with PVX. PSTVd was identified only in plants of varieties Red Lady and Smak.

4. Mixed viral infection was expressed as mosaics and leaf curl.

5. Quantity of viruses in plants influenced appearance of symptoms on these plants. The concentration of PVY and PVS, higher by 5.86 and 1.87 times respectively than in asymptomatic plants, was expressed as mosaics on leaves of potato cv. Smak. In addition to mosaics, curl of leaf edges, unopened buds, distorted and withered flower petals were observed on individual plants when the PVM concentration was higher by 104 times than in asymptomatic plants and PSTVd was present.

6. The PVX concentrations, higher than in asymptomatic plants, were expressed as chlorosis of leaf edges, necrosis, dwarf plants and leaf galls on plants of cv. Laperla. A heavy viral load of PVY, PVM and PVS led to mosaics and yellow leaves on plants of cv. Laperla.

7. A high PVM concentration was expressed as leaf curl on plants of cvs. Avgustin and Smak. A high concentration of PVY and PVS led to leaf curl on plants of cv. Red Lady. Pink borders on leaf edges of potato cv. Sante could be observed when PVY, PVX, PVA, PVS, PVM, PLRV and PSTVd were present. These viruses were expressed as mosaics and chlorosis on potato plants of cv. Avgustin.

8. An increase in quantity of viruses – causative agents of potato diseases – and changes in geographical range of their distribution reflect the general process of interactions among plant viruses and their hosts in modern agricultural production. Understanding of global situation is necessary to optimize all steps of integrated protection, which will allow ensuring stable production of high quality potato in Russia.

About the authors:

Olga A. Sobko – Ph.D. student,
Junior Researcher at the laboratory
of breeding and genetic research of field crops,
<https://orcid.org/0000-0002-4383-3390>,
Correspondence Author, o.eyvazova@gmail.com

Petr V. Fisenko – Cand. Sci. (Biology),
Leading Researcher, acting head of the laboratory
of breeding and genetic research of field crops,
<https://orcid.org/0000-0003-1727-4641>

Irina V. Kim – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher,
acting head of the laboratory of potato disease diagnostics,
<https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>

Nathalia V. Matsishina – Cand. Sci. (Biology),
Senior Researcher,
the laboratory of breeding and genetic research of field crops,
mnathalie134@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-0165-1716>

Об авторах:

Ольга Абдулалиевна Собко – аспирант,
младший научный сотрудник лаборатории
селекционно-генетических исследований полевых культур,
<https://orcid.org/0000-0002-4383-3390>,
автор для переписки, o.eyvazova@gmail.com

Петр Викторович Фисенко – кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией
селекционно-генетических исследований полевых культур,
<https://orcid.org/0000-0003-1727-4641>

Ирина Вячеславовна Ким – кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией
диагностики болезней картофеля,
<https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>

Наталья Валериевна Мацишина – кандидат биол. наук,
ст.н.с. лаборатории селекционно-генетических исследований
полевых культур, mnathalie134@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-0165-1716>

• References

- Kolliopoulou A., Kontogiannatos D., Swevers L. The Use of Engineered Plant Viruses in a Trans-Kingdom Silencing Strategy Against Their Insect Vectors. *Front. Plant Sci.* 2020;(11):917. doi: 10.3389/fpls.2020.00917
- Pourrahim R., Farzadfar Sh., Golnaraghi A.R., Ahoonmanesh A. Incidence and distribution of important viral pathogens in some Iranian potato fields. *Plant Dis.* 2007;(91):609-615. DOI:10.1094/PDIS-91-5-0609
- Ngoh Dooh J.P., Boydoul F.U., Madjerembe A., Tchoupou Tsouala D.B., Hawaou Adagoro D.B., Kosma P., Ambang Z. Inventory of the potato diseases and impact on growth and yield traits in far North Cameroon. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 2020;14(8):2826-2836. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i8.14>
- Murphy A. F., Rondon S. I., Moreno A., Fereres A. Effect of Potato virus Y Presence in *Solanum tuberosum* (Solanaceae) and *Chenopodium album* on Aphid (Hemiptera: Aphididae) Behavior. *Environmental Entomology.* 2018;XX(X):1-6. DOI: 10.1093/ee/nvy041
- Sobko O.A., Matsishina N.V., Fesenko P.V., Kim I.V., Didora A.S., Boginskay N.G., Volkov D.I. Viruses in the agrobiocenosis of the potato fields. *IOP Conference Serie: Earth and Environmental Science.* 2021;677(5):052093. DOI:10.1088/1755-1315/677/5/052093. (In Russ.)
- Cervantes F.A., Alvarez J.M. Within plant distribution of Potato Virus Y in hairy nightshade (*Solanum sarrachoides*): An inoculum source affecting PVY aphid transmission. *Virus Research.* 2011;(159):194–200. DOI:10.1016/j.virusres.2011.05.003
- Pankhuri S., Sajad U. N., Manoj K. Y., Abhishek D. Mixed infection of plant viruses: diagnostics, interactions and impact on host. *Journal of Plant Diseases and Protection.* 2020;128(4). DOI:10.1007/s41348-020-00384-0
- Syller J., Grupa A. Antagonistic within-host interactions between plant viruses: molecular basis and impact on viral and host fitness. *Molecular Plant Pathology.* 2016;17(5):769–782. DOI: 10.1111/mpp.12322
- Государственный реестр селекционных достижений, Допущенных к использованию. Сорты растений: офиц. изд.: М., 2021;(1):719. [The State Register for Selection Achievements Admitted for Usage. *Plant varieties: Official Publ.: Moscow*, 2021;(1):719. (In Russ.)]
- Рябушкина Н.А., Омашева М.Е., Галиакбаров Н.Н. Специфика выделения ДНК из растительных объектов. *Биотехнология. Теория и практика.* 2012;(2):9-26. DOI:10.11134/btp.2.2012.1 [Ryabushkina N.A., Omasheva M.E., Galiakparov N.N. Specifics of DNA isolation from plant objects. *Biotechnology. Theory and practice.* 2012;(2):9-26. DOI:10.11134/btp.2.2012.1 (In Russ.)]
- Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ видов картофеля секции Tuberarium (Dun.) Buk. рода *Solanum* L. Л.: ВИР, 1977. 60 с. [The broad unified CMEA classifier and international classifier of CMEA for potato varieties of section Tuberarium (Dun.) Buk. of genus *Solanum* L. Leningrad: VIR Publ.; 1977. 60 p. (In Russ.)]
- Панычева Ю.С., Васильев Д.М., Супрунова Т.П., Сахарова А.Н., Игнатов А.Н. Динамика поражения сортов картофеля вирусом Y в полевых условиях. *Картофель и овощи.* 2019;(5):25-29. DOI: 10.25630/PAV.2019.45.82.006 [Panycheva Yu.S., Vasil'ev D.M., Suprunova T.P., Sakharova A.N., Ignatov A.N. Dynamics of infection of potato varieties with virus Y in field conditions. *Potato and vegetables.* 2019;(5):25-29. DOI: 10.25630/PAV.2019.45.82.006. (In Russ.)]
- Kumar R., Tiwari R. K., Jeevalatha A., Kaundal P., Sharma S., Chakrabarti S.K. Potato viruses and their diagnostic techniques: An overview. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* 2019;8(6):1932-1944
- Bekesiova I., Nap J-P., Mlynarova L. Isolation of high quality DNA and RNA from leaves of the carnivorous plant *Drosera rotundifolia*. *Plant Molecular Biology Reporter.* 1999;(17):269-277.
- Watzinger F., Ebner K., Lion T. Detection and monitoring of virus infections by real-time PCR. *Molecular Aspects of Medicine.* 2006;(27):254–298. DOI: 10.1016/j.mam.2005.12.001
- Nyalugwe E.P., Wilson C.R., Coutts B.A., Jones R.A.C. Biological properties of Potato virus X in potato: Effects of mixed infection with Potato virus S and resistance phenotypes in cultivars from three continents. *Plant Dis.* 2012;(96):43-54. DOI: 10.1094/PDIS-04-11-0305
- Karyeija R.F., Kreuze J.F., Gibson R.W., Valkonen J.P.T. Synergistic Interactions of a Potyvirus and a Phloem-Limited Crinivirus in Sweet Potato Plants. *Virology.* 2000;(269):26–36. DOI:10.1006/viro.1999.0169
- Savenkov E.I., Valkonen J.P.T. Potyviral helper component-proteinase expressed in transgenic plants enhances titers of Potato leaf roll virus but does not alleviate its phloem-limitation. *Virology.* 2001;283(2):285-293. DOI: 10.1006/viro.2000.0838
- Kolychikhina M.S., Beloshapkina O.O., Phiri C. Change in potato productivity under the impact of viral diseases. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.* 2021;(663). DOI:10.1088/1755-1315/663/1/012035 (In Russ.)
- Srinivasan R., Alvarez J. M. Effect of Mixed Viral Infections (Potato Virus Y–Potato Leafroll Virus) on Biology and Preference of Vectors *Myzus persicae* and *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.* 2007;100(3):646-655. DOI: 10.1603/0022-0493(2007)100[646:EOMVIP]2.0.CO;2
- Awasthi L.P., Verma H.N. Current status of viral diseases of potato and their ecofriendly management-A critical review. *Viral Res. Rev.* 2017;1(4):1-16. DOI:10.15761/VRR.1000122
- Chatzivassiliou1 E.K., Moschos E., Gazi S., Koutretsis P., Tsoukaki M. Infection of potato crops and seeds with potato virus Y and potato leafroll virus in Greece. *Journal of Plant Pathology.* 2008;90(2):253-261.
- Chatzivassiliou1 E.K., Moschos E., Gazi S., Koutretsis P., Tsoukaki M. Infection of potato crops and seeds with potato virus Y and potato leafroll virus in Greece. *Journal of Plant Pathology.* 2008;90(2):253-261.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-86-92>
УДК 632:(635.64+635.63):631.544

