

Овощи России

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

ISSN 2072-9146 (Print)

ISSN 2618-7132 (Online)

3 2021

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

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ



ФОСФОРНЫЕ



АММОФОС
NP 12:52

АЗОТНЫЕ



КАРБАМИД



СУЛЬФОНИТРАТ
NS 30:7

ВОДОРАСТВОРИМЫЕ



СТАРТ
УНИВЕРСАЛ
ФИНАЛ



СТАРТ
УНИВЕРСАЛ
ФИНАЛ
С ПРИЛИПАТЕЛЕМ

 УРАЛХИМ

тел.: +7 (495) 721 89 89

E-mail: marketing@uralchem.ru

www.uralchem.ru

www.agro.uralchem.ru



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

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр овощеводства»

ООО «НИИ селекции овощных культур»

ПРИГЛАШЕНИЕ
Глубокоуважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в международной научно-практической конференции: «Современное состояние селекции пасленовых культур: направления, задачи и перспективы развития», которая состоится 26-29 июля 2021 года.
АДРЕС: Краснодарский край, г. Крымск, хутор Новоукраинский, ул. Торговая, д.5

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ
Рабочие языки конференции - русский и английский.

26 июля (понедельник)

9.00 – регистрация участников конференции
заезд участников конференции в гостиницу после 14.00

27 июля (вторник)

8.00-9.00 – регистрация участников конференции
9.00 – 11.30 пленарное заседание
11.30 – 12.00 кофе-брейк;
12.00 – 14.00 продолжение пленарного заседания
14.00 – 15.00 обед;
15.00 – 17.00 продолжение пленарного заседания;
18.00 – товарищеский ужин.

Регламент: доклады – 15 мин., сообщения – 10 мин., выступления – 5 мин.

28 июля (среда)

Продолжение работы конференции. День поля. Культурная программа.

29 июля (четверг)

Принятие решений конференции. Отъезд участников конференции.

Условия участия: доклады участников конференции могут быть представлены в виде презентаций Microsoft Power Point; стендовые материалы – размером 1 x 1 м.

Условия проживания: в гостинице «Премьер» – hotel-premier-krymsk.ru;
Краснодарский край, г. Крымск, ул. Коммунистическая 17.

Оргкомитет просит заблаговременно осуществить приобретение билетов на обратный проезд и бронирование мест в гостинице (бронь от компании «ГАВРИШ»).

Контакты для справок и отправок:

e-mail: – для отправления регистрационной формы, факс: (495) 599-22-77

Секретарь – **Енгальчев Мязар Ренатович**, e-mail: myazar@mail.ru, т. (926) 446-74-44, (977) 747-82-39

Ответственный за мероприятие в г. Крымске,
проживание, питание на мероприятии – **Ярцева Татьяна Викторовна**,
e-mail: tgavrish2015@yandex.ru, т. (916) 442-01-27

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

Главный редактор

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

К.Л. 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, управление науки департамента внутренней и кадровой политики Белгородской области, Белгород, Россия

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

И.М. Куликов – академик РАН, доктор экон. наук, ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», Москва, Россия

Ф.Б. Мусаев – доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

В.М. Пизенгольц – доктор экон. наук, проф., Аграрно-технологический институт РУДН, г. Москва, Россия

В.Г. Плющиков – доктор с.-х. наук, проф., Директор Аграрно-технологического института РУДН (АТИ), Москва, Россия

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

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

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

С.М. Сирота – доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

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

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

Ю.В. Чесноков – доктор биол. наук, ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», Санкт-Петербург, Россия

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

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

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

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

E-mail: vegetables.of.russia@yandex.ru

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

Тираж 500 экземпляров.

Подписано в печать: 25.06.2021

Цена свободная

Отпечатано в типографии: "Издательство Черноморье".

394019, г. Воронеж, ул. Краснодарская, 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.



VEGETABLE crops of RUSSIA

The journal of science and practical applications in agriculture

ISSN 2072-9146 (Print)
ISSN 2618-7132 (Online)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146>
Publication Frequency: 6 times per year

The journal founder & publisher:
Federal State Budgetary Scientific Institution
"Federal Scientific Vegetable Center" (FSBSI FSVS)

№3/2021

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 FSVS), 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 FSVS), 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. Allahverdiev – 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, Chişinău, Republic of Moldova

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

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

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

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

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

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

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

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

Ludmila L. Bondareva – Dr. Sci. (Agriculture),

Head of the Laboratory of breeding and seed production of Cole crops, FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center", Moscow region, Russia

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

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

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

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

Ekaterina V. Zhuravleva – Dr. Sci. (Agriculture), Head of the Science Department of the Department of Internal and Personnel Policy of the Belgorod region, Belgorod, Russia

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

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

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

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

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

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

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

Sergey M. Sirota – Dr. Sci. (Agriculture), director of the breeding and seed production centre, associate director, FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center", Moscow region, Russia

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

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

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

Responsible Scientific Editor: Marina M. Tareeva – Cand. Sci. (Agriculture),

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center", (FSBSI FSVS), Moscow, Russia

Bibliographer: Anna G. Razorenova (FSBSI FSVS). **Designer: Konstantin V. Yansitov** (FSBSI FSVS). **Photographing: Alexey P. Lebedev** (FSBSI FSVS)

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

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

Circulation is 500 copies. Free price. Accepted: 25.06.2021.

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

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

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

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

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

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

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



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

Мировая экономика и овощеводство в России в условиях пандемии COVID-19 (итоги 2020 года и перспективы восстановления).....5

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**Пивоваров В.Ф., Солдатенко А.В., Пышная О.Н., Гуркина Л.К.**

Итоги и перспективы развития научных исследований ФГБНУ ФНЦО в год 100-летнего юбилея.15

Кривенков Л.В., Агафонов А.Ф., Логунова В.В., Середин Т.М.

Состояние и основные направления селекции луковых культур ФГБНУ ФНЦО.....24

Купреенко Н.П.

Результаты и перспективные направления исследований с луковыми культурами в Республике Беларусь.....29

Эйдлин Я.Т., Монахос Г.Ф., Монахос С.Г.Маркер-опосредованный отбор при создании устойчивых к пероноспорозу линий закрепителей стерильности лука репчатого (*A. cepa* L.).....34**Жаркова С.В., Шишкина Е.В.**

Результаты изучения лука репчатого в однолетней культуре в условиях Приобской зоны Алтайского края.40

Мусаев Ф.Б., Иванова М.И., Прияткин Н.С., Кузнец С.В.

Цифровая морфометрия семян луковых культур.44

Новикова Л.Н., Новиков Б.Н.

Сорт лука шалота Блондин как исходный материал для селекции на скороспелость, лежкость, продуктивность и урожайность.....49

Малыхина О.В., Шишкина Е.В., Жаркова С.В.

Новые сорта лука шалота для условий Сибири.....55

Скорина В.В., Кохтенкова И.Г.

Сравнительная оценка коллекционных сортообразцов чеснока озимого по урожайности.....60

Кадиров У.А., Арамов М.Х.

Влияние сроков посадки маточных луковиц на урожайность семян и их качество.68

Сузан В.Г., Литвиненко Н.В., Грехова И.В., Середин Т.М., Ниматулаев Н.М.

Размножение чеснока озимого воздушными луковичками.72

Мокрянская Т.И., Гороховский В.Ф.

Характер проявления гетерозиса – надежный индикатор высокой специфической комбинационной способности у огурца пчелоопыляемого типа.76

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

Генетические источники цикория корневого для селекции на устойчивость к корневым гнилям.84

ОВОЩЕВОДСТВО**Терехова В.И., Константинович А.В., Дыйканова М.Е., Воробьев М.В., Богданова В.Д.**

Разработка элементов технологии выращивания рассады лука порея для открытого грунта Нечерноземной зоны.....89

ПЛОДОВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО**Иванова Т.Е., Лекомцева Е.В., Тутова Т.Н., Соколова Е.В., Несмелова Л.А.**

Урожайность и качество земляники садовой при внесении удобрений.94

ЛУГОВОДСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ЭФИРОМАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ**Карасева Е.Н.**Физиолого-биохимическая оценка клубней *Dioscorea alata* L., выращенных на модифицированном ионообменном субстрате.....100**ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ****Филюшин М.А., Данилова О.А., Середин Т.М.**

Идентификация патогенных грибов в луковицах чеснока при хранении и в корневой сфере в период роста растений.105

Тешич С., Пакина Е.Н., Игнатов А.Н.Идентификация *Pseudomonas cichorii* (Swingle 1925) Stapp 1928 в гидропонном производстве салата.110**МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ****Дубенок Н.Н., Гемонев А.В., Лебедев А.В., Ефимов О.Е., Прохоров А.А.**

Агрохимические и водно-физические свойства дерново-подзолистой почвы при капельном орошении плодового питомника.116

AGRICULTURAL MANAGEMENT**Pivovarov V.F., Meshcheryakova R.A., Surikhina T.N., Razin O.A., Tareeva A.A.**

The global economy and vegetable growing in Russia in the context of the COVID-19 pandemic (results of 2020 and prospects for recovery).5

BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS**Pivovarov V.F., Soldatenko A.V., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K.**

Results and prospects for the development of scientific research in FSBSI FSVC.15

Krivenkov L.V., Agafonov A.F., Logunova V.V., Seredin T.M.

The state and main directions of onion crop breeding of FSBSI FSVC.24

Kupreenko N.P.

Results and promising areas of research with onion crops in the Republic of Belarus.29

Eidlin Ya.T., Monakhos G.F., Monakhos S.G.Marker-assisted breeding of onion (*A. cepa* L.)

maintainer line resistant to Downy mildew.34

Zharkova S.V., Shishkina E.V.

Results of the research of onion in the annual culture in the conditions

of the Priobskaya zone of the Altai Territory.40

Musaev F.B., Ivanova M.I., Priyatkin N.S., Kuznets S.V.

Digital morphometry of onion seeds.44

Novikova L.N., Novikov B.N.

Shallot Blondin variety as a source material for breeding

for early maturity, keeping quality, productivity and yield.49

Malykhina O.V., Shishkina E.V., Zharkova S.V.

New varieties of shallots for Siberian conditions.55

Skorina V.V., Kakhtsiankova I.G.

Comparative evaluation of collection varieties of winter garlic by yield.60

Kadirov U.A., Aramov M.Kh.

Influence of mother onion planting time on the yield and sowing its qualities onion seeds.68

Susan V.G., Litvinenko N.V., Grekhova I.V., Seredin T.M., Nimatulaev N.M.

Reproduction of winter garlic air bulbs.72

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.76

Polyanina T.Yu., Smirnova I.V., Vyutnova O.M., Evseeva E.A., Ratnikova N.A., Novikova I.A.

Genetic sources of resistance to root rots chicory.84

VEGETABLE PRODUCTION**Terekhova V.I., Konstantinovich A.V., Dyikanova M.E., Vorobiev M.V., Bogdanova V.D.**

Development of technology elements for growing leek seedlings

for open ground in the Non-Chernozem zone.89

HORTICULTURE, VITICULTURE**Ivanova T.E., Lekomtseva E.V., Tutova T.N., Sokolova E.V., Nesmelova L.A.**

Yield and quality of strawberries when applying fertilizers.94

MEADOW AND MEDICINAL ESSENTIAL OIL CROPS**Karasiova A.N.**Physiological and biochemical evaluation of *Dioscorea alata* L.

tubes cultivated on a modified ion-exchange substrate.100

PLANT PROTECTION**Filyushin M.A., Danilova O.A., Seredin T.M.**

Identification of pathogenic fungi in garlic bulbs during storage

and in the root zone during plant growth.105

Tesic S., Pakina E.N., Ignatov A.N.Identification of *Pseudomonas cichorii* (Swingle 1925)

Stapp 1928 in hydroponic lettuce production.110

RECOVERY, RECULTIVATION AND PROTECTION OF LANDS**Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Efimov O.E., Prokhorov A.A.**

Agrochemical and water-physical properties

of sod-podzolic soil with drip irrigation of a fruit nursery.116

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-5-14>
УДК 33+635.1/.7(470)

В.Ф. Пивоваров¹, Р.А. Мещерякова²,
Т.Н. Сурихина², О.А. Разин¹, А.А. Тареева³

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

² Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) Россия, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500

³ ФГБОУ ВО "Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации", г. Москва, Россия

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в написании статьи. В.Ф. Пивоваров, Р.А. Мещерякова – обоснование концепции исследования, обобщение результатов исследования, формулировка выводов; Т.Н. Сурихина, О.А. Разин – проведение сравнительного анализа; интерпретация результатов исследования, анализ и обобщение данных литературы; Т.Н. Сурихина, О.А. Разин, А.А. Тареева – сбор данных литературы, сбор и систематизация данных, оформление рукописи, работа с графическим материалом.

Для цитирования: Пивоваров В.Ф., Мещерякова Р.А., Сурихина Т.Н., Разин О.А., Тареева А.А. Мировая экономика и овощеводство в России в условиях пандемии COVID-19 (итоги 2020 года и перспективы восстановления). *Овощи России*. 2021;(3):5-14. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-5-14>

Поступила в редакцию: 27.04.2021

Принята к печати: 11.05.2021

Опубликована: 25.06.2021

Victor F. Pivovarov¹,
Raisa A. Meshcheryakova²,
Tatyana N. Surikhina², Oleg A. Razin¹,
Anna A. Tareeva³

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

² All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center 500, Vereya, Ramensky district, Moscow region, Russia

³ Financial University under the Government of the Russian Federation Moscow, Russia

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

Authors' Contribution: All authors contributed to this article. V.F. Pivovarov, R.A. Meshcheryakova – substantiation of the research concept, generalization of research results, formulation of conclusions; T.N. Surikhina, O.A. Razin – conducting a comparative analysis, interpretation of research results, analysis and synthesis of literature data; T.N. Surikhina, O.A. Razin, A.A. Tareeva – collection of literature data, collection and systematization of data, manuscript design, work with graphic material.

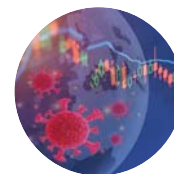
For citations: Pivovarov V.F., Meshcheryakova R.A., Surikhina T.N., Razin O.A., Tareeva A.A. The global economy and vegetable growing in Russia in the context of the COVID-19 pandemic (results of 2020 and prospects for recovery). *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):5-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-5-14>

Received: 27.04.2021

Accepted for publication: 11.05.2021

Accepted: 25.06.2021

Мировая экономика и овощеводство России в условиях пандемии COVID-19 (итоги 2020 года и перспективы восстановления)



Резюме

В статье рассматриваются результаты влияния пандемии COVID-19 на мировую экономику и экономику Российской Федерации по итогам 2020 года. Введённые странами карантинные меры продолжают негативным образом сказываться на экономической ситуации в мире и экономике отдельных стран. В аграрном секторе стран мира возник острый недостаток сезонных рабочих. Введение ограничений на экспорт товаров снизило объёмы импорта. В России снизились темпы роста импорта из стран дальнего зарубежья. В январе 2021 года по сравнению с январем 2020 года импорт по продовольственным товарам и сырью для их производства снизился на 4,2%, по овощам – на 11,5%. По данным ФТС, экспорт овощей вырос в 3 раза по физическим объёмам и лишь на 11% – по стоимости. Рост физических объёмов экспорта продукции АПК РФ не приводил к соответствующему росту выручки. Цены на ввозимые в страну овощи в 2,5-3,4 раза превышали цены на экспортируемые. Несмотря на некоторые трудности, потери в этой сфере из-за пандемии оказались минимальными. Валовой сбор овощей в целом по стране составил 13,8 млн т., что на 1,7% ниже уровня 2019 года. При этом валовые сборы овощей открытого грунта сократились на 3,1%, овощей защищённого грунта выросли на 6,6%. Возникли трудности с реализацией. В кризисный период из-за пандемии COVID-19 спрос на овощи упал на 30%. Однако потребители, стремясь повысить свой иммунитет, стали больше покупать экологически чистые и здоровые продукты, в т. ч. и овощи. Спрос на органическую продукцию вырос на 15-20%. Чтобы ускорить восстановление экономики, потребовалось принятие дополнительных мер со стороны государств для поддержки производителей и потребителей, восстановления покупательской способности и помощи бизнеса, расширения доступа к кредитным ресурсам, стимулирования инвестиционной активности, сокращения налоговой нагрузки на бизнес и население. В России финансовое обеспечение основных мер государственной политики в сфере АПК осуществляется в рамках реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия.

Ключевые слова: коронавирус COVID-19, экономика, карантинные меры, цепочки поставок и реализации, импорт, экспорт, валовой сбор, овощи

The global economy and vegetable growing in Russia in the context of the COVID-19 pandemic (results of 2020 and prospects for recovery)

Abstract

The article examines the results of the impact of the COVID-19 pandemic on the global economy and the economy of the Russian Federation at the end of 2020. The quarantine measures introduced by the countries continue to negatively affect the economic situation in the world and the economies of individual countries. There is an acute shortage of seasonal workers in the agricultural sector of the countries of the world. The introduction of restrictions on the export of goods reduced the volume of imports. In Russia, the growth rate of imports from non-CIS countries has decreased. In January 2021, compared to January 2020, imports for food products and raw materials for their production decreased by 4.2%, and for vegetables – by 11.5%. According to the Federal Customs Service, the export of vegetables increased 3 times in terms of physical volumes and only 11% in terms of value. The growth in the physical volumes of export of products of the agro-industrial complex of the Russian Federation did not lead to a corresponding increase in revenue. The prices for vegetables imported into the country were 2.5-3.4 times higher than the prices for exported ones. Despite some difficulties, losses in this area due to the pandemic were minimal. The gross harvest of vegetables in the country as a whole amounted to 13.8 million tons, which is 1.7% below the level of 2019. At the same time, the gross harvest of vegetables in open ground decreased by 3.1%, vegetables in protected ground increased by 6.6%. Difficulties encountered in implementation. During the crisis period due to the COVID-19 pandemic, the demand for vegetables fell by 30%. Consumers, in an effort to improve their immunity, began to buy more environmentally friendly and healthy products, including vegetables. The demand for organic products has grown by 15-20%. To accelerate the economic recovery, it was necessary to take additional measures on the part of states to support producers and consumers, restore purchasing power and help businesses, expand access to credit resources, stimulate investment activity, and reduce the tax burden on businesses and the population. In Russia, financial support for the main measures of state policy in the field of the agro-industrial complex is carried out within the framework of the implementation of the State Program for the Development of Agriculture and the regulation of markets for agricultural products, raw materials and food.

Keywords: coronavirus COVID-19, economy, quarantine measures, supply and distribution chains, imports, exports, gross harvest, vegetables

Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 началась в городе Ухане центральной китайской провинции в 2019 году и распространилась на территорию более чем 20 стран Европы, Азии, Африки и США. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) 30 января 2020 года объявила вспышку COVID-19 глобальной чрезвычайной ситуацией, учитывая её риск для общественного здравоохранения, а затем 11 марта 2020 года назвала COVID-19 глобальной пандемией.

По данным глобальной статистики по COVID-19 (Worldometers 2020), на 28 мая 2020 года было зарегистрировано более 5,8 млн подтвержденных случаев заболевания, примерно 366 тыс. смертей и 2,4 млн случаев выздоровления от вируса. Чтобы сдержать столь стремительное распространение вируса, страны мира приняли различные меры, начиная с закрытия аэропортов, границ, введения карантина, ограничения поездок, закрытия предприятий. Эксперты в области здравоохранения сразу выдвинули ряд рекомендаций в качестве первой линии защиты в целях сокращения распространения коронавируса, такие как маски для лица, частое мытье рук, использование дезинфицирующих средств, социальное дистанцирование и самоизоляция [1].

Ситуация усугублялась тем, что мировое сообщество не имело ни готовых политических рецептов, ни экономических или медицинских моделей регулирования, доступных для борьбы со вспышкой вируса.

Пандемия COVID-19 ассоциировалась с неопределенностью, обусловленной непредсказуемостью мутаций, неизвестностью природы вируса и характера его воздействия, сложностью лечения и неясностью исхода. Страны мира по мере распространения вируса и принятия различных политических и медицинских ответных мер перенимали друг у друга наиболее успешные решения [2].

Несмотря на предпринимаемые меры по состоянию на 4 декабря 2020 года ситуация в мире ухудшилась: число заболевших выросло более чем на 60,1 млн, или на 1036%, число смертей увеличилось на 1,14 млн, или на 316%, число выздоровевших увеличилось на 43,2 млн., или на 1800%. Больше всего случаев заболевания было зарегистрировано в США (более 14 млн), Индия (более 9,6 млн), Бразилии (более 6,4 млн), России (более 2,4 млн) и Франции (более 2,2 млн) (табл.1).

Однако наибольший процент заболевших коронавирусом отмечено в таких странах, как Бельгия (5,03%), США (4,41%), Франция (3,46%), Аргентина (3,19%), Бразилия (3,5%). Количество выздоровевших колебалось от 6,6% (Бельгия) до 94,27% (Индия), умерших – от 1,45% (Индия) до 9,45% (Мексика).

В топ-20 стран, лидирующих по числу инфицированных на 4 декабря 2020 года из стран Большой двадцатки, не вошли Австралия, Канада, Саудовская Аравия, Южная Корея, Япония, а также Китай.

Таблица 1. Мировая статистика COVID-19 (топ – 10 стран, по данным на 04 декабря 2020 года)
Table 1. World statistics of COVID-19 (top - 10 countries, as of December 04, 2020)

	Численность населения, чел Population, people	Всего случаев заражения Total cases of infection		Выздоровевших Recovered		Умерших от COVID-19 Deaths from COVID-19	
		чел. people	% от численности населения % of the population	чел. people	% от числа заразившихся % of the number of infected	чел. people	% от числа заразившихся % of the number of infected
Всего в мире Total in the world	7851940470	65964393	0,84	45659637	69,22	1519448	2,30
в том числе: США including: USA	331828037	14630794	4,41	8581558	58,65	283958	1,94
Индия India	1385752793	9606810	0,69	9056668	94,27	139700	1,45
Бразилия Brazil	213201210	6496050	3,05	5725010	88,13	175432	2,70
Россия Russia	145961200	2402949	1,65	1888752	78,60	42176	1,75
Франция France	65335131	2257331	3,46	166940	7,40	54140	2,40
Великобритания Great Britain	68037738	1690432	2,48	нет данных	нет данных	60617	3,59
Италия Italy	60423775	1688930	2,80	872385	51,65	58852	3,48
Аргентина Argentina	45371596	1447732	3,19	1274675	88,05	39305	2,71
Колумбия Colombia	51112494	1343322	2,63	1233115	91,80	37305	2,78
Мексика Mexico	129506321	1144643	0,88	843231	73,67	108173	9,45

Источник: Рассчитано авторами по данным Worldometers 2020. URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus/countries>; Департамент по экономическим и социальным вопросам ООН: Отдел народонаселения, URL: <https://population.un.org/wpp>; Счетчик населения земли <https://countrymeters.info/ru/World>. (Дата обращения 04.12.2020г.)

По данным университета Джона Хопкинса по коронавирусу с учетом последствий второй волны пандемии на 15 марта 2021 года подтвержденных случаев заболевания в мире возросло до 120478591, смертей до 2666464, выздоровевших до 97024296 (табл. 2). При этом несколько изменилась расстановка стран. В топ – 20 стран вошли Чехия и Нидерланды. Больше всего случаев заболевания по-прежнему было отмечено в США (более 30 млн), Бразилии и Индии (по 11 млн и более), России, Великобритании, Франции (по 4 млн и более). Лидирующее положение в процентном отношении к численности населения заняли по заболевшим коронавирусом такие страны, как Чехия (13% численности населения), США (9,1%), Испания (6,8%), Нидерланды (6,7%) (табл.2).

Наибольший процент выздоровевших отмечены в Индии (96,7%), Колумбии (95,6%), Южной Африке (95,1%), Перу (93,6%), Германии (91,7%), России (91%), наименьший во Франции, (6,7%). Больше всего умерших зафиксировано в Мексике (9%), Иране (3,5%), Южной Африке (3,4%), Италии (3,2%).

В марте 2021 года в странах ЕС, США отмечено распространение третьей волны пандемии. По оперативным данным на 31 марта 2021 года количество инфицированных коронавирусом в мире возросло до 128,2 млн человек, умерших – более 2,8 млн, в т. ч. в России – число заболевших – до 4545095 человек, вылечившихся – 4166172, скончавшихся – до 98850 человек.

На сегодня создан ряд противовирусных вакцин, которые позволят выработать общественный иммунитет и справиться с пандемией.

Условия, материал и методы исследования

Conditions, material and research methods

В ходе исследований использовали аналитический подход, основанный на анализе и синтезе, аналогии, сопоставлении и прогнозировании, на основании чего сделаны расчёты и выводы. Информационную базу исследований составили данные глобальной и международной статистики, в т.ч. ФАО, ВОЗ, ВТО, ООН, официальной государственной статистики РФ (РОССТАТ), Федеральной таможенной службы (ФТС), Министерства сельского хозяйства РФ, Евразийского экономического союза (ЕАЭС), Евразийской экономической комиссии (ЕЭК), оперативные онлайн сообщения федеральных и региональных уровней, материалы периодической печати, отражающие различные аспекты исследуемой проблемы.

Результаты исследования

Research results

Пандемия спровоцировала экономический кризис и кризис в сфере здравоохранения как в мире в целом, так и в экономике отдельных стран. Ограничительные меры, введенные в странах мира в связи с пандемией, негативно повлияли на динамику ВВП уже в первом квартале 2020 года. Так, ВВП США снизился на 4,8%

Таблица 2. Мировая статистика COVID-19 (топ -10 стран по данным на 15 марта 2021 г.)
Table 2. World statistics of COVID-19 (top-10 countries as of March 15, 2021)

	Всего случаев заражения Total cases of infection		Выздоровевших Recovered		Умерших от COVID-19 Deaths from COVID-19		Численность населения, чел. Population, people
	чел. people	% от численности населения % of the population	чел. people	% от числа заразившихся % of the number of infected	чел. people	% от числа заразившихся % of the number of infected	
Мир World	120478591	1,5	97024296	80,5	2667907	2,2	7851940470
США USA	30081657	9,1	22169237	73,7	547234	1,8	332362663
Бразилия Brazil	11483370	5,4	10063808	87,6	278327	2,4	213617532
Индия India	11385339	0,8	11007352	96,7	158762	1,4	1389493864
Россия Russia	4400045	3,0	4003576	91,0	92898	2,1	145978410
Великобритания Great Britain	4258438	6,2	3496925	82,1	125516	2,9	68135945
Франция France	4071662	6,2	272960	6,7	90429	2,2	65374874
Италия Italy	3223142	5,3	2589731	80,3	102145	3,2	60399338
Испания Spain	3183704	6,8	2857714	89,8	72258	2,3	46767497
Германия Germany	2578835	3,1	2365100	91,7	73959	2,9	83971874
Колумбия Colombia	2303144	4,5	2202580	95,6	61143	2,7	51262069

Источник: Рассчитано авторами по данным Worldometers 2020. URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus/Necountries>; Департамент по экономическим и социальным вопросам ООН: Отдел народонаселения, URL: <https://population.un.org/wpp>; Счетчик населения земли <https://countrymeters.info/ru/World>. (Дата обращения 15.03.2021г.)

к.к. (в годовом выражении), Еврозоны – на 3,8% к.к., в том числе в Италии – на 4,7% к.к., Франции – на 5,8% к.к. В России промышленное производство в апреле снизилось на 6,6% [3,4].

Первым экономическим ударом, потрясшим мир, стал самый крупный однодневный обвал цен на нефть за последние три десятилетия.

С начала пандемии COVID-19 цена на нефть снизилась примерно на 30%. Однако после того, как была достигнута договоренность между членами ОПЕК о сокращении добычи, цены на нефть начали движение вверх [1]. Фактическое закрытие границ, аэропортов, приостановка международного перемещения людей привели к низкому спросу на нефть. Нефтезависимые страны, такие как Россия, были вынуждены внести корректировки в бюджет, поскольку планирование осуществлялось исходя из более высокого уровня цен на нефть. Эта ситуация отразилась также и на счетах платежного баланса. Некоторые страны начали обращаться за иностранными кредитами, чтобы восполнить дефицит счета текущих операций. Коронавирус привел к экономическим издержкам. Пандемия потребовала огромных инвестиций в здравоохранение, для поддержания и развития которого потребовались средства, оборудование и специально обученный персонал. Кроме того, были необходимы средства для разработки и производства противовирусных вакцин, материальной поддержки со стороны государства внутреннего производства, малообеспеченных граждан.

Предпринятые странами мира меры сдерживания распространения вирусов привели к сокращению предложения товаров, усугубленному паническим накоплением запасов и обвалом спроса из-за самоизоляции людей. Отмечен огромный рост спроса на медицинские товары.

Нарушение цепочки поставок из Китая, основного поставщика потребительских и производственных товаров, привело к нарушению равновесия на мировых товарных рынках, так как большинство экспортных заводов Китая были закрыты, что привело к росту цен на сырьевые товары. Сокращение ввозимых ресурсов повлияло на работу компаний, что привело к увольнениям и закрытию предприятий. Возросла безработица, вырос уровень инфляции, усилилось обнищание населения. Сильно пострадали от потрясений мировые финансовые рынки, начали резкое снижение основные фондовые индексы.

В результате закрытия предприятий и прекращения работы бизнеса почти половина работающих людей в мире лишилась доходов. За первый месяц кризиса доходы работников неформального сектора экономики сократились по миру на 60%. Это означает падение доходов в Африке, Северной и Южной Америке – на 81%, в Азиатско-Тихоокеанском регионе – на 21%, в Европе и Центральной Азии – на 70%. В США и западноевропейских странах продолжает расти безработица, экономическая активность сохраняется на пониженном уровне: в Великобритании уровень безработицы вырос в 10 раз, в Австрии количество граждан, официально вставших на биржу труда, превысило 12% [5]. Эти цифры возросли значительно и за счёт банкротств коммерческих компаний. Наметившийся кризис глобального рынка труда затронул и Россию.

Количество безработных в стране может увеличиваться с текущих 3,7 млн до 5-6 млн человек [4].

Главы ВОЗ, ВТО и ООН предупреждали о возможных перебоях с поставками продовольствия в мире. И, как показало развитие событий, прогнозы совпали с реальностью. По мере введения ограничений, из разных стран по всей планете начала поступать информация о дефиците продуктов или увеличения цен на них [6].

В этих условиях в ряде стран были введены ограничения на экспорт, вначале медицинских товаров (средств индивидуальной защиты и защитного оборудования), а затем на продовольственные товары и сырье. Так, 18 февраля 2020 года Федеральная таможенная служба сообщила о снижении объема импорта товаров в Россию из Китая. Больше всего сократились поставки плодоовощной продукции в регионы Дальнего Востока. Импорт овощей в Россию уже феврале снизился на 4%, по сравнению с аналогичным периодом 2019 года, в том числе из Китая – крупнейшего торгового партнера России – на 11% в натуральном выражении [7].

Совет ЕЭК установил временный запрет на вывоз из стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС) отдельных видов продовольственных товаров, в том числе лука репчатого, чеснока, репы. Введение запрета позволило обеспечить население стран – членов ЕАЭС достаточным количеством таких товаров во время обострения санитарно-эпидемиологической обстановки, хотя 19% импорта овощей в Россию приходится на страны ЕАЭС [8]. Основными экспортерами овощной продукции в страны – члены ЕАЭС являются Китай, Турция, Ирак и еще более 10 стран ближнего и дальнего зарубежья. Китай экспортирует в страны ЕАЭС томат, лук репчатый, капусту, морковь, свеклу столовую и другие корнеплоды.

Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан в связи с введением режима чрезвычайного положения и в целях обеспечения продовольственной безопасности в период карантина ввело ограничения на экспорт отдельных видов социально значимой сельхозпродукции. В итоге под запретом оказался, кроме прочего, экспорт лука и картофеля, а в перечень товаров, которые подлежат вывозить по квотам, попали морковь, свекла, репа, а также пшеница и мука.

Введённые в большинстве стран мира ограничения негативно повлияли на рынок продовольственных товаров и сырья для их производства, в том числе и овощей.

В странах мира заметно снизились объёмы импорта всех товаров, особенно на большие расстояния. Усиленный пограничный контроль сопровождался нарушением сроков поставок продовольствия, удобрений, агрохимикатов, комплектующих изделий и др. В аграрном секторе стран мира возник острый недостаток сезонных рабочих и работников логистики. В результате часть выращенного урожая овощей, ягод и фруктов осталась необработанными.

По данным Аналитического управления Росстата темп роста импорта России из стран дальнего зарубежья снизился по продовольственным товарам и сырью для их производства в стоимостном выражении в октябре 2020 года на 7% по сравнению с октябрём 2019 года, по овощам – на 27,2%. В январе 2021 года по сравнению с январём 2020 года снижение продолжалось и составило по продовольственным товарам и сырью для их производства – 4,2 п.п., по овощам – 11,5 п.п. (табл.3) [9].

Таблица 3. Импорт России из стран дальнего зарубежья (млн долларов США)
Table 3. Imports of Russia from non-CIS countries (USD million)

Наименование товарной группы Product group name	Октябрь October			Январь January		
	2019 год	2020 год	темп роста %, 2020 год к 2019 году growth rate%, 2020 to 2019	2020 год	2021 год	темп роста %, 2021 год к 2020 году growth rate%, 2020 to 2019
Продовольственные товары и сырье для их производства Food products and raw materials for their production	2099,8	1952,7	93,0	1864,3	1656,0	88,8
из них: овощи of which: vegetables	42,5	30,9	72,8	123,5	75,7	61,3

Источник: <https://customs.gov.ru/statistic>, дата обращения: 23.03.2021 г.

В качестве примера можно привести данные по импорту таких значимых овощных культур, как томат и огурец. В 2019 году мировой импорт томата составлял 3571 тыс.т, огурца – 1679 тыс.т, из них на долю России приходилось: томата – 8,2% или 292,38 тыс.т и огурца – 3,7% или 62,1 тыс.т. За первые 4 месяца 2020 года (период стремительного распространения пандемии по странам мира) сокращение мирового импорта составило: томата – 31%, огурца – 25%.(рис.1)

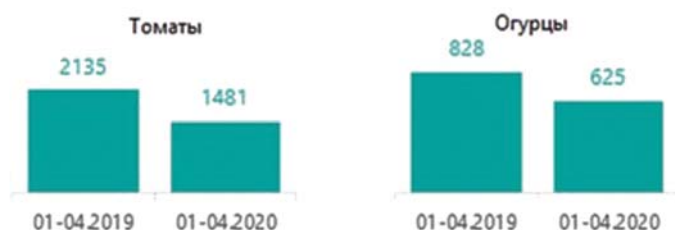


Рис.1. Динамика мирового импорта овощей, тыс. т, (1 квартал)
Fig. 1. Dynamics of world imports of vegetables, thousand tons, (1 quarter)

По итогам первого квартала 2020 года объем импорта в Россию огурца снизился на 16%, томата – вырос на 5% (рис.2) [10].

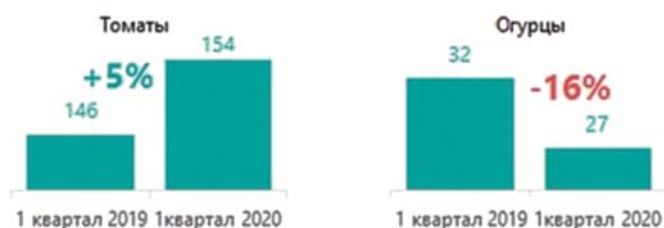


Рис.2 Динамика импорта овощей в Россию в 2019-2020 годы, тыс. т. (1 квартал)
Fig. 2 Dynamics of vegetable imports to Russia in 2019-2020, thousand tons (1 quarter)

Вице-президент Ассоциации «Теплицы России» Андрей Медведев считает, что импорт огурца в Россию будет продолжать снижаться, так как растут не только объемы производства, но увеличивается ассортимент огурца [11]. Раньше импорт огурца удерживался за счёт редких видов, которые теперь также стали выращиваться и в России благодаря достижениям российских селекционеров. Что касается томата, то новые площади, которые вводились в 2020 году, в основном, заняты именно этой культурой, продукция которой отличается разнообразием по размеру, форме, окраске, вкусу плода. Это позволит нарастить производство томатов и постепенно заместить импортную продукцию. По прогнозам Ассоциации «Теплицы России» к 2025 году площадь зимних теплиц достигнет 3284 га и валовой сбор вырастет до 1,5 млн т в год.

В первом квартале 2020 года физические объёмы экспорта продукции АПК России значительно выросли, но в стоимостном исчислении рост оказался существенно ниже из-за пандемии и падения мировых цен на продовольствие. Рост физических объёмов экспорта не приводил к соответствующему росту выручки. По данным ФТС экспорт овощей вырос в 3 раза по физическим объёмам и лишь на 11% по стоимости. По данным ФТС цены на ввозимые в страну овощи в 2,5-3,4 раза превышали цены на экспортируемые нами (табл.4).

Согласно данным ФТС, главными регионами, экспортирующими овощи, являются Ростовская область, Краснодарский и Алтайский края. Согласно федеральному проекту «Экспорт продукции АПК», перед почти каждым субъектом РФ ставится задача увеличить объёмы экспорта к 2024 году в 1,3-4 раза. Однако во многих регионах условий для развития экспортной деятельности пока не создано. Судя по данным ФТС, в 1 квартале 2020 года по сравнению с 1 кварталом 2019 года увеличили экспорт овощей 30 субъектов РФ, сократили – 22, начали экспорт – 24, прекратили – 6, не занимались экспортом в 1 квартале 2019 и 2020 годов – 3 субъекта РФ.

Таблица 4. Средняя цена овощей (доллары США/кг)
Table 4. Average price of vegetables (USD / kg)

Наименование продукции Name of product	Направление Direction	2018 год	2019 год	2020 год
Томаты tomato	Экспорт Export	0,318	0,320	0,359
	Импорт Import	1,117	1,144	1,143
Огурцы cucumbers	Экспорт Export	0,401	0,333	0,445
	Импорт Import	1,010	1,046	1,082
Капусты всех видов Cabbage of all kinds	Экспорт Export	0,153	1,178	0,144
	Импорт Import	0,432	0,469	0,492
Свекла столовая Beetroot	Экспорт Export	0,141	0,119	0,125
	Импорт Import	0,315	0,322	0,312
Морковь Carrot	Экспорт Export	0,145	0,135	0,128
	Импорт Import	0,428	0,445	0,428

Источник: Рассчитано авторами с использованием данных ФТС. Режим доступа: <https://customs.gov.ru>, дата обращения 14.10.2020 г.

Овощи и некоторые съедобные корнеплоды и клубнеплоды, по данным Таможенной статистики внешней торговли РФ (<http://stat.customs.gov.ru>, дата обращения 23.03.2021 г.), экспортировались в 35 стран мира, в т.ч. 4 страны ЕАЭС, 12 стран Западной Европы, Индию, Иран и др. страны.

Отрасли аграрного сектора России, включая овощеводство, имеют свою специфику – непрерывность производства одних видов продукции и сезонность других. Поэтому выращивание тепличных овощей и деятельность, связанная с выполнением полевых посевных, уходных и уборочных работ в открытом грунте, были отнесены к предприятиям непрерывного цикла, не попали под ограничительные меры и

работы в них не были приостановлены. В связи с этим, несмотря на некоторые трудности, потери в этой сфере из-за пандемии оказались минимальными.

По данным Росстата РФ, в 2020 году объёмы валовых сборов овощей в открытом и защищенном грунте составили 138639.5 тыс. ц, что на 1.7% ниже уровня 2019 года. Только Южный ФО увеличил производство на 1.7%. В целом по РФ увеличили производство овощей крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели (ИП). В пяти ФО увеличение производства овощей в этой категории хозяйств колебалось от 1.2% до (Уральский ФО) до 15.5% (Северо-Кавказский ФО) (табл.5) [12].

Таблица 5. Валовой сбор овощей открытого и закрытого грунта (тыс. ц)
Table 5. Gross harvest of vegetables, open and closed soil (thousand centners)

Федеральный округ (ФО) Federal District (FO)	Хозяйства всех категорий Farms of all categories		2020 год в % к 2019 году			
	2019 год	2020 год	хозяйства всех категорий farms of all categories	сельскохозяйственные организации (СХН) agricultural organizations (SHN)	хозяйства населения (ЛПХ) households (LPH)	крестьянские (фермерские) хозяйства и ИП (КФХ и ИП) peasant (farming) households and individual entrepreneurs
Российская Федерация	141044,6	138639,5	98,3	99,5	95,2	104,5
Центральный ФО	25949,6	25512,8	98,3	109,4	92,9	85,0
Северо-Западный ФО	5257,0	5136,0	97,7	95,3	94,5	108,4
Южный ФО	40024,9	40717,9	101,7	104,4	91,3	106,8
Северо-Кавказский ФО	24425,9	22671,3	92,8	72,8	97,4	115,5
Приволжский ФО	26758,8	26427,6	98,8	100,6	98,0	99,4
Уральский ФО	5994,1	5668,5	94,6	103,2	88,0	101,2
Сибирский ФО	9342,5	9247,2	99,0	101,9	98,8	94,0
Дальневосточный ФО	3292,0	3258,3	99,0	97,8	96,7	107,7

Источник: Росстат, режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> дата обращения 23.03.2021 г.

Валовые сборы овощей открытого грунта в целом по РФ сократились с 120912,2 тыс. ц в 2019 году до 117169,1 тыс. ц в 2020 году (на 3,1%), в том числе в сельскохозяйственных организациях – на 6,5%, хозяйствах населения – на 4,9%. В крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей валовой сбор овощей в целом по РФ вырос на 4,5%. Только Южный ФО сохранил объёмы валового сбора овощей в целом по категориям хозяйств (+0,7% к уровню 2019 года). Наибольший недобор урожая в 2020 году имел Уральский ФО (88,0% к уровню 2019 года). Сельскохозяйственные организации только двух ФО сохранили производство овощей на уровне 2019 года, в т.ч. Сибирский ФО (101,6% к уровню 2019 года) и Южный ФО (100,7% к уровню 2019 года). Хозяйства населения в 2020 году ни в одном из ФО не достигли уровня 2019 года по валовому сбору овощей открытого грунта. Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели шести ФО сохранили на уровне 2019 года или увеличили производство овощей открытого грунта от 1% (Уральский ФО) до 14% (Северо-Кавказский ФО), кроме Центрального и Сибирского ФО, где производство снизилось соответственно на 16,3% и 6,1%.

Посевные площади под овощными культурами открытого грунта сократились с 517,5 тыс. га в 2019 году до 511,8 тыс. га в 2020 году (на 1,1%), в т.ч. в СХО на 1,1%, СХН – на 2,7%, увеличились в КФХ и ИП на 4,4%. Только Северо-Кавказский ФО увеличил площади открытого грунта под овощами на 3,3%, в т.ч. в СХО – на 7,3%, КФХ и ИП – на 19,3%, снизились на 1% площади под овощами в хозяйствах населения.

По предварительным данным, урожайность овощных культур открытого грунта в 2020 году составила 246 ц/га, что на 2% ниже уровня 2019 года (251 ц/га).

Производство овощей защищенного грунта в целом по РФ увеличилось с 20132,4 тыс. ц в 2019 году до 21470,4 тыс. ц в 2020 году (на 6,6%).

По оценке Ассоциации «Теплицы России» валовой сбор овощей в зимних теплицах прогнозировался на уровне 1250 тыс. т, что на 12,0% выше уровня 2019 года. И это несмотря на то, что из-за увеличения стоимости энергоносителей на 20% производители овощей защищенного грунта стали досрочно отключать досветку растений, что усложнило прогнозирование сроков созревания, привело к сдвигу реализации овощей на более поздние сроки. У тепличных хозяйств возникли трудности с соблюдением договорных сроков поставок овощной продукции в торговые сети. Зачастую это сопровождалось потерей прибыли, т.к. овощи в таких случаях реализовывались по ценам ниже планируемых. На работу тепличных комбинатов оказали негативное влияние девальвация рубля и закрытие границ, так как в себестоимости томата валютная составляющая около 10%, огурца – около 20%. Выросли цены накупаемые за рубежом семена, средства защиты растений, удобрения, технику и оборудование для защищенного грунта.

В 2020 году, вследствие пандемии COVID-19 и запрета на въезд трудовых мигрантов из стран ближнего зарубежья, в овощепроизводящих хозяйствах южных областей России возникла острая нехватка рабочих рук. Уборку большинство овоще-

водческих хозяйств завершили благополучно только благодаря долгой сухой и теплой осени, что бывает далеко не каждый год. Однако ряд хозяйств из-за нехватки рабочих рук не смогли убрать весь выращенный урожай, и часть его осталась на полях.

В некоторых регионах нашей страны были повторно введены ограничения или временные запреты на работу ресторанов, кафе, кинозалов, театров, а школы, средние и высшие учебные заведения, частные компании и часть государственных учреждений были переведены на дистанционный формат работы. А это значит, что число работников, посещающих пункты общественного питания или заказывающих еду на рабочее место, снизилось, и возникли трудности с реализацией сельскохозяйственной продукции, в том числе и овощей.

В кризисный период из-за пандемии COVID-19 спрос на овощи упал примерно на 30%. В условиях снижения доходов люди переключились на более дешевые продукты, в частности овощи борщевых наборов (капуста белокочанная, морковь, свекла столовая, лук, картофель), а томат, огурец, перец, зелень стали покупать в меньших количествах. При покупке томата предпочтение отдавалось крупноплодным сортам из-за их более низкой стоимости.

Пандемия COVID-19 вызвала сложные нарушения цепочки поставок производственных ресурсов и продовольствия.

Наибольшие трудности с реализацией испытывали производители дорогостоящих продуктов с высокой себестоимостью (например, рыба осетровых пород), ведущих деятельность в зоне рискованного земледелия, производители овощей защищенного и открытого грунта, ориентированные на ресторанный бизнес, кафе, отели, гостиницы, санатории, предприятия общепита, которые в период пандемии оказались закрытыми. Хозяйства в малых населенных пунктах столкнулись с проблемой реализации в связи с закрытием рынков и ярмарок, которые были главными точками продаж их продукции. Это отразилось на экономике особенно крестьянских (фермерских) хозяйств, индивидуальных предпринимателей и личных хозяйств.

Овощепроизводителям пришлось искать новые направления сбыта своей продукции. Некоторые предприимчивые аграрии и торговые сети в период пандемии сумели переориентироваться на интернет-продажи, курьерскую доставку по заявкам, что помогло им наладить сбыт продукции в режиме онлайн, сохранить рабочие места и прибыль. Начала развиваться кооперация мелких и средних сельхозпроизводителей. Мелкие производители начали налаживать свою доставку и открывать собственные интернет-магазины. Это позволило им не зависеть от условий поставок в торговую сеть и маркетинговой политики.

Производители органической продукции заявляют о росте её продаж. Ритейлеры по всему миру фиксируют значительное увеличение объёма продаж органических продуктов. Во время распространения COVID-19 повысилась осведомленность потребителей о взаимосвязи между питанием и здоровьем. Потребители, стремясь повысить свой

иммунитет, стали больше покупать экологически чистых и «здоровых» продуктов, в том числе и овощей. Спрос на органические продукты питания в период самоизоляции вырос на 15% по сравнению с аналогичным периодом предшествующего года. По мнению экспертов, тренд на органическую и в целом более здоровую продукцию наверняка закрепится и по окончании пандемии.

В этой ситуации России необходимо использовать шанс занять значительную нишу на мировом рынке, так как для этого есть все необходимые ресурсы – большая площадь неосвоенных территорий, миллионы гектаров целины и достаточное количество запасов пресной воды. Рост курсов евро и доллара стал позитивным фактором для экспорта российской органической продукции и дополнительным стимулом для фермеров перейти на органическое сельское хозяйство.

Поддержка внутреннего производства в условиях снижения потребления овощей и ослабления рубля, произошедшего в марте-апреле 2020 года, может быть осуществлена за счет сокращения импортных поставок, как это и происходило в предыдущие кризисные периоды. При снижении курса рубля увеличиваются возможности для экспортных поставок. Поэтому, в условиях 2020 года, некоторые производители овощей увеличили объёмы их и перешли на реализацию на внешних рынках. Например, компания «Моё лето», не занимавшаяся ранее экспортом овощной продукции, запланировала реализовать на внешних рынках 20% своей овощной продукции.

COVID-19 разрушает глобальную экономику. Если в предыдущие кризисы попадали капиталоемкие продовольственные системы, то этот кризис повлиял на трудоёмкие производства – те, на которых задействовано большое количество людей, что, в том числе, скажется на уровне жизни стран и регионов, в которых население, в основном, задействовано в уборке урожая, его транспортировке и переработке.

Возвращение мира к нормальной жизни требует поиска экономических и медицинских решений в отношении нового вируса. Политические меры, принимаемые различными странами в форме ограничений на передвижение людей и перемещение товаров или полной остановки предприятий, могут оказать более негативное воздействие на экономику и продлиться дольше, чем шок от самой пандемии. В этих условиях необходимо было принять срочные меры для того, чтобы продовольственные цепочки не прекращали функционировать как внутри стран, так и на интернациональном уровне, а также для предотвращения на этом фоне риска распространения голода и для обеспечения продовольственной безопасности.

Чтобы ускорить восстановление экономики, потребуется на политическом уровне скоординировать действия всех стран по реализации медицинского протокола сокращения распространения пандемии. Это потребует принятия дополнительных мер для поддержки потребителей, восстановления покупательской способности и помощи бизнесу, расширения доступа к кредитным ресурсам, стиму-

лирования инвестиционной активности, сокращения налоговой нагрузки на бизнес и население.

После обвала фондового рынка весной 2020 года в США Федеральная резервная система (ФРС) объявила политику нулевой процентной ставки и начала тем самым количественное смягчение денежно-кредитной политики, увеличив денежную массу, не менее чем на 700 млрд долларов [13]. Наибольшие средства бюджета США на сельское хозяйство направляются на внутреннюю продовольственную помощь – на финансовую поддержку малообеспеченных слоёв населения для приобретения основных продуктов питания. Широкое распространение получило субсидирование расходов на страхование сельскохозяйственных культур.

Правительство Великобритании ввело пакет политических мер в ответ на COVID-19, таких как схема сохранения рабочих мест, чтобы выделять субсидии на выплату заработной платы работникам, отправленным в отпуск без содержания. Эта мера позволяет компаниям сократить количество рабочих часов до нуля, не увольняя работников, и тем самым сводя к минимуму будущие затраты на поиск и повторный наем персонала. По оценкам, эта схема обошлась Великобритании в 60 млрд долл. в течение 8 месяцев [13].

На поддержку сельского хозяйства в ЕС тратится около трети общеевропейского бюджета – в среднем около 50 млрд евро, а с учетом софинансирования объём общей поддержки составляет порядка 100 млрд евро.

Страны ЕАЭС поддерживают отрасли сельского хозяйства [14,15]. В рамках второй антикризисной меры **правительство Республики Армения** субсидировало процентные ставки по сельскохозяйственным кредитам на сумму 11.3 млрд драмов (1695 млн руб.). Для 8195 субъектов хозяйствования и физических лиц кредит стал фактически доступен под 0%. Кроме того, правительство выделило банковской системе 6 млрд драмов (900 млн руб.) для предоставления сельскохозяйственных кредитов.

Премьер-министр **Республики Беларусь** Сергей Румас заявил, что ситуация в экономике в январе-марте 2020 года была управляемой, но снижение цен на сырьевых рынках, девальвация российского рубля повлияли на работу машиностроительной отрасли.

В **Республике Казахстан** в рамках программы «Экономика простых вещей» увеличен общий объём кредитования на 400 млрд тенге (69720 млн руб.) до 1 трлн тенге (174300 млн руб.). Из этой суммы 700 млрд тенге (122010 млн руб.) было направлено на переработку и производство в АПК. По поручению Главы государства средства в размере 100 млрд тенге (17430 млн руб.) были направлены на финансирование весенне-полевых работ. Производители сельскохозяйственной продукции освобождены от уплаты налога по землям сельхозназначения. Для социально-значимых продовольственных товаров до 1 октября 2020 года была снижена ставка НДС с 12% до 8%. Правительству поставлена задача по удешевлению цены дизтоплива для сельхозпроизводителей до 165 тенге (28.76 руб) за литр или на 15% от

рыночной цены. Для этого было выделено около 390 тыс. т дизтоплива по льготной цене. Акиматы и Правительство (через «Государственную продовольственную корпорацию») должны были наладить механизм гарантированного закупа продукции у отечественных сельхоз – и перерабатывающих предприятий как минимум на 6 месяцев вперед, т.е. внедрить так называемый «форвардный закуп» или «покупку под урожай». Бизнес, в свою очередь, должен был взять на себя встречные обязательства по обеспечению объема производства, сохранению цен, поддержанию занятости и т.д. С 1 мая 2020 года произошло снижение банковской комиссии за приём безналичных платежей с использованием платежных карточек и в сельскохозяйственных сервисах.

Правительство Кыргызской Республики утвердило план мероприятий по оказанию социальной поддержки населению, а крупным производителям, поставщикам продовольственных товаров, владельцам крупных торговых сетей рекомендовано в целях обеспечения продовольственной безопасности обеспечить достаточный запас социально значимых сельскохозяйственных товаров и продуктов питания, стабильность продаж и цен на них.

В России финансовое обеспечение основных мер государственной политики в сфере АПК осуществляется в рамках реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. В соответствии с уточненной бюджетной росписью в 2019 году на реализацию Госпрограммы АПК были направлены бюджетные ассигнования в объеме 311508,18 млн руб. или 97,9% к бюджетной росписи.

Основным направлением поддержки сельхозпроизводителей является льготное кредитование. При этом фактическими бенефициарами такой поддержки являются финансово-кредитные организации. На программу льготного кредитования аграриев планировалось направить 2020 году 90,882 млрд руб., в 2021 году – 82,8 млрд руб. Также предусматривается возмещение недополученных российскими кредитными организациями, международными финансовыми организациями и государственной корпорацией Внешэкономбанк доходов по кредитам, выданным сельскохозяйственным товаропроизводителям, организациям и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим производство, первичную и(или) последующую (промышленную) переработку сельскохозяйственной продукции и её реализацию, по льготной ставке: в 2020 году 11,4 млрд руб., в 2021 году – 51,1 млрд руб.

Постановлением от 14 мая 2020 года №677 Правительство РФ смягчило требования по льготным кредитам для экспортеров сельхозпродукции.

Центр отраслевой экспертизы Россельхозбанка выделил три ключевых фактора влияния кризиса на российский АПК: рост валютного курса, изменение объема внутреннего рынка и разрыв глобальных производственно-сбытовых цепочек [16]. Ослабление курса рубля оказывает влияние на нескольких уровнях: несмотря на рост конкурентно-

способности отечественных экспортеров, стимулирование импортозамещения, неизбежно растут издержки производства. Текущая ситуация, безусловно, отрицательно скажется на развитии агросектора и потребует и впредь серьезной поддержки сельхозпроизводителей. По мнению РСХБ, первоочередные меры в части кредитной нагрузки должны быть направлены на сохранение субсидирования при пролонгации краткосрочных кредитов на оборотный капитал и инвестиционных кредитов для заемщиков, которые столкнулись с ростом стоимости реализации проектов из-за валютной составляющей [17].

Следует отметить и тот факт, что некоторые секторы экономики могут извлечь выгоду из кризиса. Например, услуги в области информационных технологий, спрос на которые резко возрос по мере того, как компании представляют сотрудникам возможность работать дома, а люди продолжают общаться удаленно.

Выводы

Conclusions

Таким образом, пандемия COVID-19, распространившаяся более чем в 200 странах мира, имеет огромные последствия для экономики как всего мира, так и отдельных стран. Строгие ограничительные меры, предпринятые для сглаживания распространения вируса, нарушили глобальную и региональную цепочку поставок. Самоизоляция населения, увольнения, ограничения на передвижение, закрытие школ, средних и высших учебных заведений, спад в секторе туризма и развлечений привело к снижению спроса на потребительские и продовольственные товары. Нарушились сроки поставок продовольствия, удобрений, агрохимикатов. Снизились темпы роста импорта России из стран дальнего зарубежья. Рост физических объемов экспорта продукции АПК РФ не приводил к соответствующему росту выручки, так как цены на ввозимые в страну овощи в 2,5-3,4 раза превышали цены на экспортируемые. Экспорт овощей вырос в 3 раза по физическим объемам и лишь на 11% по стоимости. Работа в предприятиях аграрного сектора РФ в условиях пандемии не прекращалась. Несмотря на некоторые трудности, потери в этой сфере из-за пандемии оказались минимальными. Однако валовой сбор овощей в целом по стране в 2020 году был ниже уровня 2019 года на 1,7%, овощей из открытого грунта – на 3,1%. Возникли трудности с реализацией. Спрос на овощи упал на 30%. Спрос на органическую продукцию вырос на 15-20%.

Чтобы предотвратить дальнейшее ослабление экономики страны и ускорить её восстановление Правительства стран мира и Правительство РФ принимают дополнительные меры поддержки сельскохозяйственных отраслей. Меры касаются поддержки производителей и потребителей, восстановления покупательской способности, помощи бизнесу путем снижения учетной ставки центральными банками с целью расширения доступа к кредитным ресурсам и стимулирование инвестиционной активности, сокращения налоговой нагрузки на бизнес и население, восполнения трудовых ресурсов для проведения сельскохозяйственных работ, возможностей приобретения необходимой техники и сельхозоборудования по программе льготного лизинга с отсрочкой до одного года.

Чтобы свести к минимуму воздействие пандемии на сельское хозяйство, в том числе и овощеводство, необходимо, в первую очередь, удовлетворить неотложные потребности в продовольствии и овощах наиболее уязвимых слоев населения, стимулировать возможность мелких фермерских хозяйств наращивать производство овощей, обеспечить поддержку

функционирования внутренней цепочки системы снабжения.

Необходимо усилить государственную поддержку аграрной сферы за счёт использования гибких механизмов и инструментов, позволяющих гарантировать сельхозтоваропроизводителю необходимую помощь в случае возникновения как внешних, так и внутренних угроз.

Об авторах:

Виктор Федорович Пивоваров – доктор с.-х. наук, академик РАН, научный руководитель, pivovarov@vniissok.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9522-8072>

Раиса Анатольевна Мещерякова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник

Татьяна Николаевна Сурихина – младший научный сотрудник отдела экономики и прогнозов, 9153756862@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9211-9505>

Олег Анатольевич Разин – кандидат с.-х. наук, научный сотрудник, oleg.rasin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4844-938X>

Анна Александровна Тарева – студентка факультета международных экономических отношений ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», <https://orcid.org/0000-0002-1392-5788>, anna.tareeva.anna@gmail.com

About the authors:

Victor F. Pivovarov – Doc. Sci. (Agriculture), academician of the Russian Academy of Sciences, , pivovarov@vniissok.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9522-8072>

Raisa A. Meshcheryakova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Department of Economics and Forecasts

Tatyana N. Surikhina – Cand. Sci. (Agriculture), Junior Researcher, Department of Economics and Forecasts, 9153756862@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9211-9505>

Oleg A. Razin – Cand. Sci. (Agriculture), Researcher, oleg.rasin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4844-938X>

Anna A. Tareeva – student of the Faculty of International Economic Relations, "Financial University under the Government of the Russian Federation", <https://orcid.org/0000-0002-1392-5788>, anna.tareeva.anna@gmail.com

• Литература

- Осама Али Маер, Мун Д.В., Фатма Джиха. Ответные меры на пандемию COVID-19: экономика и здравоохранение экономически развитых и развивающихся стран. *Экономические отношения*. 2020;10(6). <https://doi.org/10.18334/eo.10.4.111083>
- Дробот Е.В. Мировая экономика в условиях пандемии COVID-19: итоги 2020 года и перспективы восстановления. *Экономические отношения*. 2020;10(5):937-960. <https://doi.org/10.18334/eo.10.4.111375>
- Дробот Е.В., Макаров И.Н., Назаренко В.С., Манасян С.М. Влияние пандемии COVID-19 на реальный сектор экономики. *Экономика, предпринимательство и право*. 2020;(8):2135-2150. <https://doi.org/10.18334/eo.8.2.39014>
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news>. Дата обращения: 12.05.2020.
- Yohns Hopkins. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://origin-coronavirus.jhu.edu/map.html>. Дата обращения: 12.05.2020.
- ООН и ВТО предупредили о возможном продовольственном кризисе в мире / Интерфакс [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.interfax.ru/world/702039>. Дата обращения: 12.05.2020.
- Статистические материалы Федеральной таможенной службы. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://customs.gov.ru/>. Дата обращения: 12.05.2020.
- Евразийская экономическая комиссия. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.eurasiancommission.org>. Дата обращения: 23.01.2020.
- Импорт России из стран дальнего зарубежья. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://customs.gov.ru/folder/503>. Дата обращения: 23.03.2021.
- Рынок овощей в России. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.megaresearch.ru/> Дата обращения: 16.07.2020.
- Медведев А. Импорт тепличных огурцов в Россию снижается и так будет в дальнейшем. *Пресс-служба Ассоциации «Теплицы России»*. 9 октября 2020 г.
- Материалы Федеральной службы государственной статистики [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/>. Дата обращения: 23.03.2021г.
- Дробот Е.В. Влияние пандемии COVID-19 на рынок труда США. *Экономика труда*. 2020;(7):577-588. <https://doi.org/10.18334/et.7.7.110715>.
- Обзор ключевых мер и решений ЕЭК/ Евразийская экономическая комиссия [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/ru/covid-19/Pages/measures.aspx>. Дата обращения: 20.05.2020.
- Мониторинг принятых государствами - членами ЕАЭС мер, направленных на преодоление негативных последствий распространения коронавирусной инфекции (COVID-19) [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/ru/covid-19/Documents/%D0%9C%D0%9E%D0%9D%D0%98%D0%A2%D0%9E%D0%A0%D0%98%D0%9D%D0%93%20%D0%BD%D0%B0%2015%2004.pdf> Дата обращения: 20.05.2020.
- Разин А.Ф., Иванова М.И., Шатилов М.В., Мещерякова Р.А., Сурихина Т.Н., Разин О.А. Влияние пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 на экономическую ситуацию и обеспечение продовольственной безопасности в России и странах-участниках ЕАЭС. *Аграрная Россия*. 2020;(11):1-7. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-0000-0-1-7>.
- РСХБ назвал топ – 10 отраслей АПК для инвестиций во время пандемии // Сетевое издание АГРО.RU. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agro.ru/news/34005-rshb-nazval-top-10-otraslei-apk-dlya-investicii-vo-vremya-pandemii>. Дата обращения: 19.05.2020.

• References

- Osama Ali Maer, Moon DV, Fatma Jiha. Response to the COVID-19 pandemic: economies and health of developed and developing countries. *Economic relations*. 2020;10(6). <https://doi.org/10.18334/eo.10.4.111083> (In Russ.)
- Drobot E.V. The global economy amid the COVID-19 pandemic: the results of 2020 and the prospects for recovery. *Economic relations*. 2020;10(5):937-960. <https://doi.org/10.18334/eo.10.4.111375> (In Russ.)
- Drobot E.V., Makarov I.N., Nazarenko V.S., Manasyan S.M. Impact of the COVID-19 pandemic on the real sector of the economy. *Economics, entrepreneurship and law*. 2020;(8):2135-2150. <https://doi.org/10.18334/eo.8.2.39014>. (In Russ.)
- Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare [electronic resource]. Access mode: <https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news>. Date of access: 05/12/2020. (In Russ.)
- Yohns Hopkins. [electronic resource]. Access mode: <https://origin-coronavirus.jhu.edu/map.html>. Date of access: 05/12/2020.
- UN and WTO warned of a possible food crisis in the world / Interfax / [electronic resource]. Access mode: <https://www.interfax.ru/world/702039>. Date of access: 05/12/2020. (In Russ.)
- Statistical materials of the Federal Customs Service. [electronic resource]. Access mode: <https://customs.gov.ru/>. Date of access: 05/12/2020. (In Russ.)
- Eurasian Economic Commission. [electronic resource]. Access mode: <https://www.eurasiancommission.org>. Date of access: 23.01.2020. (In Russ.)
- Imports of Russia from non-CIS countries. [electronic resource]. Access mode: <https://customs.gov.ru/folder/503>. Date of access: 03/23/2021. (In Russ.)
- The market of vegetables in Russia. [electronic resource]. Access mode: <https://www.megaresearch.ru/> Date of access: 16.07.2020. (In Russ.)
- Medvedev A. Import of greenhouse cucumbers to Russia is declining and will be so in the future. *Press service of the Association "Greenhouses of Russia"*. October 9, 2020 (In Russ.)
- Materials of the Federal State Statistics Service [electronic resource]. Access mode: <https://rosstat.gov.ru/>. Date of access: 03/23/2021 (In Russ.)
- Drobot E.V. Impact of the COVID-19 pandemic on the US labor market. *Labor economics*. 2020;(7):577-588. <https://doi.org/10.18334/et.7.7.110715>. (In Russ.)
- Review of key measures and decisions of the EEC / Eurasian Economic Commission [electronic resource]. Access mode: <http://www.eurasiancommission.org/ru/covid-19/Pages/measures.aspx>. Date of access: 20.05.2020. (In Russ.)
- Monitoring the measures taken by the EAEU member states aimed at overcoming the negative consequences of the spread of coronavirus infection (COVID-19) [electronic resource]. Access mode: <http://www.eurasiancommission.org/ru/covid-19/Documents/%D0%9C%D0%9E%D0%9D%D0%98%D0%A2%D0%9E%D0%A0%D0%98%D0%9D%D0%93%20%D0%BD%D0%B0%2015%2004.pdf> Date accessed: 20.05.2020. (In Russ.)
- Razin A.F., Ivanova M.I., Shatilov M.V., Meshcheryakova R.A., Surikhina T.N., Razin O.A. The impact of the COVID-19 coronavirus infection pandemic on the economic situation and food security in Russia and the EAEU member states. *Agrarian Russia*. 2020;(11):1-7. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-0000-0-1-7>. (In Russ.)
- RSHB named the top 10 agricultural sectors for investment during a pandemic // Network edition AGRO.RU. [electronic resource]. Access mode: <https://agro.ru/news/34005-rshb-nazval-top-10-otraslei-apk-dlya-investicii-vo-vremya-pandemii>. Date of access: 05/19/2020.

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-15-23>
УДК 001.891:635.1/.7

В.Ф. Пивоваров, А.В. Солдатенко,
О.Н. Пышная, Л.К. Гуркина

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

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Пивоваров В.Ф.,
Солдатенко А.В., Пышная О.Н., Гуркина Л.К.
Итоги и перспективы развития научных
исследований ФГБНУ ФНЦО в год 100-летне-
го юбилея. *Овощи России*. 2021;(3):15-23.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-15-23>

Поступила в редакцию: 12.05.2021

Принята к печати: 27.05.2021

Опубликована: 25.06.2021

Victor F. Pivovarov, Alexey V. Soldatenko,
Olga N. Pyshnaya, Lyubov K. Gurkina

Federal State Budgetary Scientific Institution
Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)
14, Selectsionnaya str., VNISSOK, Odintsovo dis-
trict, Moscow region, Russia, 143072

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

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

For citations: Pivovarov V.F., Soldatenko A.V.,
Pyshnaya O.N., Gurkina L.K. Results and
prospects for the development of scientific
research in FSBSI FSVC. *Vegetable crops of
Russia*. 2021;(3):15-23. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-15-23>

Received: 12.05.2021

Accepted for publication: 27.05.2021

Accepted: 25.06.2021

Итоги и перспективы развития научных исследований ФГБНУ ФНЦО в год 100-летнего юбилея



Резюме

В статье отражены вопросы настоящего состояния научных исследований в ФГБНУ ФНЦО, показаны направления и перспективы развития селекции и семеноводства овощных культур. Основная цель селекционно-семеноводческой работы ФГБНУ ФНЦО – создание и размножение сортов и гибридов овощебахчевых культур нового поколения, отличающихся устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам, высокой продуктивностью и качеством продукции. Одним из основных путей повышения эффективности селекционного процесса является использование современных методов биотехнологии и молекулярной генетики, позволяющих получить новые генотипы и сократить сроки проведения селекции. Успехи достигнуты в создании гомозиготных линий капусты, кабачка, огурца, моркови. Впервые удалось завершить полный цикл получения удвоенных гаплоидов редиса в культуре микроспор *in vitro*. В учреждении особое внимание уделяется иммунологическим исследованиям по устойчивости культур и новых сортов к заболеваниям, а также защите растений от вредителей и болезней. Ежегодно проводится фитосанитарный мониторинг, оценка и отбор устойчивых генотипов. Одной из важных теоретических и практических задач, решаемых в учреждении – разработка экологически безопасных средств на основе препаратов, полученных из растений с высоким содержанием биологически активных соединений, обладающих адаптогенными свойствами. В центре значительное развитие получило новое направление исследований в традиционной селекции – создание сортов овощных растений с повышенным содержанием биологически активных веществ и антиоксидантов, на основе которых создаются продукты функционального назначения. Изучена сохранность современных сортов и гибридов моркови столовой в зависимости от биохимического состава. Разрабатываются способы обогащения овощных растений микронутриентами. Проводится большой объем научных исследований по разработке технологий возделывания новых сортов и гибридов, а также технологий их семеноводства. На филиалах ФГБНУ ФНЦО, расположенных в различных почвенно-климатических условиях, заложены стационары по изучению взаимодействия факторов управления плодородием почв и продуктивностью овощных культур в агроценозах (севооборот, системы обработки почв, удобрений и защиты растений). В целом, в ФГБНУ ФНЦО все исследования направлены на разработку и усовершенствование приемов в селекции и семеноводстве овощных культур, создание новых селекционных достижений и разработку сортовых технологий их возделывания.

Ключевые слова: научные исследования, овощные культуры, селекция, семеноводство, иммунитет, биологически активные вещества, технологии возделывания

Results and prospects for the development of scientific research in FSBSI FSVC

Abstract

The article reflects the issues of the current state of scientific research at the FSBSI FSVC, shows the directions and prospects for the development of selection and seed production of vegetable crops. The main mission of the selection and seed-growing work of the FSVC is the creation and reproduction of varieties and hybrids of vegetable and melon crops of a new generation, characterized by resistance to abiotic and biotic stressors, high productivity and product quality. One of the main ways to increase the efficiency of the breeding process is the use of modern methods of biotechnology and molecular genetics, which make it possible to obtain new genotypes and reduce the time of breeding. Success has been achieved in the creation of homozygous lines of cabbage, squash, cucumber, carrots. For the first time, it was possible to complete a full cycle of obtaining doubled radish haploids in microspore culture *in vitro*. The institution pays special attention to immunological research on the resistance of crops and new varieties to diseases, as well as protecting plants from pests and diseases. Phytosanitary monitoring, assessment and selection of resistant genotypes are carried out every year. One of the important theoretical and practical problems solved at the institution is the development of environmentally friendly products based on preparations obtained from plants with a high content of biologically active compounds with adaptogenic properties. In the center, a new direction of research in traditional breeding has received significant development – the creation of varieties of vegetable plants with an increased content of biologically active substances and antioxidants, on the basis of which functional products are created. The persistence of modern varieties and hybrids of table carrots, depending on the biochemical composition, has been studied. Methods for enriching vegetable plants with micronutrients are being developed. A large amount of scientific research is being carried out on the development of technologies for the cultivation of new varieties and hybrids, as well as technologies for their seed production. At the branches located in different soil and climatic conditions, hospitals were established to study the interaction of factors controlling soil fertility and the productivity of vegetable crops in agrocenoses (crop rotation, soil treatment systems, fertilizers and plant protection). In general, at the FSBSI FSVC, all research is aimed at developing and improving methods in breeding and seed production of vegetable crops, creating new breeding achievements and developing varietal technologies for their cultivation.

Keywords: scientific research, vegetables, breeding, seed production, immunity, biologically active substances, growing technologies

В связи со сложившейся политической ситуацией в стране и введением санкций, все большее внимание уделяется продовольственной безопасности РФ, предусматривающей продовольственную независимость, как уровень самообеспечения сельскохозяйственной продукцией, в том числе овощами и бахчевыми – не менее 90%; семенами основных сельскохозяйственных культур отечественной селекции – не менее 75% [1]. Решение проблемы Продовольственной безопасности в Российской Федерации в определяющей степени зависит от результативной работы агропромышленного комплекса, в том числе отрасли растениеводства и овощеводства, в частности. Одной из теоретических основ овощеводства является селекция, развитие которой базируется на наличии необходимых генетических ресурсов – источников и доноров хозяйственно ценных признаков. В последние годы уровень и темпы развития овощного рынка диктуют необходимость быстрой сортосмены. Решение этой задачи в относительно короткие сроки возможно лишь при сочетании методов классической селекции с инновационными приёмами. Использование биотехнологических и молекулярно-генетических методов позволяет создавать генетические ресурсы с гарантированным комплексом признаков.

Основными направлениями исследований ФГБНУ ФНЦО являются:

- сбор, сохранение и изучение растительных ресурсов овощебахчевых культур, создание генофонда растений для последующего его использования в селекции;
- изучение закономерностей наследования основных хозяйственно и биологически значимых признаков, использование современных методов, направленных на ускорение селекционного процесса и повышение его эффективности;
- создание новых высокоурожайных, высокоадаптивных и высококачественных сортов и гибридов овощебахчевых и цветочных культур, их размножение и внедрение в производство, разработка сортовой технологии;
- производство оригинальных семян сортов и гибридов селекции ФГБНУ ФНЦО, разработка технологий семеноводства.

В результате многолетних исследований по овощебахчевым культурам, поступлением коллекционных образцов, в учреждении собран уникальный генофонд, обладающий целым рядом хозяйственно ценных признаков. Имеющийся генофонд является основной базой для научно-исследовательских работ по различным направлениям селекции. За годы работы учреждения собрано и изучено более 14 тысяч сортообразцов овощных, бахчевых и цветочных культур. Формирование генетических коллекций по хозяйственно полезным признакам (высокой продуктивности, скороспелости, устойчивости к болезням и абиотическим стрессорам) имеет важнейшее значение для будущего развития селекционной науки. Как исходный материал определяет хозяйственную ценность генофонда, так и метод селекции играет главную роль в создании новых сортов и гибридов овощных культур. По результатам научных исследований, проведенных в 2020 г, сформированы генетические коллекции из 138 образцов овощных культур, в т.ч.: 27 образцов томата, устойчивых к растрескиванию плодов и сочетающих продуктивность растений с маркерными признаками плода, плодородности и семян, 7 образцов капусты белокочанной, соче-

тающих раннеспелость, урожайность, устойчивость к растрескиванию, 17 образцов моркови столовой, практически устойчивых и слабовосприимчивых к фузариозу и альтернариозу, 13 образцов свеклы столовой, 15 образцов огурца с устойчивостью к группе болезней, 22 образца лука репчатого с различной формой луковицы и окраской сухих чешуй, 19 образцов лука шалота, 5 образцов лука многолетнего, 1 образец редиса, 1 образец редьки, 11 образцов гороха, 10 образцов арбуза, 6 образцов дыни, 13 образцов тыквы по морфологическим признакам, качественным показателям, устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды.

В современной селекции сельскохозяйственных культур приоритетным является создание гетерозисных гибридов F₁, отличающихся от сортов высокой урожайностью, выравненностью растений по срокам созревания и качеству продуктивных органов. Наиболее трудоемкое и продолжительное звено в гетерозисной селекции – выведение константных родительских линий, на создание которых уходит от 6 до 12 лет при использовании классических методов. В ФГБНУ ФНЦО использование современных биотехнологических методов в селекции имеет более чем 30-летнюю историю, начиная с микрклонального размножения уникальных селекционных форм до получения линий удвоенных гаплоидов. Сотрудники лаборатории репродуктивной биотехнологии продолжают совместную работу с селекционерами по созданию новых сортов и гибридов овощных культур, осваивают и разрабатывают новые биотехнологические методики, внедряют их в селекционный процесс. За последние годы успехи достигнуты в создании гомозиготных линий кабачка и огурца, эта работа сейчас продолжается на новых перспективных генотипах [2].

Определены ключевые факторы, индуцирующие эмбриогенез в изолированной культуре микроспор репы и зависимость его от генотипа. Показано, что инициация вторичного эмбриогенеза у первичных зародышей приводит к увеличению доли удвоенных гаплоидных растений [3]. В 2020 году впервые удалось завершить полный цикл получения удвоенных гаплоидов редиса в культуре микроспор *in vitro*, выявить основные проблемы на разных этапах этой технологии и обозначить направление дальнейших исследований для разработки методики создания ДН-растений с высокой эффективностью [4].