Ф.Б. Мусаев¹, А.И. Тареев²,
Н.П. Вершинина¹

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
"Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО)
143072, РФ, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

² ООО «ЭФЭМСИ»
115432, Россия, г. Москва, Проспект Андропова, 18, кор. 6, офис 1-03

*Авторы для переписки:
musayev@bk.ru, alexander.tareev@fmc.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Мусаев Ф.Б., Тареев А.И., Вершинина Н.П. Результаты испытаний перспективных инсектицидов из химического класса антранилдиамидов на культуре огурца в защищенном грунте. *Овощи России*. 2022;(1):86-92 <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-86-92>

Поступила в редакцию: 30.11.2022

Принята к печати: 14.02.2022

Опубликована: 25.02.2022

Farkhad B. Musaev¹, Alexander I. Tareev²,
Natalya P. Vershinina¹

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)
14, Selektsionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russian Federation

² LLC "FMC"
18, Prospekt Andropova, box. 6, office 1-03, Moscow, 115432, Russia

*Correspondence Authors:
musayev@bk.ru, alexander.tareev@fmc.com

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

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Musaev F.B., Tareev A.I., Vershinina N.P. Test results of insecticides from the chemical class of anthranilydiamides on cucumbers in greenhouse. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):86-92. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-86-92>

Received: 30.11.2022

Accepted for publication: 14.02.2022

Published: 25.02.2022

Результаты испытаний перспективных инсектицидов из химического класса антранилдиамидов на культуре огурца в защищенном грунте



Резюме

Актуальность. Адаптивно-интегрированная система защиты растений является основой биологизированных защитных мероприятий от вредных организмов. Данная система предусматривает бережное отношение к природным ресурсам, предотвращает загрязнение почвы и воды пестицидами и агрохимикатами. Законодательные акты и санитарные нормы в последние годы все более ужесточают регламент применения пестицидов в растениеводстве. Все большее распространение находит органическое земледелие. Ведущие мировые химические компании расширяют свои исследования по биологизации производимых препаратов: придают им избирательный характер, сокращают период их инактивации, соответственно, срок ожидания. Компания FMC (ЭФЭМСИ) производит и поставляет в Россию инсектициды нового поколения Веримарк® и Беневия® из химического класса антранилдиамиды, совместимые с биометодом и имеющие короткий срок ожидания.

Методика. В 2020-2021 годах в тепличном комплексе ФГБНУ ФНЦО проведена оценка биологической эффективности препаратов Веримарк® и Беневия® на культуре огурца. Веримарк® вносили через систему капельного полива, Беневия® – методом наземного опрыскивания вегетирующих растений в смеси с масляным адъювантом Кодасайд.

Результаты. Наиболее проблемными насекомыми-вредителями огурца в защищенном грунте являются трипс табачный (*Thrips tabaci*) и белокрылка тепличная (*Trialeurodes vaporarum*). В результате последовательных внесений препаратов Веримарк® (капельным способом) и Беневия® (по листьям) удалось сократить численность трипса табачного на 90,8-98,9%. Опрыскивание растений препаратом Беневия® в смеси с Кодасайд также обеспечило высокую техническую эффективность против белокрылки. Уже на третий день численность вредителей сократилась на 90,3%. Проведенные защитные мероприятия позволили повысить урожайность культуры на 26,3% в первом обороте и 28,3% – во втором. Наиболее высокие показатели биологической эффективности были отмечены при применении препаратов до начала заселения растений вредителями, что полностью подтверждается рекомендациями фирмы-изготовителя.

Ключевые слова: культура огурца, инсектициды, Веримарк®, Беневия®, Кодасайд, трипс табачный, белокрылка оранжевая, защита растений, вредоносность

Test results of insecticides from the chemical class of anthranilydiamides on cucumbers in greenhouse

Abstract

Relevance. The adaptive-integrated plant protection system is the basis of biologized protective measures against harmful organisms. This system provides for careful treatment of natural resources, prevents contamination of soil and water with pesticides and agrochemicals. In recent years, legislation and sanitary regulations have increasingly tightened the regulations governing the use of pesticides in crop production. Organic farming is becoming increasingly common. Leading global chemical companies are expanding their research on the biology of manufactured plant protection products: they give them a selective character, reduce the period of their inactivation, respectively, the waiting period. FMC manufactures and supplies to Russia new generation insecticides Verimark® and Benevia® from the chemical class of diamides compatible with the biomethode and having a short waiting time.

Methods. In 2020-2021, in the greenhouse complex of the FSVC, an assessment of the biological effectiveness of the insecticides Verimark® and Benevia® on cucumber culture has been carried out. Verimark® was applied by shedding seedlings under the root and applying through a drip system, Benevia® was introduced by ground spraying of vegetating plants.

Results. The most problematic cucumber pests in greenhouse are tobacco trips (*Thrips tabaci*) and greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporarum*). As a result of successive additions of the Verimark® (for the root) and Benevia® (for the leaves), the number of tobacco trips was reduced by 90,8-98,9%. Spraying the plants with Benevia® in admixture with Codacide oil also provided a high positive effect against the greenhouse whitefly. Already on the third day, the number of pests decreased by 90,3%. Protective measures made it possible to increase crop yield by 26.3% in the first turnover and 28.3% in the second. The highest rates of biological efficacy were observed in the use of preparations before the start of pest settlement, which is fully supported by the recommendations of the manufacturer.

Keywords: cucumber culture, insecticides, Verimark®, Benevia®, Codacide, thrips tabaci, glasshouse whitefly, plant protection, injuriousness

Введение

Разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных культур и переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству является одной из приоритетных задач научно-технологического развития страны [1]. Основой экологичных защитных мероприятий от вредных организмов является концепция адаптивно-интегрированной защиты растений [2].

Современная система защиты растений должна строиться на принципах бережного отношения к невозобновляемым природным ресурсам. Это прежде всего почва, пресная вода; неумелое или небрежное применение агрохимикатов и пестицидов могут привести к их загрязнению и истощению.

Длительный период химической войны человечества с многочисленной армией вредных организмов закончился его поражением и возникновением феномена «пестицидного бумеранга»: чем в больших масштабах и чаще применялись пестициды, тем быстрее возникали резистентные к ним вредные организмы, более фитотоксичные и агрессивные, и тем выше была их численность и вредоносность [3,4].

1 января 2020 года вступил в силу Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», разработанный Минсельхозом России. Технологии, применяемые в производстве органической продукции, существенно отличаются от технологий, применяемых в традиционном сельском хозяйстве. В частности, при ведении органического сельского хозяйства ограничивается применение агрохимикатов, пестицидов, антибиотиков, стимуляторов роста откорма животных, гормональных препаратов, генно-модифицированных организмов и т.д. [5,6].

Минсельхозом РФ ранее разработан законопроект: «Об экологически чистой сельскохозяйственной продукции, сырье и продовольствии».

Закон определяет экологически чистую продукцию как сельскохозяйственную продукцию, сырье и продовольствие, произведенные в массовом количестве по современным агро- и промышленным технологиям с применением ограниченной группы безопасных для человека и окружающей среды удобрений и других агрохимикатов, средств защиты растений, кормов, кормовых и пищевых добавок.

Среди требований, предъявляемых к такой продукции: – применение безопасных для человека и окружающей среды агрохимикатов. В законопроекте предусмотрено четкое разделение понятий «органическая» и «экологически чистая» продукция [7]. Право на термин «органический» получают производители, которые не используют пестициды, антибиотики, усилители вкуса и другие добавки. В отличие от органической сельхозпродукции производство экопродуктов допускает использование ограниченной группы безопасных для человека и окружающей среды удобрений и других агрохимикатов, средств защиты растений, кормов, кормовых и пищевых добавок.