Разрабатываются различные технологии молекулярного анализа SNP, SSR как для исследования селекционного материала, так и для повышения производительности и сокращения времени для получения результатов у различных овощных культур. Разрабатываются более совершенные протоколы для системы ПЦР в реальном времени. В 2020 году впервые установлены генетические взаимосвязи между селекционными образцами капусты кочанной отечественной селекции на основе полиморфизма микросателлитных локусов. При сравнении трех разновидностей обнаружена тесная генетическая близость между генотипами савойской и белокочанной капусты. Образцы капусты краснокочанной образовывали свою группу с достаточным генетическим отдалением между образцами. Полученные результаты на основе изменчивости SSR локусов совпадали с данными о происхождении образцов капусты кочанной, подтверждая их принадлежность к определенным сортотипам и группам спелости, что позволит

использовать этот селекционный материал в дальнейшем для получения новых форм [5].

При изучении зависимости окраски плодов перца (*Capsicum annuum* L.) от соотношения основных пигментов и профиля экспрессии генов биосинтеза каротиноидов и антоцианов выявлено, что разные части перикарпа (кожица и мякоть) имеют различный состав пигментов и паттерн их накопления. В тех же тканях плодов охарактеризован профиль экспрессии структурных генов каротиноидного (PSY1, PSY2, LCYb и CCS) и антоцианового (CHS, F3'5'H, DFR, ANS и UFGT) путей. Выявлена положительная корреляция между экспрессией генов PSY1, LCYb и CCS и содержанием суммы каротиноидов в мякоти плодов, а также между экспрессией CCS и содержанием каротиноидов в кожице плодов. Для сортов перца с фиолетовой окраской незрелого плода (Сиреневый куб, Отелло) показана положительная корреляция уровня экспрессии генов CHS, F3'5'H, DFR, ANS и UFGT с содержанием антоцианов в кожице плодов. Таким образом, продемонстрировано, что окраска кожицы и мякоти плодов перца регулируется независимо и определяется соотношением основных типов пигментов и активностью генов их биосинтеза [6].

Важное место в селекционной работе занимают иммунологические исследования по устойчивости культур и новых сортов к заболеваниям, а также защите растений от вредителей и болезней. На основе оценки коллекционного и селекционного материала овощных культур в условиях искусственного заражения, провокационного и естественного инфекционного фонов с помощью методов визуальной и серологической диагностики, биотестирования и электронной микроскопии выделены источники резистентности овощных культур к патогенам.

В 2020 году проведен анализ внутрипопуляционного полиморфизма сортов моркови столовой по устойчивости к возбудителям микозных гнилей корнеплодов. На основании иммунологической оценки *in vitro* выявлен высокий полиморфизм индивидуальной устойчивости генотипов в пределах различных популяций к большинству микромицетов и выделены наиболее устойчивые формы к наиболее опасным видам патогенов. Иммунологический анализ полученного потомства подтвердил высокую эффективность группового отбора на основе комплексной оценки устойчивости индивидуальных маточных корнеплодов в условиях *in vivo* и *in vitro*. Ценные генотипы с высоким уровнем групповой устойчивости включены в селекционный процесс как исходный материал для создания новых линий и гибридов моркови столовой [7].

Выявлены особенности развития вируса обыкновенной мозаики фасоли (*Bean common mosaic virus*) в условиях Московского региона. На характер проявления симптомов и интенсивность поражения растений-индикаторов при биотестировании и образцов фасоли в полевых условиях существенное влияние оказывал температурный фактор, а на степень распространения вируса – количество выпавших осадков. Среди 207 изученных образцов только 6% проявили стабильно высокую устойчивость к BCMV на фоне эпифитотий. Скрининг 30 образцов с различной устойчивостью показал, что рецессивные гены bc-12 и bc-3 присутствуют у большинства из них, а доминантный ген I – только у половины. Наибольшее число образцов имели генотипы I / bc-12 / bc-3 (33 %) и - / bc-12 / bc-3 (47 %), из которых стабильно высокую устойчивость к вирусу проявили только 1/3 образцов. При отсутствии генов I и bc-12

было отмечено сильное поражение растений вирусом. Анализ соответствия по критерию χ^2 выявил более значимое влияние гена bc-12 на степень полевой устойчивости образцов к BCMV. По совокупности всех полученных результатов в качестве исходного материала для создания сортов фасоли овощной спаржевого типа с высокой устойчивостью к BCMV рекомендованы 17 наиболее перспективных коллекционных образцов различного происхождения, пять сортов (Хавская универсальная, Рант, Золушка, Мариинка, Светлячок) и два перспективных сортообразца (СП-232, КП-84) селекции ФГБНУ ФНЦО с комплексом других хозяйственно ценных признаков [8].

Установлена инфицированность посадочного материала чеснока грибами рода *Aspergillus*, ранее не зафиксированной в условиях Московской области. Доля пораженных эксплантов чеснока озимого этим патогеном составила 9,3%, ярового – 8,2%. Наибольшую распространенность получили грибы рода *Fusarium*, доля которых составила в среднем на чесноке озимом 65,6%, на чесноке яровом – 27,6% [9].

Изучены особенности пораженности болезнями сортов и гибридов моркови и свеклы столовой, созданных на Приморской ООС – филиале ФГБНУ ФНЦО, в условиях муссонного климата Дальнего Востока. Проведена оценка устойчивости перспективных сортообразцов моркови и свеклы столовой к грибным и бактериальным заболеваниям в период вегетации (*Alternaria dauci* (Kuhn.) Groves & Skolko, *Cercospora carota* (Pass.) Solh., *Xanthomonas carotae* Dows, листьев свеклы столовой – *Cercospora beticola* Sass) в условиях муссонного климата Дальнего Востока для дальнейшего использования в селекционном процессе. Отмечена прямая зависимость распространенности и степени поражения растений болезнями от количества выпавших осадков и температуры воздуха. Выделены: сорт моркови Лидер и перспективный образец свеклы столовой ПООС 22, которые могут быть использованы в селекционной работе для создания сортов и гибридов с повышенной устойчивостью к инфекционным болезням [10].

Одной из важных теоретических и практических задач, решаемых в учреждении – разработка экологически безопасных средств на основе препаратов, полученных из растений с высоким содержанием биологически активных соединений, обладающих адаптогенными свойствами. Особый интерес представляют вещества, присутствующие в их тканях и определяющие природную устойчивость к патогенам. К соединениям такого рода относятся амарантин и полифенольные соединения. В ФГБНУ ФНЦО разработаны методы их выделения, анализа, изучена возможность применения в сельском хозяйстве для защиты растений. Высокая биологическая активность амарантина, выделенного из *Amaranthus tricolor*, в сочетании с антиоксидантными и антифидантными свойствами, делают его перспективным фактором стрессоустойчивости растений при инвазии паразитическими нематодами. Показаны адаптогенные свойства амарантина в отношении растений томата, зараженных галловой нематодой. В зараженных растениях комплекс защитных механизмов, индуцированных действием экзогенного амарантина, включал стабилизацию фотосинтетических процессов, накопление антиоксидантов-каротиноидов, переключение нециклического транспорта электронов от воды на участке FCI на псевдоциклический, стимуляцию ростовых процес-

сов. Таким образом, амарантин можно рассматривать в качестве нового биогенного индуктора, который в условиях защищенного грунта оказывает протекторный эффект посредством активации общих неспецифических систем стрессорного ответа растения на инвазию фитопатогенов, а также обладает ростостимулирующими свойствами [11].

В конце прошлого столетия в учреждении разработано новое направление исследований в традиционной селекции – создание сортов овощных растений с повышенным содержанием биологически активных веществ и антиоксидантов. В основе этого направления разработана концепция: «Овощные растения – пища и лекарство», связанное с решением фундаментальных и прикладных исследований интенсивно развивающихся, как в нашей страны, так и в мире.

В 2020 году получены результаты применения амарантовой муки в производстве вафельных листов повышенной пищевой ценности. Проведено изучение доли внесения муки из семян амаранта в рецептуру вафельных листов, обеспечивающей одновременное улучшение качества готовых изделий и повышение их питательной ценности [12].

Изучено влияние внекорневого обогащения капусты цветной селенатом натрия на урожайность, пищевую ценность и антиоксидантный статус растений, поскольку обогащение сельскохозяйственных растений селеном считается наиболее перспективным путем решения проблемы дефицита селена среди населения многих стран мира. В ФГБНУ ФНЦО проводятся исследования по изучению закономерностей аккумуляции селена овощными культурами при внекорневом внесении селената натрия и получение функционального продукта с повышенным содержанием селена и других антиоксидантов. Показано, что обогащение селеном растений капусты цветной повышает урожайность в 1,23-1,31 раз, содержание сахаров – в 1,6 раз, аскорбиновой кислоты – 1,52-2,0 раза, но не влияет достоверно на концентрацию полифенолов и уровень жирорастворимых антиоксидантов. Уровень аккумуляции селена снижался в ряду: соцветия > листья > корни. Оптимальным является использование раствора селената натрия в концентрации 50 мг/л, что при потреблении 100 г обогащенной селеном капусты цветной обеспечивает 100% суточной потребности в селене [13].

В ФГБНУ ФНЦО разработан способ обогащения растений кресса селеном. Отличительной особенностью кресса, обогащенного и не обогащенного селеном, является повышенное содержание каротина. Установлена прямая корреляция между содержанием полифенолов и общей антиоксидантной активностью растений ($r=+0,954$, $P<0,01$), а также между содержанием водорастворимых соединений и уровнем накопления нитратов ($r=+0,920$, $P<0,01$). Показано, что потребление 100 г свежих листьев кресса, обогащенного селеном, обеспечивает поступление в организм человека от 50 до 75% суточной потребности человека в селене и от 16 до 20% от суточной потребности калия. Принимая во внимание, что селен, так же, как и калий, нормализует работу сердца, полученный функциональный продукт можно рекомендовать в профилактике кардиологических заболеваний и оптимизации селенового статуса населения [14].

Изучена сохраняемость современных сортов и гибридов моркови столовой в период зимнего хранения в зави-

симости от биохимического состава. Показано, что сохраняемость корнеплодов моркови находится в прямой корреляционной зависимости от содержания сухого вещества ($r=+0,41$), каротиноидов ($r=+0,39$), моносахаров ($r=+0,30$) и суммы сахаров ($r=+0,27$). Проявление серой гнили находится в обратной корреляционной связи с содержанием сухого вещества и каротиноидов ($r=-0,37$ и $r=-0,35$ соответственно), белой парши – в прямой корреляции с содержанием сухого вещества, моносахаров и дисахаров ($r=+0,21$; $r=+0,39$; $r=-0,41$ соответственно), белой гнили в обратной корреляционной связи с содержанием сухого вещества, моносахаров и дисахаров [15].

При сравнительном изучении качества сортов и гибридов свёклы столовой отечественной и зарубежной селекции выявлено существенное преимущество российских сортов свёклы по содержанию сухого вещества, сахаров, бетанина. Лучшими по содержанию сухого вещества оказались российские сорта Бордовая ВНИИО и Русская односемянная, по содержанию сахаров Двусемянная ТСХА и Бордовая ВНИИО, а по содержанию бетанина Двусемянная ТСХА, Бордо 237 и Детройт [16].

Мировой опыт развития растениеводства свидетельствует о том, что в повышении эффективности производства сельскохозяйственной продукции важная роль принадлежит селекции и семеноводству. Сорт является основой технологии и средством повышения величины и качества урожая, что обеспечивает рентабельность сельскохозяйственного производства в целом и овощеводства, в частности. Важным направлением селекции овощных культур на современном этапе является создание новых сортов и гибридов, обладающих комплексной устойчивостью к болезням и абиотическим стрессовым факторам среды при повышении их продуктивности и качества.

В настоящее время селекция капусты проводится с использованием как классических, так и современных методов. Для успешного решения задач по селекции капусты получены линии удвоенных гаплоидов и на их основе созданы гибриды разных разновидностей капусты: белокочанной F_1 Натали, кольраби F_1 Добрыня, брокколи F_1 Спарта. Получено большое разнообразие линий удвоенных гаплоидов по другим разновидностям капусты: краснокочанной, цветной, листовой, которые могут послужить исходным материалом для создания гетерозисных гибридов по этим разновидностям.

На основе ЦМС создан гибрид капусты белокочанной Багира F_1 среднепозднего срока созревания, устойчивый к растрескиванию и фузариозному увяданию, предназначенный для потребления в свежем виде, переработки и для хранения в течение 3-4 месяцев, для выращивания в Нечерноземной зоне РФ. Для условий Приморского края получен сорт капусты белокочанной Легенда Грибова среднепозднего срока созревания, с устойчивостью к длительному переувлажнению почвы, предназначенный для потребления в свежем виде, переработки и хранения.

Для расширения ассортимента овощных культур интродуцируются новые виды и создаются новые сорта культур, ранее неизвестные в широких масштабах. Одной из таких культур для средней полосы РФ является капуста японская (*Brassica rapa* L. subsp. *nipposinica* (L.H. Bailey) Hanelt). В 2020 году создан новый сорт этой культуры Салют Юбилею, благодаря высокому содержанию витамина С и микроэлементов, его можно отнести к продуктам рацио-

нального сбалансированного питания, в том числе диетического [17].

Основными направлениями селекции тыквенных культур являются: пониженная теплотребовательность, высокая урожайность плодов, высокие технологические и вкусовые качества продукции, партенокарпия, устойчивость к болезням. Основным методом селекции – гибридизация и отбор на искусственном и естественном инфекционном фоне, а также использование гетерозиса. При изучении устойчивости огурца (*Cucumis sativus* L.) к пониженной освещенности установлено, что проявление признаков, таких как площадь семядольных и настоящих листьев, содержание хлорофилла и продуктивность растений сортоспецифично. Показано, что площадь семядольных листьев в сильной степени зависит от количества междоузлий ($r=0,7$) и диаметра подсемядольного колена ($r=0,7$); площадь настоящих листьев – длины черешков ($r=0,9$), массы надземной части ($r=0,8$), массы корневой системы ($r=0,9$), диаметра подсемядольного колена ($r=0,8$). Содержание хлорофилла *b* обратно пропорционально длине черешков ($r=-0,7$) и диаметру подсемядольного колена ($r=-0,8$). Выделены партенокарпические гетерозисные гибриды огурца F_1 Пилигрим и F_1 Жар-птица для выращивания в контейнерах в период пониженной освещенности [18].

С 2020 года рекомендованы к использованию на территории РФ два гибрида огурца партенокарпического типа для первого оборота зимних теплиц, малообъемной технологии возделывания – F_1 Вера, F_1 Мурава, которые отличаются раннеспелостью и выносливостью к пониженной освещенности и перепадам температур. Проходит государственное испытание партенокарпический гибрид огурца для зимних теплиц – F_1 Лель с короткими бугорчатыми плодами хороших вкусовых качеств, отличающийся выносливостью к перепадам температур и хорошей завязываемостью плодов [19].

В результате селекционной работы получены: раннеспелый пчелоопыляемый гетерозисный гибрид универсального использования Храбрец F_1 для выращивания в пленочных теплицах, под временными укрытиями и в открытом грунте, устойчивый к оливковой пятнистости (*Ccu*), мучнистой росе (*Px*), толерантен к пероноспорозу (*Pcu*); партенокарпический гетерозисный гибрид универсального использования Метеор F_1 – относительно устойчивый к перепадам температуры, влажности, мучнистой росе, оливковой пятнистости и вирусу огуречной мозаики. Создан сорт кабачка цуккини кустового типа Касатик, предназначенный для промышленного выращивания и переработки. В результате ежегодной оценки родительских форм огурца на естественном инфекционном фоне отобраны образцы с повышенной устойчивостью к пероноспорозу [20].

Изучение каротиноидного состава мякоти тыквы сорта Конфетка показало, что это единственный известный в настоящее время сорт, накапливающий лютеин в мякоти, лютеин и зеаксантин – в кожуре. Содержание лютеина в мякоти тыквы составляло 11 мг/100 г, кожуре – 41,3 мг/100 г, плаценте – 51,2 мг/100 г. Бета-каротин был обнаружен только в плаценте, где его содержание достигало 94,7 мг/100 г. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования всех частей тыквы сорта Конфетка как в пищевой промышленности, так и в производстве детских продуктов питания и БАДов, содержа-

щих лютеин и зеаксантин. Представленные результаты свидетельствуют о перспективности расширенного промышленного производства тыквы Конфетка и разработки технологии выделения чистого лютеина из мякоти, а также разработки технологии переработки кожуры этого сорта с целью применения в пищевой промышленности [21].

Основным направлением исследований по пасленовым культурам является селекция на разнообразие потребительских характеристик с акцентом на улучшенные диетические свойства продукции. Для этой цели в селекционном процессе используются генетические ресурсы дикорастущих сороричей культивируемых видов томата, перца, физалиса, баклажана. Селекционная программа направлена на создание сортов и гибридов пасленовых культур (прежде всего, томата и перца) с повышенным содержанием важных нутриентов, в том числе вторичных метаболитов, обладающих антиоксидантным (противоопухолевым и кардиопротекторным) действием.

Большая работа проводится по селекции томата для защищенного грунта. В 2020 году для выращивания в пленочных теплицах созданы гибриды F_1 томата, относящиеся к группе Биф: Подарок юбилею с крупными плодами малиновой окраски, высокими технологическими качествами и устойчивостью к биотическим стрессорам; Держава – устойчив к кладоспориозу, вирусу мозаики томата, фузариозному увяданию (*Ff*, *ToMV*, *Fol*), среднеустойчив к мучнистой росе (*Oidium neolycopersici*) и гибриды тип черри: Алевтина F_1 , Лейла F_1 , устойчивые к кладоспориозу, фузариозному увяданию, среднеустойчивые к вирусу мозаики томата (*Ff*, *Fol*, *ToMV*).

В последние годы возрос спрос мелкопотоварного производителя на гибриды перца с высокими технологическими качествами и ранней отдачей урожая. Развитие консервной промышленности привело к спросу на гибриды, обладающие большим количеством стандартных плодов, пригодных для консервирования. В результате многолетней селекционной работы создан гибрид перца сладкого F_1 Медок для пленочных теплиц и открытого грунта с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам, высокой продуктивностью, товарностью и технологичностью.

Созданные раннеспелый и высокоурожайный гибрид баклажана F_1 Влас для пленочных теплиц с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам, высокой продуктивностью, товарностью и технологичностью и сорт томата Ангелочек – ультраскороспелый, супердетерминантный, по веерному типу расположения стеблей с комплексом хозяйственно ценных признаков прошли экспертную оценку.

Для условий Западной Сибири создан скороспелый сорт томата Моё солнышко и сорт перца сладкого Хитрая лиса.

Сегодня малообъемная гидропоника как современный и экономически выгодный метод выращивания широко используется для производства овощных культур. Однако для успешного ведения культуры в условиях данной технологии необходимо иметь сорта и гибриды, адаптированные к специфическим условиям выращивания. На основании полученных результатов выделены гибриды томата F_1 Коралловые бусы и F_1 Золотой поток как перспективные для выращивания по гидропонной технологии «Фитопирамида» [22]. Создан раннеспелый, супердетер-

минантный сорт томата Жегалов, предназначенный для технологии вертикального овощеводства.

Большую популярность среди овощных культур имеют столовые корнеплоды: морковь, свекла, редис, редька, репа, пастернак. Созданные селекционерами ФГБНУ ФНЦО сорта и гибриды F₁ показывают хорошие результаты в высокотоварных хозяйствах, применяющих промышленные технологии: сеялки точного высева, полный набор пестицидов для защиты растений, механизированную уборку и предпродажную подготовку. Так, например, у гибридов F₁ моркови Надежда (сортотип Нантская) и Риф (сортотип Шантенэ) урожайность в ООО «Озера» достигает 90 т/га при товарности 85-90%. Эти гибриды отличаются повышенным содержанием каротина, пригодностью к длительному хранению с сохранностью 90-95%, устойчивостью к болезням. По результатам экологического испытания сорт моркови Маргоша предложен для расширения ареала его районирования, так как он не зависимо от зоны возделывания сохраняет урожайность и устойчивость к болезням на высоком уровне. Созданные в лаборатории селекции и семеноводства столовых корнеплодов однодвусемянные сорта свеклы столовой Любава и Гаспадыня и раздельноплодные – Бордо односемянная и Добрыня, позволяют без прореживания формировать оптимальную густоту стояния, благодаря которой достигается высокий уровень урожайности (60-70 т/га), товарности (95-98%) и высокое качество продукции корнеплодов. На салатных линиях – промышленной технологии нового уровня с контролируемым микроклиматом и питанием хорошо показывают себя японская репа сортов Гейша, Снегурочка с салатными листьями и нежной сочной мякотью корнеплода, ультраскороспелые листовые формы Сапфир, Селекта и Бирюза с неопушенной высоковитаминной зеленью, устойчивые к пониженной освещенности в осенне-зимний период [23].

В 2020 году создан новый среднеспелый сорт моркови столовой Астарта (сортотип Шантенэ) с желтой окраской корнеплода. Сорт предназначен для свежего потребления, замораживания, пучковой продукции, с высокими вкусовыми и пищевыми качествами, относительно устойчив к фузариозу, альтернариозу. Содержание лютеина – 3-5 мг%, сахаров – 7-9%. Для Центральной Черноземной зоны получен среднеспелый сорт свеклы столовой Воронежская Юбилейная, устойчивый к цветущности, урожайность – 79-80,8 т/га, товарность – 85-90%, лежкость – 94-98%, пригоден к механизированной уборке.

Основными элементами современной технологии селекции луковых культур являются разработка методических аспектов создания новых сортов и гибридов с признаками скороспелости, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды, лежкости, высоким содержанием сухого вещества и биологически активных веществ. В результате использования классических и современных методов получены: гибрид лука репчатого F₁ Дракон, созданный на основе цитоплазматической мужской стерильности и предназначенный для товарного производства, сорт Афбак с красной окраской сухих чешуй, сорт лука батун Филаделфия, характеризующийся высокой зимостойкостью и ранним отрастанием весной.

Для условий Западной Сибири создан сорт лука шалота универсального назначения – Шаман. Вкус полуострый, содержание в луковицах сухого вещества – 17,74%, в зеленых листьях – 10,99%; содержание витамина С в луковицах

– 11,60 мг%, в зеленых листьях – 48,80 мг%. Сохранность после 9 мес. хранения – 96,1%.

В последние десятилетия требования к новым сортам и гибридам репчатого лука существенно возрастают. Современные сорта и гибриды лука репчатого должны обладать стабильными проявлениями основных хозяйственно ценных признаков при разных условиях выращивания. Приоритетное направление в селекции лука репчатого – не только селекция на продуктивность, но и на скороспелость, пригодность к транспортировке, которые включают в себя комплекс признаков (округлая форма луковицы, её плотность, прочность прикрепления кроющих сухих чешуй). Важный признак – лежкость луковиц при хранении, для чего ведется селекционная работа на высокое содержание сухого вещества и сахарозы.

Создание новых сортов и гибридов зеленых и пряно-вкусовых культур в настоящее время проводится методом аналитической и синтетической селекции с широким привлечением коллекционных образцов и использованием различных методов. Проводится внедрение новых сортов в производство. В 2020 году созданы новые сорта: кориандр Юбиляр для овощного использования с длительным периодом хозяйственной годности и урожайностью зелени 24 т/га при возделывании в открытом грунте; монарда дудчатая Кармелита с комплексом хозяйственно ценных признаков, ценным биохимическим составом и хорошей зимостойкостью в условиях Нечернозёмной зоны; салат кочанной разновидности Селена с комплексом хозяйственно ценных признаков и урожайностью 31 т/га при возделывании в открытом грунте; базилик овощной Каприз для выращивания на зелень в открытом и защищенном грунте.

Получены патенты на сорта: укроп Кулинар, салат листовой Пикник, мята овощная Бригантина.

Проведение производственного и экологического сортоиспытания – один из важнейших заключительных этапов селекционного процесса, необходимый для успешной разработки и практического применения ресурсо-, энергосберегающих, экологически безопасных и экономически эффективных технологий путем повышения их генетического потенциала. Сравнение сортов и гибридов в экологическом испытании в одной почвенно-климатической зоне позволяет выделить лучшие из них и рекомендовать для возделывания в данных условиях. Экологическое испытание 18 образцов репчатого лука отечественной и зарубежной селекции позволило выделить образцы в качестве генисточников хозяйственно ценных признаков: по округлой и округло-плоской форме луковицы – 509-5615, 560-005, Темпазек, Дорота, Денсити, Классика, Хл20/18, Стерон, по желто-коричневой окраске сухих покровных чешуй – 509-5615, 1102-7003, Темпазек, Штуттгартен Ризен, Форвард, по содержанию сухого вещества выше 11,0% – 509-5615, 560-005, Темпазек, Ленинадский кульги, Хл 20/18, Ред барон и Штуттгартен Ризен [24].

Большой объем исследований проведен учеными учреждения по разработке технологий возделывания. Внимание уделяли изучению и освоению способов орошения, отработке агротехники возделывания и применения удобрений. Проведено изучение способов полива для разработки ресурсосберегающих экологически безопасных режимов орошения и применения удобрений при выращивании овощных культур (капуста белокочанная, морковь

столовая, свекла столовая). Доказано, что при умеренном дифференцированном ресурсосберегающем режиме орошения при глубине увлажнения 0,3, 0,4 и 0,4 м по трем межфазным периодам вегетации – 70-80-70% НВ урожайность капусты белокочанной позднеспелой, моркови столовой и свеклы столовой при выращивании с применением дождевания сравнима с урожайностью этих культур, выращиваемых при капельном орошении, однако при капельном орошении затрачивается на 24-50% меньше поливной воды.

При выращивании капусты белокочанной позднеспелой можно применять как дождевание, так и капельное орошение, однако дождевание применять целесообразнее, поскольку такой способ орошения увлажняет и охлаждает воздух около растений, при разрастании растение листьями хорошо собирает воду и направляет к корню. К тому же рассадный способ ее возделывания при схеме 70х40 затрудняет раскладку капельных линий после посадки рассады, а также демонтаж многоразовой системы капельного орошения после уборки кочанов из-за остающихся в почве наружных кочерыг с листьями. Для моркови столовой и свеклы столовой, возделываемых как на ровной поверхности, так и на гребнях (грядках), рекомендуется применять капельное орошение, дающее возможность экономить воду, а при фертигации с малыми нормами полива под корень экономить и минеральные удобрения [25].

Разработана технология производства рассады огурца кассетным способом с использованием гидрогеля и регуляторов роста в условиях пленочных теплиц с последующим выращиванием на капельном орошении в открытом грунте. Показано, что внесение гидрогеля в рассадную смесь, повышает вегетативную массу растений и увеличивает массу корневой системы, что является одним из наиболее важных показателей качества рассады. Прибавка урожая к типовой технологии составила: по регуляторам роста - до 29,6%, гидрогелю (внесение 10% и 20%) соответственно 29,1% и 38,5%.

Оптимизированы элементы технологии производства лука-репки в однолетней культуре, включающие предпосевную обработку семян смесью ризосферных ассоциативных бактерий, нормы и сроки внесения бактерий совместно с минеральными удобрениями, нормы и сроки внесения фунгицидов, обеспечивающие урожайность 70–80 т/га на аллювиальных луговых почвах Нечерноземной зоны. Внесение смеси ризосферных ассоциативных бактерий препаратов БисолбиСан (штамм *Bacillus subtilis* Ч-13), Азотовит (штамм *Azotobakter chroococcum*) и Фосфатовит (штамм *Bacillus mucilaginosus*) суммарными дозами, л/га: 20,0; 60,0; 70,0; 80,0; 90,0; совместно с минеральными подкормками на луке в однолетней культуре обеспечивает прибавку урожайности до 20% [26].

На филиалах ФГБНУ ФНЦО, расположенных в различных почвенно-климатических условиях, заложены стационары по изучению взаимодействия факторов управления плодородием почв и продуктивностью овощных культур в агроценозах (севооборот, системы обработки почв, удобрений и защиты растений).

Показано, что длительное (30 лет) использование выщелоченного чернозема под пашню в овощном севообороте при органической системе удобрения (40 т/га навоза ежегодно) приводит к увеличению гумусированно-

сти почвы (+8.6% отн.) и минимизирует подкисление почвы, обогащает ее подвижными фосфатами. Органоминеральная система удобрения способствует сохранению гумуса в почве на близком к исходному уровню (–0.3% отн.), а также улучшает фосфатное и калийное состояние. Минеральная система удобрения не уступает органической в обогащении почвы подвижным фосфором и калием, но значительно подкисляет почву и не способствует сохранению гумуса.

На Западно-Сибирской овощной опытной станции – филиале ФГБНУ ФНЦО разрабатываются агротехнические параметры, и изучается комплекс машин для разработки элементов ресурсосберегающей технологии промышленного выращивания моркови столовой нового сорта Боярыня, обеспечивающих получение высоких урожаев. В результате проведенных исследований 2020 года установлено, что коэффициент структурности почвы находился в диапазоне от 1,22 до 1,65, что соответствует хорошему и отличному агрегатному состоянию. Наилучший показатель 1,65 отмечен на опыте с предпосевной обработкой почвы фрезой. Оптимальная глубина заделки семян 2-3 см, которая способствует формированию стандартного корнеплода, соответствующего биологическим параметрам сорта Боярыня. Наилучшая густота стояния растений, наивысшая урожайность, получена при посеве 25 мая в опытах с предпосевной обработкой почвы культиватором и фрезой.

При возделывании культуры томата на обыкновенных черноземах Ростовской области в условиях капельного орошения выявлена высокая эффективность применения основного удобрения и подкормок водорастворимыми удобрениями, что повышало урожайность плодов фактически в три раза (до 98-103 т/га, доля стандартных плодов 98%). Количество плодов на растении увеличилось более чем в два раза. Использование для корневой подкормки растений водорастворимого удобрения «Мастер» с различным соотношением питательных элементов по основным фазам вегетации увеличило урожайность томата на 15-21%. Применение изучаемых агротехнических приемов не ухудшало качество плодов томата, продукция экологически безопасна для потребителей [27].

На Быковской бахчевой селекционной опытной станции – филиале ФГБНУ ФНЦО разрабатываются новые агротехнические приемы и совершенствуются технологии возделывания бахчевых культур, обеспечивающие получение стабильной урожайности с высоким качеством плодов. Выявлено преимущество способа применения регуляторов роста на вегетирующих растениях по сравнению с обработкой семян перед посевом, при этом урожайность арбуза увеличивается на 6-21%, у дыни – на 5,7-22,6%. Исследованиями выявлено, что использование водорастворимого удобрения Хакафос (0,9) увеличивает урожайность арбуза столового на 17,3-20,2% по сравнению с другими изучаемыми вариантами, и на 35,4% больше, по сравнению с контролем (без обработок). Аналогичные данные были получены у дыни, в данном варианте урожайность увеличилась на 5,4-26,2% по сравнению с другими вариантами и в 1,8 раза – по сравнению с контролем. Установлен также достаточно высокий эффект применения аминокислотных удобрений Агровин и регулятора роста Вигор Форте. Сравнительный анализ качественных характеристик изучаемых сидератов показал преимущество сидерата рожь озимая. С использованием данного

сидерата были получены максимальные значения по надземной массе, корневой массе, количества пожнивных остатков, показателя дыхания почвы.

Кроме того, проведено изучение влияния способов хранения на сохранность овощной продукции. Сотрудниками Западно-Сибирского филиала показано, что лучшим способом хранения моркови является хранение в полиэтиленовых мешках с присыпкой корнеплодов древесными опилками слоем 2 см, что подтверждается высоким выходом товарных корнеплодов от общей массы – 96,3% [28].

В последние годы в Российской Федерации отмечается положительная динамика роста объемов производства съедобных грибов. Во ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО проведено изучение плодоношения шампиньона при укрытии субстрата покровным грунтом. Показано, что слой покровного материала предохраняет верхнюю часть субстрата от испарения, от проникновения воды в субстрат при поливах, исключая отрицательный эффект при контакте мицелия шампиньона с водой. В покровном материале создаются соответствующие условия для активной жизнедеятельности различных групп микроорганизмов, способствующих образованию плодовых тел шампиньона. Материал для приготовления покровной почвы – торф, переходный или низинный. Азотсодержащая добавка позволяет существенно повысить уровень урожайности шампиньона, который по сравнению с контролем (без применения добавки) увеличивается в среднем от 12 до 42%. При этом уровень рентабельности производства достигает 82% [29].

В ФГБНУ ФНЦО много внимания уделяется решению научных и технологических аспектов семеноводства. Изучаются биологические особенности семенных растений различных сортов и линий овощных культур и на их

основе разрабатываются и совершенствуются технологии семеноводства. Изучаются различные аспекты семеноводства, как основы семеноводства. Изучена степень изменчивости линейных параметров морфологических элементов семян овощных культур аниса обыкновенного Витязь и тмина обыкновенного Пересвет селекции ФГБНУ ФНЦО. Максимальный уровень вариативности у обеих культур отмечен для размера семени. Согласно полученным данным семена тмина сорта Пересвет следует отнести к третьему классу, аниса сорта Витязь – к четвертому классу, имеющим более крупные относительно эндосперма зародыши. Тесная корреляционная связь отмечена у аниса ($r=0,912$) и тмина ($r=0,876$) только между длиной семени и длиной эндосперма. Значение коэффициента корреляции (r) между линейными размерами семени и зародыша составляло 0,195 – у аниса и 0,229 – у тмина, а между длиной эндосперма и длиной зародыша соответственно – 0,237 и 0,214. Коэффициенты корреляции (r) между индексом $I_{З/Э}$ и линейными размерами семени, эндосперма и зародыша имели низкие отрицательные значения от -0,221 до -0,345. Данные по полиморфизму семян будут использованы для повышения семенной продуктивности и оптимизации семеноводческих параметров в процессе выращивания. Выработанные принципы оценки и отбора выравненных фракций по морфологическим признакам, корреляционно связанным с высокими посевными и продуктивными качествами являются основой процесса доработки семян в послеуборочный период [30].

В целом следует отметить, что в ФГБНУ ФНЦО все исследования направлены на разработку и усовершенствование приемов селекции и семеноводства овощных культур, создание новых селекционных достижений и разработку сортовых технологий их возделывания.

Об авторах:

Виктор Федорович Пивоваров – доктор с.-х. наук, академик РАН, научный руководитель, pivovarov@vniissok.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9522-8072>

Алексей Васильевич Солдатенко – доктор с.-х. наук, чл.-корр. РАН, гл.н.с., alex-soldat@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9492-6845>

Ольга Николаевна Пышная – доктор с.-х. наук, pishnaya_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9744-2443>

Любовь Кирилловна Гуркина – кандидат с.-х. наук, <https://orcid.org/0000-0002-8384-2857>

About the authors:

Victor F. Pivovarov – Doc. Sci. (Agriculture), Academician of RAS, Scientific Director, pivovarov@vniissok.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9522-8072>

Alexey V. Soldatenko – Doc. Sci. (Agriculture), corresponding member RAS, Chief Scientist, Director, alex-soldat@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9492-6845>

Olga N. Pyshnaya – Doc. Sci. (Agriculture), pishnaya_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9744-2443>

Lyubov K. Gurkina – Cand. Sci. (Agriculture), <https://orcid.org/0000-0002-8384-2857>

• Литература

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Официальные сетевые ресурсы Президента России. Москва, 2020. Доступно: <http://kremlin.ru/acts/news/62627>
2. Домблides Е.А., Белов С.Н., Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф. Получение удвоенных гаплоидов огурца (*Cucumis sativus* L.). *Овощи России*. 2019;(5):3-14. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-5-3-14>
3. Shumilina D, Kornukhin D, Dombldes E, Soldatenko A, Artemyeva A. Effects of Genotype and Culture Conditions on Microspore Embryogenesis and Plant Regeneration in *Brassica rapa* ssp. *rapa* L. *Plants*. 2020;9(2):278. <https://doi.org/10.3390/plants9020278>
4. Козарь Е.В., Домблides Е.А., Солдатенко А.В. Факторы, влияющие на получение ДН-растений в культуре микроспор *in vitro* редиса европейского. *Вавилонский журнал генетики и селекции*. 2020;24(1):31-39. <https://doi.org/10.18699/VJ20.592>
5. Домблides А.С., Бондарева Л.Л., Пивоваров В.Ф. Оценка генетического разнообразия образцов капусты кочанной (*Brassica oleracea* L.) с использованием SSR маркеров. *Сельскохозяйственная биология*. 2020;55(5):890-900. doi: 10.15389/agrobiology.2020.5.890rus
6. Филишин М.А., Джос Е.А., Щенникова А.В., Кочиева Е.З. Зависимость окраски плодов перца от соотношения основных пигментов и профиля экспрессии генов биосинтеза каротиноидов и антоцианов. *Физиология растений*. 2020;67(6):644-653. DOI: 10.31857/S0015330320050048
7. Козарь Е.В., Енгальчева И.А., Ветрова С.А., Мухина К.С., Вюртц Т.С., Степанов В.А., Маркарова А.Э. Анализ внутривидового полимор-

- физма сортов моркови столовой по устойчивости к возбудителям микозных гнилей корнеплодов. *Овощи России*. 2020;(3):81-87. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-81-87>
8. Енгальчева И.А., Козарь Е.В., Домблides А.С., Антошкин А.А., Пивоваров В.Ф., Ушаков А.А., Ушаков В.А. Особенности развития вируса обыкновенной мозаики фасоли (*Potyvirus, Potyviridae*) в условиях Московского региона и исходный материал для селекции на устойчивость. *Сельскохозяйственная биология*. 2020;55(5):901-919. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.5.901rus
9. Муравьева И.В., Азопкова М.А., Поляков А.В. Выявление инфекций в посадочном материале чеснока озимого *in vitro*. *Картофель и овощи*. 2020;10:20-22. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.31.13.002>
10. Ванюшкина И.А., Михеев Ю.Г., Леунов В.И. Особенности пораженности болезнями сортов и гибридов моркови и столовой свеклы, созданных на Приморской ООС, в условиях муссонного климата Дальнего Востока. *Картофель и овощи*. 2020;10:29-32. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.77.81.005>
11. Гинс М.С., Гинс В.К., Кононов П.Ф., Удалова Ж.В., Зиновьева С.В. Действие амарантина на стрессоустойчивость томатов (*Lycopersicon esculentum* Mill.), инвазированных галловой нематодой (*Meloidogyne incognita*). *Сельскохозяйственная биология*. 2020;55(1):97-106. doi: 10.15389/agrobiology.2020.1.97rus
12. Скобельская З.Г., Балыхин М.Г., Хасанова С.Д., Гинс М.С. Применение амарантовой муки в производстве вафельных листов повышенной пищевой ценности. *Достижения науки и техники АПК*. 2020;34(6):92-96. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10618

13. Антошкина М.С., Голубкина Н.А., Бондарева Л.Л. Влияние внекорневого обогащения капусты цветной селенатом натрия на урожайность, пищевую ценность и антиоксидантный статус растений. *Овощи России*. 2020;(3):63-68. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-63-68>
14. Харченко В.А., Голубкина Н.А., Молдован А.И., Карузо Д. Обогащение кервеля селеном. *Овощи России*. 2021;(1):79-86. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-79-86>
15. Янченко Е.В. Сохраняемость современных сортов и гибридов моркови столовой и ее зависимость от биохимического состава. *Картофель и овощи*. 2020;10:16-19. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.48.63.001>
16. Фильрозе Н.А., Бебрис А.Р., Борисов В.А., Васючков И.Ю. Оценка качества сортов и гибридов свеклы столовой. В сборнике: Доклады ТСХА. 2020: 22-25.
17. Бондарева Л.Л., Минейкина А.И., Паслова Т.О., Молчанова А.В., Паслова Н.О. Капуста японская: особенности морфологических и биохимических показателей селекционного сортаобразца. *Овощи России*. 2020;(6):62-66. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-62-66>
18. 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.2020.21.99.006>
19. Коротцева И.Б. От Грибовской станции до Федерального научного центра овощеводства: этапы развития и достижения лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур. *Известия ФНЦО*. 2020;1:92-101. DOI: 10.18619/2658-4832-2020-1-92-101
20. Коротцева И.Б. Устойчивость огурца к ложной мучнистой росе в условиях Нечерноземной зоны РФ. *Овощи России*. 2020;(6):116-119. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-116-119>
21. Голубкина Н.А., Химич Г.А., Антошкина М.С., Плотникова У.Д., Надежкин С.М., Коротцева И.Б. Особенности каротиноидного состава тыквы Конфетка, перспективы использования. *Овощи России*. 2021;(1):111-116. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-111-116>
22. Ерошевская А.С., Терешонкова Т.А. Оценка гибридов томата групп черри и коктейль при разработке модели гибрида для малообъемной технологии «Фитопирамида». *Картофель и овощи*. 2020;11:37-40. DOI: 10.25630/PAV.2020.96.70.005
23. Ветрова С.А., Вюртц Т.С., Заячковская Т.В., Степанов В.А. Современное состояние рынка овощных корнеплодов в РФ и пути решения проблемы продовольственной безопасности. *Овощи России*. 2020;(2):16-22. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-16-22>
24. Давлетбаева О.Р., Ибрагимбеков М.Г., Ховрин А.Н., Рубцов А.А. Экологическое испытание образцов репчатого лука отечественной и зарубежной селекции в однолетней культуре в условиях Московской области. *Картофель и овощи*. 2020;10:37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.70.29.007>
25. Меньших А.М. Сравнительная эффективность капельного орошения и дождевания при выращивании овощных культур в Подмосковье. *Орошаемое земледелие*. 2020; 1:42-45. DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-9
26. Иркв И.И., Ибрагимбеков М.Г., Заплаткин А.Н., Багров Р.А. Оптимизация элементов технологии производства лука – репки в однолетней культуре в условиях НЧЗ. *Картофель и овощи*. 2021;3:25-28. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.39.61.001>
27. Соснов В.С., Рубцов А.А., Борисов В.А., Меньших А.М. Комплексное действие минерального питания и капельного орошения на продуктивность томата. *Картофель и овощи*. 2020;12:12-14. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.20.75.002>
28. Кузнецова Т.А., Кашнова Е.В., Завалишина О.М. Влияние способов хранения на сохраняемость корнеплодов моркови столовой. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2020;2(184):45-51.
29. Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Д., Дугуниев Л.Г. Плодоношение шампиньона при укрытии субстрата покровным грунтом. *Картофель и овощи*. 2020;(4):22-25. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.36.20.008>
30. Бухаров А.Ф., Харченко В.А., Еремина Н.А. Полиморфизм морфометрических параметров семян аниса обыкновенного и тмина обыкновенного. *Овощи России*. 2020;(3):47-50. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-47-50>
7. Kozar E.G., Engalycheva I.A., Vetrova S.A., Muhina K.S., Vjurtts T.S., Stepanov V.A., Markarova A.E. Analysis of intrapopulation polymorphism of table carrot varieties for resistance to mycotect rot pathogens of root crops. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(3):81-87. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-81-87>
8. Engalycheva I.A., Kozar E.G., Domblides A.S., Antoshkin A.A., Pivovarov V.F., Ushakov A.A., Ushakov V.A. Development peculiarities of bean common mosaic virus (Potyvirus, Potyviridae) in Moscow region and initial material for resistance breeding. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]*. 2020;55(5):901-919. (In Russ.) DOI: 10.15389/agrobiology.2020.5.901rus
9. Muraveva I.V., Azopkova M.A., Polyakov A.V. Detection of infections in planting material of winter garlic *in vitro*. *Potato and vegetables*. 2020;10:20-22. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.31.13.002>
10. Vanyushkina I.A., Mikheev Yu.G., Leunov V.I. Features of disease affected varieties and hybrids of carrots and beets created in the Primorsky vegetable experimental station in the monsoon climate of the far east. *Potato and vegetables*. 2020;10:29-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.77.81.005>
11. Gins M.S., Gins V.K., Kononov P.F., Udolova Zh.V., Zinov'eva S.V. The effect of amaranthine on the stress-resistance of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) invaded by the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*. 2020;55(1):97-106. (In Russ.) doi: 10.15389/agrobiology.2020.1.97rus
12. Skobelskaya Z.G., Balykhin M.G., Khasanova S.D., Gins M.S. Application of amaranth flour in the production of waffle sheets of high nutritional value. *Achievements of Science and Technology of AICIS*. 2020;34(6):92-96. (In Russ.) DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10618
13. Antoshkina M.S., Golubkina N.A., Bondareva L.L. Effect of foliar sodium selenite biofertilization on cauliflower yield, nutritional value and antioxidant status. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(3):63-68. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-63-68>
14. Kharchenko V.A., Golubkina N.A., Moldovan A.I., Caruso G. Biofortification of chervil with selenium. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):79-86. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-79-86>
15. Yanchenko E.V. Persistence of modern varieties and hybrids of carrots and its dependence on the biochemical composition. *Potato and vegetables*. 2020;10:16-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.48.63.001>
16. Filroze N.A., Bebris A.R., Borisov V.A., Vasyuchkov I.Yu. Evaluation of the quality of varieties and hybrids of canteen beet. In the collection: Reports of the TSKHA. 2020: 22-25.
17. Bondareva L.L., Mineykin A.I., Paslova T.O., Molchanova A.V., Paslova N.O. Japanese cabbage: features of morphological and biochemical parameters of a promising sample. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(6):62-66. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-62-66>
18. Chistyakova L.A., Baklanova O.V., Khovrin A.N., Kornev A.V. Evaluation of heterosis cucumber hybrids adaptability in low light period. *Potato and vegetables*. 2020;8:37-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.21.99.006>
19. Korotseva I.B. From Gribovskaya station to Federal scientific vegetable center: stages of development and achievements of laboratory of selection and seed production of pumpkin crops. *News of FSVC*. 2020;(1):92-101. (In Russ.) DOI: 10.18619/2658-4832-2020-1-92-101
20. Korotseva I.B. Cucumber resistance to downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in the Non-Black earth zone of the Russian Federation. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(6):116-119. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-116-119>
21. Golubkina N.A., Khimich G.A., Antoshkina M.S., Plotnikova U.D., Nadezhkin S.M., Korotseva I.B. Peculiarities of pumpkin carotenoid composition 'Konfетка' variety, prospects of utilization. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):111-116. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-111-116>
22. Eroshevskaya A.S., Tereshonkova T.A. Cherry and cocktail tomato hybrids evaluation for hybrid modeling for low-volume technology «Fitopiramide». *Potato and vegetables*. 2020;11:37-40. (In Russ.) DOI: 10.25630/PAV.2020.96.70.005
23. Vetrova S.A., Vjurtts T.S., Zayachkovskaya T.V., Stepanov V.A. Current state of the vegetable root crop market in the Russian Federation and ways to solve the problem of food security. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(2):16-22. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-16-22>
24. Davletbaeva O.R., Ibragimbekov M.G., Khovrin A.N., Rubtsov A.A. Ecological testing of samples of onion of domestic and foreign selection in annual culture in the conditions of the Moscow region. *Potato and vegetables*. 2020;(10):37-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.70.29.007>
25. Menshikh A.M. Comparative efficiency of drip irrigation and sprinkler irrigation when growing vegetables in the Moscow region. *Irrigated agriculture*. 2020;(1):42-45. (In Russ.) DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-9
26. Irkov I.I., Ibragimbekov M.G., Zaplatkin A.N., Bagrov R.A. Optimization of onion production technology under annual growing in non-chernozem zone. *Potato and vegetables*. 2021;(3):25-28. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.39.61.001>
27. Sosnov V.S., Rubtsov A.A., Borisov V.A., Menshikh A.M. Complex effect of mineral nutrition and drip irrigation on tomato productivity. *Potato and vegetables*. 2020;(12):12-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.20.75.002>
28. Kuznetsova T.A., Kashnova E.V., Zavalishina O.M. The influence of a storage technique on garden carrot root storability. *Altai State Agrarian University Bulletin*. 2020;2(184):45-51. (In Russ.)
29. Devochkina N.L., Nurmetov R.D., Duguniev L.G. Mushroom fruiting when covering the substrate with a cover soil. *Potato and vegetables*. 2020;(4):22-25. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.36.20.008>
30. Bukharov A.F., Kharchenko V.A., Eremina N.A. Polymorphism of morphometric parameters of seeds common anise and cumin. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(3):47-50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-47-50>

References

1. Russia's Food Security Doctrine approved. Official Internet Resources of the President of Russia. Moscow, 2020. Available from: <http://kremlin.ru/acts/news/62627>
2. Domblides E.A., Belov S.N., Soldatenko A.V., Pivovarov V.F. Production of Doubled Haploids in cucumber. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(5):3-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-5-3-14>
3. Shumilina D., Kornyukhin D., Domblides E., Soldatenko A., Artemyeva A. Effects of genotype and Culture Conditions on Microspore Embryogenesis and Plant Regeneration in *Brassica rapa* ssp. *rapa* L. *Plants*. 2020;9(2):278. (PubMed) <https://doi.org/10.3390/plants9020278>
4. Kozar E.V., Domblides E.A., Soldatenko A.V. Factors affecting DH plants in vitro production from microspores of European radish. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;24(1):31-39. (In Russ.) <https://doi.org/10.18699/VJ20.592>
5. Domblides A.S., Bondareva L.L., Pivovarov V.F. Assessment of genetic diversity among headed cabbage (*Brassica oleracea* L.) accessions by SSR markers. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]*. 2020;55(5):890-900. (In Russ.) doi: 10.15389/agrobiology.2020.5.890rus
6. Filyushin M.A., Jos E.A., Shchennikova A.V., Kochieva E.Z. Dependence of the color of pepper fruits on the ratio of the main pigments and the expression profile of genes for the biosynthesis of carotenoids and anthocyanins. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2020;67(6):644-653. (In Russ.) DOI: 10.31857/S0015330320050048

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-24-28>
УДК 635.25/.26:631.52

Л.В. Кривенков, А.Ф. Агафонов,
В.В. Логунова, Т.М. Середин

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение
"Федеральный научный центр овощево-
дства" (ФГБНУ ФНЦО)
143072, Россия, Московская область,
Одинцовский р-н,
пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Кривенков Л.В., Агафонов
А.Ф., Логунова В.В., Середин Т.М. Состояние
и основные направления селекции луковых
культур ФГБНУ ФНЦО. *Овощи России*.
021;(3):24-28. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-24-28>

Поступила в редакцию: 26.05.2021

Принята к печати: 09.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

Leonid V. Krivenkov,
Alexander F. Agafonov,
Valentina V. Logunova,
Timofey M. Seredin

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

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

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

For citations: Krivenkov L.V., Agafonov A.F.,
Logunova V.V., Seredin T.M. The state and main
directions of onion crop breeding of FSBSI
FSVC. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):24-
28. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-24-28>

Received: 26.05.2021

Accepted for publication: 09.06.2021

Accepted: 25.06.2021

Состояние и основные направления селекции луковых культур ФГБНУ ФНЦО



Резюме

В статье представлена информация о направлениях исследований, результаты работы и достижения по селекции луковых культур в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении "Федеральный научный центр овощеводства". Даны краткие исторические сведения о работе выдающихся учёных заведовавших лабораторией – В.В. Ордынского, А.Д. Плинка, И.И. Ершова, А.Ф. Агафонов. В настоящее время для промышленного производства требуются новые, отвечающие всем требованиям сорта и гибриды луковых культур отечественной селекции. В ФГБНУ ФНЦО ведется работа по изучению селекционного материала луковых культур и выделение перспективного с комплексом хозяйственно ценных признаков для создания принципиально новых, конкурентоспособных сортов и гибридов для различных зон Российской Федерации. Селекция отдельных видов луков ведется: лук репчатый – на раннеспелость, стабильно высокую урожайность, высокие показатели содержания сухого вещества (17-22%), лежкость, устойчивость к пероноспорозу, шейковой и бактериальной гнилям, с различной нормой реакции на долготу дня, для озимой и яровой культуры, в севочной культуре – с холодным способом хранения севка, хорошей лёжкости; многолетние луки – зимостойкость, высокая продуктивность зелёной массы, высокое содержание биологически активных веществ и высокая устойчивость к болезням; чеснок озимый – зимостойкость, урожайность, устойчивость к фузариозу и бактериозу, лежкость в период хранения; чеснок яровой – высокий выход крупных зубков, высокая лежкость; лук шалот – ультраскороспелость, высокая продуктивность, лежкость в период хранения. Результатами многолетней работы ФНЦО стали 140 сортов по 16 видам луковых культур различного направления использования. Созданы и переданы на Государственное сортоиспытание в 2020 году современные сорта лука репчатого для промышленного выращивания: F₁ Дракон, АФБАК.

Ключевые слова: ФГБНУ ФНЦО, луковые культуры, селекция, направления селекции, сорта, гибриды F₁, достижения

The state and main directions of onion crop breeding of FSBSI FSVC

Abstract

The article presents information about the research directions, the results of work and achievements in the selection of onion crops in the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center". Brief historical information is given about the work of the outstanding scientists who headed the laboratory – V.V. Ordynsky, A.D. Plinka, I. I. Yershov, A.F. Agafonov. At present, new varieties and hybrids of onion crops of domestic selection that meet all the requirements are required for industrial production. The FSBSI FSVC is working on studying the breeding material of onion crops and identifying promising ones with a complex of economically valuable characteristics for creating fundamentally new, competitive varieties and hybrids for various zones of the Russian Federation. Selection of individual types of bows is carried out: onions – for early maturation, consistently high yield, high dry matter content (17-22%), keeping quality, resistance to peronosporosis, cervical and bacterial rot, with a different rate of reaction to the length of the day, for winter and spring crops, in sowing culture – with a cold method of storing sowing, good keeping quality; perennial onions – winter hardiness, high productivity of green mass, high content of biologically active substances and high resistance to diseases; winter garlic – winter hardiness, yield, resistance to fusarium and bacteriosis, keeping quality during storage; spring garlic – high yield of large cloves, high shelf life; shallots – ultra-fast ripeness, high productivity, keeping quality during storage. The results of the long-term work of the FSVC were 140 varieties of 16 types of onion crops of various uses. Modern varieties of onion for industrial cultivation were created and submitted to the State Variety Testing in 2020: F₁ Drakon, AFBAC.

Keywords: FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, onion crops, breeding, breeding directions, varieties, F₁ hybrids, achievements

Род луковых – один из наиболее многочисленных и разнообразных. Это и лук репчатый, и чеснок, многолетние зеленные луки, луки декоративные и большое количество дикорастущих видов.

В разное время в России изучению биологии развития луковых растений и их агротехнике посвящали В.В. Ордынский, Н.Н. Тимофеев, А.Н. Харузин, В.И.Эдельштейн, Н.А. Палилов, Ф.Э. Реймерс, М.В. Алексеева, А.А. Казакова, И.И. Ершов, А.В., Кузнецов, В.А. Комиссаров, А.Д. Плинка, М.Ф. Перегудт, П.М. Эренбург и др. [1].

В 2021 году исполнилось 100 лет, как была начата работа с луковыми культурами на Грибовской станции (ныне – ФГБНУ ФНЦО). В период с 1921 по 1937 годы заведующим лабораторией луковых культур профессором Владимиром Васильевичем Ордынским, первым помощником С.И. Жегалова, была изучена обширная коллекция русских местных острых сортов лука репчатого, чеснока, велась их практическая селекция по улучшению. В это время введены в культуру многолетние луки – батун и шнитт, получены первые в России межвидовые гибриды *Allium cepa* L. и *Allium fistulosum* L.

С 1937 по 1958 год работа с луковыми культурами была продолжена заведующей Альвиной Давидовной Плинкой. В тяжелые годы Великой Отечественной войны под её руководством были выведены сорта лука репчатого Однолетний грибовский 702 и Даниловский 301 с высокой урожайностью, отличными вкусовыми качествами, пригодные для выращивания в однолетней культуре и из севка.

С 1958 по 1984 годы под руководством Ивана Ивановича Ершова, более 40 лет посвятившего селекции луковых культур, была продолжена работа по улучшению местных сортов лука репчатого, возобновлены исследования по межвидовой гибридизации, разработаны методические, теоретические и практические вопросы по луковым культурам.

С 1984 года Александром Фёдоровичем Агафоновым успешно ведется работа по решению многих задач, поставленных перед селекционно-семеноводческой наукой [2]. Среди многочисленных видов луковых культур наибольшее распространение в мире получил лук репчатый.

В настоящее время площади луковых культур в мире составляют 7,047 млн га, в т.ч. лук репчатый – 5,192 млн га, чеснок – 1,634 млн га, прочие – 220 тыс. га (ФАО, 2019). В разрезе стран наибольшие площади под луком репчатым в Индии – 1,22 млн га (23,5% мировых площадей), под чесноком – в Китае 834,2 тыс. га (51,0% мировых площадей), под зеленым луком – в Китае 30,5 тыс. га.

Валовое производство лука репчатого в мире составляет 99,96 млн т, чеснока – 30,7 млн т, зеленого лука – 4,49 млн т. На первом месте Китай: лук репчатый – 24,96 млн т (25,0%), чеснок – 23,305 млн т (76,2%), зеленый лук – 1,107 млн т (24,7% мирового

производства). Урожайность лука репчатого в мире – 19,2 т/га, в Ю. Корею – 73,2 т/га, чеснока в мире – 18,7 т/га, в Китае – 27,9 т/га. При этом производство лука репчатого на душу населения: в мире составляет 12,87 кг, а чеснока – 3,95 кг, зеленого лука – 0,57 кг при норме потребления 10-12 кг, 4 кг и 2 кг в год, соответственно на человека (по данным Института питания АМН).

Для решения поставленных задач в мировой практике привлекаются технологические ресурсы и научный потенциал не только внутри конкретной страны, но и между странами [3].

При этом:

- первостепенное внимание уделяется сбору, изучению, сохранению и селекционному использованию генетических ресурсов;

- постоянный цитогенетический, морфофизиологический, биохимический анализ и контроль исходного материала;

- повсеместное использование в селекции сельскохозяйственных растений молекулярных маркеров, как в селекции на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам, гетерозисной селекции, так и на качество (содержание антиоксидантов) [4,5,6];

- массовое использование различных биотехнологических методов для получения и ускоренного размножения исходного материала.

Для решения проблемы продовольственной безопасности Российской Федерации большая роль отводится импортозамещению семенного материала отечественными конкурентоспособными сортами и гибридами сельскохозяйственных растений, в т.ч. овощными культурами.

В государственном реестре селекционных достижений на 2020 год зарегистрировано 691 сорт и гибрид луковых культур. Из них на ФНЦО приходится 140 сортов и гибридов (рис.1).

Не смотря на значительное количество сортов ФНЦО в реестре, на практике нашла своё применение лишь небольшая их часть. По объёму реализованных семян выделяются сорта лука репчатого – Мячковский

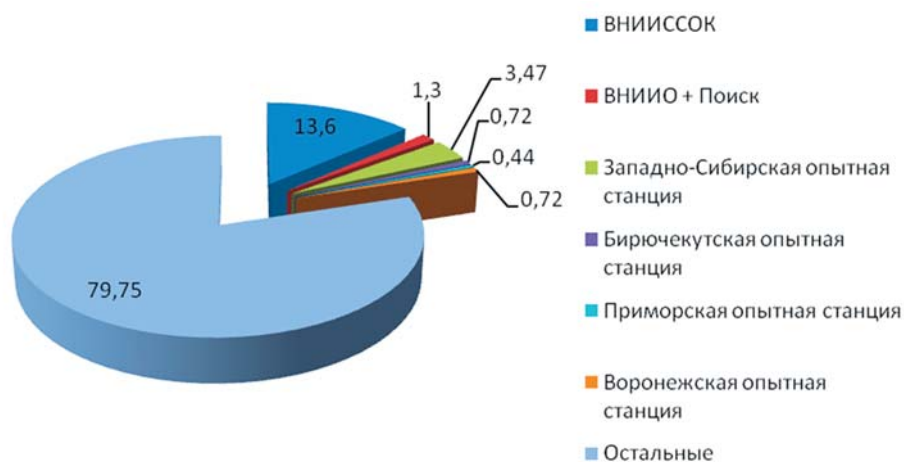


Рис.1. Доля селекционных достижений ФНЦО, включенных в Госреестр РФ на 2020 год, %
Fig. 1. The share of selection achievements of included in the State Register of the Russian Federation for 2020, %

300, Черный принц, Глобус, Ледокол, Колобок, Золотничок, Стригуновский местный, Однолетний Хавский, Форвард, лук батун – Русский зимний, Троица, Премьера, лук порей – Премьер, лук алтайский – Альвес, лук душистый Априор.

В настоящее время для производства требуются новые, отвечающие всем требованиям сорта и гибриды луковых культур.

В ФГБНУ ФНЦО ведется работа по изучению селекционного материала луковых культур и выделение перспективного с комплексом хозяйственно ценных признаков для создания принципиально новых, конкурентоспособных сортов и гибридов для различных зон Российской Федерации.

В селекции луковых культур ФНЦО основными направлениями являются:

- селекция на выравненность по морфологическим признакам, в том числе путем создания гетерозисных гибридов F₁ [7];
- использование межвидовой гибридизации с целью передачи нужных признаков и свойств;
- на транспортабельность и лежкость продукции;
- на скороспелость и дружность созревания;
- на качество овощной продукции (высокое содержание БАВ, антиоксидантов и т.д.) [8];
- на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам [9];
- введения в культуру новых видов [10];
- работа, направленная на создание сортов чеснока озимого с семенным воспроизводством.

В селекционной работе задействованы методы, включающие традиционные и более современные (биотехнологические, молекулярные и т.д.) [4].

В последние годы в лаборатории селекции и семеноводства луковых культур головного учреждения ФНЦО все больше уделяется внимание направлениям, связанным с качеством продукции [9], это сбалансированное содержание биогенных макро- и микроэлементов, пониженное содержание токсичных. Сложная экологическая обстановка в различных регионах России и мира способствует формированию новых подходов в решении данной проблемы. Селекционный путь считается наиболее эффективным и экономически оправданным. В целом луковые культуры в значительной степени подвержены воздействию различного рода поллютантов (это и тяжелые металлы, и радионуклиды), поэтому селекция на стабильно низкий уровень накопления поллютантов в товарной продукции является актуальной.

Ввиду большого разнообразия луковых культур есть специфические направления селекции отдельных видов луков:

- лук репчатый – на раннеспелость, стабильно высокую урожайность, высокие показатели содержания сухого вещества (17-22%), лежкость, устойчивость к пероноспорозу, шейковой и бактериальной гнилям, с различной нормой реакции на долготу дня, для озимой и яровой культуры, в севочной культуре – с холодным способом хранения севка, хорошей лёжкостью.
- многолетние луки – зимостойкость, высокая продук-

Таблица. Число сортов луковых культур селекции филиалов ФГБНУ ФНЦО в Госреестре РФ, 2020 год
Table. The number of varieties of onion crops selected by branches of FSBSI FSVC in the State Register of the Russian Federation, 2020

№ п/п	Культура	ВНИИССОК	ВНИИО	Западно-Сибирская ОС	Бирючукская ОС	Приморская ОС	Воронежская ОС	Всего
1.	Лук репчатый	41	4	5	5	3	3	61
2.	Чеснок озимый	20	1	9	-	-	2	32
3.	Чеснок яровой	4	-	1	-	-	-	5
4.	Шалот	5	1	4	-	-	-	10
5.	Батун	4	1	2	-	-	-	7
6.	Порей	4	-	-	-	-	-	4
7.	Шнитт	3	1	1	-	-	-	5
8.	Душистый	2	-	-	-	-	-	2
9.	Слизун	3	-	1	-	-	-	4
10.	Многоярусный	2	-	-	-	-	-	2
11.	Косой	2	-	-	-	-	-	2
12.	Причесочный	1	-	-	-	-	-	1
13.	Алтайский	1	-	1	-	-	-	2
14.	Афлатунский	1	-	-	-	-	-	1
15.	Краснеющий	1	-	-	-	-	-	1
16.	Ошанина	-	1	-	-	-	-	1
	ИТОГО	94	9	24	5	3	5	140

тивность зелёной массы, высокое содержание биологически активных веществ и высокая устойчивость к болезням;

- чеснок озимый – зимостойкость, урожайность, устойчивость к фузариозу и бактериозу, лежкость в период хранения;

- чеснок яровой – высокий выход крупных зубков, высокая лежкость;

- лук шалот – ультраскороспелость, высокая продуктивность, лежкость в период хранения.

Результатами селекционной работы ФГБНУ ФНЦО стали сорта 16 видов (табл.).

В настоящее время в лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, а также в 5 филиалах ФНЦО ведется работа по созданию новых сортов и гибридов с заданными параметрами.

В работе используются традиционные методы (межсортовая и межлинейная гибридизация, парные скрещивания, беккроссы, инбридинг), а также методы отбора на зимостойкость, скороспелость, продуктивность и качество продукции.

Оценка перспективных форм для селекции проводится с учетом биологических, морфологических, биохимических и фитопатологических показателей с использованием различных почвенно-климатических зон выращивания, инфекционного фона, а также защищенного грунта.

По результатам исследований последних лет (2018-2020 годы) в лаборатории селекции и семеноводства луковых культур ФНЦО получен ценный, генетически разнообразный исходный материал для селекции луковых культур. Выделено 73 стерильных линий лука репчатого и закрепителей стерильности с высокими показателями продуктивности, товарности, устойчивости к патогенам, лежкости, с высокой комбинационной способностью, а также 305 линий опылителей с низкой инбредной депрессией. В предварительном и конкурсном испытании выделены 4 гетерозисных гибрида и 3 образца межвидовых гибридов лука репчатого с высокой урожайностью, лежкостью и повышенной устойчивостью к пероноспорозу, 2 образца чеснока озимого по урожайности и зимостойкости, 1 образец лука батун с высокой зимостойкостью, высокими пищевыми и вкусовыми качествами, в том числе для выращивания в период межсезонья.

В 2020 году переданы на Государственное сортоиспытание: гетерозисный гибрид лука репчатого Дракон F₁, сорт АФБАК (рис.2, 3), чеснок яровой – Илларион, лук батун – Филадельфия, лук шнитт – Белый танец, лук шалот – Шаман (Западно-Сибирская ОС), лук алтынкольский – Золотой стандарт (ВНИИО).

Дракон F₁. Авторы гибрида: Логунова В.В., Гращенкова Н.Н., Солдатенко А.В., Гуркина Л.К., Романов В.С., Сирота С.М., Кривенков Л.В. Трехлинейный среднеспелый полуострый гибрид лука, созданный на основе ЦМС и предназначенный для товарного производства в регионах (световых зонах) 2,3,4,5,7. Характеризуется высокой вызреваемостью перед уборкой – 78%, а после дозаривания – 95%. Луковица округлой формы (индекс формы 1,0), массой 80-130 г, плотно прилегающими белыми сочными чешуями, коричневой с желтым оттенком окра-

ской сухих чешуй, 1-2 зачатковый. Средняя товарная урожайность – 36,7 т/га при схеме посева 40+40+60 см, потенциал урожайности – до 100 т/га. Отзывчив на удобрения и орошение. Гибрид пригоден к механизированной уборке и длительному хранению (до 230 суток), имеет высокую лежкость – 94%. Обладает высокой экологической стабильностью по урожайности. Повышенная устойчивость к пероноспорозу. Содержание сухого вещества – 14,2 %, общего сахара – 10,4%. Продукция универсального назначения, используется для хранения, консервирования, салатов, в кулинарии и т.д..



Рис. 2. Лук репчатый (*Allium cepa* L.) – F₁ Дракон
Fig. 2. Onion (*Allium cepa* L.) – F₁ Dragon

АФБАК. Авторы сорта: Агафонов А.Ф., Флорова В.А., Баранова Е.В., Кривенков Л.В. Среднеспелый (107 суток) полуострый сорт лука, созданный на основе межсортовых скрещиваний и длительного отбора по комплексу признаков. Предназначен для товарного производства в регионах (световых зонах) 3,4,5,7,9,10. Характеризуется дружностью созревания и вызреваемостью перед уборкой – 79%, а после дозаривания – 100%. Луковица плотная с красной окраской – сухих



Рис. 3. Лук репчатый (*Allium cepa* L.) – сорт АФБАК
Fig. 3. Onion (*Allium cepa* L.) – AFBAK

чешуй и белая, с розовым оттенком – сочных. Округлой формы (индекс формы 0,97), массой 85 г. Сорт 1-2 зачатковый с 3-4 сухими чешуями. Средняя товарная урожайность 32,5 т/га при схеме посева 40+40+60 см. Пригоден для посева в однолетней культуре и через севок. Очень отзывчив на подкормку и орошение в фазу 3-4 листьев. Сорт пригоден к механизированной уборке и длительному хранению (до 200 суток), лежкость – 78%. Особенностью сорта является комплексная относительная устойчивость к пероноспорозу, бактериозу и ботритиозу. Содержание сухого вещества – 13,27 %, общего сахара – 9,85%. Продукция универсального назначения, используется для хранения, консервирования, салатов, в кулинарии и т.д.

В 2020 году в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию внесено

4 сорта луковых культур селекции ФГБНУ ФНЦО, в том числе:

- Лук шалот Шанс – Западно-Сибирская ОС
- Лук батун Бронислав – Западно-Сибирская ОС
- Лук слизун Светлояр – Западно-Сибирская ОС
- Лук шалот Дачная соната – ВНИИССОК

По результатам исследований по луковым культурам в 2020 году сотрудниками ФГБНУ ФНЦО подготовлены и опубликованы 33 различных публикации, в т.ч. ВНИИССОК – 31, ВНИО – 1, Приморская ОС-1, а также:

- Монография «Селекция чеснока озимого на качество продукции»,
- Методические рекомендации по выращиванию чеснока и рокамболя
- Методические рекомендации «Технология семеноводства чеснока в Смоленской области».

Об авторах:

Леонид Викторович Кривенков – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, krivenkov76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>

Александр Федорович Агафонов – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, agafonov@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3867-8074>

Валентина Владимировна Логунова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, logunovavalentina777@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6561-9806>

Тимофей Михайлович Середин – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, timofey-seredin@rambler.ru

About the authors:

Leonid V. Krivenkov – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, krivenkov76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>

Alexander F. Agafonov – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, agafonov@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3867-8074>

Valentina V. Logunova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, logunovavalentina777@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6561-9806>

Timofey M. Seredin – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher

• Литература

1. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. М.: ВНИИССОК, 2001. 500 с.
2. Кривенков Л.В., Агафонов А.Ф. Становление и развитие лаборатории селекции и семеноводства луковых культур ФГБНУ ФНЦО. *Известия ФНЦО*. 2020;(1):117-123. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-1-117-123>
3. Агафонов А.Ф. Состояние и основные направления селекции и семеноводства луковых культур. *Овощи России*. 2012;(3):12-19. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-3-12-19>
4. Супрунова Т., Логунов А., Логунова В., Агафонов А. Определение типа цитоплазматической мужской стерильности лука репчатого (*Allium cepa* L.) селекции ВНИИССОК с помощью молекулярных маркеров. *Овощи России*. 2011;(4):20-21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2011-4-20-21>
5. Sato Y. PCR amplification of CMSspecific mitochondrial nucleotide sequences to identify cytoplasmic genotypes of onion (*Allium cepa* L.). *Theor. Appl. Genet.* 1998;(96):367-370.
6. Kim S., Lee E.T., Cho D.Y., Han T., Bang H., Patil B.S., Ahn Y.K., Yoon M.K. Identification of a novel chimeric gene, or f725, and its use in development of a molecular marker for distinguishing among three cytoplasm types in onion (*Allium cepa* L.). *Theor. Appl. Genet.* 2009;(118):433-441.
7. Логунова В.В., Кривенков Л.В., Гуркина Л.К., Гращенкова Н.Н. Селекция лука репчатого на гетерозис. *Известия ФНЦО*. 2019;(2):45-49. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2019-2-45-49>
8. Golubkina N., Zamana S., Seredin T., Poluboyarinov P., Sokolov S., Baranova H., Krivenkov L., Pietrantonio L., Caruso G. Effect of selenium biofortification and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, quality and antioxidant properties of shallot bulbs. *Plants*. 2019;(8):102.
9. Агафонов А.Ф., Логунова В.В., Гуркина Л.К. Межвидовые гибриды лука с высокой степенью устойчивости к пероноспорозу и высоким содержанием сухого вещества. *Овощи России*. 2018;(4):3-5. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-3-5>
10. Середин Т.М., Шумилина В.В., Баранова Е.В., Шевченко Т.Е. Видовое многообразие многолетних луков коллекции ФНЦО. *Известия ФНЦО*. 2019;(1):154-157. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2019-1-154-157>

• References

1. Pivovarov V.F., Yershov I.I., Agafonov A.F. Onion cultures. Moscow: VNISSOK, 2001. 500 p. (In Russ.)
2. Krivenkov L.V., Agafonov A.F. Formation and evolution of the laboratory of selection and seed production of onion crops FSBSI FSVС from the beginning to our days. *News of FSVС*. 2020;(1):117-123. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-1-117-123>
3. Agafonov A.F. Status and trends of breeding and seed production of onion crops. *Vegetable crops of Russia*. 2012;(3):12-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-3-12-19>
4. Suprunova T., Logunov A., Logunova V., Agafonov A. Determination of cytoplasmic male sterile factors in onion plants (*Allium cepa* L.) of VNISSOK'S breeding. *Vegetable crops of Russia*. 2011;(4):20-21. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2011-4-20-21>
5. Sato Y. PCR amplification of CMSspecific mitochondrial nucleotide sequences to identify cytoplasmic genotypes of onion (*Allium cepa* L.). *Theor. Appl. Genet.* 1998;(96):367-370.
6. Kim S., Lee E.T., Cho D.Y., Han T., Bang H., Patil B.S., Ahn Y.K., Yoon M.K. Identification of a novel chimeric gene, or f725, and its use in development of a molecular marker for distinguishing among three cytoplasm types in onion (*Allium cepa* L.). *Theor. Appl. Genet.* 2009;(118):433-441.
7. Logunova V.V., Krivenkov L.V., Gurkina L.K., Grashchenkova N. N. Selection of onion for heterosis. *News of FSVС*. 2019;(2):45-49. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2019-2-45-49>
8. Golubkina N., Zamana S., Seredin T., Poluboyarinov P., Sokolov S., Baranova H., Krivenkov L., Pietrantonio L., Caruso G. Effect of selenium biofortification and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, quality and antioxidant properties of shallot bulbs. *Plants*. 2019;(8):102.
9. Agafonov A.F., Logunova V.V., Gurkina L.K. The interspecific hybrids of onion with high degree of resistance to peronosporoz and high content of nonvolatile solid. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(4):3-5. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-3-5>
10. Seredin T.M., Shumilina V.V., Baranova E.V., Shevchenko T.E. Species diversity of perennial bows of collection FSVС. *News of FSVС*. 2019;(1):154-157. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2019-1-154-157>

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-29-33>
УДК 001.891:635.25/.26(476)

Н.П. Купреенко

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

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Купреенко Н.П. Результаты и перспективные направления исследований с луковыми культурами в Республике Беларусь. *Овощи России*. 2021;(3):29-33.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-29-33>

Поступила в редакцию: 28.04.2021

Принята к печати: 24.05.2021

Опубликована: 25.06.2021

Nikolay P. Kupreenko

Republican Unitary Enterprise "Institute of Vegetable Growing"
Kovaleva st., 2a, Samokhvalovich, Minsk region, Republic of Belarus, 223013

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

For citations: Kupreenko N.P. Results and promising areas of research with onion crops in the Republic of Belarus. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):29-33. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-29-33>

Received: 28.04.2021

Accepted for publication: 24.05.2021

Accepted: 25.06.2021



Результаты и перспективные направления исследований с луковыми культурами в Республике Беларусь

Резюме

Актуальность. Обеспечение населения страны разнообразной овощной продукцией - важнейшая социально-экономическая задача в Республике Беларусь. Причем необходимо не только увеличивать объемы производства овощей, но и значительно расширять их ассортимент. В связи с наметившейся тенденцией снижения промышленного производства лука репчатого актуален вопрос обеспечения посева лука в однолетней культуре из семян отечественными сортами и гибридами. Также в Беларуси проблемой является обеспечение населения страны чесноком.

Результаты. В статье обобщены результаты научных исследований по селекции и разработке технологий возделывания луковых культур в Беларуси, проанализированы основные и перспективные направления работы. Приведены данные по результатам конкурсного сортоиспытания новых сортов и гибридов лука репчатого и лука порея, основные технологические параметры выращивания чеснока озимого и лука порея.

Ключевые слова: лук репчатый, чеснок, лук порей, селекция, гетерозис, технологии, урожайность, Беларусь

Results and promising areas of research with onion crops in the Republic of Belarus

Abstract

Relevance. Providing the country's population with a variety of vegetable products is the most important socio-economic task in the Republic of Belarus. It is necessary not only to increase the production of vegetables, but also to significantly expand their range. In connection with the trend of decline in industrial production of onions, the issue of ensuring the sowing of onions in the annual culture of seeds from domestic varieties and hybrids is relevant. Also in Belarus, the problem is the provision of garlic to the population of the country.