1 марта 2022 года также ожидается вступление в силу закона «О сельскохозяйственной продукции, сырье и продовольствии с улучшенными характеристиками». В закон введено понятие "промышленная и иная продукция с улучшенными характеристиками", применяемая при производ-

стве улучшенной сельскохозяйственной продукции и продовольствия, в том числе агрохимикаты, пестициды, качественные и потребительские характеристики которой соответствуют требованиям, установленным настоящим Федеральным законом.

Наряду с этим доля агрохимикатов и химических средств защиты растений (СЗР) в земледелии и защите сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней все еще остается довольно высокой, более 90 процентов, а их ассортимент в списке препаратов, разрешенных к применению в РФ, превышает 1600 наименований [8, 9]. Стало быть, полная биологизация производства продуктов питания – не ближайшая перспектива. Речь может идти о снижении побочных негативных эффектов за счет использования более безопасных СЗР. В последние годы ведущие мировые химические компании расширили исследования по биологизации производимых препаратов: придают им избирательный характер, сокращают период их инактивации, соответственно, срок ожидания.

Одним из производителей таких современных пестицидов является FMC An Agricultural Sciences Company – международная агрохимическая компания с собственным синтезом действующих веществ, научно-исследовательскими центрами и разветвленной сетью заводов по производству препаративных форм. Компания постоянно увеличивает ассортимент химических препаратов, а также запускает производство новых биологических средств защиты растений и разрабатывает современные технологии их применения [10,11].

В настоящее время компания производит и поставляет в Россию инсектициды нового поколения Веримарк® и Беневия® из химического класса антранилдиамиды. Препараты сочетают в себе продолжительный период защитного действия с коротким сроком ожидания. Уже спустя сутки после их применения в условиях защищенного грунта, происходит инактивация действующего вещества пестицида до безопасного для человека уровня, и продукцию можно употреблять в пищу. Данные препараты относятся к 3-му классу опасности для пчел, не представляют опасности для большинства полезных насекомых, и поэтому хорошо совместимы с биометодом, широко используемым в современных тепличных комплексах для интегрированной системы защиты от вредителей.

В 2020-2021 годах в ФГБНУ Федеральном научном центре овощеводства (ФНЦО) проведены испытания по адаптации технологии применения и изучению биологической эффективности вышеуказанных препаратов. Опыты были проведены на культуре огурца. Огурец в защищенном грунте сильно подвержен действию насекомых-вредителей, что ставит под угрозу его возделывание, в целом [12].

Материал и методы

Биологическая эффективность препаратов, учет численности, распространенности вредителей проводили согласно Методическим указаниям ВИЗР по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов и моллюскоцидов в сельском хозяйстве и Методическим указаниям по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности [13, 14].

Исследования проводили в условиях защищенного грунта в тепличном комплексе ФГБНУ ФНЦО, расположенном в Одинцовском районе Московской области (рис. 1).



Рис. 1. Тепличный комплекс ФГБНУ ФНЦО

Fig. 1. Greenhouse complex FSVC

Проведена оценка биологической эффективности применения инсектицидов Беневия® и Веримарк® против вредителей огурца.

Краткая характеристика инсектицида Веримарк®

Действующее вещество: Циантранилипрол (200 г/л)

Препаративная форма: Концентрат суспензии (КС)

Класс опасности для человека – 3

Класс опасности для пчел – 3;

Срок ожидания на огурце и томате защищенного грунта – 1 сутки;

Срок безопасного выхода рабочих в теплицу на обработанные площади для проведения ручных работ также составляет 1 сутки.

Номер государственной регистрации: 489-01-2094-1.

Веримарк® – системный инсектицид, предназначенный для применения через системы капельного полива растений, а также путем пропитки корневой системы рассады перед посадкой. Препарат обладает кросс-спектром, т.е. эффективен как против грызущих, так и сосущих вредителей, разрешен к применению в защищенном грунте на огурцах и томатах, а также на луке и томатах в открытом грунте. Веримарк® обеспечивает лучшую приживаемость, мощный старт развития растений и продолжительную защиту нового прироста, снижает биотический стресс, позволяя растениям развиваться без препятствий. Все это обеспечивает получение более раннего, дружного и высокого урожая отличного качества.

Краткая характеристика инсектицида Беневия®

Действующее вещество: Циантранилипрол (100 г/л);

Препаративная форма: Масляная дисперсия (МД);

Класс опасности для человека – 3;

Класс опасности для пчел – 3;

Срок ожидания на огурцах и томатах защищенного грунта – 1 сутки;

Срок безопасного выхода рабочих в теплицу на обработанные участки для проведения ручных работ также разрешен через 1 сутки;

Номер государственной регистрации: 489-01-2117-1.

Беневия® – трансламинарный инсектицид, предназначенный для применения наземным способом по вегетирующим растениям. Выпускается в виде инновационной препаративной формы – масляная дисперсия (МД), обеспечивающей эффективное проникновение внутрь тканей листьев и высококачественное покрытие стеблестоя. Препарат защищает растения от широкого спектра грызущих и сосущих вредителей, сокращает биотический стресс, обеспечивает возможность максимальной реализации потенциала урожайности культуры и получения продукции наивысшего качества. Беневия® очень быстро останавливает питание насекомых, значительно снижая риск распространения вирусных заболеваний вредителями-переносчиками, сокращая тем самым биотический стресс. Это способствует культуре развиваться без задержек. Очень важным преимуществом данного препарата является высокая избирательность к опылителям и энтомофагам.

Оценку проводили на культуре огурца, гибрид F₁ Кураж. Схема опыта приведена в таблице 1. Размер опытных делянок составлял 10 м², число повторностей – 4. Общая площадь тепличного отсека, на котором испытывали препараты, составляла 670 м². В соседнем отсеке также площадью 670 м² была использована схема защиты, принятая в тепличном комплексе на таком же гибриде огурца F₁ Кураж. Подсчет имаго и личинок трипсов проводили на трех листьях верхнего яруса пяти растений каждой повторности. Препараты применялись последовательно: 1-я обработка была проведена препаратом Веримарк через 3 суток после высадки рассады, а вторая – спустя 14 суток препаратом Беневия. Показатель pH рабочей жидкости поддерживался на уровне 6-7 (это обязательное требование для данных препаратов). Эталона в схеме опыта не было, т.к. в теплице использовали энтомофагов и одной из целей была проверка токсичности данных препаратов на хищного клеща *Amblyseius swirskii*. Контрольный вариант для второй обработки инсектицидом Беневия был выделен на делянках,

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Scheme of experience

Вариант	Норма расхода, л/га	Сроки обработки	Способ применения, норма расхода рабочей жидкости, л/га
Веримарк®	0,5	1-я обработка: через 3 дня после высадки рассады	Внесение через систему капельного орошения. Расход воды - 2500 л/га
Контроль 1	Капельный полив чистой водой		
Беневия® + Кодасайд	1,0 + 2,5	2-я обработка: через 14 дней после первой	Наземное опрыскивание - 500 л/га
Контроль 2	Схема защиты растений, принятая в тепличном комплексе		



а



Контроль pH рабочего раствора

б



в

Рис. 2. Применение препарата Веримарк® на культуре огурца через систему капельного полива : а –растворный узел, б – проверка pH рабочей жидкости, в –состояние растений момент применения Веримарк®



а



б

Рис. 3. А - вид растений огурца в момент применения препарата Беневия® на фоне Веримарк®; Б – вид растений на контрольном варианте (симптомы поражение трипсом), Московская обл., тепличный комплекс ФГБНУ ФНЦО, 2020 год

обработанных Веримарк в целях определения эффективности схемы из 2-х последовательных обработок, предложенных компанией FMC. Препарат Беневия применяли в смеси с масляным адъювантом Кодасайд, который повышает биологическую эффективность против сосущих вредителей и особенно рекомендован фирмой-изготовителем для борьбы с трипсами, белокрылками, тлями и др.

Препарат Веримарк® применяли через систему капельного полива спустя 3 дня после высадки рассады огурца (рис. 2).

Препарат Беневия® применяли путем наземного опрыскивания вегетирующих растений огурца при объеме рабочей жидкости 500 л/га (рис. 3).

В ряде отсеков теплицы совместно с Беневия был применен энтомоакарифаг Амблисейус Свирский. Хищный клещ Амблисейус Свирский (*Amblyseius swirskii*) относится к семейству фитосейд (*Phytoseiidae*), отряду паразитиформных (*Parasitiformes*), уничтожает яйца и личинки

белокрылок видов *Trialeurodes vaporariorum* и трипса табачного.