Results. In the article summarizes the results of scientific research on the breeding and development of technologies for the cultivation of onion crops in Belarus, analyzed the main and promising areas of work. Data on the results of competitive sorting of new varieties and hybrids of onion and leek, the main technological parameters of growing garlic and leeks are given.

Keywords: onion, garlic, leek, selection, heterosis, variety, yield, technology, Belarus

Введение

Одной из важных социально-экономических задач в Республике Беларусь является обеспечение населения страны разнообразной овощной продукцией. Правительством Республики Беларусь, Министерством сельского хозяйства и продовольствия ставится задача снабжения населения овощами в объемах, соответствующих расчётным нормам потребления – 126 кг овощей на 1 человека в год, в т.ч. 10 кг лука.

Существует необходимость не только увеличивать объемы производства овощей, но и значительно расширять их ассортимент. На данный момент в республике, к сожалению, практическое значение имеют в основном шесть видов: капуста белокочанная, свекла, морковь, томат, огурец, лук репчатый. В ряде стран перечень используемых овощных растений насчитывает более 100 наименований. Причем, несмотря на невысокую урожайность, все большее внимание уделяется более ценным по питательности и содержанию витаминов культурам.

Природно-климатические условия республики позволяют выращивать овощи в открытом грунте на протяжении лишь 140-170 дней. Кроме того, потребность в свежих овощах ежегодно возрастает. Поэтому возникает необходимость увеличивать производство овощных культур, способных сохранять высокие вкусовые и товарные качества в течение длительного периода хранения, быстро наращивать урожай зелени при выгонке в защищенном грунте. Среди овощных культур лука занимают особое место. Их биологические особенности и способы возделывания позволяют получать свежую продукцию, сохраняющую высокие вкусовые и товарные качества, в течение всего года [1]. Из многочисленного видового состава рода *Allium* L. в Беларуси практическое значение имеют фактически только 5, а в промышленных масштабах возделывается лук репчатый и чеснок и в небольших объемах лук порей [2].

В настоящее время в Республике Беларусь под луковыми культурами во всех категориях хозяйств занято около 6 тыс. га. В 2020 году уборочная площадь лука в сельскохозяйственных организациях и фермерских хозяйствах республики составила 1839 га. В общественном секторе овощеводства получено 40,0 тыс. т лука репки. За последние десять лет производство лука в этой категории хозяйств сократилось более, чем в 1,5 раза (рис.). Снижение валового производства связано со значительным уменьшением посевных площадей из-за падения рентабельности производства, одной из причин которого является существенная доля затрат на приобретение импортных семян. При средней урожайности лука 20,5 т/га и цене реализации 192\$/т для окупаемости семян требуется реализация фактически трети урожая.

Учитывая такую ситуацию, актуализировали вопрос об обеспечении посева лука в однолетней культуре из семян отечественными сортами и гибридами с коротким периодом вегетации, способными при высокой продуктивности формировать качественную товарную луковицу в условиях Беларуси с хорошей лежкостью в период зимнего хранения.

Широкое распространение гибридов F₁ в товарном производстве лука в ряде стран, а также исследования в Республике Беларусь показали преимущества гибридов в продуктивности, выровненности луковиц по форме, размеру и качеству по сравнению с сортами. В селекционной практике наиболее распространённым способом является создание таких гибридов на основе ЦМС, процесс которого состоит из поиска растений с ЦМС, закрепления признака ЦМС и получения гетерозисных гибридов [3].

Важной для Беларуси проблемой является обеспечение населения страны чесноком. В Республике Беларусь катастрофически низкий фактический уровень производства и потребления чеснока. В республике под чесноком в промышленном овощеводстве заняты незначительные площади. Занимается выращиванием чеснока, главным

Динамика производства лука репчатого в общественном секторе овощеводства Республики Беларусь 2007-2020 гг.

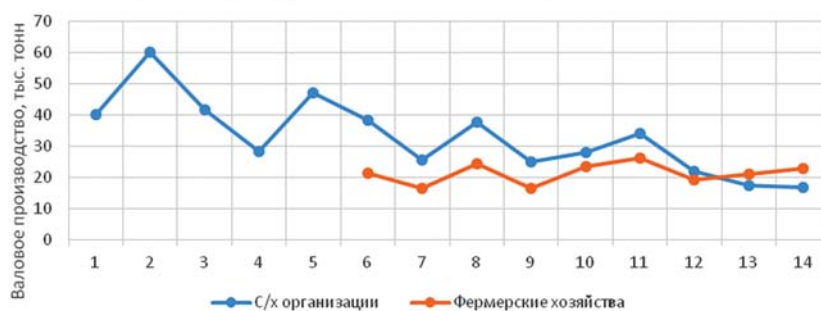


Рис. Динамика валового производства лука репчатого в Республике Беларусь
Fig. The dynamics of the gross production of onions in the Republic of Belarus

образом, население на приусадебных и дачных участках. Городское население вынуждено покупать импортный чеснок из Китая.

Одной из причин, сдерживающих его производство, являлись узкий сортимент озимой и яровой форм, отсутствие отлаженной системы семеноводства, низкая технологическая дисциплина.

Материалы и методы.

Полевые опыты закладывали на селекционно-семеноводческом и овощном севооборотах РУП "Институт овощеводства" (аг. Самохваловичи), на изолированных участках и под индивидуальными изоляторами. Исследования по созданию сортов и гибридов проводили по полной схеме селекционного процесса с использованием методических указаний ВИР, ВНИИССОК и ГСИ.

Основные методы селекции: семейственный, индивидуальный, клоновый и массовый отбор, гибридизация, инцухт. Гибридный материал получен при естественном опылении на изолированных участках и искусственном скрещивании под индивидуальными изоляторами и изодомиками с применением опыления с помощью насекомых и вручную.

Учетная площадь делянок – 2-10 м². Повторность опытов в коллекционном и гибридном питомниках однократная, в селекционном и контрольном – 2-х кратная, в питомнике конкурсного испытания – 4-х кратная. Стандарт для лука – районированный в Беларуси сорт Эдельвейс, для чеснока

озимого – сорт Витажэнец. В процессе исследований проводили фенологические наблюдения, оценку образцов по биологическим и морфологическим признакам, анализ урожая, учеты поражения болезнями, лежкость, товарность и качество луковиц.

Экспериментальную часть работы по разработке технологий проводили на опытном поле РУП «Институт овощеводства», расположенном в Минском районе, путем закладки полевых опытов и лабораторных исследований в соответствии с методиками полевых опытов Б.А. Доспехова [4], В.Ф. Белика [5]. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развитая на лесовидном среднем суглинке, подстилаемая с глубины 0,6-0,8 м мореной: гумус – 2,2-2,4%, рН_{ксл} – 6,2-6,4, содержание P₂O₅ – 165-180 и K₂O – 230-250 мг/кг воздушно-сухой почвы. Площадь учетных делянок 10 м², повторность 4-кратная, расположение вариантов рендомизированное.

Биохимическую оценку качества продукции проводили по следующим показателям: содержание сухого вещества – методом высушивания, сахаров – по Бертрану, аскорбиновой кислоты – по И.К. Мурри, нитратов – количественным ионометрическим методом.

В процессе исследований проводили фенологические наблюдения, биометрические измерения, биохимическую оценку качества продукции, анализ урожая.

Статистическую обработку полученных данных проводили согласно общепринятым методикам на персональном компьютере в программах Excel и Dispan.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время в Государственный реестр сортов Республики Беларусь внесено 96 сортов и гибридов лука репчатого, среди которых только 8 являются результатом работы селекционеров РУП «Институт овощеводства» и 4 – других учреждений Беларуси [6]. Селекционная продукция института востребована и пользуется спросом, как у любителей овощеводов, так и в промышленном овощеводстве. Однако отсутствие среди сортимента отечественных гибридов лука приводит к завозу дорогостоящих семян из-за рубежа, на что ежегодно тратится более 1,5 млн валютных средств. В тоже время высокие цены (280-370 \$ США/кг) на импортные семена существенно сказываются на себестоимости продукции. В связи с этим создание отечественных гибридов лука репчатого приобретает особую актуальность.

Одно из самых перспективных направлений в селекции лука репчатого на ближайший период – это создание высокопродуктивных с хорошими товарными и другими хозяйственно полезными признаками гетерозисных гибридов первого поколения, на основе линий с ЦМС [7]. В секторе

луковых культур РУП «Институт овощеводства» на основе методов биотехнологии, с использованием ДНК маркирования созданы материнские линии с ЦМС-S типа на основе которых получено 5 гетерозисных гибридов.

В 2019-2020 годах проведено конкурсное сортоиспытание лучших гибридных комбинаций в сравнении с районированным для однолетней культуры сортом Эдельвейс.

Сравнительная оценка урожайности изучаемых образцов показала, что два гибрида достоверно превзошли стандартный сорт Эдельвейс (табл. 1). Наиболее высокая урожайность получена у гибрида 09/15 – 77,4 т/га, что на 16,2 т/га или на 27% больше, чем в контроле. У гибрида 12/15 этот показатель больше, чем у сорта Эдельвейс на 10 т/га (+16,3%) и составил 71,2 т/га. У двух гибридов в текущем году продуктивность оказалась несколько меньше, чем у контрольного сорта (1,8-2,9%), что находится в пределах ошибки опыта. Гибрид 14/15 в течение 2 лет изучения существенно уступил по урожайности сорту Эдельвейс.

Товарность луковиц у 4-х гибридов, как и у стандартного сорта Эдельвейс была выше 90,0% и лишь у гибрида 14/15 этот показатель ниже и составил 83,5%, тогда как гибрид 09/15 имеет товарность выше 96,5% соответственно. Этот гибрид выделился и наибольшей массой товарной луковицы, которая составила 193 г, у гибрида 12/15 этот показатель составил 178 г.

Наиболее продуктивные гибриды 09/15 и 12/15 оказались и более скороспелыми, период вегетации которых составил 102 и 106 суток соответственно.

Поражение изучаемых образцов пероноспорозом – основным заболеванием в период вегетации, при депрессивном развитии болезни, отмечено как слабое. Балл поражения у четырех образцов, включая сорт Эдельвейс, составил 1, у гибрида 02/15 он равнялся 2, а у гибрида 14/15 – 3 баллам.

Биохимическая оценка качества продукции лучшего гибрида №09/15 показала, что по основным показателям – содержанию сухого вещества – 12,8-13,3%, общего сахара – 8,9-9,6%, витамина С – 6,44-6,72 мг% он превосходит как другие изучаемые гибриды, так и большинство импортных, внесенных в Государственный реестр сортов Республики Беларусь.

По результатам двухлетнего конкурсного сортоиспытания по комплексу хозяйственно-полезных признаков выделен гибрид с селекционным номером 09/15, который под названием Тутэйшы передан в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений Республики Беларусь» для государственного сортоиспытания.

Биологические особенности культуры чеснока затрудняют ее интродукцию из других регионов. Ввозимые сорта

Таблица 1. Результаты оценки продуктивности гибридов лука репчатого в питомнике конкурсного сортоиспытания, 2019-2020 годы
Table 1. The results of the evaluation of the productivity of the onions hybrids in the nursery of competitive variety testing, 2019-2020

№ п/п	Наименование образца	Диаметр луковицы см	Масса товарной луковицы, г	Урожайность, т/га	± к контролю, %	Товарность, %	Вегетационный период, сутки	Поражение пероноспорозом
1.	Эдельвейс (стандарт)	7,5	153	61,2	-	92,0	112	1
2.	Гибрид 02/15	7,0	147	59,4	-2,9	91,0	116	2
3.	Гибрид 07/15	7,2	150	60,1	-1,8	91,0	110	1
4.	Гибрид 09/15	8,6	193	77,4	27,0	96,5	102	1
5.	Гибрид 12/15	8,2	178	71,2	16,3	94,0	106	1
6.	Гибрид 14/15	6,8	121	48,5	-20,8	83,5	116	3
	НСР ₀₅			2,38				

требуют длительной адаптации и тщательного селективного отбора. Поэтому основной задачей селекционных исследований являлось создание отечественных сортов, обладающих высокой продуктивностью, морозо- и зимостойкостью, хорошей лежкостью.

В результате многолетних селекционных работ на 2021 год из 17 сортов чеснока озимого, внесенных в Государственный реестр сортов, 11 созданы научными учреждениями республики – РУП «Институт овощеводства», БГСХА, Полесский институт растениеводства, 10 из которых пригодны для возделывания на промышленной основе с максимальным использованием средств механизации. Особый интерес со стороны производителей чеснока вызывают сорта селекции РУП «Институт овощеводства»: Сармат, Светлогорский и первый отечественный сорт чеснока озимого нестрелкующейся формы – Кличевский, обеспечивающие в условиях республики получение урожайности 12-15 т/га, а при оптимальных условиях выращивания и выше.

Сложнее обстоит дело с яровой формой чеснока. В настоящее время районировано лишь два сорта: польский Ярус для 3-х областей и отечественный Ярвинит.

В то же время следует отметить, что в последние годы в республике наблюдаются экстремальные условия для перезимовки озимых форм чеснока. Нестабильные погодные условия зимы с длительными периодами оттепели приводят к отрастанию чеснока озимого, что приводит к частичной его гибели и значительному снижению урожайности. Из-за сильных морозов при отсутствии снежного покрова наблюдается его вымерзание на 60-80%. Для снижения влияния этого фактора необходимо проводить ручное укрытие посевов, что в промышленных масштабах требует больших дополнительных затрат ручного труда и значительно повышает себестоимость продукции. Еще одним недостатком озимой формы является короткий период хранения. В этой связи интерес представляют яровые сорта чеснока, потери в массе луковиц которого значительно меньше, чем озимого. При соблюдении условий хранения луковицы чеснока ярового не высыхают вплоть до следующего урожая.

Сложившаяся ситуация требует усиления селекционной работы по созданию высокопродуктивных сортов чеснока ярового для потребления в свежем виде и для промышленной переработки, пригодных для возделывания в условиях Республики Беларусь. В настоящее время в институте продолжается работа по накоплению и изучению исходного материала с целью создания новых сортов озимой и яровой форм.

Актуальным вопросом расширения посевов чеснока в сельскохозяйственных организациях республики являлось отсутствие технологии его выращивания на промышленной основе с максимальным использованием средств механизации.

Для решения этой задачи в рамках выполнения задания 2.34.1 Государственной научно-технической программы «Агропромкомплекс – устойчивое развитие», 2011-2015 годы была проведена научно-исследовательская работа по разработке эффективной технологии выращивания чеснока озимого на промышленной основе, обеспечивающей получение урожайности 8-10 т/га при товарности луковиц 80-85%.

В результате проведенных исследований разработана технология выращивания чеснока озимого из зубков,

включающая подбор сортов, использование посадочного материала массой 4-5 г, срок посадки – I-II декада октября, протравливание зубков препаратами ТМТД или Витарос; густоту посадки для механизированного способа – 476 тыс. шт./га, для ручного – 281-350 тыс. шт./га; внесение фосфорно-калийных удобрений в дозе Р60-90К60-90 под осеннюю вспашку и двукратная весенняя подкормка азотными удобрениями (N45+N45); применение некорневых подкормок жидкими минеральными удобрениями. Разработана также технология выращивания чеснока из воздушных луковиц в двухлетнем беспересадочном цикле, включающая подбор сортов и фракции посевного материала, сроки и густоту посева, режим хранения воздушных луковиц, систему применения удобрений и т.д. Проведен сравнительный анализ выращивания чеснока озимого из зубков и воздушных луковиц, рассчитана экономическая эффективность технологий. Однако практика применения технологий показала, что оптимальной для почвенно-климатических условий является выращивание чеснока в однолетней культуре из зубков или выращенных из воздушных луковиц однозубков.

Среди перспективных овощных культур семейства луковых, которые имеют промышленное значение и хорошо адаптированы к условиям выращивания в Беларуси, является лук порей, который отличается высокой потенциальной урожайностью, ценными диетическими свойствами, экологической пластичностью, универсальностью применения (потребление в свежем виде, переработка, хранение).

Лук порей является импортируемым овощем, ежегодно в республику его ввозится более 100 т на сумму около 150 тыс. долларов США. В Беларуси возделыванием данной культуры занимаются в основном огородники-любители, мелкие фермерские хозяйства. Общая площадь всех посевов не превышает 30 га, что не оказывает существенного влияния на рынок. Отсутствие научно обоснованных данных по технологии возделывания лука порея для наших почвенно-климатических условий препятствовали широкому внедрению в промышленное овощеводство этой ценной овощной культуры. В связи с этим в РУП «Институт овощеводства» в 2014-2015 годах были проведены исследования по выполнению подзадания 2.78.2. «Разработать технологию выращивания лука порея на товарную продукцию в рассадной и безрассадной культуре, обеспечивающую получение 20-28 т/га высококачественного овощного сырья в промышленном овощеводстве республики» ГНТП «Агропромкомплекс - устойчивое развитие» и разработаны технологические регламенты выращивания лука порея на товарную продукцию.

В процессе решения поставленных задач установлено, что:

- для возделывания лука порея по промышленной технологии через рассаду наиболее подходящими из раннеспелых образцов являются сорта Чемпион, Килима, Камуш и Колабус; из среднеспелых – сорта Юхас и Сине-зеленый осенний; из позднеспелых – сорт Премьер и Летний бриз; при безрассадном способе – раннеспелые сорта: Чемпион, Голема, Камуш и Килима;

- оптимальный возраст рассады при выращивании в кассетах с объемом ячейки 65 см³ составляет 60-70 суток, с объемом 18 см³ – 40-50 суток;

- оптимальной схемой посадки лука порея является

схема 70х10 см с густотой стояния 142,9 тыс. шт. растений на 1 га, оптимальной схемой посева семян – 70х6 см (густота стояния 238,1 тыс. шт./га);

- оптимальными сроками сева семян лука порея в безрассадной культуре являются вторая-третья декады апреля;

- наиболее высокая урожайность лука порея получена при применении комплексных минеральных удобрений

Карентан и Карентанский. Из изучаемых образцов наиболее продуктивными и урожайными по сравнению с контролем оказались № 02/08 и №01-2/07, которые обеспечили прибавку урожайности ложного стебля лука порея в 4,4 и 2,4 т/га или 113 и 107% соответственно. Урожайность образца №01-05/07 составила 27,7 т/га, что меньше по сравнению с контролем на 6,1 т/га. Товарность продукции составила по вариантам опыта 98,3-98,7% (табл. 2).

Таблица 2. Результаты конкурсного сортоиспытания лука порея, 2016-2018 годы
Table 2. Results of competitive variety testing of leeks, 2016-2018

Образец	Урожайность, т/га	Товарность, %	Отклонение от контроля	
			т/га	%
Премьер, (контроль)	33,8	98,7	-	-
№ 02/08 Премьер х Карентан	38,2	98,3	4,4	13
№ 01-2/07 Премьер х Жираф	36,2	98,4	2,4	7
№ 01-5/07 Премьер х Карентанский	27,7	98,8	-6,1	-18
НСР 0,05	2,25			

(марка 13:12:19) в основное внесение в дозах N₁₁₁P₁₀₂K₁₆₂ и 3-х кратной некорневой подкормке в дозах N₁₅+N₁₅+N₁₀ д.в. кг/га;

- проведение 2-х кратной некорневой подкормки жидкими комплексными удобрениями (Эколист Стандарт, 4 л/га и др.) во второй половине вегетации обеспечивает повышение урожайности культуры на 8-12%;

- применение разработанных параметров возделывания лука порея рассадным способом обеспечивает получение 40 т/га товарной продукции, себестоимость составляет 0,32 у.е./кг, чистый доход с гектара равен 7620 у.е./га и уровень рентабельности составляет 59%; при безрассадном способе – соответственно 0,24 у.е./кг, 4116 у.е./га и уровень рентабельности – 69%.

Наряду с разработкой технологии выращивания лука порея в институте проводили селекционные работы по созданию отечественного сорта этой культуры, способного не только обеспечивать высокую продуктивность товарной продукции, но и позволяющего вести семеноводство в условиях Беларуси.

В 2016-2018 году было проведено конкурсной сортоиспытание трех образцов, полученных от прямого и обратного скрещиваний сорта Премьер с сортами Жираф,

По результатам заключительного этапа многолетних исследований – трехлетнего конкурсного сортоиспытания выделена гибридная комбинация №02/08, которая под названием сорт Войт успешно прошла государственное сортоиспытание и с 2021 года внесена в Государственный реестр сортов Республики Беларусь для использования в промышленном и любительском овощеводстве.

Заключение

В результате многолетних исследований по селекции и разработке технологий выращивания луковых культур в Республике Беларусь создан отечественный сортимент лука репчатого, чеснока и лука порея, обеспечивающий рентабельное производство культур на промышленной основе. Организация производства семян и посадочного материала отечественных сортов и гибридов и их освоение в производстве позволит сократить импорт семян и снизить себестоимость продукции.

Освоение в промышленном овощеводстве разработанных технологий позволило существенно снизить импорт лука репчатого и наладить выращивание чеснока и лука порея в сельскохозяйственных организациях республики.

Об авторе:

Николай Петрович Купреенко – кандидат с.-х. наук, заведующий отделом холодостойких овощных культур, belonion@tut.by

About the author:

Nikolay P. Kupreenko – Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Department of Cold-Resistant Vegetable Crops, belonion@tut.by

• Литература

1. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. М., 2001. 500 с.
2. Попков В.А. Лук в условиях Республики Беларусь. Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2000. 400 с.
3. Павлова И.В., Купреенко Н.П., Булахова А.С. Использование ДНК маркеров для изучения цитоплазматической мужской стерильности лука репчатого (*Allium cepa* L.). *Овощи России*. 2018;(4):16-19. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-16-19>
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: учебное пособие. М.: Колос, 1973. 336 с.
5. Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. М.: «Агропромиздат», 1992. 320 с.
6. Государственный реестр сортов. Минск: УП «ИВЦ Минфина, 2019. 240 с.
7. Havey M.J. The use of cytoplasmic male sterility for hybrid seed production. *Molecular Biology and Biotechnology of Plant Organelles*. H. Darnell and CD. Chase (eds). Springer. Printed in the Netherlands. 2004. P.623-634.

• References

1. Pivovarov V.F., Yershov I.I., Agafonov A.F. Onion crops. M., 2001. 500 p. (In Russ.)
2. Popkov V.A. Onion in the conditions of the Republic of Belarus. Homel: GGTU by P.O. Sukhoi, 2001. 400 p. (In Russ.)
3. Pavlova I.V., Kupreenko N.P., Bulahova A.S. DNA markers in onion (*Allium cepa* L.) cytoplasmic male sterility study. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(4):16-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-16-19> (In Russ.)
4. Dospiehov B.A. Methodology of field experience. Moscow: Kolos, 1973. 336 p. (In Russ.)
5. Byelik V.F. Methodology of experimental matter in vegetable growing. M.: "Agropromizdat", 1992. 320 p. (In Russ.)
6. State Register of Varieties. Minsk: UP "IVC of the Ministry of Finance, 2019. 240 p. (In Russ.)
7. Havey M.J. The use of cytoplasmic male sterility for hybrid seed production. *Molecular Biology and Biotechnology of Plant Organelles*. H. Darnell and CD. Chase (eds). Springer. Printed in the Netherlands. 2004. P.623-634.

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-34-39>
УДК 635.25:581.16:631.524.86

Я.Т. Эйшлин¹, Г.Ф. Монахос²,
С.Г. Монахос¹

¹ ФГБОУ ВО РГАУ –
МСХА имени К.А. Тимирязева
127550, Россия, г. Москва,
ул. Тимирязевская, д. 49

² ООО «Селекционная станция
имени Н.Н. Тимофеева»
127550, Россия, Москва, ул. Пасечная, д. 5

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2020-905 от «16» ноября 2020 г. о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Эйшлин Я.Т., Монахос Г.Ф., Монахос С.Г. Маркер-опосредованный отбор при создании устойчивых к пероноспорозу линий закрепителей стерильности лука репчатого (*A. cepa* L.). *Овощи России*. 021;(3):34-39. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-34-39>

Поступила в редакцию: 01.06.2021

Принята к печати: 15.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

Yakov T. Eidlin¹, Grigory F. Monakhos²,
Sokrat G. Monakhos¹

¹ Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy (RSAU-MTAA)
49, Timiryazevskaya st., Moscow, Russia, 127550

² Limited company «Breeding station after N.N.
Timofeev»
5, Pasechnaya st., Moscow, Russia, 127550

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

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

For citations: Eidlin Ya.T., Monakhos G.F., Monakhos S.G. Marker-assisted breeding of onion (*A. cepa* L.) maintainer line resistant to Downy mildew. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):34-39. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-34-39>

Received: 01.06.2021

Accepted for publication: 15.06.2021

Accepted: 25.06.2021

Маркер-опосредованный отбор при создании устойчивых к пероноспорозу линий закрепителей стерильности лука репчатого (*A. cepa* L.)



Резюме

Актуальность. Селекционные программы по созданию F₁ гибридов лука репчатого строятся на основе использования ядерно-цитоплазматической мужской стерильности (ЯЦМС). Селекция и семеноводство на основе ЯЦМС предполагают трехлинейную схему – стерильную материнскую линию, закрепитель стерильности и отцовский компонент. Создание изогенной пары стерильная линия –закрепитель стерильности – один из наиболее трудо-, время- и интеллектуальноемких этапов селекционной программы, выполнение которого усложняется с увеличением числа признаков/генов, по которым проводится отбор.

Материал исследований и результаты. В данной работе представлена схема создания устойчивой к пероноспорозу (возб. *P. destructor*) линии закрепителя стерильности лука репчатого с применением маркер-опосредованного отбора по ядерному гену устойчивости к пероноспорозу *Pd* (молекулярный маркер *DMR1*), ядерному гену закрепления стерильности *ms* (молекулярный маркер *jnurf13*) и по цитоплазматическим генам, определяющим N, S и T цитоплазмы (маркерная система 5cob:orfA501). В результате гибридизации инбредной линии лука репчатого №136 (генотип – цитN *MsMs PdPd*) с геном *Pd* устойчивости к пероноспорозу и донора аллелей закрепления стерильности (*ms*), инбредной линии лука репчатого Бн1-(13) (генотип – цитN *msms pdpd*) получены расщепляющиеся популяции F₂, из которых маркер-опосредованным отбором выделены гомозиготные по устойчивости к пероноспорозу линии – закрепители стерильности – цитN *msms PdPd*. Показано, что наследование гена устойчивости к пероноспорозу *Pd* в расщепляющихся популяциях от самоопыления гетерозигот *PdPd* нестабильно и имеет существенное отклонение от менделевского распределения доминантных и рецессивных признаков в потомстве F₂ при моногенном наследовании. Применение маркер-опосредованного отбора по целевым генам позволило создать устойчивую линию закрепителя стерильности цитN *msms PdPd* за два поколения.

Ключевые слова: ген устойчивости, закрепитель стерильности, лук репчатый, линия, маркер-опосредованный отбор, молекулярный маркер, мужская стерильность, пероноспороз, цитоплазма, *Peronospora destructor*

Marker-assisted breeding of onion (*A. cepa* L.) maintainer line resistant to Downy mildew

Abstract

Relevance. F₁ hybrids breeding programs of onion are based on the use of nuclear cytoplasmic male sterility (NCMS). Breeding and seed production based on NCMS suggest a development of a female sterile maternal line, a maintainer line and a paternal component. The development of an isogenic pair of sterile line – maintainer line is one of the most labor-, time-consuming and intellectually-intensive stages of a breeding program, the implementation of which becomes more complicated with an increase in the number of traits / genes for which selection is carried out.

Methods and results. This paper presents a genetic scheme for the development of a Downy mildew-resistant (pathogen *P. destructor*) maintainer line of onion using marker-assisted selection (MAS). F₂ populations were obtained from the cross of the female maintainer inbred line, Bn1- (13) (genotype – cytN *msms pdpd*) and male inbred line resistant to Downy mildew, No. 136 (genotype – cytN *MsMs PdPd*). DNA marker *DMR1* were used for Downy mildew resistance gene *Pd*, *jnurf13* – for maintainer gene *ms* and marker system 5cob: orfA501 – for N, S and T cytoplasm. It was shown that the MAS application allow to develop a stable Downy mildew resistant maintainer line cytN *msms PdPd* in two generations.

Keywords: resistance gene, maintainer line, onion, line, marker-assisted selection, molecular marker, male sterility, Downy mildew, cytoplasm, *Peronospora destructor*

Введение

Лук репчатый является одной из самых экономически значимых овощных культур во всем мире. В 2019 году посевные площади лука репчатого в РФ составили 24,9 тыс. га, а валовый сбор – 1068,4 тыс. т.

Благодаря использованию молекулярных маркеров существенно сокращается селекционный процесс, так как появляется возможность определять аллельное состояние генов [1]. Маркер-опосредованный отбор значительно упрощает традиционные схемы селекции, особенно при проведении отбора по нескольким признакам [2]. Молекулярное генотипирование с использованием кодоминантных маркеров исключает необходимость в проведении анализирующих скрещиваний и испытаний [3]. Для определения аллельного состояния генов растений на сегодняшний день пользуются многими системами ДНК - маркеров, например SCAR, SSR, STS [4].

В селекции и семеноводстве F_1 гибридов лука репчатого используют ядерно-цитоплазматическую мужскую стерильность (ЯЦМС). Генетический контроль ЯЦМС определяется взаимодействием ядерных (хромосомных) генов и цитоплазматических митохондриальных генов, проявляется ЯЦМС в редукции пыльников и отсутствии фертильной пыльцы [5].

В настоящее время у лука репчатого используют два типа стерильности CMS-S и CMS-T. CMS-S определяется взаимодействием генов ядра и цитоплазмы, генетическая основа которого – ядерный ген восстановитель фертильности с двумя аллелями *Ms/ms* и два типа цитоплазм S - стерильная, N - нормальная, обнаружен в 1925 году у сорта «Italian Red» [5]. У CMS-T стерильность восстанавливается одним доминантным аллелем локуса A или доминантными аллелями двух комплементарно взаимодействующих локусов B и C. Этот тип стерильности был обнаружен во французском сорте «Jaune Paille de Vertus» в 1960 году [6].

В 2003 году Engelke et al. разработали систему молекулярных маркеров (5'cob и orfA501), дифференцирующих типы цитоплазм [7]. Визуально определить тип стерильности лука репчатого невозможно, поэтому созданная система молекулярных маркеров становится необходимой при селекции F_1 -гибридов на основе мужской стерильности.

Цитоплазматическая мужская стерильность, контролируется только фактором стерильности цитоплазмы, наиболее удобна с точки зрения селекции и семеноводства. Такую ЦМС лука создал Havey при отдаленной гибридизации *Allium galantum* L. с *Allium cepa* L. с насыщающими скрещиваниями [8]. Однако, большинство селекционных фирм этой системой пока не пользуются.

Одним из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний лука репчатого является ложная мучнистая роса или пероноспороз. Возбудитель болезни – оомицет *Peronospora destructor* [Berk.] Casp. [9]. Источником инфекции являются зараженные листья, луковицы и семена. Начало развития болезни можно наблюдать в ювенильной стадии развития растения. Первыми симптомами заболевания являются хлоротичные пятна и фиолетовый налет на листьях, который можно увидеть ранним утром. Пораженные части растения отмирают. Если не производить заблаговременные обработки фунгицидами, то совместно с пероноспорозом распространяется и другое заболевание – альтернариоз (*Alternaria*), при развитии которого образуется сплошной черный налет [10].

Мицелий *Peronospora destructor* из пораженной луковицы проникает во все ткани растения. На семен-

никах патоген проникает по сосудистой системе листьев в генеративные органы. При поражении генеративной сферы семена образуются щуплые, показатели посевных качеств семян снижаются.

Использование устойчивых сортов и гибридов является одним из наиболее дешевых и экологически безопасных способов защиты растений. В зарубежных странах с началом использования устойчивых к болезням и вредителям сортов и гибридов сельскохозяйственных культур использование пестицидов сократилось на 40% [11].

Ежегодные потери урожая при выращивании лука репчатого делают актуальным поиск источников и доноров генетической устойчивости к ложной мучнистой росе. До 80-х годов 20-го века был создан только один устойчивый сорт лука репчатого «Calred», в котором устойчивость проявлялась только в цветочных стрелках, но не в листьях [12].

В 1990 году Kofot et al. выявили высокую устойчивость у *Allium roylei*, контролируемую одним доминантным геном *Pd* [13]. В наших ранних исследованиях показано, что *Allium roylei* легко скрещивается с луком репчатым (*A. cepa*), труднее проходит беккроссное скрещивание. После третьего беккросса отобраны растения, формирующие нормальную луковицу и гетерозиготные по гену устойчивости *Pd*. В потомствах этих растений наблюдалось значительное отклонение в наследовании устойчивости от менделевского (не опубликовано).

Позднее в 2015 году корейскими учеными Kim et al. был разработан кодоминантный молекулярный маркер DMR1 сцепленный с геном устойчивости *Pd* [11, 13]. Хрусталева Л.И. с помощью технологии GISH-гибридизации установила, что ген устойчивости *Pd* расположен в дистальной части длинного плеча 3-й хромосомы [14, 15].

С целью защиты от несанкционированного размножения F_1 гибридов и получения устойчивого к пероноспорозу F_2 -потомства, как правило в гибридах ген устойчивости используют в гетерозиготном состоянии. Таким образом, при самоопылении в F_2 четверть растений будет восприимчивыми. При этом у селекционеров возникает дилемма, какая из родительских линий должна быть гомозиготой по гену устойчивости. Учитывая, что поражение цветочных стрелок ведет к резкому снижению семенной продуктивности и ухудшает посевные качества семян, по нашему мнению, лучшим вариантом будет использование устойчивой стерильной материнской линии. Вместе с тем такой подход требует более длительной селекционной программы. Поэтому целью данного исследования является создание линий закрепителей мужской стерильности лука репчатого (*A. cepa* L.) с генетической устойчивостью к пероноспорозу с применением маркер-опосредованного отбора.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2018-2021 годах в ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева» и в лаборатории генетики, селекции и биотехнологии овощных культур РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

В качестве донора устойчивости к пероноспорозу (возб. *P. destructor*) использовали инбредную линию лука репчатого 136 (генотип – цитТ *MsMsPdPd*) с геном устойчивости к пероноспорозу *Pd*, ранее переданному из гибрида лука репчатого F_1 Santero (Hazera) путем серии скрещиваний, инбридинга и отбора на инфекционном фоне. В качестве донора аллелей закрепле-

ния стерильности (*ms*) использовали инбредную линию лука репчатого Бн1-(13) (генотип – цитN *msms pdpd*) из генетической коллекции ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева».

Гибридизацию и инбридинг проводили в контролируемых условиях пленочной теплицы.

Устойчивость растений к пероноспорозу (возб. *P. destructor*) оценивали на искусственном инфекционном фоне в полевых условиях. Фитопатоген, *P. destructor*, поддерживали в течение зимы в пораженных пероноспорозом луковицах лука севка. Для размножения возбудителя пораженные пероноспорозом луковицы высаживали на участке среди оцениваемых на устойчивость растений. Инокулюм готовили смывом спор с сильно пораженных листьев лука с обильным спороношением, плотность суспензии спор *P. destructor* доводили до 1×10^6 спор/мл. Инокуляцию проводили в утренние часы опрыскиванием листьев растений лука в течение пяти суток. Оценка устойчивости/восприимчивости проводили на 15-й день после инокуляции. За устойчивые принимали растения без симптомов поражения пероноспорозом, за восприимчивые – с симптомами разной степени развития болезни.

Для корректности создания искусственного инфекционного фона и надежности проведения оценки устойчивости/восприимчивости растений использовали восприимчивый к пероноспорозу контроль – гибриды F₁ Birdy и F₁ Sonoma.

Выделение ДНК проводили СТАВ-методом по [18]. Для выделения использовали 200-250 мг свежей ткани молодых листьев.

Процедуру амплификации проводили в ПЦР-амплификаторе Thermal Cycler C1000 Touch (Bio-Rad). Реактивы для проведения амплификации хранили при температуре -20°C, перед использованием размораживали, далее встряхивали и осаждали на вортексе. Амплификацию ДНК-фрагментов проводили согласно описанию в оригинальных статьях авторов-разработчиков молекулярных маркеров.

Молекулярно-генетический анализ и дифференциацию генотипов в расщепляющихся популяциях проводили с использованием следующих молекулярных маркеров:

1. DMR1 – SCAR-маркер ядерного гена устойчивости к пероноспорозу *Pd* [16];
2. Jnurf13 – SSR-маркер ядерных генов стерильности/фертильности *Ms*, *ms* [17];
3. 5'cob и orfA501 – система маркеров на тип цитоплазмы: N-нормальная цитоплазма, фертильный мужской гаметофит; S и T – цитоплазмы с фактором стерильности, определяющие мужскую стерильность при взаимодействии с рецессивной гомозиготой ядерного гена *msms* [7].

Молекулярный маркер orfA501 T-цитоплазмы (длина ДНК-фрагмента 473 п.н.) амплифицировали с использованием двух праймеров (прямой 5'-ATGGCTCGCCTTGAAAGAGAGC-3' и обратный 5'-CCAAGCATTTGGCGCTGAC-3') при температуре отжига 60 °C.

Молекулярный маркер 5'cob S-цитоплазмы (длина ДНК-фрагмента 414 п.н.) амплифицировали с использованием прямого праймера 5'-GTCCAGTTCCTATAGAACCTATCACT-3' и обратного праймера 5'-CTTTCTATGGTGACAACTCCTCTT-3' при температуре отжига 53°C.

Молекулярный маркер 5'cob N-цитоплазмы (длина ДНК-фрагмента 180 п.н.) амплифицировали

с использованием прямого праймера 5'-TCTAGATGTGCGCATCAGTGGAATCC-3' и обратного праймера 5'-CTTTCTATGGTGACAACTCCTCTT-3' при температуре отжига 53°C.

Молекулярный маркер Jnurf-13 гена закрепления стерильности *ms* амплифицировали с использованием прямого праймера 5'-TTGCCAAAGGTTGCAATACA-3' и обратного праймера 5'-TGCAAGCTTGGAACCTACG-3' при температуре отжига 57°C. Длина ожидаемого фрагмента для доминантного аллеля *Ms* – 241 п.н., для рецессивного *ms* – 229 п.н.