Результаты исследований

Первые повреждения трипсами (*Thrips tabaci*) на растениях огурца были отмечены через 2-3 суток после высадки рассады до применения Веримарк в виде небольших очагов с характерными симптомами повреждения листьев в виде серебристых штрихов. Средняя численность вредителей перед обработкой достигала около 2,5 личинок на лист. Численность насекомых перед внесением Беневия® (через 14 суток) на фоне о Веримарк® составляла в среднем 1,8 имаго и личинок на лист, а на контроле – свыше 15. Для проведения учета численности трипса и оценки биологической эффективности были выделены 5 заселенных вредителем растений на каждой повторности.

Как видно из таблицы 2, в результате последовательных внесений препаратов Веримарк® (капельный полив)

Таблица 2. Биологическая эффективность препаратов против табачного трипса на огурце, тепличный комплекс ФНЦО, Московская обл., 2020
Table 2. Biological efficacy of preparations against tobacco thrips on cucumber, greenhouse complex, Moscow region, 2020

Варианты/препараты	Средняя численность имаго и личинок (экз. на лист) в динамике (сутки после обработки), шт.				Снижение численности вредителя (сутки после обработки), %		
	до	3	7	14	3	7	14
Первая обработка							
Веримарк®, 0,5 л/га	2,5	0,5	0,3	1,8	99,5	99,8	98,9
Контроль	2,4	9,4	13,3	15,1			
Вторая обработка							
Беневия® + Кодасайд 1,0 + 2,5 л/га	1,8	0,3	0,2	2,3	93,2	96,7	90,8
Контроль	1,8	4,4	15,6	25,1			

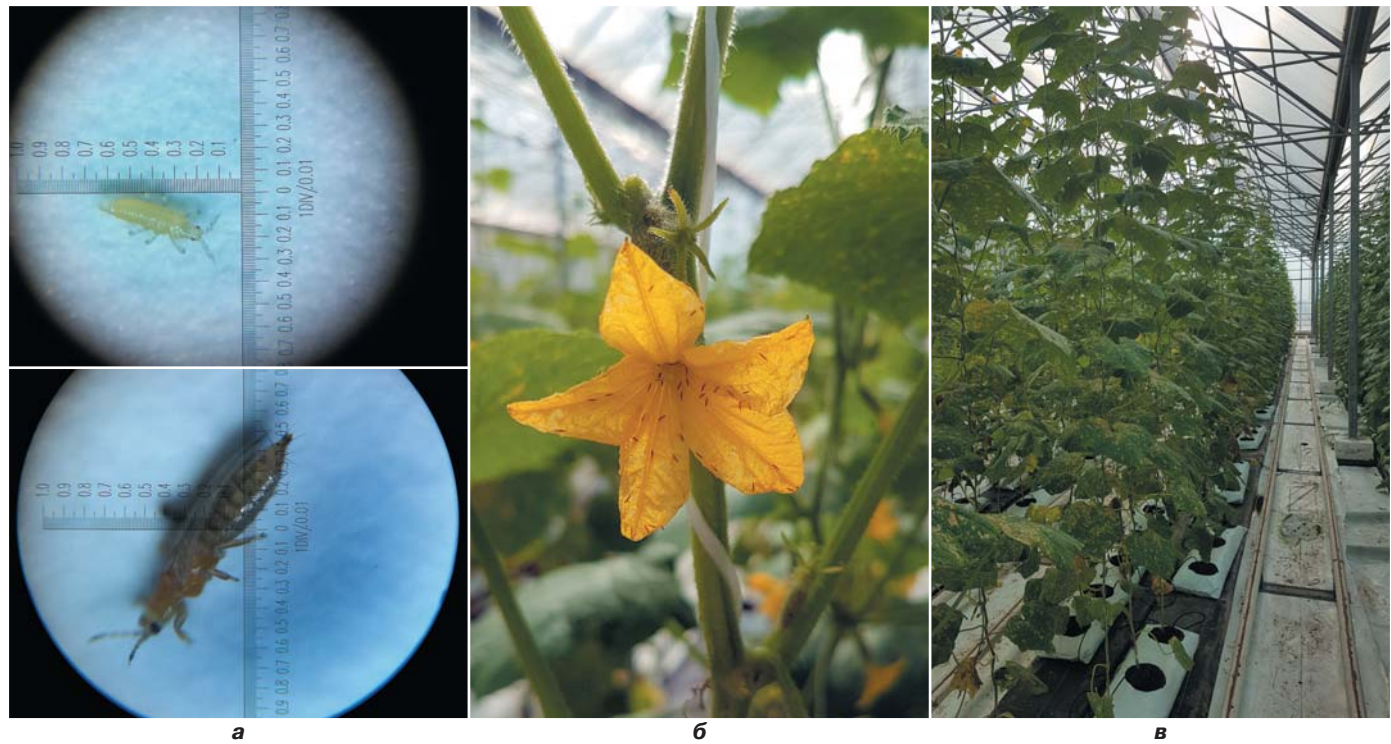


Рис. 4. Повреждение растений огурца трипсом на контрольном варианте: а) личинка первого возраста и имаго, б) имаго обычно находятся в цветках и питаются редко, с) поврежденные растения, ФГБНУ ФНЦО, 2020 год
Fig. 4. Damage to cucumber plants by thrips in the control variant: a) first-stage larvae and adults, b) adults are usually in flowers and rarely feed, c) damaged plants, Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center, 2020



Рис. 5. Культура огурца на почвогрунтах, заселение белокрылки (справа), ФГБНУ ФНЦО, 2020 год
Fig. 5. Cucumber culture on soil, whitefly colonization (on the right), FSVC, 2020

и Беневия® (по листьям) удалось сократить численность вредителей на 92-99,8%. Препараты обеспечивали период защитного действия в течение двух недель, не допуская роста численности особей выше экономического порога вредоносности (ЭПВ).

Нужно отметить, что даже уцелевшие после обработки особи вредителя значительно теряли свою активность и вредоносность.

Нами была отмечена высокая избирательность Беневия® к хищному клещу *Amblyseius swirskii*. Гибели данного энтомофага после применения препарата не наблюдалось.

В конце учетов на контрольном варианте вредоносность трипса табачного оказалась очень высокой (значительно выше ЭПВ), что привело к существенному снижению урожайности (рис. 4).

В современной теплице ФНЦО с технологией малобъемного грунта с централизованным капельным орошением и питанием, где проводились вышеуказанные опыты, особей белокрылки не наблюдалось. Поэтому, следующий опыт мы провели в теплицах стеклянно-металлической конструкции на почвогрунтах на семенных растениях огурца (рис. 5).

Появление первых очагов белокрылки оранжевой (*Trialeurodes vaporariorum*) отмечено в третьей декаде апреля. В дальнейшем единичные очаги вредителя распро-

странялись по теплице, занимая наиболее освещенные участки по периферии. Численность особей в очагах доходила до 20 особей на один лист.

Опрыскивание растений препаратом Беневия® в смеси с масляным адъювантом Кодасайд обеспечило высокую эффективность. Уже на третий день численность вредителей сократилась на 84% (табл. 3). Несмотря на последующий постепенный рост числа вредителей, их вредоносность заметно была подавлена.

Применение препарата Веримарк® в почвогрунтах в данном опыте не проводилось. Поэтому химическая защита велась только путем наземного опрыскивания растений. Для повторной обработки (через 14 суток после первой) использовали инсектоакарицид Талстар® (бифентрин, 100 г/л), также производства компании FMC. Эффект от его применения также был высоким: при первом учете, через трое суток, уже было отмечено сокращение численности вредителя на 81% (табл. 3). Применение Талстара было предложено компанией FMC на необходимости чередования химических классов действующих веществ в целях избежания возможности появления резистентности у вредителей, согласно IRAC (Комитет по борьбе с резистентностью к инсектицидам) [15]

Проведен учет урожая и подсчитана прибавка урожайности огурца в первом и втором обороте культуры. Сравнение урожайности проводили между соседним сек-

Таблица 3. Биологическая эффективность инсектицидов компании FMC против белокрылки оранжевой на культуре огурца, тепличный комплекс ФНЦО, Московская обл., 2020 год
Table 3. Biological effectiveness of FMC insecticides against greenhouse whitefly on cucumber culture, FSVC greenhouse complex, Moscow region, 2020

Варианты/обработки	Средняя численность имаго и личинок на один лист, в динамике (сутки после обработки), шт.				Снижение численности вредителя (сутки после обработки), %		
	до	3	7	14	3	7	14
Первая обработка							
Беневия® 1,0 л/га + Кодасайд + 2,5 л/га (первая обработка)	10,8	2,4	1,8	3,3	84,7	90,3	87,1
Контроль	10,6	15,4	18,3	25,2			
Вторая обработка							
Талстар® 2 л/га (вторая обработка)	3,3	1,2	1,5	3,4	81,0	90,3	86,7
Контроль	3,3	6,3	15,5	25,6			

Таблица 4. Урожайность огурца в тепличном комплексе на капельном поливе при разных схемах защиты растений, Московская обл., ФГБНУ ФНЦО, 2020 год

Table 4. Cucumber yield in a greenhouse complex on drip irrigation under different plant protection schemes, Moscow region, 2020

	Урожайность, кг/м ²			
	первый оборот		второй оборот	
	ранний	общий	ранний	общий
Схема защиты тепличного комплекса	2,5	5,7	2,8	4,6
Схема защиты ФМС (Веримарк 0,5 л/га капельно через 3 дня после посадки и через 14 дней Беневия 1,0 л/га + Кодасайд 2,5 л/га наземно)	3,2	7,2	3,5	5,9
Прибавка урожайности, кг/м ²	0,7	1,5	0,7	1,3
Прибавка урожайности, %	28,0	26,3	25,0	28,3

тором теплицы, где защита растений проводилась по принятой в тепличном комплексе схеме и сектором с применением схемы защиты компании FMC. Площадь каждого сектора теплицы составляла по 670 м².