Молекулярный маркер DMR1 гена устойчивости к пероноспорозу *Pd* амплифицировали с парой праймеров, прямым DMR1-F 5'-TGAGGCTCAAGTTGACATG-3' и обратным DMR1-R 5'-TTCGTAGCAGCATCAAGGTG-3' при температуре отжига 65 °C. Амплифицируемый ДНК-фрагмент длиной 505 п.н. сцеплен с доминантным *Pd*-аллелем, ДНК-фрагмент длиной 438 п.н. с рецессивным аллелем *pd*.

Разделение ДНК-продуктов амплификации проводили электрофорезом в 1,5% агарозном геле. ДНК-фрагменты окрашивали флуоресцентным красителем GelRed (Biotium, USA). Визуализацию и фотодокументацию разделенных электрофорезом фрагментов ДНК, продуктов амплификации, осуществляли в проходящем ультрафиолетовом свете с помощью геледокументирующей системы ChemidocXRS+ (Bio-Rad).

Результаты и обсуждение

Применение классических методов селекции для создания закрепителя стерильности лука репчатого с устойчивостью к пероноспорозу предполагает сложную и трудоемкую генетико-селекционную схему с большим количеством анализирующих скрещиваний, с использованием оценки устойчивости к пероноспорозу на искусственном инфекционном фоне в вегетативной стадии и анализом фертильности/стерильности в генеративной стадии развития. В связи с тем, что устойчивость контролируется доминантным геном для дифференциации доминантной гомозиготы и гетерозиготы необходимо два поколения при оценке на инфекционном фоне. Следует учесть, что оценку стерильности/фертильности необходимо проводить в защищенном грунте в свободных от насекомых-опылителей условиях, а самоопыление – с использованием индивидуальных изоляторов. Такая работа требует больших затрат средств, труда и времени.

Создание закрепителя стерильности при ядерно-цитоплазматической мужской стерильности требует передачи рецессивного аллеля *ms* с цитоплазмой S- и T-типа в растение с нормальной N-цитоплазмой для чего необходима гибридизация, инбридинг и серия анализирующих скрещиваний. В нашей работе мы использовали созданные в предыдущие годы линии закрепители стерильности восприимчивые к пероноспорозу.

В 2018 году провели гибридизацию инбредной линии закрепителя стерильности Бн1-(13) (генотип – ЦитN *msms pdpd*) с линией 136 (генотип – цитT *MsMsPdPd*), содержащей доминантные аллели гена устойчивости *Pd* в гомозиготном состоянии (рис. 1). Полученное потомство было гетерозиготным как по гену устойчивости *Pd*, так и по гену мужской стерильности *Ms*. Для отбора генотипов, сочетающих гомозиготность по аллелям устойчивости *PdPd* и аллелям закрепления стерильности *msms*, в 2019 году провели самоопыление растений первого гибридного потомства и создали сегрегирующую по двум генам *Ms* и *Pd* популяцию F₂. В 2020 году растения F₂-популяции оценили на

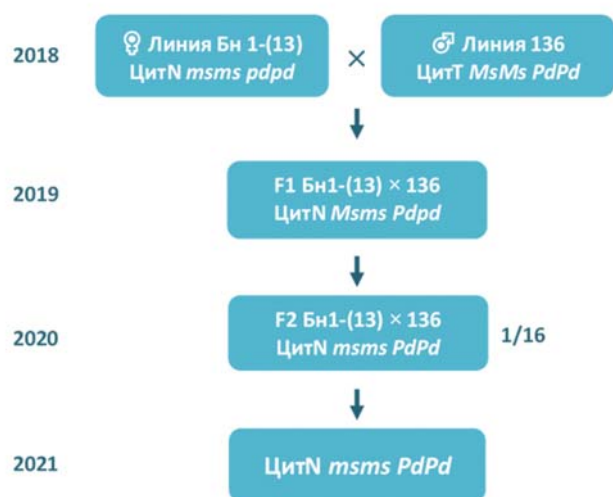


Рис. 1. Схема гибридизации и отбора линии лука репчатого, закрепителя стерильности (ЦитN msms), гомозиготной по гену устойчивости к пероноспорозу (Pd): ♀ – материнская линия, ♂ – отцовская линия, х – гибридизация, F₁ – первое гибридное потомство, F₂ – второе гибридное потомство от самоопыления F₁, 1/16 – доля целевых генотипов в потомстве F₂.

Fig. 1. Breeding scheme for the development of onion sterility maintainer line (CytN msms), homozygous for the Downy mildew resistance gene, Pd: ♀ – female line, ♂ – male line, x – hybridization, F₁ – first hybrid progeny, F₂ – second hybrid progeny from F₁ self-pollination, 1/16 – the frequency of CytN msmsPdPd genotype in the F₂ segregated population



Рис. 2. Расщепление по устойчивости/восприимчивости к пероноспорозу (возб. *P. destructor*) в F₂-потомстве (Бн1(13) × 136)2, слева растение без симптомов, справа пораженное пероноспорозом.

Fig. 2. Downy mildew (pathogen *P. destructor*) symptoms (the plant on the left) in segregated F₂-progeny (Bn 1 (13) × 136) 2.

Таблица 1. Результаты оценки устойчивости/восприимчивости растений лука репчатого к пероноспорозу (*P. destructor*) на искусственном инфекционном фоне

Table 1. Downy mildew (pathogen *P. destructor*) disease reaction of onion accessions

Наименование образца	Тип популяции	Всего растений, шт.	Число устойчивых (R) растений, шт.	Число восприимчивых (S) растений, шт.
МсБн1-1 × 163	F ₁	45	45	0
МсБн × Вал1-8	F ₁	27	27	0
МсБн1 × 136	F ₁	3	3	0
(МсБн1(11) × 163)9	F ₂	34	1	33
(Бн1(13) × 136)1	F ₂	19	1	18
(Бн1(11) × 136)1	F ₂	20	1	19
(Бн1(11) × 136)3	F ₂	23	1	22
(МсБн1(11) × 163)2	F ₂	36	2	34
(МсМэл × Вал1-1)1-1	F ₂	10	8	2
(Бн1(13) × 136)2	F ₂	12	7	5
(Байрам × Вал1-8)3	F ₂	3	2	1
Вал1-8КЗ	линия	12	12	0
F ₁ Birdy	F ₁	31	0	31
F ₁ Mondella	F ₁	26	0	26
F ₁ Sonoma	F ₁	35	0	35
Итого	-	324	98	226

искусственном инфекционном фоне на устойчивость к пероноспорозу и провели отбор ЦитNmsmsPdPd-генотипов с применением молекулярно-генетического анализа по маркерам целевых генов. Генетико-селекционная схема создания линии, закрепителя стерильности, гомозиготы по гену устойчивости к пероноспорозу с применением маркер-опосредованного отбора представлена на рисунке 1.

Инокуляция растений суспензией спор *P. destructor* привела к 100%-му поражению пероноспорозом зарубежных гибридов (F₁ Mondella, F₁ Birdy, F₁ Sonoma), что свидетельствует об эффективности инокуляции и выровненности искусственного инфекционного фона (табл. 1). Следует отметить, что эти гибриды по степени поражения различались, F₁ Mondella поражен был в меньшей степени.

Гибридные комбинации МсБн1-1 × 163, МсБн × Вал1-8, МсБн1 × 136 и линия Вал1-8КЗ проявили полную устойчивость, расщепление по устойчивости/восприимчивости к пероноспорозу отсутствовало, что свидетельствует о гомозиготном состоянии гена устойчивости Pd родительских линий 163, 136 и Вал1-8 (табл. 1).

Анализ устойчивости (R), восприимчивости (S) (рис. 2) в расщепляющихся популяциях F₂ (МсБн1(11) × 163)2, (МсБн1(11) × 163)9, (Бн1(13) × 136)1, (Бн1(11) × 136)1, (Бн1(11) × 136)3 выявил меньшее число устойчивых растений, чем теоретически ожидаемое число при моногенном доминантном контроле устойчивости к пероноспорозу (3R : 1S) (Табл. 1). Отклонение расщепления от ожидаемого, вероятно, связано с избирательностью оплодотворения, снижающего долю формирующихся доминантных по гену Pd гомозигот.

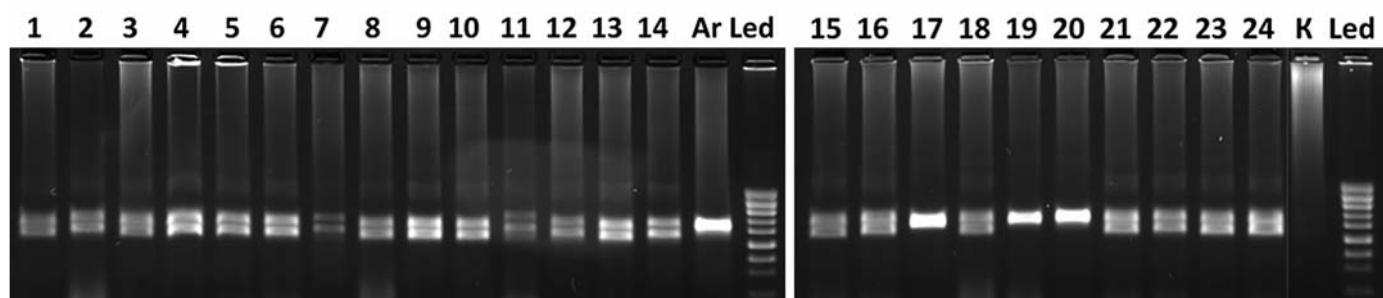


Рис. 3. Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК устойчивых растений F₂-потомств с молекулярным маркером DMR1 гена устойчивости к пероноспорозу Pd: 1-3 – F₁ МсБн1 x 136, 4 – (Байрам x Вал1-8)3, 5-6 – F₁ МсБн x Вал1-8, 7-8 – (МсМэл x Вал1-1)1, 9-15 – F₁ МсБн1-1 x 163, 16-19 – (Бн1(13) Ч 136)2, 20 – Вал1-8К3, 21 – (Бн1(11) x 136)1, 22 – (МсБн1-(11) x 163)2, 23 – (МсБн1-(11) x 163)9, 24 – (Бн1-(13) Ч 136)2, Ar – A. roylei (R), положительный контроль, К – H₂O, отрицательный контроль, Led – маркер длин ДНК-фрагментов, 100 bp

Fig. 3. Downy mildew Pd resistance gene DMR1-marker in selected resistant plants: 1-3 – F₁ MsBn1 x 136, 4 – (Bayram x Val1-8)3, 5-6 – F₁ MsBn x Val1-8, 7-8 – (MsMel x Val1-1)1, 9-15 – F₁ MsBn1-1 x 163, 16-19 – (Bn1 (13) Ч 136)2, 20 – Val1-8K3, 21 – (Bn1 (11) x 136)1, 22 – (MsBn1- (11) x 163)2, 23 – (MsBn1- (11) x 163)9, 24 – (Bn1- (13) x 136)2, Ar – A. roylei (R), K – H₂O, Led – 100 bp DNA-ladder

При небольшом числе растений в F₂-потомствах (МсМэл x Вал1-1)1-1, (Бн1(13) x 136)2, (Байрам x Вал1-8)3 число устойчивых растений преобладало над числом восприимчивых. Малое число растений данных расщепляющихся популяций не позволяет делать выводы о закономерностях распределения устойчивых и восприимчивых генотипов, в то же время позволило произвести отбор устойчивых растений, сочетающих устойчивость с другими хозяйственно-ценными признаками.

Все отобранные устойчивые к пероноспорозу растения расщепляющихся популяций были заложены на хранение и яровизирующую обработку при +4°C. Весной 2021 года растения высадили в наполненные торфяным субстратом горшки объемом 3 л. и разместили для культивирования в поликарбонатной теплице. Ткани отрастающих молодых листьев использовали для выделения ДНК СТАВ-методом и последующего молекулярно-генетического анализа с молекулярными маркерами гена устойчивости к пероноспорозу Pd (DMR1), типа цитоплазмы N, S, T (5scob:orfA501) гена закрепителя стерильности ms (jnurf13), результаты которого представлены на рисунках 3, 4, 5 и 6.

По результатам молекулярно-генетического анализа растений по маркеру DMR1 гена устойчивости Pd установлено, что только 2 устойчивых растения, отобран-

ных на искусственном инфекционном фоне из потомств F₂, содержали доминантный аллель Pd в гомозиготном состоянии. Один фрагмент ДНК на электрофореграмме размером 505 п.н. свидетельствует о

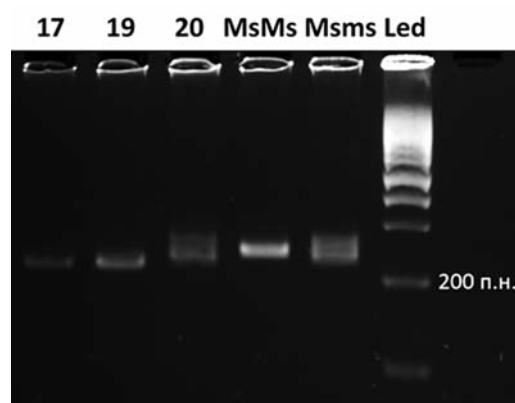


Рис. 5. Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК устойчивых растений гомозиготных по гену устойчивости к пероноспорозу с молекулярным маркером Jnurf 13 на ген закрепления стерильности ms: 17, 19 – (Бн1(13) x 136)2, 20 – Вал1-8К3, MsMs – образец с известным генотипом MsMs, Msms – образец с известным генотипом Msms, Led – маркер длин ДНК-фрагментов, 100 bp

Fig. 5. Electropherogram of amplified DNA products of molecular marker Jnurf 13 for the sterility maintainer ms gene of resistant to Downy mildew homozygous onion plants: 17, 19 – (Bn1 (13) x 136)2, 20 – Val1-8K3, MsMs – accession with known genotype MsMs, Msms – accession with known genotype Msms, Led – 100 bp DNA-ladder

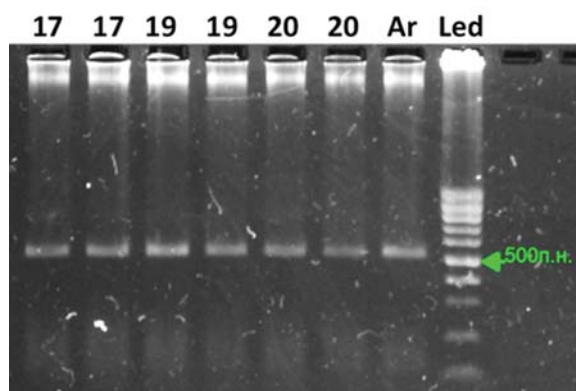


Рис. 4. Электрофореграмма продуктов амплификации повторного/контрольного ПЦР-анализа устойчивых растений F₂-потомств с молекулярным маркером DMR1 гена устойчивости к пероноспорозу Pd: 17, 19 – растения (Бн1(13) x 136)2, 20 – линия Вал1-8К3, Ar – A. roylei (R), положительный контроль, Led – маркер длин ДНК-фрагментов, 100 bp

Fig. 4. Control Downy mildew Pd resistance gene DMR1-marker analysis in selected resistant plants: 17, 19 – plants (Bn1(13) x 136)2, 20 – line Val1-8K3, Ar – A. roylei (R), Led – 100 bp DNA-ladder

гомозиготности доминантного аллеля гена устойчивости Pd – генотипы 17 и 19 из F₂-популяции (Бн1-(13) x 136)2, и генотип 20, линия Вал1-8К3 (рис. 3).

В качестве положительного контроля маркерной системы использовали линию *Allium roylei*, донор устойчивости к пероноспорозу, в дорожке которого на электрофореграмме присутствует один фрагмент 505 п.н. (PdPd). У всех остальных устойчивых растений наблюдалось два фрагмента 505 п.н. и 437 п.н., что свидетельствует о гетерозиготном состоянии аллелей гена устойчивости (Pdpd).

Доминантное гомозиготное состояние гена устойчивости к пероноспорозу Pd у выделенных растений подтвердили повторным ПЦР-анализом с молекулярным маркером DMR-1 (рис. 4).

Молекулярно-генетическим анализом гена закрепления стерильности ms с использованием ДНК-маркера Jnurf13 выделенных гомозиготных (PdPd) по устойчивости растений из потомства (Бн1(13) x 136)2 (дорожки

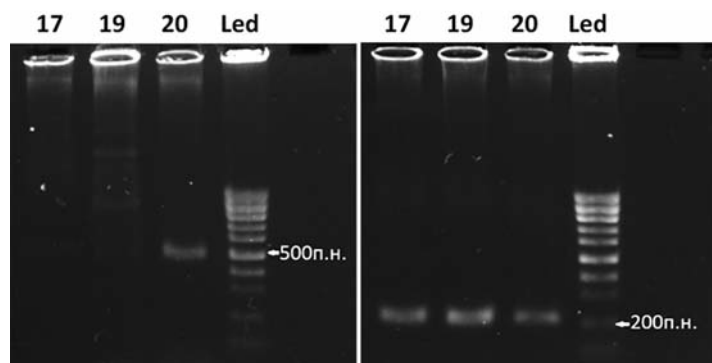


Рис. 6. Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК устойчивых к пероноспорозу гомозиготных по гену *Pd*, гомозиготных по гену закрепления стерильности *ms*-растений 17 и 19 и Вал1-8К3 (20) и определение типа цитоплазмы (N, S, T) в системе маркеров 5'cob:orfA501.
Fig. 6. Electropherograms of the 5'cob and orfA501 marker amplification products for determination of the cytoplasm type (N, S, T) of homozygous for the *Pd* gene resistance to Downy mildew, and the *ms* sterility maintainer gene onion plants 17, 19 (Bn1 (13) x 136) 2 and line Val1-8K3 (20).

17 и 19, рис. 3, 4) выявлено рецессивное гомозиготное состояние ядерных генов (*msms*), на что указывает наличие одного ДНК-фрагмента размером 229 п.н. (рис. 5). У *PdPd*-растения линии Вал1-8К3 (дорожка 20, рис. 3, 4) выявлено гетерозиготное состояние ядерных генов (*Msms*), о чем свидетельствует проявление двух фрагмента размером 229 п.н. и 241 п.н. В качестве контроля использовали образцы с известным генотипом *MsMs* и *Msms* (рис. 5).

Молекулярно-генетическим анализом растений 17 и 19 и Вал1-8К3 (20) по типу цитоплазмы (N, S, T) с использованием системы маркеров 5'cob:orfA501 было установлено, что растения 17 и 19 из потомства

(Бн1-(13) x 136)2 содержат N-цитоплазму (нормальная), а растение из потомства Вал1-8К3 (20) содержит T-цитоплазму (рис. 6).

Закключение

Таким образом, в результате гибридизации инбредной линии лука репчатого №136 (генотип – цитТ *MsMs PdPd*) с геном *Pd* устойчивости к пероноспорозу (возб. *P. destructor*) и донора аллелей закрепления стерильности (*ms*), инбредной линии лука репчатого Бн1-(13) (генотип – цитN *msms pdpd*) получены расщепляющиеся популяции F_2 , из которых маркер-опосредованным отбором выделены гомозиготные по устойчивости к пероноспорозу линии – закрепители стерильности – цитN *msms PdPd*.

Наследование гена устойчивости к пероноспорозу *Pd* в расщепляющихся популяциях от самоопыления гетерозигот *PdPd* нестабильно и имеет существенное отклонение от менделевского распределения доминантных и рецессивных признаков в потомстве F_2 при моногенном наследовании, что, вероятно, связано с избирательностью оплодотворения гамет, содержащих доминантный аллель *Pd*.

Применение маркер-опосредованного отбора по целевым ядерным генам *Pd* – устойчивость к пероноспорозу, *ms* – закрепление мужской стерильности и по цитоплазматическим факторам, определяющим N, S и T цитоплазмы, позволило создать устойчивую линию закрепитель стерильности цитN *msms PdPd* за два поколения.

Об авторах:

Яков Тарасович Эйдлин – аспирант кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, eidlinyakov@yandex.ru
Григорий Федорович Монахос – канд. с.-х. наук, генеральный директор ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева», breedst@mail.ru, Scopus ID 6507616886
Сократ Григорьевич Монахос – зав. кафедрой ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, доктор с.-х. наук, s.monakhos@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9404-8862>, Scopus ID 56052882900, Researcher ID I-7729-2017

About the authors:

Yakov T. Eidlin – PhD-student, Department Botany, Plant Breeding and Seed Technology, RSAU-MTAA, eidlinyakov@yandex.ru
Grigory F. Monakhos – Cand. Sci. (Agriculture), General Director, Limited company «Breeding station after N.N. Timofeev», breedst@mail.ru, Scopus ID 6507616886
Sokrat G. Monakhos – Dr. Sci. (Agriculture), Head of the Department Botany, Plant Breeding and Seed Technology, RSAU-MTAA, s.monakhos@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9404-8862>, Scopus ID 56052882900, Researcher ID I-7729-2017

• Литература / References

- Collard B. C. Y., Mackill D. J. Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2008.;363(1491):557-572. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2170>
- Narasimulu R. et al. Genetic variability and association studies for yield attributes in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *Indian J. Plant Sci*. 2013;2(3):82-86.
- Brumlop S., Finckh M.R. Applications and potentials of marker assisted selection (MAS) in plant breeding. *Final report of the F+ E project "Applications and Potentials of Smart Breeding"* (FKZ 350 889 0020) On behalf of the Federal Agency for Nature Conservation December. 2010.
- Murovec N., Erker R.S., Prodan I. Determinants of environmental investments: testing the structural model. *Journal of Cleaner Production*. 2012;(37):265-277. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.024>
- Clarke, A.E., Jones H.A., Little T.M. Inheritance of bulb color in onion. *Genetics*. 1944;(29):569-575.
- Berninger E. Contribution a l'etude de la sterilité male de l'oignon (*Allium cepa* L.). *Ann. Amélior. Plant (Paris)*. 1965;(23):183-199.
- Engelke T., Terefe D., Tatlioglu T. A PCR-based marker system monitoring CMS-(S), CMS-(T) and (N)-cytoplasm in the onion (*Allium cepa* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. 2003;107(1):162-167. <https://doi.org/10.1007/s00122-003-1230-3>
- Havey M.J. Seed yield, floral morphology, and lack of male-fertility restoration of male-sterile onion (*Allium cepa*) populations possessing the cytoplasm of *Allium galanthum*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1999;124(6):626-629.
- Yarwood C. E. et al. Onion downy mildew. *Hilgardia*. 1943;14(11).
- Jespersen G.D., Sutton J.C. Evaluation of a forecaster for downy mildew of onion (*Allium cepa* L.). *Crop protection*. 1987;6(2):95-103.
- Demidov E.S. Methods of protecting onions from false powdery mildew (*Peronospora destructor* Berk.). *Tiraspol: "Tipar"*, 2004. 92 p.
- Jones H.A., Mann L.K. Onions and their allies. *Soil Science*. 1964;98(1):68.
- Kofoet A. et al. Inheritance of resistance to downy mildew (*Peronospora destructor* [Berk.] Casp.) from *Allium roylei* Stearn in the backcross *Allium cepa* L. x (*A. roylei* x *A. cepa*). *Plant Breeding*. 1990;105(2):144-149.
- Khrustaleva L. et al. The power of genomic in situ hybridization (GISH) in interspecific breeding of bulb onion (*Allium cepa* L.) resistant to downy mildew (*Peronospora destructor* [Berk.] Casp.). *Plants*. 2019;8(2):36. <https://doi.org/10.3390/plants8020036>
- Scholten O.E., Van Heusden A.W., Khrustaleva L.I., Burger-Meijer K., Mank R.A., Antonise R.G.C., Harrewijn J.L., Van haecke W., Ooost E.H., Peters R.J. The long and winding road leading to the successful introgression of downy mildew resistance into onion. *Euphytica*. 2007;(156):345-353. <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9383-9>
- Kim S. et al. Development of a simple PCR marker tagging the *Allium roylei* fragment harboring resistance to downy mildew (*Peronospora destructor*) in onion (*Allium cepa* L.). *Euphytica*. 2016;208(3):561-569. <https://doi.org/10.1007/s10681-015-1601-2>
- Kim S. A codominant molecular marker in linkage disequilibrium with a restorer-of-fertility gene (*Ms*) and its application in reevaluation of inheritance of fertility restoration in onions. *Mol. Breeding*. 2014;(34):769-778. <https://doi.org/10.1007/s11032-014-0073-8>
- Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from plant tissues. *Plant molecular biology manual*. Springer, Dordrecht, 1989. P.73-83.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-40-43>
УДК 635.25:581.16:631.524.86

С.В. Жаркова¹,
Е.В. Шишкина²

¹ ФГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет
Россия, Алтайский край, г. Барнаул

² Западно-Сибирская овощная опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦО
656904, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, с. Лебяжье, ул. Опытная станция, 22

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Жаркова С.В., Шишкина Е.В. Результаты изучения лука репчатого в однолетней культуре в условиях Приобской зоны Алтайского края. *Овощи России*. 2021;(3):40-43.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-40-43>

Поступила в редакцию: 30.04.2021

Принята к печати: 28.05.2021

Опубликована: 25.06.2021

Stalina V. Zharkova¹, Elena V. Shishkina²

¹ Altai State Agricultural University
Barnaul, Altai Territory, Russia

² West-Siberian vegetable experimental station – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Vegetable Center» (WSVES – branch of the FSBSI FSVC)
Lebyazhye, Barnaul, Altai Territory, 656904

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

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

For citations: Zharkova S.V., Shishkina E.V. Results of the research of onion in the annual culture in the conditions of the Priobskaya zone of the Altai Territory. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):40-43. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-40-43>

Received: 30.04.2021

Accepted for publication: 28.05.2021

Accepted: 25.06.2021

Результаты изучения лука репчатого в однолетней культуре в условиях Приобской зоны Алтайского края



Резюме

Актуальность. В условиях Западной Сибири лук репчатый выращивают в основном из севка. При таком способе возделывания большие затраты идут на выращивание и хранение севка. В этой связи особую значимость имеет выращивание лука репчатого через семена. В условиях Приобской зоны Алтайского края данная проблема изучена недостаточно.

Материал и методика исследований. Изучено влияние условий возделывания на формирование хозяйственно ценных признаков сортов и гибрида лука репчатого, выращенного посевом семян в грунт в Приобской зоне Алтайского края. В качестве объектов исследования были взяты три сорта: Однолетний сибирский, Золотничок, Одинцовец и гибрид Candy F₁.

Результаты. В среднем за годы исследования по скороспелости сорт стандарт Однолетний сибирский (87-88 суток) показал себя как наиболее скороспелый. В качестве источника получения ранней зелёной массы можно использовать гибрид Candy F₁ отращивание листьев, у которого было самым ранним из всех изучаемых образцов лука. Наибольший листовой аппарат в условиях Приобской зоны Алтайского края формируют сорта Одинцовец (4,1 шт./раст.) и Однолетний Сибирский (3,8 шт./раст.). Максимальную по массе луковицу сформировал гибрид Candy F₁ (51,5 г). По величине урожайности в группе исследуемых образцов выделился гибрид Candy F₁. Прибавка по общей урожайности составила 5,1 т/га, товарной – 2,4 т/га по отношению к стандарту. Максимальная товарность в опыте у стандарта – 80,9%.

Ключевые слова: лук репчатый, сорт, гибрид, скороспелость, вегетационный период, масса луковицы, урожайность, товарность

Results of the research of onion in the annual culture in the conditions of the Priobskaya zone of the Altai Territory

Abstract

Relevance. In the Western Siberia conditions bulb onion is grown mainly from onion sets. With this method of cultivation, large costs are spent on growing and storing the onion sets. In this regard, the cultivation of it through the seeds is of particular importance. This problem has not been studied enough in Priobskaya zone of Altai Territory conditions.

Materials and methods. In our research, we studied the influence of cultivation conditions on the formation of economically valuable traits of varieties and a hybrid of bulb onion grown by sowing seeds in the ground in Priobskaya zone of Altai Territory. Three varieties were taken as objects of research: Odnoletniy Sibirskiy, Zolotnichok, Odintsovet, and one Candy F₁ hybrid.

Results. On average, over the years of research on early maturity, the standard Odnoletniy Sibirskiy variety (87-88 days) showed itself to be the most early maturing. Candy F₁ hybrid can be used as a source of early green mass. Leaf regrowth was the earliest of all onion samples studied. The largest leaf apparatus in the conditions of Priobskaya zone of Altai Territory is formed by the varieties Odintsovet (4.1 pieces per plant) and Odnoletniy Sibirskiy (3.8 pieces per plant). The maximum bulb mass was formed by the Candy F₁ hybrid (51.5 g). The Candy F₁ hybrid also was distinguished by the highest yield in the group of the studied samples. The increase in total yield was 5.1 t/ha, marketable 2.4 t/ha in relation to the standard. The maximum marketability in the experience was in the standard (80.9%).

Keywords: bulb onion, *Allium cepa* L., variety, hybrid, early maturity, growing season, bulb weight, yield, merchantability

Введение

Увеличение производства растительных продуктов хорошего качества – одна из основных задач сельхозпроизводителей страны. Полноценные продукты питания должны поступать круглогодично в соответствии с потребностями населения [1]. Лук репчатый – овощная культура многоцелевого использования [2,3]. Качественный состав листьев лука и лукович содержит большую группу витаминов и микроэлементы. Особенно ценен лук наличием эфирных масел и биологически активных веществ – антиоксидантов [4]. Эфирные масла обуславливают острый вкус лука и его специфический запах [5,6].

Это одна из основных востребованных овощных культур в рационе питания человека. В пищу используют листья лука и лук-репку (вызревшую луковичу) [7,8]. Всю продукцию, получаемую при выращивании лука репчатого, можно получать и использовать в пищу в течение всего года в свежем виде [9,10,11]. Листья лука получают, используя технологию выгоночной культуры, а луковича некоторых сортов способна храниться до получения нового урожая [12,13,14].

Луковича – это основной продуктовый орган, ради которого возделывают лук репчатый. В производственных условиях луковича может быть получена из семян, рассады или севка [10,15,16]. В Западной Сибири широко применяется выращивание лука репчатого через севок. При таком способе возделывания значительно увеличиваются затраты труда, материального обеспечения на возделывание и хранение посадочного материала – севка [1,8,10]. В этой связи особую значимость имеет выращивание лука репчатого через семена. В условиях Приобской зоны Алтайского края данная проблема изучена недостаточно. Для более детального изучения успешного возделывания культуры необходимы исследования по элементам применяемых технологий [1,8,10].

Цель нашего исследования – изучить влияние условий возделывания на формирование хозяйственно ценных признаков сортов и гибрида лука репчатого, выращенного посевом семян в грунт в Приобской зоне Алтайского края.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2019-2020 годах на производственной базе КФХ Мартынова А.В. Хозяйство расположено в Приобской зоне Алтайского края.

Почвы опытного участка – чернозёмы обыкновенные, выщелоченные. Следует отметить наличие

характерного для почв такого типа мощного гумусового горизонта глубиной до 30-40 см с комковато-зернистой структурой. Климатические условия зоны проведения исследований относят к резко континентальным. Отмечаются резкие перепады температуры, в летний период колебания отмечают от 5...6°C до 40...42°C. Количество осадков в течение вегетационного периода составляет около 290-320 мм. Максимум выпадения осадков обычно наблюдают в июле-августе. В отдельные периоды были отмечены интенсивные ливни (от 1 мм/мин до 2,1 мм/мин).

Погодные условия 2019 года были достаточно благоприятны для роста и развития лука репчатого. Условия 2020 года отличались обильной влажностью во второй половине вегетации растений, что увеличило продолжительность вегетационного периода и снизило товарность лукович.

Объекты исследования – три сорта лука репчатого отечественной селекции: Однолетний сибирский, Золотничок, Одинцовец и гибрид Candy F₁.

Посев на опытных делянках ручной. Норма высева 5 кг/га. Схема посева 30 x 8-10 см. Общая площадь делянки 12,6 м², учетная – 10 м². Повторность трехкратная. Расположение делянок последовательное в один ярус.

Исследования проводили в соответствии с Методикой полевого опыта Б. А. Доспехов [17]. В основу опытной работы положены методики и методические рекомендации: Методика полевого опыта в овощеводстве [18]; Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [19].

Результаты и их обсуждение

Фенологические наблюдения в 2019 году выявили, что первые единичные всходы 25.05 появились у сорта Однолетний сибирский и гибрида Candy F₁, на 1-2 суток позднее взошли растения у сортов Одинцовец (26.05) и Золотничок (27.05) (табл.1). Гибрид Candy F₁ развивался интенсивнее всех образцов в опыте, и в результате массовое полегание листовой массы было отмечено во второй декаде августа – 18.08., полегание у стандарта наступило на трое суток позже – 21.08. Созревание лукович после полегания листьев проходило не равнозначно, так у гибрида Candy F₁ этот период был самый продолжительный и составил 5 суток, и соответственно увеличилась продолжительность вегетационного периода до 89 суток. Наименьший по продолжительности вегетационный период зафиксировали у стандарта, его длительность составила 87 суток.

Таблица 1. Фенологические показатели лука репчатого, 2019-2020 годы
Table 1. Phenological indicators of onions, 2019-2020

Сорт, гибрид	Год	Продолжительность периода, сутки			Вегетационный период, сутки
		посев - всходы	всходы - полегание листа	полегание листа - уборка	
Однолетний сибирский, st.	2019	16	85	2	87
	2020	15	87	1	88
Candy F ₁	2019	14	84	5	89
	2020	13	86	4	90
Одинцовец	2019	16	88	7	95
	2020	16	86	8	94
Золотничок	2019	16	86	5	93
	2020	14	90	4	94

В 2020 году посев провели позднее, чем в 2019 году – 14.05. В связи с тем, что во второй декаде мая в 2020 году стояла холодная и дождливая погода, всходы были недружные и поздние. Первые единичные всходы были отмечены у гибрида Candy F₁ – 27.05, у стандарта – 29.05. Однако массовое отрастание прошло практически в одно время – 02.05-03.05. Полегание листьев наступило в третьей декаде августа. У гибрида Candy F₁ эта фаза отмечена 21.08, что на 3 суток раньше показателя сорта-стандарта – 24.08. Позднее всех образцов полегание листьев зафиксировали у сорта Золотничок – 26.08. В этом году сорт-стандарт Однолетний сибирский был самый скороспелый. Продолжительность его вегетационного периода составила 88 суток. Вегетационный период гибрида Candy F₁, несмотря на его раннее отрастание, был на 2 суток продолжительнее стандарта – 90 суток. У сортов Одинцовец и Золотничок длительность вегетации увеличилась относительно стандарта на 6 суток.

Таблица 2. Биометрические показатели растений лука репчатого, 2019-2020 годы
Table 2. Biometric indicators of onion plants, 2019-2020

Сорт	Листья		Луковица	
	число, шт./раст.	длина наибольшего листа, см	диаметр, мм	масса, г
Однолетний сибирский, st.	3,8	29,5	46,2	46,7
Candy F ₁	3,2	22,2	54,5	51,5
Одинцовец	4,1	33,2	41,2	46,0
Золотничок	3,6	27,0	48,0	45,8

Показано, что в группе изучаемых сортов по числу листьев и длине наибольшего листа при выращивании в однолетней культуре выделился сорт Одинцовец с показателями 4,1 шт./раст. и 33,2 см, соответственно (табл.2). Облиственность у растений по сортам различалась незначительно, зафиксированы колебания от 3,2 шт./раст. у гибрида Candy F₁ до 4,1 шт./раст. у сорта Одинцовец, показатель стандарта сорта Однолетний сибирский – 3,8 шт./раст.

Максимальная длина листа в опыте отмечена у сорта Одинцовец – 33,2 см, что на 12,5 % превышает показатель стандарта – 29,5 см. Полученные данные позволили выявить отрицательную зависимость между количеством и размером листьев на растении и сформированной луковицей на этих растениях. Так, у гибрида Candy F₁ при минимальной листовой поверхности сформирована луковица с максимальными биометрическими показателями. Диаметр луковицы у гибрида – 54,5 мм, на 17,9% превзошёл показатель стандарта – 46,2 мм. Масса луковицы

варьировала от 45,8 г у сорта Золотничок до 51,5 г у гибрида Candy F₁, стандарт – 46,7 г.

Урожайность лука репчатого в однолетней культуре при использовании разных сортов и гибрида за 2019-2020 годы показана в таблице 3. В 2019 году все образцы достоверно превысили по величине общей урожайности сорт-стандарт (32,9 т/га). Максимальное превышение на 8,2 т/га показал гибрид Candy F₁ (41,1 т/га). В 2020 году, для которого в период нарастания ассимиляционного аппарата была характерна жаркая, с недостаточным количеством осадков погода, урожайность сформировалась на 6,1% и 13,7% ниже, чем в 2019 году, у гибрида Candy F₁ – 38,6 т/га и сорта Золотничок – 33,4 т/га. Стандарт – сорт Однолетний сибирский на 10,9% показал урожайность выше в 2020 году (36,5 т/га) относительно 2019 года. В среднем за годы исследования максимальная прибавка общей урожайности по отношению к стандарту (34,7 т/га) составила 5,1 т/га у гибрида Candy F₁ (39,8 т/га).

Величина товарной урожайности лука репчатого, полученная путём посева семян в грунт, в опыте значительно отличалась от общей урожайности. Максимальный показатель товарной урожайности получен у гибрида Candy F₁ (30,5 т/га). Превышение над урожайностью стандарта (28,1 т/га) составило 2,4 т/га или 8,5%. Товарность образцов была на уровне 67-80%. Высокую товарность показали сорт стандарт – 80,9% и гибрид Candy F₁ – 76,6%.



Рис. Производственные посевы лука репчатого сорта Золотничок
Fig. Growing onions of the Zolotnichok variety

Таблица 3. Урожайность лука репчатого в зависимости от генотипа, т/га, 2019-2020 годы
Table 3. Yield of onion depending on genotype, t / ha, 2019-2020

Сорт	Общая урожайность					Товарная урожайность			Товарность, %
	год		средняя	отклонение от контроля		т/га	отклонение от контроля		
	2019	2020		т/га	%		т/га	%	
Однолетний сибирский, st.	32,9	36,5	34,7	-		28,1	-	-	80,9
Candy F ₁	41,1	38,6	39,8	+5,1	14,7	30,5	+2,4	+8,5	76,6
Одинцовец	37,6	39,2	38,4	+3,7	10,7	25,9	-2,2	-7,8	67,4
Золотничок	38,7	33,4	36,1	+1,4	4,0	24,9	-3,2	-11,4	69,0
НСР05, т/га	2,04	1,84	-	-	-	1,23	-	-	-

Закключение

Комплексная оценка сортов и гибрида лука репчатого, выращиваемых в условиях Приобской зоны Алтайского края в однолетней культуре, анализ результатов исследования, дали возможность выделить объекты, наиболее полно реализующие свой биологический потенциал при данной технологии возделывания.

Для успешного выращивания лука репчатого в однолетней культуре производитель должен создать для растений определённые условия. Высейнные семена для дальнейшего интенсивного развития растений должны получить: влагу, тепло, питание и т.д. В нашем исследовании все объекты были высейны в равные средовые условия, но различия в развитии сортов и гибрида были отмечены в течение всего вегетационного периода.

Сорт Однолетний сибирский в однолетней культуре показал себя как более скороспелый. В среднем за два года исследования его вегетационный период составил 87-88 суток. У этого сорта отмечена наименьшая продолжительность периода «полегание листа – уборка» (1-2 суток), это говорит об интенсивности метаболических процессов в растениях, что ускоряет отток

питательных веществ из листьев в луковицу, ускоряет усыхание листьев.

Однолетняя культура лука репчатого дает возможность получать раннюю зелёную массу листьев. В нашем исследовании как источник получения ранней зелёной массы был выделен гибрид Candy F₁, отрастание листьев у которого было самым ранним из всех изучаемых образцов лука. Однако наибольший листовой аппарат в условиях Приобской зоны Алтайского края в однолетней культуре формируют сорта Одинцовец (4,1 шт./раст.) и Однолетний Сибирский (3,8 шт./раст.). Максимальную по массе луковицу сформировал гибрид Candy F₁ (51,5 г).

По величине урожайности в группе исследуемых образцов выделился гибрид Candy F₁. Прибавка по общей урожайности составила 5,1 т/га, товарной – 2,4 т/га по отношению к стандарту. Максимальная товарность в опыте у стандарта – 80,9%.

Таким образом, результаты исследования показали, что сорта Однолетний сибирский, Одинцовец, Золотничок и гибрид Candy F₁ при выращивании их в однолетней культуре в условиях Приобья Алтайского края успешно растут, развиваются, формируют луковицу и дают урожайность более 25 т/га.

Об авторах:

Сталина Владимировна Жаркова – доктор с.-х. наук, доцент, stalina_zharkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8410-6715>
Елена Викторовна Шишкина – старший научный сотрудник, elen4a_70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3392-1215>

About the authors:

Stalina V. Zharkova – Doc. Sci. (Agriculture), Prof., stalina_zharkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8410-6715>
Elena V. Shishkina – Senior Researcher, elen4a_70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3392-1215>

Литература

1. Пивоваров В.Ф., Солдатенко А.В., Пышная О.Н., Надежкин С.М., Гуркина Л.К. Овощеводство – одно из приоритетных направлений сельскохозяйственного производства. *Овощи России*. 2020;(1):3-15. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-3-15>
2. Водянова О.С. Луки. Алматы, 2007. 364 p. (in Russ.)
3. Тараканов Г.И., Мухин В.Д. Овощеводство. М.: Колос, 2002. Р.330-333.
4. Середин Т.М., Агафонов А.Ф., Кривенков Л.В. Выделение исходного материала лука многорусного *Allium proliferum* Schrad. по уровню содержания минеральных веществ в листьях. *Доклады ТСХА*. 2019. 549-551с.
5. Brullo S., Brullo C., Cambria S., del Galdo G.G., Salmeri C. *Allium albanicum* (Amaryllidaceae), a new species from Balkans and its relationships with *A. meteoricum* Heldr. & Hausskn. ex Halácsy. *PhytoKeys*. 2019;(119):117-136. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.119.30790>
6. Солдатенко А.В., Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И., Балеев Д.Н., Разин О.А. Зимостойкость представителей рода *Allium* L. в условиях Московской области в зависимости от степени суровости зимнего периода. *Овощи России*. 2018;(3):22-26. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-22-26>
7. Агафонов А.Ф., Логунова В.В. Гетерозисная селекция лука репчатого. *Овощи России*. 2018;(5):25-28. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-25-28>
8. Kik C. Exploitation of wild relatives for the breeding of cultivated *Allium* species. In: *Allium Crop Science: recent advances*. Rabinowitch H.D. & Currah L., 2002. pp. 81-100, CABI Publishing, ISBN 0851995101, UK
9. Жаркова С.В. Оценка среды как фона для отбора образцов лука репчатого в условиях лесостепи Алтайского Приобья. *Вестник Курганской ГСХА*. 2015;3(15):17-19.
10. Логунова В.В., Кривенков Л.В., Гуркина Л.К., Гращенкова Н.Н. Селекция лука репчатого на гетерозис. *Известия ФНЦО*. 2019;(2):45-49. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2019-2-45-49>
11. Fritsch R.M., Blattner F.R., Gurushidze M. New classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berthel.) Rouy (*Alliaceae*) based on molecular and morphological characters. *Phyton*. 2010;(49):145-320.
12. Moyers S. *Garlic in health, history, and world cuisine*. St Petersburg: Suncoast Press. 1996. pp. 1-36.
13. Green O.C., Polydoris N.G. *Garlic, cancer and heart diseases: Review and recommendations*. Chicago: GN Communications, 1993. pp. 21-41.
14. Середин Т.М., Шумилина В.В., Агафонов А.Ф. и др. Выращивание лука шалота в условиях Нечерноземья и на юге Западной Сибири. Омск. 2019. 44 с.
15. Khan G. History of garlic. In Koch H.P. and Lawson L.D. (eds.). *Garlic: The science and therapeutic application of Allium sativum and related species*. New York: Williams and Wilkins, 1996. pp.25-36.
16. Woodward P.W. *Garlic and friends: The history, growth and use of edible Alliums*. Melbourne: Hyland House Publishe. 1996.
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
18. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ВНИИО; 2011. 648 с.
19. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск четвертый. М.: Колос, 1975. 42 p.

References

1. Pivovarov V.F., Soldatenko A.V., Pyshnaya O.N., Nadezhkin S.M., Gurkina L.K. Vegetable growing is one of the priority directions of agricultural production. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(1):3-15. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-3-15>
2. Vodianova O.S. Onions. Almaty, 2007. 364p. (in Russ.)
3. Tarakanov G.I., Mukhin V.D. Vegetable growing. M.: Kolos, 2002. 330-333 p. (in Russ.)
4. Seredin T.M., Agafonov A.F., Krivenkov L.V. Isolation of the starting material of the onion *Allium proliferum* Schrad. by the level of mineral content in the leaves. *MTAA reports*. 2019.549-551 p.(in Russ.)
5. Brullo S., Brullo C., Cambria S., del Galdo G.G., Salmeri C. *Allium albanicum* (Amaryllidaceae), a new species from Balkans and its relationships with *A. meteoricum* Heldr. & Hausskn. ex Halácsy. *PhytoKeys*. 2019;(119):117-136. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.119.30790>
6. Soldatenko A.V., Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I., Baleev D.N., Razin O.A. Winter hardiness of representatives of the genus *Allium* L. in the Moscow region, depending on the severity of the winter period. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(3):22-26. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-22-26>
7. Agafonov A.F., Logunova V.V. Heterosis breeding of onion. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(5):25-28. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-25-28>
8. Kik C. Exploitation of wild relatives for the breeding of cultivated *Allium* species. In: *Allium Crop Science: recent advances*. Rabinowitch H.D. & Currah L., 2002. pp. 81-100, CABI Publishing, ISBN 0851995101, UK
9. Zharkova S.V. Assessment of the environment as a background for the selection of onion samples in the conditions of the forest-steppe of the Altai Ob region. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2015;3(15):17-19. (in Russ.)
10. Logunova V.V., Krivenkov L.V., Gurkina L.K., Grashchenkova N.N. Selection of onions for heterosis. *News of FSVS*. 2019;(2):45-49. (in Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2019-2-45-49>
11. Fritsch R.M., Blattner F.R., Gurushidze M. New classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berthel.) Rouy (*Alliaceae*) based on molecular and morphological characters. *Phyton*. 2010;(49):145-320.
12. Moyers S. *Garlic in health, history, and world cuisine*. St Petersburg: Suncoast Press. 1996. pp. 1-36.
13. Green O.C., Polydoris N.G. *Garlic, cancer and heart diseases: Review and recommendations*. Chicago: GN Communications, 1993. pp. 21-41.
14. Seredin T.M., Shumilina V.V., Agafonov A.F. and other Cultivation of shallots in the Non-Black Earth Region and in the south of Western Siberia. Omsk. 2019.44 p.(in Russ.)
15. Khan G. History of garlic. In Koch H.P. and Lawson L.D. (eds.). *Garlic: The science and therapeutic application of Allium sativum and related species*. New York: Williams and Wilkins, 1996. pp.25-36.
16. Woodward P.W. *Garlic and friends: The history, growth and use of edible Alliums*. Melbourne: Hyland House Publishe. 1996.
17. Dospekhov B.A. *Methodology of field experience*. M.: Kolos 1979.416 p. (in Russ.)
18. Litvinov S.S. *Methodology of field experience in vegetable growing*. Moscow, 2011. 648 p. (in Russ.)
19. *Methods of state variety testing of agricultural crops*. Issue four. Moscow: Kolos, 1975. 42 p. (in Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-44-48>
УДК 635.25/.26:631.52:581.48

Ф.Б. Мусаев¹, М.И. Иванова²,
Н.С. Прияткин³, С.В. Кузнец⁴

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

² 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

³ ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт» (ФГБНУ АФИИ) 195220, Россия, Санкт-Петербург, Гражданский просп., д. 14

⁴ ООО «АргусСофт» 190121, Россия, Санкт-Петербург, ул. Александра Блока, 5

Благодарности. Авторы выражают благодарность доктору сельскохозяйственных наук, заведующей лабораторией семеноведения ВНИИО – филиала ФНЦО Бухарову Александру Федоровичу за методическую помощь и Шуккиной Полине Алексеевне, инженеру сектора биопластики растений Агрофизического НИИ за участие в экспериментальной части работы.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Мусаев Ф.Б., Иванова М.И., Прияткин Н.С., Кузнец С.В. Цифровая морфометрия семян луковых культур. *Овощи России*. 2021;(3):44-48. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-44-48>

Поступила в редакцию: 04.05.2021

Принята к печати: 08.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

Farkhad B. Musaev¹, Maria I. Ivanova²,
Nikolay S. Priyatkin³, Sergey V. Kuznets⁴

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSCV) 14, Selektionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

² All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – branch of FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center" 500, Vereya village, Ramenskoe district, Moscow region, Russia, 140153

³ Agrophysical Research Institute 14, Grazhdanskiy pr., St.-Petersburg, Russia, 195220

⁴ ArgusSoft LLC 5, Alexander Blok st., St. Petersburg, Russia, 190121

Acknowledgments. The authors express their gratitude to the Alexander F. Bukharov, Doc. Sci., Head of the Laboratory of seed science of the All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – branch of FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center", for methodological assistance and Polina A. Shchukina, engineer of the plant biophysics sector of the Agrophysical Research Institute for participation in the experimental part of the work.

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

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

For citations: Musaev F.B., Ivanova M.I., Priyatkin N.S., Kuznets S.V. Digital morphometry of onion seeds. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):44-48. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-44-48>

Received: 04.05.2021

Accepted for publication: 08.06.2021

Published: 25.06.2021

Цифровая морфометрия семян луковых культур



Резюме

Актуальность. Одним из главных вопросов в растениеводстве остается качество высеваемых семян. Овощные растения в период генеративного развития требовательны к условиям свето-, теплообеспеченности, однако условия большинства регионов нашей страны не могут отвечать этим требованиям. Послеуборочная доработка и предпосевная обработка семян также проводятся не на должном уровне. Отсутствуют надежные информативные инструментальные методы анализа качества семян. Сотрудниками ФГБНУ ФНЦО, Агрофизического НИИ и ООО «Аргус-Био» ведется разработка метода цифровой морфометрии семян овощных культур.

Методика. Материалом для исследований явились семена различных образцов разновидности рода *Allium*: *Allium cristophii* Trautv., *Allium schoenoprasum* L., *Allium fistulosum* L. Цифровые изображения семян были получены с использованием планшетного сканера HP Scanjet 200, формат сохраняемых файлов BMP, TIFF, JPG, разрешение 600 DPI. Морфометрический анализ цифровых сканированных изображений семян был выполнен на базе Агрофизического НИИ с использованием серийного программного обеспечения «Argus-BIO», производства ООО «Аргус Софт», г. Санкт-Петербург.

Результаты. Анализ цветовых характеристик семян (величины цветовых составляющих по модели RGB) *Allium cristophii* Trautv. выявил статистически значимое снижение показателей по всем цветовым каналам в ряду от нижнего яруса – верхнему, что является показателем разного уровня вызреваемости. Семена различных образцов *Allium schoenoprasum* L. по размеру (площадь проекции) значительно варьировали в пределах вида от 2,39 до 3,06 мм², по форме они также оказались не выровненными: эллиптические с фактором удлиненности от 1,99 до 2,21 относительных единиц. Анализ морфометрических параметров семян сортов *Allium fistulosum* L. позволил выделить влияние природных и генетических факторов на эти параметры: фактор года оказывал существенное влияние (от 43,5% до 45,4%), фактора сорта – от 39,5% до 43,2%, на основные морфометрические параметры семян. Итак, представлен новый подход к анализу качества семян, включающий в себя оперативную цифровую морфометрию, моделирование данных и их интеграцию со стандартными тестами ISTA.

Ключевые слова: качество семян, цифровая морфометрия, морфометрические параметры семян, размер семян, округлость, удлиненность, цветовые признаки семян

Digital morphometry of onion seeds

Abstract

Relevance. One of the problematic issues in crop production remains the quality of sown seeds. Vegetable plants during the period of generative development are demanding to the conditions of light and heat supply, but the conditions of most regions of our country cannot meet these requirements. Post-harvest refinement and pre-treatment of seeds is also not carried out at the proper level. There are no reliable informative tools for analyzing seed quality. Employees of the FSBSI FSCV, Agrophysical Research Institute and Argus-Bio LLC are developing a method of digital morphometry of vegetable seeds.

Methods. The material for the studies was the seeds of various samples of varieties of the genus *Allium*: *Allium cristophii* Trautv., *Allium schoenoprasum* L., *Allium fistulosum* L. Digital images of seeds were obtained using the HP Scanjet 200 tablet scanner, BMP, TIFF, JPG save file format, 600 DPI resolution. Morphometric analysis of digital scanned images of seeds was carried out on the basis of the Agrophysical Research Institute using the serial software Argus-BIO, manufactured by Argus Soft LLC, St. Petersburg.

Results. Analysis of the color characteristics of seeds (values of color components according to the RGB model) *Allium cristophii* Trautv. revealed a statistically significant decrease in all color channels in the row from the lower tier – the upper, which is an indicator of different levels of maturity. Seeds of various samples of *Allium schoenoprasum* L. in size (projection area) varied significantly within the species from 2.39 to 3.06 mm², in shape they also turned out to be unaligned: elliptical with an elongation factor of 1.99 to 2.21 relative units. Analysis of morphometric parameters of seeds of varieties *Allium fistulosum* L. made it possible to distinguish the influence of natural and genetic factors on these parameters: the factor of the year had a significant effect (from 43.5% to 45.4%), the factor of the variety – from 39.5% to 43.2%, on the main morphometric parameters of seeds. So, a new approach to seed quality analysis is presented, which includes rapid digital morphometry, data modeling and their integration with standard ISTA tests.

Keywords: seed quality, digital morphometry, seed morphometric parameters, seed size, roundness, elongation, seed color features

Введение

Качество высеваемых семян является приоритетной задачей в производстве растительной продукции. Зачастую проблема состоит не в недостатке семян для посева, а в их низком качестве. Неблагоприятные почвенно-климатические условия большинства наших регионов в сочетании с низкой культурой земледелия, часто являются причиной вывода семеноводства за пределы нашей страны, особенно, овощного семеноводства [1]. Также не на должном уровне проводится послеуборочная доработка семян. В деле семенного контроля большей частью применяются традиционные биометрические методы. Однако современный уровень развития знаний и технологий позволяет нам применять более информативные инструментальные методы для анализа качества семян.

Физические свойства семян, а конкретно, их линейные размеры и форма являются важными показателями в определении их качества. Форма семени характеризует степень их выполненности и зрелости, что, в свою очередь, определяет уровень их жизнеспособности и силы роста. Масса, геометрические размеры и форма семени являются внешним проявлением процессов синтеза, превращения, распределения и накопления органических веществ в эмбриональных и запасных тканях [2,3].

Каждому виду, а, зачастую, и сорту присуще определенная форма семени, обусловленная соотношением линейных размеров: длины, ширины и толщины [4]. Следовательно, путем измерения и анализа линейных размеров семян, определив их форму можно сделать предварительное заключение об их посевных качествах.

Измерение семян – «ручная» морфометрия представляется длительным и трудоемким процессом. Поэтому были предложены различные эффективные подходы компьютерной морфометрии семян с использованием методов обработки сканированных изображений [5,6,7]. Новый подход к морфометрии был реализован с использованием программного обеспечения для персональных компьютеров [8,9]. В результате

появилась возможность оценки целого ряда морфометрических параметров семени, описывающих их форму, цвет и тональность [10].

В совместной работе сотрудников ФГБНУ ФНЦО, Агрофизического НИИ и ООО «Аргус-Био» (г. Санкт-Петербург) ведется разработка метода цифровой морфометрии семян овощных культур. К настоящему времени проанализированы семена фасоли овощной, укропа, пастернака, майорана и др. [11,12,13]. Проводится адаптация метода для анализа семян разновидностей луковых культур.

Материал и методы

Материалом для исследований явились семена различных образцов разновидностей рода *Allium*: *Allium cristophii* Trautv., *Allium schoenoprasum* L., *Allium fistulosum* L. из биоколлекции ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО (рис 1).

Цифровые изображения семян были получены с использованием планшетного сканера HP Scanjet 200, формат сохраняемых файлов BMP, TIFF, JPG, разрешение 600 DPI. Выбор необходимого и достаточного разрешения при сканировании определялся техническими возможностями сканера (максимальное разрешение 2400 DPI), ресурсами программного обеспечения и персонального компьютера, а также размерами семян для обеспечения точности измерений [14]. Морфометрический анализ цифровых сканированных изображений семян был выполнен на базе Агрофизического НИИ с использованием серийного программного обеспечения «Argus-BIO», производства ООО «АргусСофт», г. Санкт-Петербург. Методика включает в себя подбор контрастной подложки (фона) для сканирования семян с минимальными теневыми эффектами, калибровку программного обеспечения для привязки к реальным размерным величинам, выбор параметров измерений и непосредственно автоматический анализ цифровых сканированных изображений семян (рис. 2).

Статистическую обработку полученных экспериментальных данных выполнили с использованием пакета прикладных программ – STATISTICA 6,0.



Рис. 1. Разновидности рода *Allium*: *Allium cristophii* Trautv., *Allium schoenoprasum* L., *Allium fistulosum* L. (слева направо)
Fig. 1. Species of the genus *Allium*: *Allium cristophii* Trautv., *Allium schoenoprasum* L., *Allium fistulosum* L. (from left to right)

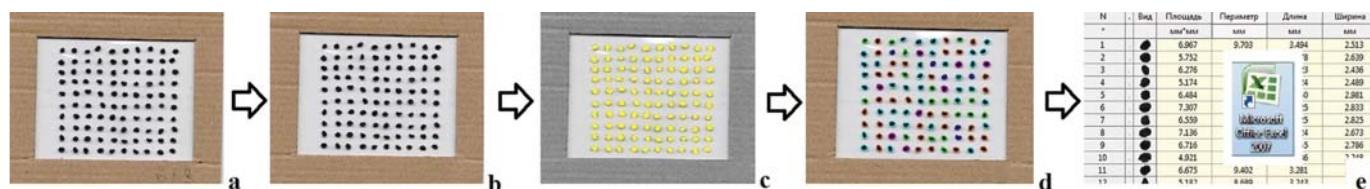


Рис. 2. Автоматический анализ цифровых сканированных изображений на примере семян *Allium cristophii*: а – исходное изображение; б – выделение области; с – выделение объектов (семян) по порогу яркости; д – автоматическое измерение объектов и их классификация; е – получение таблицы измерений с возможностью экспорта в MS Excel
Fig. 2. Automatic analysis of digital scanned images using the example of *Allium cristophii* seeds: а – original image; б – selection of the area; с – selection of objects (seeds) by the brightness threshold; д – automatic measurement of objects and their classification; е – obtaining a table of measurements with the ability to export to MS Excel

Результаты и обсуждение

Проанализированы матриально разнокачественные семена *Allium cristophii*, собранные с разных ярусов соцветий материнских растений. Анализ цветовых характеристик семян (величины цветовых составляющих по модели RGB) выявил статистически значимое снижение показателей по всем цветовым каналам в ряду от нижнего яруса – верхнему, как следует из линии регрессии переменных значений (рис. 3). Следовательно, семена, собранные с нижнего яруса, имели более светлую окраску, а с верхнего – более темную, что свидетельствует о разном уровне их вызреваемости. Следует отметить, что изменений соотношения величин цветовых составляющих изображений семян лука Кристофа, в зависимости от принадлежности к определенному ярусу, пока не носит закономерный характер. Полагаем, что для более углубленных исследований матриальной разнокачественности, в частности, сопутствующей ей различной физиологической зрелости семян, необходимо использовать более совершенные неразрушающие технологии получе-

ния и обработки изображений, основанные на визуализации и количественной оценке флуоресценции хлорофилла, показанные, например, в работе [15].

Размер семян является важной особенностью идентификации семян наряду с формой и текстурой. Большой размер указывает на лучшее качество и всхожесть семян и генетический потенциал продуктивности [16,17], но качество семян может быть связано с некоторыми другими факторами, такими как вариации содержания питательных веществ в семенах [18], время сбора семян и генетические факторы происхождения [19].

Масса 1000 семян лука шнитта в среднем составляет 1,48 г, всхожесть – 67% (Storck et al., 2019) [20].

В нашем эксперименте семена различных образцов *Allium schoenoprasum* L. по площади проекции варьировали в диапазоне от 2,39 до 3,06 мм², по длине – от 2,62 до 3,04 мм и ширине – от 1,27 до 1,47 мм, по среднему размеру – от 2,02 до 2,24 мм (табл. 1). Наиболее крупные семена оказались у сортов Медонос (3,06 мм²) и Чемал (3,03 мм²).

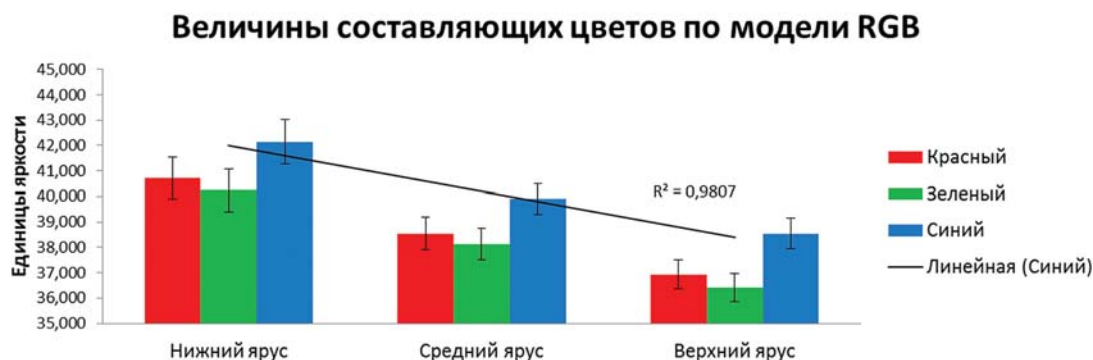


Рис. 3. Морфометрия окраски разнокачественных семян лука Кристофа, 2016-2017 годы
Fig. 3. Morphometry of color of different quality *Allium cristophii* seeds, 2016-2017

Таблица 1. Морфометрический анализ геометрических параметров семян различных образцов *A. schoenoprasum*
Table 1. Morphometric analysis of geometric parameters of seeds of *A. schoenoprasum*

Образец	Площадь (мм ²)	Периметр (мм)	Длина (мм)	Ширина (мм)	Средний размер (мм)
Медонос	3,06±0,06	7,15±0,06	3,02±0,02	1,47±0,02	2,24±0,02
Чемал	3,03±0,05	7,12±0,06	3,04±0,02	1,43±0,02	2,23±0,02
Подвид Сибирский	2,68±0,05	6,61±0,05	2,78±0,02	1,38±0,02	2,08±0,02
Подвид Европейский	2,81±0,05	6,73±0,06	2,79±0,03	1,42±0,02	2,11±0,02
Мудрец	2,70±0,08	6,67±0,11	2,81±0,05	1,37±0,03	2,09±0,03
Pražský Krayova	2,50±0,08	6,48±0,12	2,76±0,05	1,27±0,03	2,02±0,04
Образец из ЮУБСИ	2,77±0,07	6,78±0,09	2,88±0,04	1,36±0,03	2,12±0,03
Образец из КузБС	2,39±0,06	6,25±0,08	2,62±0,03	1,33±0,02	1,97±0,02
Св (%)	8,47	4,50	4,91	4,53	4,41

Таблица 2. Морфометрическая характеристика формы семян различных образцов *A. schoenoprasum*
 Table 2. Morphometric characteristics of the seeds of *A. schoenoprasum*

Образец	Фактор эллипса (отн. ед.)	Фактор круга (отн. ед.)	Округлость (отн. ед.)	Удлиненность (отн. ед.)
Медонос	0,99/0,00	0,75±0,01	0,45±0,01	2,08±0,03
Чемал	0,99/0,00	0,75±0,01	0,44±0,01	2,14±0,03
Подвид Сибирский	0,99/0,00	0,77±0,01	0,47±0,01	2,05±0,04
Подвид Европейский	0,99/0,00	0,78±0,01	0,48±0,01	1,99±0,03
Мудрец	0,99/0,00	0,75±0,01	0,45±0,01	2,08±0,04
Pražský Krayova	0,99/0,00	0,73±0,01	0,43±0,01	2,21±0,04
Образец из ЮУБСИ	0,99/0,00	0,75±0,01	0,44±0,01	2,14±0,04
Образец из КузБС	0,99/0,00	0,76±0,01	0,47±0,01	1,99±0,03
Cv (%)	0,99/0,00	2,00	3,90	3,67

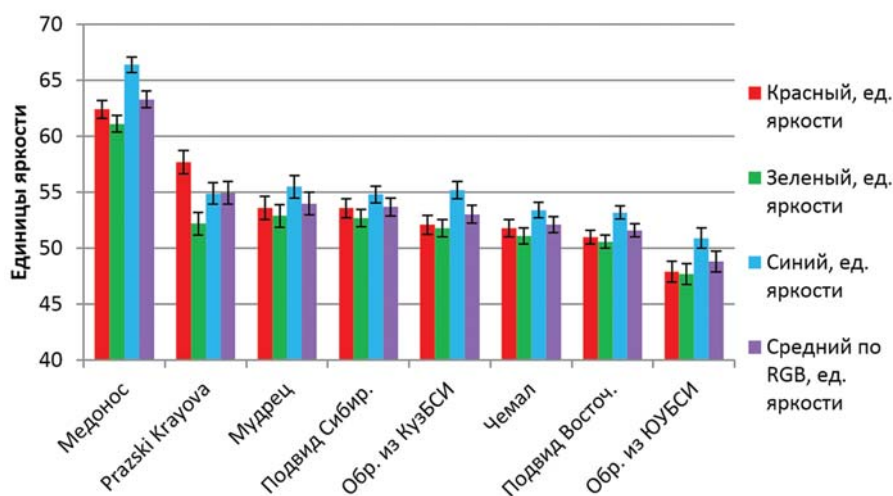


Рис.4. Морфометрический анализ цветовых характеристик семян различных образцов *A. schoenoprasum*
 Fig. 4. Morphometric analysis of color characteristics of seeds of *A. schoenoprasum*

Таблица 3. Дисперсионный анализ изменчивости основных морфометрических параметров семян *A. fistulosum* в системе двухфакторного опыта 2x2 (n=4)
 Table 3. Analysis of variance of variability of the main morphometric parameters of *A. fistulosum* seeds in the system of two-factor experiment 2x2 (n = 4)

Фактор	Df	Mean Sq	F - value	F ₀₅ (F ₀₁)
Длина семени				
Сорт (A)	1	0,231	19,25	5,12 (10,56)
Год (B)	1	0,248	20,66	5,12 (10,56)
Взаимодействие A:B	1	0,077	6,42	5,12 (10,56)
Остаток	9	0,012	-	-
Ширина семени				
Сорт (A)	1	0,279	19,93	5,12 (10,56)
Год (B)	1	0,298	21,29	5,12 (10,56)
Взаимодействие A:B	1	0,094	6,71	5,12 (10,56)
Остаток	9	0,014	-	-
Периметр семени				
Сорт (A)	1	0,484	17,29	5,12 (10,56)
Год (B)	1	0,547	19,54	5,12 (10,56)
Взаимодействие A:B	1	0,166	5,93	5,12 (10,56)
Остаток	9	0,028	-	-
Площадь проекции семени				
Сорт (A)	1	0,375	24,87	5,12 (10,56)
Год (B)	1	0,394	26,27	5,12 (10,56)
Взаимодействие A:B	1	0,084	5,60	5,12 (10,56)
Остаток	9	0,015	-	-

Также были проанализированы различные индексы формы семян. Семена шнитта эллиптические: фактор эллипса у всех испытанных образцов составил 0,99 относительных единиц. Фактор круга варьировал в диапазоне от 0,73 до 0,78 относительных единиц, округлость – от 0,43 до 0,48 относительных единиц, удлиненность – от 1,99 до 2,21 относительных единиц (табл. 2). Самые удлиненные семена наблюдались у образца Pražský Krávoa (2,21).

Результаты измерений цветковых характеристик семян выявили, что в окраске семян преобладает составляющая синего цвета (фиолетовый оттенок), за исключением образца Pražský Krávoa (преобладает составляющая красного цвета) (рис. 4). Максимальное значение показателя средней яркости по цветовым каналам RGB наблюдалось у сорта Медонос (63,3), что в 1,15-1,30 раза выше, по сравнению с другими изученными образцами.

Морфометрические параметры семян сортов *Allium fistulosum* L. Семилетка и Спринтер проанализированы в системе двухфакторного опыта. Анализ показал, что факторы сорта и года оказывают существенное влияние на все основные параметры (длину, ширину, периметр и площадь проекции) семян при $P < 0,01$, а взаимодействие этих факторов – существенное влияние на все изученные параметры при $P < 0,05$ (табл. 3).

Вклад сорта в изменчивость длины семени составлял 40,6%. Эффект фактора года достигал 43,7%.

Взаимодействие факторов обеспечило 13,6% вариативности длины семени. Изменчивость ширины семени на 40,8% обусловлена фактором сорта, на 43,5% – фактором года репродукции и только на 11,2% – их взаимодействием. Максимальное влияние на периметр семени (44,7 %) также оказывал фактор года. Фактор сорта обеспечивал только 39,5% изменчивости этого параметра, 13,5% разнообразия обусловлено взаимодействием главных факторов. Вариативность параметра площадь проекции семени на 43,2% обусловлена сортом, на 45,4% – годом репродукции и на 9,7% – взаимодействием факторов.

Доля случайного фактора в изменчивости изученных параметров не превышала 2,3%. Таким образом, фактор года оказывал существенное и преобладающее влияние (от 43,5% до 45,4%) на основные параметры семени. Вклад фактора сорта в формирование изученных параметров колебался в пределах от 39,5% до 43,2%.

Заключение

Таким образом, цифровая морфометрия может представлять новый подход для анализа качества семян и одновременно может включать в себя моделирование и автоматизацию оперативной цифровой морфометрии и их интеграцию с данными, полученными на основе стандартных тестов ISTA.

Об авторах:

Фархад Багадыр оглы Мусаев – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Лабораторно-аналитического и испытательного отдела, <https://orcid.org/0000-0001-9323-7741>, musayev@bk.ru

Мария Ивановна Иванова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, зав. лабораторией селекции и семеноводства зеленных культур, <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>, ivanova_170@mail.ru

Николай Сергеевич Прияткин – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, зав. сектором биофизики растений, prini@mail.ru

Сергей Васильевич Кузнец – директор ООО «АргусСофт», dir@argussoft.org

About the authors:

Farkhad B. Musaev – Doc. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9323-7741>, musayev@bk.ru

Maria I. Ivanova – Doc. Sci. (Agriculture), Chief Researcher of the Department of Selection and Seed Production, prof. RAS, <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>, ivanova_170@mail.ru

Nikolay S. Priyatkin – Cand. Sci. (Engineering), Senior Researcher, Head of the Plant Biophysics Sector, prini@mail.ru

Sergey V. Kuznets – Director of ArgusSoft LLC, dir@argussoft.org

• Литература / References

- Пивоваров В.Ф., Мусаев Ф.Б. Эколого-географическая направленность семеноводства овощных культур. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2017;(67):185-189. <http://proceedings.kubsau.ru/issue/2017/67/185-189> [Pivovarov V.F., Musaev F.B. Ecological and geographical focus of vegetable seed production. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2017;(67):185-189. (In Russ.) <http://proceedings.kubsau.ru/issue/2017/67/185-189>]
- Макушина Е.М., Залевская И.Н. Биохимические основы прорастания и формирования семян. *Наукові праці Південного філіалу НУБіП України «КАТУ»*. 2008;(107):174-180. [Makrushina E.M., Zalevskaya I.N. Biochemical bases of germination and seed formation. *Naukovi pratsi Pivdennoho branchu of NUBiP of Ukraine "KATU"*. 2008;(107):174-180. (In Russ.)]
- Макушин Н.М., Макушина Е.М., Шабанов Р.Ю. Семеноводство. *Симферополь: Ариал*, 2012. 564 с. [Makrushin N.M., Makrushina E.M., Shabanov R.Yu. Seed growing. *Simferopol: Arial*, 2012. 564 p. (In Russ.)]
- Страна И.Г. Семеноведение полевых культур. М.: Колос, 1966. 463 с. [Strona I.G. Seed study of field crops. *Moscow: Kolos*, 1966. 463 p. (In Russ.)]
- Granitto P.M., Verdes P.F., and Ceccatto H.A. Large-scale investigation of weed seed identification by machine vision. *Comput. Electron. Agric.* 2005;(47):15-24. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2004.10.003>
- Pourreza A., Pourrezab H., Abbaspour-Farda M.H., Sadmnia H. Identification of nine Iranian wheat seed varieties by textural analysis with image processing. *Comput. Electron. Agric.* 2012;(83):102-108. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.02.005>
- Tanabata T., Shibata T., Hori K., Ebana K., Yano M. Smart Grain: high-throughput phenotyping software for measuring seed shape through image analysis. *Plant Physiol.* 2012;(4):1871-1880. <https://doi.org/10.1104/pp.112.205120>
- Heridger R.P., Day R.C., Baldwin S., Macknight R.C. Rapid analysis of seed size in Arabidopsis for mutant and QTL discovery. *Plant Methods*. 2011;(7):3. <https://doi.org/10.1186/1746-4811-7-3>
- Whan A.P., Smith A.B., Cavanagh C.R., Ral J.P.F., Shaw L.M., Howitt, C.A.. Grain Scan: a low cost, fast method for grain size and colour measurements. *Plant Methods*. 2014;(10):1. <https://doi.org/10.1186/1746-4811-10-2310.4225/08/536302C43FC28>
- Bai X.D., Cao Z.G., Wang Y., Yu Z.H., Zhang X.F., Li C.N. Crop segmentation from images by morphology modeling in the CIE L*a*b color space. *Comput. Electron. Agric.* 2013;(99):21-34. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.08.022>

- Мусаев Ф.Б. Научно-практические аспекты совершенствования контроля качества семян овощных культур. 2018. 479 с. [Musaev F.B. Scientific and practical aspects of improving the quality control of vegetable seeds. 2018. 479 p. (In Russ.)]
- Мусаев Ф.Б., Харченко В.А., Антошкина М.С. Инструментально-биофизический метод оценки качества семян зеленных овощных культур. *Овощи России*. 2019;(3):40-44. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-40-44> [Musaev F.B., Kharchenko V.A., Antoshkina M.S. Instrumental and biophysical method of evaluation test of seeds of green vegetable cultures. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(3):40-44. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-40-44>]
- Musaev F.B., Priyatkin N.S., Ivanova M.I., Shchukina P.A., Jafarov I.H., Nowar M. Geometrical parameters and colour index of chive (*Allium schoenoprasum*) seed. *Research on Crops*. 2020;21(4):775-782. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2020.119>
- Kapadia V.N., Sasidharan N. and Patil K. Seed Image Analysis and Its Application in Seed Science Research. *Advances in Biotechnology and Microbiology*. November 2017;7(2):1-3. <https://doi.org/10.19080/AIBM.2017.07.555709>
- Cicero S., van der Schoor R., Jalink H. Use of chlorophyll fluorescence sorting to improve soybean seed quality. *Revista Brasileira de Semente*. 2009;31(4):145-151.
- Dong Y., Cheng Z., Meng H., Liu H., Wu C., Khan A.R. The effect of cultivar, sowing date and transplant location in field on bolting of Welsh onion (*Allium fistulosum* L.). *BMC Plant Biology*. 2013;(13):154. <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/13/154>
- Wang D., Gao J., Liu G. General situation of Allium crops in China. *Acta Hort.* 2005;(688):327-332.
- Abideen M.Z., Gopikumar K., Jamaluddeen V. Effect of seed character and its nutrient content on vigour of seedlings in Pongamia pinnata and Tamarind indica. *My Forest*, 1993;(29):225-230.
- Liu S., He H., Feng G. Effects of nitrogen and sulphur interaction on growth and pungency of different pseudostem types of Chinese spring onion (*Allium fistulosum* L.). *Sci. Hort.* 2009;(121):12-18.
- Storck J.L., Böttjer R., Vahle D., Brockhagen B., Grothe T., Dietz K.-J., Rattenholl A., Gudermann F., Ehrmann A. Seed Germination and Seedling Growth on Knitted Fabrics as New Substrates for Hydroponic Systems. *Horticulturae*. 2019;(5):73. <https://doi.org/10.3390/horticulturae5040073>

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-49-54>
УДК 635.263:631.526

Л.Н. Новикова, Б.Н. Новиков

Крымская опытно-селекционная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Вавилова» 353384, Россия, Краснодарский край, г. Крымск, ул. Вавилова, 12

Благодарности. Работа выполнена на коллекции генетических ресурсов растений ВИР (VIR Collections of Plant Genetic Resources) в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0662-2019-0003 «Генетические ресурсы овощных и бахчевых культур мировой коллекции ВИР: эффективные пути расширения разнообразия, раскрытия закономерностей наследственной изменчивости, использования адаптивного потенциала».