Как видно, и в первом, и во втором обороте отмечена прибавка урожайности при применении схемы защиты от компании FMC. Причем прибавка получена как по раннему, так и общему урожаю составила более 25%.

Заключение

Испытания показали существенное различие между стандартной схемой защиты растений тепличного ком-

плекса и схемой, предложенной компанией FMC. Против трипса табачного установлен высокий уровень биологической эффективности препаратов Веримарк® и Беневия®+Кодасайд на товарных посадках огурца F₁ Кураж в теплице на капельном поливе при последовательном применении с интервалом 14 дней.

Против белокрылки тепличной на семенных посадках огурца в теплице стеклянно-металлической конструкции на почвогрунтах высокую биологическую эффективность показала схема с последовательным применением Беневия 1,0 л/га + Кодасайд 2,5 л/га и Талстар 2 л/га.

Об авторах:

Фархад Багадыр оглы Мусаев – доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/000-0001-9323-7741>, автор для переписки, musayev@bk.ru
Александр Иванович Тареев – кандидат с.-х. наук, автор для переписки, alexander.tareev@fmc.com
Наталья Петровна Вершинина – кандидат с.-х. наук, ст. научный сотрудник

About the authors:

Farkhad B. Musaev – Doc. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/000-0001-9323-7741>, Correspondence Author, musayev@bk.ru
Alexander I. Tareev – Cand. Sci. (Agriculture), Correspondence Author, alexander.tareev@fmc.com
Natalya P. Vershinina – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher

Литература

1. Электронный ресурс: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/58425.html/> дата обращения: 19.04.2021.
2. Электронный ресурс: <https://ecounion.ru/press/eko-vam-ne-organik/> дата обращения: 19.04.2021.
3. Указ Президента Российской Федерации №642 от 01.12.2016 г. "О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации".
4. Соколов М.С., Санин С.С., Долженко В.И., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П., Каракотов С.Д., Надькта В.Д. Концепция фундаментально-прикладных исследований защиты растений и урожая. *Агрохимия*. 2017;(4):3-9.
5. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Павлова О.И., Воробьева И.Г., Ховалыг Н.А. Современные экологические основы интегрированной защиты растений. *Защита и карантин растений*. 2008;(9):18-21.
6. Электронный ресурс: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-nauchno-tehnologicheskoy-politiki-i-obrazovaniya/> дата обращения: 21.04.2021.
7. Электронный ресурс: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/58425.html/> дата обращения: 25.02.2022.
8. Долженко В.И. Защита растений: настоящее и будущее. *Плодородие*. 2018;(1):24-26.
9. Долженко В.И. Экологизация и рациональное использование средств защиты растений. В сборнике: *Защита растений от вредных организмов. Материалы IX международной научно-практической конференции*. 2019. С.80-81.
10. Электронный ресурс: www.fmc.com/ дата обращения: 25.04.2020.
11. Электронный ресурс: <https://fmcrossia.ru/> дата обращения: 25.04.2020.
12. Ахатов А.К. Мир огурца глазами фитопатолога. М.: Товарищество научных изданий «КМК», 2020. 320 с.
13. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. СПб. ВИЗР, 2009. 321 с.
14. Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. М., МСХ, 2019. 80 с.
15. Электронный ресурс: <https://irac-online.org/> дата обращения: 19.05.2021.

References

1. Electronic resource: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/58425.html/> date of access: 04/19/2021.
2. Electronic resource: <https://ecounion.ru/press/eko-vam-ne-organik/> date of access: 04/19/2021.
3. Decree of the President of the Russian Federation No. 642 dated 01.12.2016 "On the strategy of scientific and technological development of the Russian Federation". (In Russ.)
4. Sokolov M.S., Sanin S.S., Dolzhenko V.I., Spiridonov Yu.Ya., Glinushkin A.P., Karakotov S.D., Nadykta V.D. The concept of fundamental and applied research in plant and crop protection. *Agrochemistry*. 2017;(4):3-9. (In Russ.)
5. Chulkina V.A., Toropova E.Yu., Pavlova O.I., Vorobieva I.G., Khovalyng N.A. Modern ecological foundations of integrated plant protection. *Protection and quarantine of plants*. 2008;(9):18-21. (In Russ.)
6. Electronic resource: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-nauchno-tehnologicheskoy-politiki-i-obrazovaniya/> date of access: 21.04.2021.
7. Electronic resource: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/58425.html/> date of access: 25.02.2022.
8. Dolzhenko V.I. Plant protection: present and future. *Fertility*. 2018;(1):24-26. (In Russ.)
9. Dolzhenko V.I. Ecologization and rational use of plant protection products. In the collection: *Protection of plants from harmful organisms. Materials of the IX international scientific-practical conference*. 2019. P.80-81. (In Russ.)
10. Electronic resource: www.fmc.com/ date of access: 04/25/2020.
11. Electronic resource: <https://fmcrossia.ru/> date of access: 25.04.2020.
12. Akhatov A.K. The world of cucumber through the eyes of a phytopathologist. M.: Association of scientific publications "KMK", 2020. 320 p. (In Russ.)
13. Guidelines for registration testing of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides in agriculture. SPb. VIZR, 2009. 321 p. (In Russ.)
14. Guidelines for registration tests of pesticides in terms of biological effectiveness. Moscow, Moscow Union of Artists, 2019. 80 p. (In Russ.)
15. Electronic resource: <https://irac-online.org/> date of access: 05/19/2021.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-93-97>
УДК 634.711:634.1.03:631.674.6(470.0)

О.А. Щуклина

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

***Автор для переписки:**
oashuklina@gmail.com

Финансирование: Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№122020300187-2).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Щуклина О.А. Влияние дифференцированного внесения азотных удобрений на урожайность картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Снегирь. *Овощи России*. 2022;(1):93-97.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-93-97>

Поступила в редакцию: 01.01.2022

Принята к печати: 21.01.2022

Опубликована: 25.02.2022

Olga A. Shchuklina

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

***Correspondence Author:**
oashuklina@gmail.com

Funding: The work was carried out within the framework of the State Budget of Tsitsin Main Botanical Garden RAS (No. 122020300187-2).

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

For citations: Shchuklina O.A. The effect of differentiated application of nitrogen fertilizers on the yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) of the Snegir variety. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):93-97. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-93-97>

Received: 01.01.2022

Accepted for publication: 21.01.2022

Published: 25.02.2022

Влияние дифференцированного внесения азотных удобрений на урожайность картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Снегирь



Резюме

Актуальность. Картофель относится к культурам, предъявляющим высокие требования к уровню минерального питания. Особенно остро он нуждается в азоте. Своевременное внесение расчетных доз азотных удобрений по результатам фотометрической диагностики растений позволяет рационально использовать удобрения и повышать урожайность картофеля.

Материал и методы. Исследования проведены в условиях Центрального района Нечерноземной зоны на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах с высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия и низким содержанием гумуса (1,9%). Объект исследований – раннеспелый сорт картофеля Снегирь. Для пересчета дозы азотной подкормки была проведена фотометрическая диагностика посевов оптическим датчиком GreenSeeker RT200. Дополнительно до и после внесения подкормки было проведено обследование ручным N-тестером Yara. Перед основной уборкой урожая была проведена контрольная копка клубней для определения структуры урожая с разделением на 4 фракции.

Результаты. Было установлено, что внесение азотных удобрений в подкормку в фазу смыкания ботвы в виде аммиачной селитры в целом благоприятно влияет на рост и развитие картофеля. Это подтверждается результатами фотометрической диагностики N-тестером Yara проведенной в фазу увядания ботвы. При внесении подкормки фиксированной дозой показания N-тестера были выше, чем на контроле на 21,7%, при внесении удобрений дифференцированной дозой на 25,6%. Урожайность клубней картофеля увеличилась при внесении подкормки фиксированной дозой на 10,8%, дифференцированной на 14,5% по сравнению с контролем.

Ключевые слова: картофель, диагностика питания, минеральные удобрения, азот, подкормка, фотометрия

The effect of differentiated application of nitrogen fertilizers on the yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) of the Snegir variety

Abstract

Relevance. Potatoes belong to crops that place high demands on the level of mineral nutrition. He needs nitrogen especially badly. Timely introduction of calculated doses of nitrogen fertilizers based on the results of photometric diagnostics of plants allows rational use of fertilizers and increase potato yields.

Material and methods. The studies were carried out in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone on sod-podzolic medium loamy soils with a high content of mobile forms of phosphorus and potassium and a low humus content (1,9%). The object of research is an early-ripening potato variety Bullfinch. To recalculate the dose of nitrogen fertilizing, photometric diagnostics of crops was carried out with an optical sensor GreenSeeker RT200. Additionally, before and after fertilizing, a manual N-tester Yara was examined. Before the main harvest, a control digging of tubers was carried out to determine the structure of the crop with division into 4 fractions.

Results. It was found that the introduction of nitrogen fertilizers into the top dressing during the closing phase of the tops in the form of ammonium nitrate has a generally favorable effect on the growth and development of potatoes. This is confirmed by the results of photometric diagnostics performed by the Yara N-tester during the withering phase of the tops. When applying top dressing with a fixed dose, the N-tester readings were 21,7% higher than in the control, and when applying fertilizers with a differentiated dose by 25,6%. The yield of potato tubers increased when applying a fixed dose of top dressing by 10,8%, differentiated by 14,5% compared to the control.

Keywords: potatoes, nutrition diagnostics, mineral fertilizers, nitrogen, fertilizing, photometry

Введение

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) в Российской Федерации традиционно имеет важное продовольственное значение. При значительных площадях возделывания (второе место в мире) – урожайность картофеля остается низкой. Основной причиной этого является – несбалансированность минерального питания [1-3]. При этом картофель относится к культурам, предъявляющим высокие требования к условиям питания. Одним из основных условий, определяющих среднюю урожайность клубней картофеля считается обеспеченность картофеля азотом [4,5]. С 1 т клубней и соответствующим количеством побочной продукции, картофель выносит из почвы 3,2-4,0 кг/га азота [6-7]. В результате ряда исследований, проведенных российскими и зарубежными учеными, установлено, что использование картофелем азота удобрений составляет не более 45% [8-10]. Повышение эффективности азотных удобрений при формировании урожайности основной и побочной продукции картофеля является приоритетной задачей земледелия [2]. Как недостаток, так и избыток азота отрицательно влияют на продуктивность клубней. Оптимальное же азотное питание кроме общего оказания положительного эффекта на рост и развитие растений приводит к улучшению усвояемости калия и фосфора [11-12]. Наибольшего эффекта от азотных удобрений можно добиться, если вносить их в подкормку по результатам оперативной диагностики состояния растений. На смену химическим способам диагностики пришли быстрые, неинвазивные способы, основанные на оптических свойствах хлорофилла, которые достаточно точно отражают физиологическое состояние растений и в том числе обеспеченность их азотом [13-15].

Цель исследований – обосновать влияние дифференцированного внесения доз азотных удобрений на основе NDVI на урожайность клубней картофеля.

Материалы и методы

Исследования проведены в условиях дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы (Полевая опытная станция РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация), с очень высоким содержанием подвижных форм фосфора (P_2O_5 – 362-444 мг/кг почвы), высоким содержанием калия (K_2O – 125-135 мг/кг почвы) (ГОСТ 26207-91) и низким содержанием гумуса – 1,7-1,9% (ГОСТ 26213-91).

Объект изучения раннеспелый сорт картофеля Снегирь. Сорт столового назначения с высокими вкусовыми качествами, включен в Госреестр по Северо-Западному региону в 2001 году. Обладает высоким содержанием крахмала – 15,7-16,0%, дружно и рано формирует клубни с хорошей лежкостью (95%). Урожайность первой копки составляет 13,0 т/га (на уровне стандарта), второй копки – 21,0 т/га (на 4,0 т/га выше стандарта). Максимальная урожайность клубней 35,4 т/га. Сорт устойчив к возбудителю рака картофеля. Заявители – ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», ФГБУН «Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова».

Схема опыта включала 2 варианта внесения азотной подкормки в виде аммиачной селитры (NH_4NO_3): фиксированной дозой 90 кг/га д.в. азота в фазу смыкания ботвы (далее в тексте «фиксированная»); дифференцированное внесение азотной подкормки, рассчитанной по показателям, полученным с помощью оптического датчика GreenSeeker фирмы Trimble (США: Саннивейл, Калифорния) (далее в тексте «дифференцированная»). Дифференциация заключалась в колебании дозы азота, рассчитанной по коэффициенту отклонения от среднего показания NDVI (Normalized Difference Vegetative Index), снятому со всех делянок опыта [16-17]. Повторность в опыте 24-х кратная (1



Рис.1. Подтопление в рядках (конец мая)
(фото Е. Энзекрей)
Fig.1. Flooding in rows (End of May)
(photo E. Enzekrey)



Рис.2. Последствия града (середина августа)
(фото В. Хохлачев)
Fig.2. Consequences of hail (mid-August)
(photo by V. Khokhlachev)

вариант = 3 блока по 8 делянок в каждом). В течение вегетации посадки картофеля обрабатывали следующими пестицидами: Танос, ВДГ – 0,6 кг/га (д.в. фамоксадон + цимоксанил); Полирам ДФ, ВДГ – 2,5 кг/га (д.в. метирам); Инфинито, КС – 1,2 л/га (д.в. флуопиколид + пропамокарб-гидрохлорид); Луна Транквилити, КС – 0,6 л/га (д.в. флуопирам + пириметанил); Волиам Флекси, СК – 0,2 л/га (д.в. тиаметоксам + хлорантранилипрол); Бискайя, МД – 0,25 л/га (д.в. тиаклоприд); Конфидор Экстра, ВДГ – 0,125 кг/га (д.в. имидаклоприд). Регистранты пестицидов: БАСФ СЕ, Байер КропСайенс АГ, ООО «Дюпон Наука и Технологии», ООО «Сингента». В период вегетации проводили учеты и наблюдения [18,19]. Математическая обработка полученных данных проводилась по методике Б.А. Доспехова [20].

Метеорологические условия были неблагоприятными для роста и развития картофеля. Температура воздуха по декадам месяцев за вегетационный период была на 1-5 градуса выше, чем среднемноголетние показатели. В первой декаде мая и третьей декаде июня дожди практически полностью отсутствовали. При этом обильные и продолжительные осадки, выпавшие в конце мая и в середине июля, привели к подтоплению части делянок. Осадки, выпавшие в середине августа, превышали осадки за среднемноголетние наблюдения в этот период в 4 раза и сопровождались градом, который повредил значительную часть листьев и стеблей картофеля.

Результаты и их обсуждение

В фазе смыкания ботвы картофеля была проведена диагностика оптическим датчиком GreenSeeker RT200 (рис.3). Датчик является частью системы дифференцированного внесения удобрений. Он предназначен для измерения NDVI (Normalized Difference Vegetative Index) посевов, показателя количества фотосинтетической активной биомассы. Полученные с датчика данные поступают в бортовой компьютер трактора, который передает сигнал на распределитель разбрасывателя удобрений. Принцип работы оптического датчика заключается в способности хлорофилла высших сосудистых растений поглощать солнечную радиацию в красной области спектра (0,6-0,7 мкм) и отражать ее в инфракрасной области спектра (0,7-1,0 мкм) [21].

Результаты обследования показали, что NDVI посевов на различных делянках варьировал от 0,54 до 0,94. В среднем по всему опытному полю, он составил 0,86. В результате пересчета доза азота для дифференцированного внесения на различных делянках составила от 83,6 кг/га (с высоким NDVI) до 105,6 кг/га (с низким NDVI).

Дополнительно перед внесением азотных удобрений на каждой делянке опыта было проведено обследование портативным N-тестером Yara. Принцип действия



Рис. 3. Фотометрическая диагностика картофеля оптическим датчиком GreenSeeker, 2016 год (фото О.А. Щуклина)
Fig. 3. Photometric diagnostics of potatoes with the GreenSeeker optical sensor, 2016 (photo by O.A. Shchuklina)

этого прибора также заключается в способности хлорофилла поглощать и отражать свет в разной области спектра [22]. Измерения проводятся на хорошо развитых, не поврежденных листьях верхнего яруса на типичных растениях. На показания прибора не влияют следующие факторы: время суток измерения, применение пестицидов, влага осадков или конденсат на листьях. Но так как производители не предлагают единиц измерения для полученных результатов, то мы описываем их как «условные единицы» (у.е.), некоторые исследователи используют «баллы» [23].

Результаты обследования посадок картофеля в каждой делянке до внесения удобрений показали, что в

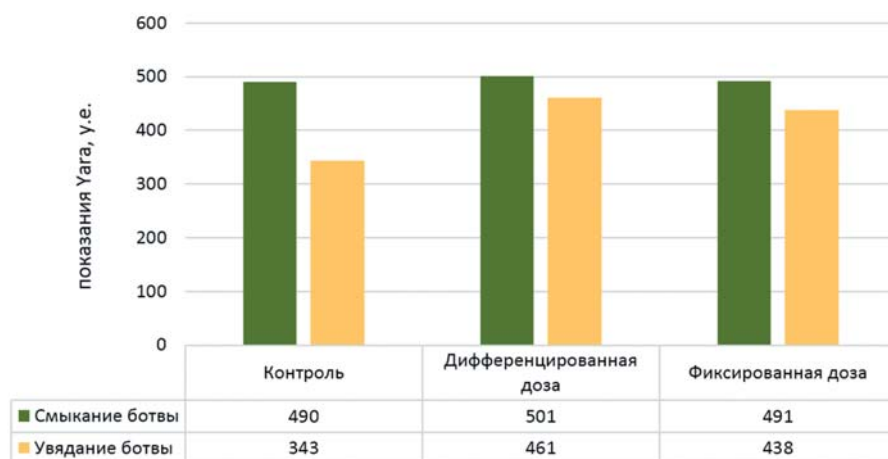


Рис. 4. Результаты фотометрической диагностики посадок картофеля N-тестером Yara
Fig. 4. Results of photometric diagnostics of potato plantings by the Yara N-tester

Таблица. Урожайность и структура урожая клубней картофеля, т/га
Table. Yield and yield structure of potato tubers, t/ha

Вариант	меньше 30 г	30-50 г	50-80 г	больше 80 г	Урожайность, т/га
Контроль	1,35	2,57	5,87	17,7	27,5
Дифференцированная доза	1,80	3,24	5,63	20,8	31,5
Фиксированная доза	1,79	3,01	6,26	19,5	30,5
НСР ₀₅	0,43	0,55	0,68	2,0	2,3

среднем по всей площади опыта показания прибора были примерно одинаковы и составили 490-501 у.е. При анализе показаний N-тестера по вариантам опыта максимальные значения прибора были схожи на всех вариантах, они составили 537-538 у.е. (рис.4). Средние минимальные значения были также близки: 442 (фиксированная), 453 (контроль), 459 (дифференцированная).

Известно, что азот увеличивает длину вегетации растений. С одной стороны – это положительное явление, так как листья продолжают фотосинтезировать, а значит, растения накапливают запасные вещества дольше. С другой стороны – короткий вегетационный период позволяет приступить к уборке раньше, что для Нечерноземной зоны является актуальным вопросом. При проведении обследования посадок картофеля в фазу начала увядания ботвы, было установлено, что в делянках контрольного варианта показания N-тестера были значительно ниже, чем на делянках с внесением азотных удобрений. Они составили от 259 до 417 у.е., при этом показатели 402 и 417 были зафиксированы только в двух делянках опыта, в остальных показания не превышали значения 379. Это говорит о том, что работа ассимиляционного аппарата начала снижаться, что приводит к пожелтению и отмиранию листовой. В делянках с фиксированной дозой азота средний минимальный показатель был выше, чем в контроле на 95 единиц, в делянках с дифференцированной дозой на 118 единиц. Это может говорить о том, что дозы азотных удобрений, которые были увеличены из-за низких значений NDVI в делянках с дифференцированным внесением, позволили сохранить листья картофеля дольше в зеленом состоянии не только по сравнению с контрольным вариантом, но по сравнению с вариантом с внесением фиксированной дозы азота по всем делянкам.

Анализ структуры урожая показал, что азотные удобрения, внесенные в фазу смыкания ботвы в виде аммиачной селитры, благоприятно повлияли на урожайность клубней картофеля (табл.1). При этом использование дифференцированного внесения азотных удобрений по данным оптического датчика позволило не только распределить удобрения по площа-

ди более рационально, но и получить прибавку по сравнению с контролем в 4,0 т/га, а по сравнению с вариантом с фиксированной дозой азотных удобрений в 1,0 т/га.

Подкормка азотными удобрениями привела к увеличению общего количества клубней в кусте до 15 шт., что при плотности посадки 29,3 шт./га составило 440 тыс. шт./га. Количество клубней мелкой фракции до 30 г во всех вариантах опыта было примерно одинаковым: контроль – 3,0 шт./куст, дифференцированная доза – 3,3 шт./куст, фиксированная доза – 3,97 шт./куст. Выход крупных клубней массой более 80 г при дифференцированном внесении увеличился на 17,7%, а при фиксированном – на 10,1% по сравнению с такой же фракцией в контрольном варианте. Доля этой фракции в общем урожае составила от 63,8% (фиксированная доза азота) до 66,1% (дифференцированная доза азота). Урожайность клубней товарных фракций 50-80 г также была выше при внесении подкормки и составила 20,8% при дифференцированном внесении и 19,5% – при внесении азота фиксированной дозой азота.

Заключение

Подкормка азотными удобрениями в виде аммиачной селитры в фазу смыкания ботвы благоприятно влияет на физиологическое состояние растений картофеля сорта Снегирь. Применение азотных удобрений дифференцированной дозой, рассчитанной по результатам показания оптического датчика GreenSeeker RT200, позволяет сохранить фотосинтетическую активность листьев дольше. Фотометрическая диагностика N-тестером Yara в фазу увядания ботвы показывает, что подкормка фиксированной дозой азотных удобрений увеличивает результаты показаний на 21,7%, при внесении удобрений дифференцированной дозой на 25,6%. Это позволяет увеличить урожайность клубней картофеля на 10,8% (30,5 т/га) и 14,5% (31,5 т/га) соответственно. Выход товарной фракции клубней больше 80 грамм, увеличивается на 10,0% при внесении фиксированной дозы азотных удобрений и на 17,7% при внесении дифференцированной.

Об авторе:

Шуклина Ольга Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-3775-6077>, oashuklina@gmail.com

About the author:

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

• Литература

1. Визирская М.М., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Эффективность приемов повышения продуктивности картофеля. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021;64(5(383)):111-116.
2. Швыркин С.В., Шафран С.А. Влияние азотных удобрений на урожай картофеля в зависимости от питательных веществ в дерново-подзолистых почвах. *Агрохимический вестник*. 2014;(1):33-35.
3. Чехалкова Л.К., Конова А.М., Гаврилова А.Ю. Влияние уровня минерального питания и комплекса агротехнических приемов на семенную продуктивность и качество новых сортов картофеля разных групп спелости в конкретных почвенно-климатических условиях. *Овощи России*. 2020;(3):88-93. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-88-93>
4. Турчин Ф.В. Азотное питание растений и применение азотных удобрений. *Избранные труды. М.: Колос*, 1972. 336 с.
5. Li S.-X., Wang Z.-H., Stewart B.A. Responses of crop plants to ammonium and nitrate N. *Advances in Agronomy*. 2013;(118):205-397. DOI: 10.1016/B978-0-12-405942-9.00005-0
6. Аканова Н.И., Визирская М.М. Эффективность различных форм азотных удобрений в условиях избыточной кислотности почвы. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021;64(1(379)):81-84. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-1-81-84
7. Галеева Л.П. Действие минеральных удобрений на урожайность и качество картофеля в условиях Северной лесостепи Приобья. *Достижения науки и техники в АПК*. 2009;(4):30-32.
8. Tran T.S., Giroux M. Effects of N rates and harvest dates on the efficiency of 15N-labelled fertilizer on early harvested potato (*Solanum tuberosum* L.). *Canadian Journal of Soil Science*. 1991;(71):519-532.
9. Cambouris A.N., Zebarth B.J., Nolin M.C., Laverdiere M.R. Apparent fertilizer nitrogen recovery and residual soil nitrate under continuous potato cropping: Effect of N fertilization rate and timing. *Canadian Journal of Soil Science*. 2008;88(5):813-825. DOI: 10.4141/CJSS07107
10. Фадкин Г.Н. Коэффициент использования азота удобрений в зависимости от длительности их применения на серой лесной тяжелосуглинистой почве. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014;3(113):10-13.
11. Хлевной Б.Ф., Заикин Д.В., Замотаев А.И., Коршунов А.В., Старовойтов В.И. Агрономическая тетрадь. Возделывание картофеля по интенсивной технологии. М.: Россельхозиздат. 1986. 94 с.
12. Афанасьев Р.А., Белоусова К.В., Литвинский В.А., Пугачев П.М., Мочкова Т.В., Шуклина О.А. Фотометрическая диагностика азотного питания ярового рапса и озимой тритикале в условиях Центрального Нечерноземья. *Плодородие*. 2012;4(67):51-52.
13. Ерошенко Ф.В., Сторчак И.Г., Чернова И.В. Оценка состояния растений методами экспресс-диагностики. *Аграрный вестник Урала*. 2019;7(186):19-25. DOI: 10.32417/article_5d52af440f71b8.16701399
14. Salas-Rosales J.E., Villa P.M., Rodrigues A.C., & Rada F. Effects of nitrogen fertilization on the photosynthesis and biomass distribution in a potato crop. *Peruvian Journal of Agronomy*. 2020;4(2):68-74. <http://dx.doi.org/10.21704/pja.v4i2.1571>
15. Goffart J.P., Olivier M., Frankinet M. Potato Crop Nitrogen Status Assessment to Improve N Fertilization Management and Efficiency: Past-Present-Future. *Potato Research*. 2008;(50):355-383.
16. Shchuklina O., Voronchikhina I., Klimenkova I., Komkova A., Afanasiev R. Differentiated application of nitrogen fertilizers based on optical sensor readings. *Agronomy Research*. 2021;(19(2)):595-600. DOI: 10.15159/AR.21.093
17. Афанасьев Р.А. Метод и алгоритм расчета доз удобрений для дифференцированного применения с учетом внутрипольной пестроты плодородия почвы. В сборнике: Научные основы производства сельскохозяйственной продукции. Саранск. 2016. С.178-184.
18. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. ФГБНУ ВНИИХ. М. 2019. С.12-21.
19. Методика исследований по культуре картофеля. М.: НИИХ, 1967. С.262.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. С.259-271.
21. Шуклина О.А., Афанасьев Р.А., Лангаева Н.Н., Завгородний С.В. Эффективность дифференцированного применения азотных удобрений в качестве корневых подкормок на основе NDVI. *Достижения науки и техники АПК*. 2021;35(8):20-24. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_8_20
22. Афанасьев Р.А., Белоусова К.В., Литвинский В.А., Пугачев П.М., Мочкова Т.В., Шуклина О.А. Фотометрическая диагностика азотного питания ярового рапса и озимой тритикале в условиях Центрального Нечерноземья. *Плодородие*. 2012;4(67):51-52.
23. Orsini F., Mezzetti M., Gianguinto G. The use of portable chlorophyll meter for the management of N fertilization in cantaloupe (*Cucumis melo* L.) grown under transparent polyethylene low tunnels. *Acta Horticulturae*. 2008;807(807):333-340. DOI:10.17660/ActaHortic.2009.807.46

• References

1. Vizirskaya M.M., Akanova N.I., Fedotova L.S. The effectiveness of methods to increase potato productivity. *International Agricultural Journal*. 2021;64(5(383)):111-116. (In Russ.)
2. Shvyrkin S.V., Shafran S.A. The effect of nitrogen fertilizers on potato yield depending on nutrients in sod-podzolic soils. *Agrochemical Bulletin*. 2014;(1):33-35. (In Russ.)
3. Chehalkova L.K., Konova A.M., Gavrilova A.Yu. Influence of the level of mineral nutrition and complex agrotechnical techniques on seed productivity and quality of new potato varieties of different maturity groups in specific soil and climatic conditions. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(3):88-93. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-88-93>
4. Turchin F.V. Nitrogen nutrition of plants and the use of nitrogen fertilizers. Selected works. M.: Kolos, 1972. 336 p. (In Russ.)
5. Li S.-X., Wang Z.-H., Stewart B.A. Responses of crop plants to ammonium and nitrate N. *Advances in Agronomy*. 2013;(118):205-397. DOI: 10.1016/B978-0-12-405942-9.00005-0
6. Akanova N.I., Vizirskaya M.M. The effectiveness of various forms of nitrogen fertilizers in conditions of excessive soil acidity. *International Agricultural Journal*. 2021;64(1(379)):81-84. (In Russ.) DOI: 10.24412/2587-6740-2021-1-81-84
7. Galeeva L.P. The effect of mineral fertilizers on the yield and quality of potatoes in the conditions of the Northern forest-steppe of the Ob region. *Achievements of science and technology in agriculture*. 2009;(4):30-32. (In Russ.)
8. Tran T.S., Giroux M. Effects of N rates and harvest dates on the efficiency of 15N-labelled fertilizer on early harvested potato (*Solanum tuberosum* L.). *Canadian Journal of Soil Science*. 1991;(71):519-532.
9. Cambouris A.N., Zebarth B.J., Nolin M.C., Laverdiere M.R. Apparent fertilizer nitrogen recovery and residual soil nitrate under continuous potato cropping: Effect of N fertilization rate and timing. *Canadian Journal of Soil Science*. 2008;88(5):813-825. DOI: 10.4141/CJSS07107
10. Fadkin G.N. Coefficient of nitrogen use of fertilizers depending on the duration of their application on gray forest heavy loamy soil. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2014;3(113):10-13. (In Russ.)
11. Khlevnoy B.F., Zaikin D.V., Zamotaev A.I., Korshunov A.V., Starovoitov V.I. Agronomic notebook. Potato cultivation by intensive technology. M.: Rosselkhozizdat. 1986. 94 p. (In Russ.)
12. Afanasiev R.A., Belousova K.V., Litvinsky V.A., Pugachev P.M., Mochkova T.V., Shchuklina O.A. Photometric diagnostics of nitrogen nutrition of spring rape and winter triticale in the conditions of the Central Non-Chernozem region. *Fertility*. 2012;4(67):51-52. (In Russ.)
13. Eroshenko F.V., Storchak I.G., Chernova I.V. Assessment of the state of plants by methods of express diagnostics. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019;7(186):19-25. (In Russ.) DOI: 10.32417/article_5d52af440f71b8.16701399
14. Salas-Rosales J.E., Villa P.M., Rodrigues A.C., & Rada F. Effects of nitrogen fertilization on the photosynthesis and biomass distribution in a potato crop. *Peruvian Journal of Agronomy*. 2020;4(2):68-74. <http://dx.doi.org/10.21704/pja.v4i2.1571>
15. Goffart J.P., Olivier M., Frankinet M. Potato Crop Nitrogen Status Assessment to Improve N Fertilization Management and Efficiency: Past-Present-Future. *Potato Research*. 2008;(50):355-383.
16. Shchuklina O., Voronchikhina I., Klimenkova I., Komkova A., Afanasiev R. Differentiated application of nitrogen fertilizers based on optical sensor readings. *Agronomy Research*. 2021;19(2):595-600. DOI: 10.15159/AR.21.093
17. Afanasiev R.A. Method and algorithm for calculating fertilizer doses for differentiated use, taking into account the intra-field diversity of soil fertility. In the collection: Scientific foundations of agricultural production. Saransk. 2016. P.178-184. (In Russ.)
18. Methods of conducting agrotechnical experiments, accounting, observations and analyses on potatoes. FGBNU VNIKH. M. 2019. P.12-21. (In Russ.)
19. Methodology of research on potato culture. M.: NIHKH, 1967. P.262. (In Russ.)
20. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. M.: Kolos, 1973. P.259-271. (In Russ.)
21. Shchuklina O.A., Afanasiev R.A., Langaeva N.N., Zavgorodny S.V. Efficiency of differentiated application of nitrogen fertilizers as root fertilizing based on NDVI. *Achievements of science and technology of agriculture*. 2021;35(8):20-24. (In Russ.) DOI: 10.53859/02352451_2021_35_8_20
22. Afanasiev R.A., Belousova K.V., Litvinsky V.A., Pugachev P.M., Mochkova T.V., Shchuklina O.A. Photometric diagnostics of nitrogen nutrition of spring rape and winter triticale in the conditions of the Central Non-Chernozem region. *Fertility*. 2012;4(67):51-52. (In Russ.)
23. Orsini F., Mezzetti M., Gianguinto G. The use of portable chlorophyll meter for the management of N fertilization in cantaloupe (*Cucumis melo* L.) grown under transparent polyethylene low tunnels. *Acta Horticulturae*. 2008;807(807):333-340. DOI:10.17660/ActaHortic.2009.807.46



ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН СЕМЯН
ФГБНУ ФНЦО

Наши сорта и технологии - гарантия урожая и качества

БОЛЬШОЙ ВЫБОР СЕМЯН от ведущего производителя в России

КОНТАКТЫ:

Отдел продаж ФГБНУ ФНЦО: +7(495)594-77-17, +7(903)190-46-55

E-mail: info@vniissok.com

Интернет-магазин: www.vniissok.com

Магазин "Семена 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

на правах рекламы
www.vniissok.com