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Новикова Л.Н., Новиков Б.Н. Сорт лука шалота Блондин как исходный материал для селекции на скороспелость, лежкость, продуктивность и урожайность. *Овощи России*. 2021;(3):49-54. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-49-54>

Поступила в редакцию: 30.04.2021
Принята к печати: 30.05.2021
Опубликована: 25.06.2021

Larisa N. Novikova, Boris N. Novikov

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) Vavilov St., 12, Krymsk, Krasnodar Region, 353384, Russia

Acknowledgments. The work was carried out at the VIR Collections of Plant Genetic Resources within the framework of the state assignment in accordance with the VIR thematic plan for project No. 0662-2019-0003 “Genetic resources of vegetable and melon crops of the VIR world collection: effective ways to expand diversity, reveal patterns hereditary variability, use of adaptive potential”.

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

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

For citations: Novikova L.N., Novikov B.N. Shallot Blondin variety as a source material for breeding for early maturity, keeping quality, productivity and yield. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):49-54. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-49-54>

Received: 30.04.2021
Accepted for publication: 30.05.2021
Accepted: 25.06.2021

Сорт лука шалота Блондин как исходный материал для селекции на скороспелость, лежкость, продуктивность и урожайность



Резюме

Актуальность. Лук шалот (*Allium ascalonicum* L.) является весьма полезной и перспективной культурой, обладающей высокими пищевыми, вкусовыми и лечебными свойствами. Шалот ценят за нежную и сочную вкусную зелень, а также раннее созревание луковиц с длительным периодом хранения. Для широкого распространения и потребления, увеличения спроса и популяризации этой культуры актуальным является создание новых перспективных сортов, обладающих ценными хозяйственно полезными признаками, отвечающими современным требованиям рынка. При создании новых сортов важен поиск источников скороспелости, лежкости, продуктивности, урожайности и качества.

Целью исследований являлось изучение местных сортообразцов лука шалота по комплексу ценных признаков, отбор лучших форм и создание нового урожайного, скороспелого белого сорта салатного направления, обладающего полезными свойствами, хорошей лежкостью луковиц, устойчивого к неблагоприятным факторам среды для выращивания в регионах Европейской части России.

Материалы и методы. Исходным материалом являлись 18 сортообразцов местной популяции из северокавказской группы, различающихся по морфометрическим, в частности, окраске луковицы (от желтой до белой), биологическим и хозяйственным признакам. Исследования проводили на коллекционном участке Крымской ОСС филиала ВИР (Краснодарский край, г. Крымск). В качестве стандарта использовали два сорта, включенные в Госреестр с окраской луковицы от желтой (Межсезонье) до белой (Снежок).

Результаты. Изучение фенологических, биологических, морфометрических и хозяйственных признаков позволило отобрать пять перспективных форм, ценных для потребителя: раннеспелых, урожайных, с крупной лежкой луковицей светлой окраски, с высокой продуктивностью зеленых листьев, зимостойких и с хорошими вкусовыми качествами. Лучшая форма – ЛШ 5-05, обладающая стабильно высоким урожаем, продолжительной лежкостью белых луковиц, товарностью, хорошим слабоострым вкусом и привлекательным внешним видом, включена в Госреестр РФ на допуск к использованию как сорт лука шалота Блондин.

Ключевые слова: *Allium ascalonicum* L., сортообразец, признак, источник, форма, скороспелость, урожайность, лежкость, продуктивность, качество

Shallot Blondin variety as a source material for breeding for early maturity, keeping quality, productivity and yield

Abstract

Relevance. Shallots (*Allium ascalonicum* L.) is a very useful and promising crop with high nutritional, taste and medicinal properties. Shallot is appreciated for its tender and juicy tasty greens, as well as early ripening of bulbs with a long shelf life. For widespread distribution and consumption, increasing demand and popularizing this culture, it is relevant to create new promising varieties with valuable economically useful characteristics that meet modern market requirements. When creating new varieties, it is important to search for sources of early maturity, keeping quality, productivity, yield and quality. The aim of the research was to study local varieties of shallots for a complex of valuable traits, select the best forms and create a new fruitful, white early-ripening white variety of the salad direction, possessing useful properties, good keeping quality of bulbs, resistant to unfavorable environmental factors for cultivation in the regions of the European part of Russia.

Materials and methods. The initial material consisted of 18 varieties of the local population from the North Caucasian group, differing in morphometric, in particular the color of the bulb (yellow to white), biological and economic characteristics. The studies were carried out at the collection site of the Krymsk EBS, VIR Branch (Krasnodar Region, Krymsk). As a standard, we used two varieties included in the State Register with the color of the bulb from yellow (Off-season) to white (Snezhok).

Results. The study of phenological, biological, morphometric and economic characteristics made it possible to select five promising forms that are valuable for the consumer: those with early maturity, productivity, light color, large long-term bulb, green feather productivity, winter hardiness and good taste. The best form – LSh 5-05, with a consistently high yield, long-term keeping quality of white bulbs, marketability, good mild taste and attractive appearance, is included in the State Register of the Russian Federation for admission to use as a shallot Blondin variety.

Keywords: *Allium ascalonicum* L., specimen, trait, source, form, early maturity, yield, keeping quality, productivity, quality

Введение

Овощи семейства Луковые (*Alliaceae* L.) известны во всех странах мира и играют важную роль в питании человека. Биологические особенности лука и способы его возделывания позволяют получать продукцию в течение всего года. Лук шалот (*Allium ascalonicum* L.) как культурное растение известен с глубокой древности. В 1753 году он был выделен Карлом Линнеем в самостоятельный вид, а в 1883 году Декандалем было сделано заключение о том, что он является разновидностью лука репчатого. Это мнение разделяют многие современные исследователи ботаники-растениеводы.

Лук шалот получил широкое распространение в странах Северной Европы, Германии, Чехии и Франции. Выращивают его и в Юго-Восточной и Средней Азии, Средиземноморье, Закавказье. Большим спросом и популярностью шалот пользуется в США, в больших объемах его производят в Австралии, Новой Зеландии и отдельных странах Африки. В России лук шалот выращивают во многих регионах. Он широко известен на Урале и Дальнем Востоке, в Сибири и Нечерноземье, в Краснодарском крае и районах Северо-Западной и Центрально-Черноземной зон.

Растения шалота характеризуются высокими пищевыми, вкусовыми и лечебными свойствами. Он дает раносозревающую, нежную, ароматную зелень и хорошо хранящиеся луковицы. В зимний период население испытывает недостаток овощей, богатых биологически активными веществами. Устранению этой проблемы может помочь выращивание лука на зелень. Весьма перспективен для этого шалот. Значение формирования дружного и раннего урожая вызревших луковиц этой культуры, с длительным периодом хранения, как и способы выгонки зелени, для центральных и северных районов достаточно велико [1].

По морфологическим и биологическим признакам шалот близок к луку репчатому. Отличия их биохимического состава незначительны, однако они все же есть. Листья шалота содержат 9,5% сухого вещества, 3-4% сахаров, 64,5 мг% витамина С, а луковица – 16,5; 1,5 и 7,0 мг%, соответственно. По сравнению с репчатым луком в луковице шалота содержится больше сахара, аскорбиновой кислоты и минеральных веществ. Он богат солями калия, кальция, фосфора и железа. В его состав входит никель, кобальт, хром, ванадий, молибден, титан, кремний и даже германий. Кроме того, в луковицах имеются эфирные масла – 28-34 мг на 100 г продукта, фитонциды, каротиноиды и витамины группы В [2-5].

Основываясь на этих фактах, можно утверждать, что лук шалот является ценной для здоровья человека, обеспечивающей его организм необходимыми элементами, овощной культурой, весьма выгодной для выращивания в сельскохозяйственном производстве.

Однако в нашей стране лук шалот распространен недостаточно – выращивается на небольших площадях в фермерских хозяйствах и на садово-огородных участках овощеводов-любителей. Как овощная культура он имеет ограниченное использование. Для

широкого распространения и повышения заинтересованности населения в его потреблении, актуальным является создание новых сортов, отвечающих современным требованиям и обладающих ценными хозяйственно полезными признаками, т.е. особая роль отводится его селекции.

Здесь существуют три направления:

- создание высокопродуктивных сортов, зеленые листья и луковицы которых имеют высокие вкусовые качества и пользуются спросом у потребителей;
- получение новых сортов с возможностью семенного размножения и хорошей лежкостью луковиц;
- улучшение местного сортимента лука шалота, обладающего ценным биохимическим составом и устойчивого к болезням.

Для создания новых сортов необходим поиск источников скороспелости, лежкости, продуктивности, урожайности и высокого качества [2].

Цель работы – изучение местных сортообразцов лука шалота по комплексу хозяйственно ценных признаков, выделение лучших форм и создание нового урожайного, скороспелого, белого сорта салатного направления, устойчивого к биотическим и абиотическим факторам среды, для выращивания в регионах юга России.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводили в период 2014-2019 годов на коллекционном участке отдела генетических ресурсов и селекции овощных культур Крымской ОСС – филиала ВИР, расположенного в Крымском районе – юго-западной части Краснодарского края. В качестве объекта изучения использовали 18 форм лука шалота из южных регионов страны, в том числе предназначенные для выращивания на садово-огородных участках, в приусадебных и фермерских хозяйствах в регионах России сорта кубанской селекции: Кубанский желтый и Кунак. Стандартом послужили допущенные к использованию в РФ раннеспелые сорта Снежок, луковица которого характеризуется и сухими, и сочными чешуями белого цвета, и Межсезонье, у луковицы которого сочные чешуи белые, а сухие – желтые.

Период от всходов до уборки луковиц у сорта Снежок составляет 74 суток. Луковица яйцевидная (индекс 1,3), плотная, массой 32 г, острого вкуса. Сорт многозачатковый. Вкусовые качества листьев и луковиц – высокие. Содержание сухого вещества – 12,4%, общего сахара – 10,3%. Урожайность товарного лука – 1,9 кг/м². Вызреваемость луковиц перед уборкой – 88%, после дозаривания – 100%; хранение – в течение семи месяцев.

У сорта Межсезонье от всходов до уборки луковиц – 68-72 суток. Луковица широкояйцевидная (индекс формы 0,8), плотная, массой 23-25 г, острого вкуса. Сорт многозачатковый. Вкусовые качества листьев и луковиц – высокие. Содержание сухого вещества – 17,0%, общего сахара – 11,0%. Вызреваемость луковиц перед уборкой – 92%, после дозаривания – 100%. Хранится в течение восьми месяцев.

Таким образом, ценность сортов – в раннеспелости, высокой вызреваемости и лежкости [6].

Коллекционный питомник представлен 18 сортообразцами местной популяции из северокавказской группы, различающимися по морфометрическим, в частности, окраске луковицы (от желтой до белой), биологическим и хозяйственным признакам. Отбор лучших форм лука осуществляли с учетом результатов фенологических наблюдений и изучения биологических, морфометрических и хозяйственных признаков.

Исследования проводили согласно методическим указаниям по изучению коллекции лука и чеснока, по селекции луковых культур, а также – методикам проведения испытания на отличимость, однородность и стабильность лука шалота и Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7-10]. В селекционной работе использовали массовый и многократный индивидуальный метод отбора образцов на естественном фоне в полевых условиях, с соблюдением пространственной изоляции.

Образцы высаживали на коллекционном участке луковицами по четырехстрочной ленточной схеме посадки: между лентами – 70 см, между строчками – 20 см, в ряду между растениями – 10 см. Площадь учетной делянки составляла 3 м². При изучении использовали весенний способ посадки луковиц (вторая декада марта). Для определения зимостойкости, степени отрастания и семенного размножения растений был заложен опыт осенней посадки луковиц. Растения лука шалота выращивали на капельном орошении.

В коллекционном питомнике в двух повторностях наблюдали за 10 типичными растениями в период их максимального развития по основным морфологическим признакам (высота растения, число листьев, длина и ширина листа). Оценивали образцы по хозяйственно ценным признакам – скорелости, гнездности, выравненности луковиц, окраске сухих чешуй, отрастанию листьев, урожайности листьев и луковиц, продуктивности растений.

В клоновом питомнике проводили размножение лучших образцов и оценку луковиц лука шалота. Отобранные клоны – с высокой урожайностью и большим коэффициентом размножения луковиц, устойчивые к болезням, хорошо облиственные, не склонные

к стрелкованию – сравнивали со стандартом на учетных делянках (3 м²) без повторностей.

В контрольном питомнике оценивали луковицы шалота на лежкость, а затем для испытания выделенных образцов на урожайность и с целью получения качественного посадочного материала высаживали их на делянках (5 м²) в двухкратной повторности.

Перспективные образцы лука шалота, выращенные в питомнике конкурсного сортоиспытания, размножали и оценивали по комплексу ценных хозяйственно полезных признаков.

Обработку результатов изучения признаков у сортообразцов проводили по методике полевого опыта [11].

Результаты исследований

В публикациях ряда исследователей, посвященных изучению различных образцов лука шалота, отмечено, что все они различаются биологическими и хозяйственно полезными признаками: скорелостью, числом листьев, степенью ветвления, урожайностью зеленого лука и луковиц [12-17]. Изучение сортового разнообразия 18 местных образцов лука шалота, принадлежащих к северокавказской группе, проводили в коллекционном питомнике и оценивали по основным хозяйственно ценным признакам: скорелости, гнездности, выравненности луковиц, лежкости, окраске сухих чешуй, урожайности листьев и луковиц. Это позволило нам выявить и их различия по морфометрическим, биологическим и биохимическим признакам. Каждый из них прошел клоновый отбор и вегетативное размножение. Образцы имели белую окраску сочных чешуй луковиц и желтую, светло-желтую и белую – сухих. Нами были выделены пять пластичных к местным условиям сортообразцов с наиболее светлой окраской.

Одним из основных показателей, характеризующих сорт лука шалота, является урожайность зеленых листьев. При отборе лучших образцов имеет значение величина луковиц, их выравненность, урожайность и лежкость. По таким биометрическим признакам растения, как облиственность, выделились образцы ЛШ 5-05, ЛШ 8-05, ЛШ 16-05, а меньшими величинами отличаются ЛШ 9-05, ЛШ 11-05.

Таблица 1. Биометрические признаки сортообразцов лука шалота (2014-2016 годы)
Table 1. Biometric characteristics of shallots cultivars (2014-2016)

Образец, сорт	Растение		Лист		Луковица		
	высота, см	число листьев, шт.	длина, см	ширина, см	высота, см	диаметр, см	индекс форма
Снежок, st (белый)	38	30	30	0,5	3,2	2,5	1,3
ЛШ 5-05	50	42	42	0,8	4,5	3,0	1,5
ЛШ 8-05	45	38	39	0,7	3,0	2,3	1,3
ЛШ 9-05	43	35	38	0,6	3,4	2,8	1,2
ЛШ 11-05	44	32	36	0,5	3,2	2,6	1,2
ЛШ 16-05	46	36	34	0,6	3,1	2,4	1,3
Межсезонье, st (желтый)	42	34	35	0,6	3,0	2,4	0,8

Таблица 2. Продуктивность сортообразцов лука шалота (2014-2016 годы)
Table 2. Productivity of shallot onion cultivars (2014-2016)

Образец, сорт	Урожайность зеленых листьев, кг/м ²	Продуктивность зелени с 1 растения, г	Урожайность луковиц, кг/м ²	Средняя масса луковицы, г	Среднее количество луковиц в гнезде, шт.
Снежок, st (белый)	3,0	90,8	1,9	32	6,5
ЛШ 5-05	3,5	106,0	2,6	48	8,0
ЛШ 8-05	3,0	90,4	2,1	42	7,0
ЛШ 9-05	3,2	97,0	2,3	46	7,5
ЛШ 11-05	2,9	87,8	2,0	40	6,9
ЛШ 16-05	3,3	94,0	2,4	45	7,2
Межсезонье, st (желтый)	3,2	92,4	2,0	25	6,8
НСР05	0,3	8,4	0,2	4,3	

Наибольшие высота и диаметр луковицы отмечены у образца ЛШ 5-05, у остальных – эти показатели находились на уровне стандарта (табл. 1).

Существенное значение для потребителей имеет форма луковицы. У изучаемых сортообразцов она была эллиптической, а у ЛШ 5-05 – широко-эллиптической. Выделенные образцы лука шалота отличались сильной ветвистостью, с чем связаны продуктивность зеленых листьев с одного растения и урожайность зеленого лука с 1 м², а также влияющее на урожайность шалота формирование луковиц в гнезде. По продуктивности с одного растения и урожайности с 1 м² зеленого лука выделились три образца: ЛШ 5-05 – 106 г и 3,5 кг/м², ЛШ 9-05 – 97,0 г и 3,2 кг/м², ЛШ 16-05 – 94,0 г и 3,3 кг/м², соответственно. Эти показатели выше, чем у стандарта и обусловлены большой массой луковиц и их количеством в гнезде, которое несколько варьировало. Так, у образца ЛШ 5-05 наибольшее их количество составляло 8,0 (при массе луковицы 48 г) и несколько меньше – у шалота ЛШ 9-05 и ЛШ 16-05. На уровне стандарта эти показатели имели формы ЛШ 8-05 и ЛШ 11-05 (табл. 2).

Показатели химического состава лука зависят от многих факторов и, прежде всего, от сорта, экологических условий и агротехнических приемов. На период сохранности товарного качества луковиц влияет содержание в них сухого вещества, а высокий показатель сахаров является одним из критериев хорошей лежкости луковиц [16, 17].

В фазу интенсивного образования листовой массы, когда растения находятся в фазе технической спелости, содержание сухого вещества в листьях варьирует в пределах 8,5-9,5%, при этом наибольшее количество отмечено у лука ЛШ 5-05 (9,5%), ЛШ 9-05 (9,2%) и ЛШ (9,0%).

Изучение химического состава листьев сортообразцов лука шалота показало различие по содержанию общего сахара и аскорбиновой кислоты. По содержанию общего сахара выделились образцы ЛШ 5-05 (3,6%), ЛШ 9-05 (3,2%) и ЛШ 16-05 (3,0%), а по содержанию аскорбиновой кислоты лучшими были ЛШ 5-05, ЛШ 8-05 и ЛШ 16-05 (65,0; 62,4 и 60,2 мг/100 г, соответственно).

Таблица 3. Биохимические показатели образцов лука шалота (2014-2016 годы)
Table 3. Biochemical parameters of shallots samples (2014-2016)

Образец, сорт	Листья				Луковицы			
	сухое вещество, %	общий сахар, %	аскорбиновая кислота, мг/100 г	белок, %	сухое вещество, %	общий сахар, %	аскорбиновая кислота, мг/100 г	белок, %
Снежок, st (белый)	7,6	2,8	57,2	2,0	12,4	10,3	3,2	1,2
ЛШ 5-05	9,5	3,6	65,0	2,4	20,8	13,0	7,5	1,5
ЛШ 8-05	9,0	3,2	62,4	2,1	16,5	11,5	3,0	1,3
ЛШ 9-05	9,2	2,6	60,0	2,0	17,2	12,2	2,8	1,2
ЛШ 11-05	8,9	2,9	59,8	2,2	18,0	12,4	3,1	1,4
ЛШ 16-05	8,5	3,0	60,2	2,3	18,2	11,8	2,9	1,1
Межсезонье, st (желтый)	7,9	3,0	59,0	2,2	17,0	11,0	3,0	1,3



Рис. 1. Вегетирующее растение лука шалота Блондин в питомнике размножения
Fig. 1. Vegetable shallot plant Blondin in the breeding nursery



Рис. 2. Сортообразец лука шалота ЛШ 5-05 Блондин (зеленый лук)
Fig. 2. Variety of shallots LSh 5-05 Blondin (green onions)



Рис. 3. Сортообразец лука шалота ЛШ 5-05 Блондин (луковицы)
Fig. 3. Variety of shallots LSh 5-05 Blondin (bulbs)

В результате биохимического анализа луковиц выделенных по ценным признакам сортообразцов установлено, что содержанием сухого вещества отличаются образцы ЛШ 5-05 (20,8%), ЛШ 16-05 (18,2%) и ЛШ 11-05 (18,0%). Несколько ниже этот показатель – у ЛШ 8-05 и ЛШ 9-05.

По содержанию сахара в наших исследованиях выделились три сортообразца – ЛШ 5-05, ЛШ 16-05 и ЛШ 9-05 (13,0; 12,4 и 11,8%, соответственно), а по содержанию аскорбиновой кислоты в луковицах – сортообразец ЛШ 5-05 (3,5 мг/100 г). Другие же превзойти по последнему показателю стандартный сорт не смогли. Количество белка у образцов шалота в листьях и луковицах отмечено на уровне стандарта. Несколько превышен этот показатель у формы ЛШ 5-05 – 2,4 и 1,5%, соответственно (табл. 3).

Вегетационный период у сортообразцов лука шалота при весенней посадке составляет 90-100 суток, вызреваемость луковиц при уборке – 80-90% и после дозревания – 100%. Выход товарной продукции – 90-99%, лежкость – 280-300 суток, товарность после хранения – 92%. Отмечено, что выделенные образцы лука шалота практически не повреждались болезнями и вредителями. При осенней посадке сортообразцы шалота имели высокую зимостойкость, дружное отрастание листьев и небольшое (3-5%) число цветущих растений в двухлетней культуре.

Были выделены пять перспективных сортообразцов лука шалота (ЛШ 5-05, ЛШ 8-05, ЛШ 9-05, ЛШ 11-05 и ЛШ 16-05) с эллиптической формой луковицы, ценных для потребления, обладающих хорошей урожайностью, лежкостью, крупной луковицей и высокими вкусовыми качествами.

Как лучший был отмечен сортообразец ЛШ 5-05, обладающий стабильно высоким урожаем, продолжительной лежкостью и товарностью, белоснежной окраской луковиц, хорошим слабоострым вкусом и привлекательным внешним видом. Он включен в Госреестр РФ на допуск к использованию под названием Блондин и размножен в питомнике для



дальнейшего получения посадочного материала (рис. 1).

Сорт лука шалота Блондин – среднеранний, при посадке луковицами в первый же год формирует урожай зеленых листьев и товарную продукцию репки лука. Растение ветвистое, высотой 40-60 см, состоит из 10-12 прикорневых зеленых листьев средней длины, со слабым восковым налетом. Листья дудчатые, полые, шиловидные, длиной 42 см и шириной 0,8 см.

Луковица широкоэллиптической формы, многозачатковая, с индексом формы $J=1,5$ (длиной 4,5 см и диаметром 3,0 см), число луковиц в гнезде – 6-10. Наружные сухие чешуи (3-4 шт.) – белого цвета, а сочные – снежно-белого; мякоть среднеплотная, вкус полуострый. Прилегание сухих чешуй к сочным – среднеплотное. Зимостойкость – 98-100%. Зеленые листья лука сочные и нежные на вкус; урожайность – 3,5 кг/м² (рис. 2, 3).

Урожайность товарных луковиц – 3,0 кг/м² со средней массой – 48 г. Вызреваемость луковиц при уборке – 90%, после дозревания – 100%. Выход товарной продукции – 99%, лежкость – 300 суток, товарность после хранения – 92%. Сорт хорошо размножается вегетативно и дает

хороший урожай зелени и репки. В сорте лука шалота Блондин содержится 17,8% сухого вещества, 12% общего сахара и 3,5 мг% аскорбиновой кислоты (витамин С).

Сорт рекомендован для использования свежего зеленого пера и товарной луковицы в салатах и в других видах продукции кулинарии.

Заключение

Лук шалот – привлекательная и перспективная культура для получения лука-репки и зеленой массы листьев. Нашими исследованиями выделены пять сортообразцов лука шалота (ЛШ 5-05, ЛШ 8-05, ЛШ 9-05, ЛШ 11-05, ЛШ 16-05), обладающих интересными хозяйственно полезными признаками, которые могут использоваться в селекционной работе и для выращивания овощеводами-любителями.

Стабильно урожайный, с длительной лежкостью луковиц, хорошим качеством и красивой окраской сортообразец лука шалота ЛШ 5-05 выделен как наиболее перспективный по ценным хозяйственным признакам. Районирован как сорт Блондин.

Об авторах:

Лариса Николаевна Новикова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела генетических ресурсов и селекции овощных культур, kross67@mail.ru

Борис Николаевич Новиков – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела генетических ресурсов и селекции овощных культур, kross67@mail.ru

About the authors:

Larisa N. Novikova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Department of Genetic Resources and Vegetable Breeding, kross67@mail.ru

Boris N. Novikov – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Department of Genetic Resources and Vegetable Breeding, kross67@mail.ru

• Литература

- Гринберг Е.Г., Сузан В.Г., Штайнерт Т.В. Лук шалот : науч.-практ. рекомендации. Новосибирск; Екатеринбург. 2016. 45 с.
- Юрцева Н.А., Кокорева В.А. Многообразие луков и их использование. Москва: Изд-во МСХА, 1992. 158 с.
- Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. Москва: ГНУ ВНИИССОК, 2001. 500 с.
- Пивоваров В.Ф. Овощи России. Москва, 2006. 384 с.
- Fattorusso E., Iorizzi M., Lanzotti V., Tagliatalela-Scafati O. Chemical composition of shallot (*Allium ascalonicum* Hort.). J. Agr. Food Chem. 2002;50(20):5686-5690.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ. Москва: Гос. комис. РФ по испытанию и охране селекционных достижений, 2008.
- Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 4. Картофель, овощные и бахчевые культуры. 1975. 256 с.
- Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Методические указания по селекции луковых культур. Москва: ВНИИССОК, 1997. 122 с.
- Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Лук репчатый (*Allium cepa* L.) и лук шалот (*Allium ascalonicum* L.). Госкомиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений. Москва, 2000. [Электронный ресурс]. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39016354#pos=6;-108 (дата обращения: 23.04.2021).
- Пережогина В.В., Кривченко В.И., Соловьева А.Е., Шумилина В.В., Погромский Ю.В. Изучение и поддержка в живом виде мировой коллекции лука и чеснока: (методические указания). Санкт-Петербург, 2005. 107 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Stavelikova H. Morfologica karakteristika klonu salotky (*Allium cepa* Var. *Ascalonicum* backer). Acta Univ. Agr. Silvicult. Mendelianae Brunensis. 2002;50(1):201-211.
- Tendaj M. Shallot production and research in Poland. Vegetable crops research bull. Research inst. of vegetable crops. Skierniewice, 2005;(62):55-60.
- Середин Т.М., Шумилина В.В., Агафонов А.Ф., Жаркова С.В., Сузан В.Г., Мотов В.М., Дубова М.В., Кривенков Л.В., Баранова Е.В., Шевченко Т.Е. Выращивание лука шалота в условиях Нечерноземья и на юге Западной Сибири. Омск, 2019. 43 с.
- Середин Т.М., Марчева М.М., Шумилина В.В., Дьяканова М.Е., Солдатенко А.В., Басова Е.С. Сравнительная характеристика основных хозяйственно ценных признаков лука шалота (*Allium ascalonicum* L.) в Нечерноземной зоне РФ. Известия ФНЦО. 2020;(2):116-119. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-2-116-119>
- Шилияева Е.А. Лук шалот на Северо-Востоке России. Овощи России. 2018;(3):40-42. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-40-42>
- Мотов В.М., Денисова А.В., Мотова М.В., Чеглакова О.А. Новые формы лука шалота в условия Северо-Востока. Картофель и овощи. 2019;(5):36-38.

• References

- Grinberg E.G., Suzan V.G., Steinert T.V. Shallots: scientific-practical. recommendations. Novosibirsk; Ekaterinburg, 2016. 45 p. (In Russ.)
- Yurieva N.A., Kokoreva V.A. The variety of bows and their use. Moscow, 1992. 158 p.
- Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion crops. Moscow, 2001. 500 p. (In Russ.)
- Pivovarov V.F. Vegetable crops of Russia. Moscow, 2006. 384 p. (In Russ.)
- Fattorusso E., Iorizzi M., Lanzotti V., Tagliatalela-Scafati O. Chemical composition of shallot (*Allium ascalonicum* Hort.). J. Agr. Food Chem. 2002;50(20):5686-5690.
- State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Moscow: State Commission for Selection Achievements on testing and protection, 2008. (In Russ.)
- Methodology for State Variety Testing of Agricultural Crops. Issue 4. Potatoes, vegetables and melons. 1975. 256 p. (In Russ.)
- Ershov I.I., Agafonov A.F. Guidelines for the selection of onion crops. Moscow: VNISSOK, 1997. 122 p. (In Russ.)
- Test procedure for distinctness, uniformity and stability. Leek (*Allium porrum* L.) and Shallot (*Allium ascalonicum* L. State Commission of the Russian Federation for testing and protection of breeding achievements. Moscow, 2000. [Electronic resource]. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39016354#pos=6;-108 (date of access: 04/23/2021). (In Russ.)
- Пережогина В.В., Кривченко В.И., Соловьева А.Е., Шумилина В.В., Погромский Ю.В. Study and maintenance of the world collection of onions and garlic: (guidelines). St. Petersburg: State Research Center of the Russian Federation VIR, 2005. 107 p. (In Russ.)
- Dospikhov B.A. Field experiment technique. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)
- Stavelikova H. Morfologica karakteristika klonu salotky (*Allium cepa* Var. *Ascalonicum* backer). Acta Univ. Agr. Silvicult. Mendelianae Brunensis. 2002;50(1):201-211.
- Tendaj M. Shallot production and research in Poland. Vegetable crops research bull. Research inst. of vegetable crops. Skierniewice, 2005;(62):55-60.
- Seredin T.M., Shumilina V.V., Agafonov A.F., Zharkova S.V., Suzan V.G., Motov V.M., Dubova M.V., Krivenkov L.V., Baranova E.V., Shevchenko T.E. Cultivation of shallots in the Non-Black Earth Region and in the south of Western Siberia. Omsk, 2019. 43 p. (In Russ.)
- Seredin T.M., Marcheva M.M., Shumilina V.V., Dykanova M.E., Soldatenko A.V., Basova E.S. Comparative description of the main economic values of shallot onions (*Allium ascalonicum* L.) in the Non Black Earth zone of the Russian Federation. News of FSVC. 2020;(2):116-119. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-2-116-119>
- Shilyaeva E.A. Shallots in the North-East of Russia. Vegetable crops of Russia. 2018;(3):40-42. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-40-42>
- Motov V.M., Denisova A.V., Motova M.V., Cheglakova O.A. New forms of shallots in the conditions of the North-East. Potatoes and vegetables. 2019;(5):36-38. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-55-59>
УДК 635.263:631.526.32(571.1/.5)

О.В. Малихина¹, Е.В. Шишкина¹,
С.В. Жаркова²

¹ Западно-Сибирская овощная опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦО
656904, Россия, Алтайский край, г. Барнаул,
с. Лебяжье, ул. Опытная станция, 22

² ФГБОУ ВО Алтайский государственный
аграрный университет
Россия, Алтайский край, г. Барнаул

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Малихина О.В., Шишкина
Е.В., Жаркова С.В. Новые сорта лука шалота
для условий Сибири. *Овощи России*.
2021;(3):55-59. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-55-59>

Поступила в редакцию: 30.04.2021

Принята к печати: 02.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

Olga V. Malykhina¹, Elena V. Shishkina¹,
Stalina V. Zharkova²

¹ West-Siberian vegetable experimental station –
branch of the Federal State Budgetary Scientific
Institution «Federal Scientific Vegetable Center»
(WSVES – branch of the FSBSI FSVC)
Lebyazhye, Barnaul, Altai Territory, 656904

² Altai State Agricultural University
Barnaul, Altai Territory, Russia

Conflict of interest. The author declare
no conflict of interest.

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

For citations: Malykhina O.V., Shishkina E.V.,
Zharkova S.V. New varieties of shallots for
Siberian conditions. *Vegetable crops of Russia*.
2021;(3):55-59. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-55-59>

Received: 30.04.2021

Accepted for publication: 02.06.2021

Accepted: 25.06.2021

Новые сорта лука шалота для условий Сибири



Резюме

Лук шалот – универсальная по своим хозяйственно ценным показателям культура. Селекционерами в условиях юга Западной Сибири проводится большая исследовательская работа с целью создания сортов для условий Сибири. Длительные исследования позволили отобрать перспективные образцы, превышающие по своим показателям величину признаков районированных сортов.

Материалы и методы. Исследования проводили в полевых и лабораторных условиях на базе Западно-Сибирской овощной опытной станции филиал ФГБНУ ФНЦО, расположенной в Приобской зоне Алтайского края в 2016-2020 годах. Объекты исследований: образцы питомника конкурсного сортоиспытания. Три перспективных формы №37, №39 и №48 прошли конкурсное сортоиспытание и по результатам исследования были переданы в ГСИ.

Результаты. Образец №39 показал товарную урожайность, которая превысила показатель сорта-стандарта на 23,7% и составила 23,2 т/га, средняя масса товарной луковицы составила 29,0 г, у сорта стандарта – 23,4 г. Содержание витамина С в луковице и листьях нового образца превысило показатели стандарта соответственно на 0,3% и 0,53%. В 2018 году в ГСИ был передан образец №37. Этот образец относится к раннеспелой группе. Урожайность луковиц нового образца в течение всех лет испытания достоверно превышала урожайность стандарта и составила в среднем за 3 года (2016-2018 годы) 20,3 т/га. Образец №48 был передан в ГСИ в 2020 году. Превышение по урожайности лука репки у данного образца составило в среднем за 2 года 13,3%, листьев – 18,8%. В 2019 году был районирован и внесён в Государственный реестр селекционных достижений сорт Шарм, в 2020 году – сорт Шанс, образец №48 с предлагаемым названием Фараон с 2021 года проходит ГСИ.

Ключевые слова: лук шалот, образец, сорт, стандарт, опыт, скороспелость, урожайность, луковица, лист, масса луковицы, сохранность

New varieties of shallots for Siberian conditions

Abstract

Relevance. Shallot is the universal culture in terms of its economically valuable indicators. Breeders in the south of Western Siberia carry out a lot of research work with the aim of creating varieties for Siberian conditions. Long-term studies have made it possible to select promising samples, and exceeding in their indicators the value of signs of released varieties.

Materials and methods. The studies were carried out in field and laboratory conditions on the basis of the West Siberian Vegetable Experimental Station in the Priobskaya zone of the Altai Territory in 2016-2020. Research objects: samples of the nursery of competitive variety testing. Three appreciable forms No. 37, No. 39 and No. 48 passed competitive variety testing and, according to the results of the research, were transferred to the State Variety Testing.

Results. Sample No. 39 showed marketable yield, which exceeded this indicator of the standard variety by 23.7% and amounted to 23.2 t/ha. The average weight of the sample No. 39 marketable bulbs was 29.0 g, for the standard variety it was 23.4 g. The content of vitamin C in the bulbs and leaves of the new sample exceeded these indicators of the standard variety by 0.3% and 0.53%, respectively. In 2018, sample No. 37 was transferred to the State Variety Testing. This sample belongs to the early maturing group. The bulbs yield of the new sample during all the years of testing significantly exceeded the yield of the standard variety and amounted to 20.3 t/ha (2016-2018). Sample No. 48 was submitted to the State Variety Testing in 2020. The excess in bulbs yield of this sample was (2019-2020): 13.3%, leaves – 18.8%. In 2019, the Sharm variety was zoned and entered into the State Register of Breeding Achievements, in 2020 – the Chance variety. Sample No. 48 with the proposed name Pharaon has been undergoing the State Variety Testing since 2021.

Keywords: Shallot, sample, variety, standard, experiment, early maturity, yield, bulb, leaf, bulb weight, storage capacity

Введение

Правительство Российской Федерации уделяет большое внимание обеспечению безопасности и суверенитета страны. Одним из ключевых направлений этой важнейшей работы является устойчивая продовольственная безопасность. Повышение качества жизни россиян – это и их обеспечение в полной мере качественными продуктами питания [1,2,3]. Луковые культуры во всём их многообразии всегда использовались человеком. Некоторые виды, такие, например, как лук репчатый, человек использует в пищу круглый год. Многолетние виды луковых культур в большинстве своём используются человеком как ранняя зелень и в ландшафтном дизайне, как декоративные культуры [4,5,6]. Климатические условия Сибирского региона сложные по своим показателям, но и они дают возможность для расширения ассортимента культурных видов луковых культур [7,8].

Один из представителей рода *Allium* L. – это лук шалот (*Allium scaberrimum* L.). Универсальная по своим хозяйственно ценным показателям культура, издавна возделывается садоводами-огородниками. Лук шалот, как и лук репчатый, формирует луковичу. Хорошо вызревшие луковичи могут храниться при комнатной температуре до 1,5-2 лет [9,10,11]. Посадочная луковича лука шалота образует гнездо из нескольких дочерних луковичек, затем нарастает хорошая зелёная масса сочных, ароматных листьев. Лук шалот имеет короткий период вегетации, но выращивать его можно и в защищенном грунте. Он хорошо переносит подземную посадку [12,13].

Первый сорт лука шалота для сибирского региона – это совместная работа сибирских учёных. Под руководством Е.И.Гринберг путем клонирования и многочисленных отборов был создан сорт лука шалота Сибирский жёлтый, который успешно прошёл Государственное испытание. В 1983 году его районировали, и сибиряки получили свой первый сорт этой культуры, который долгое время использовали при проведении исследований как сорт-стандарт [12,13,14].

В конце 90-х годов на Западно-Сибирскую станцию – филиал ФГБНУ ФНЦО поступил от Е.Г.Гринберг (г. Новосибирск) селекционный материал лука шалота, полученный методом поликросса, который явился источником большого количества перспективных форм, а затем и районированных сортов. Полученный материал представлял собой соединение многих генотипов широкого экологического спектра. Родительские формы были собраны с различных территорий от Украины до Дальнего Востока. Поэтому поликроссные гибриды обладали большим полиморфизмом и дали возможность селекционерам отобрать интересные формы [13,14,15].

За последующие 20 лет селекционерами было создано 11 сортов: Жар-птица, Спринт, Сибирский янтарь, СИР-7, Сибирский жёлтый, Сережка, Софокл, Яшма, Золото Алтая, Шарм, Шанс, которые успешно возделываются в фермерских хозяйствах и на садовых участках.

Работа по созданию новых сортов лука шалота в связи востребованностью у населения продолжается на станции и в настоящее время.

Цель нашей работы: дать оценку перспективных образцов, отобранных и выделенных методом клонового отбора из образцов, полученных поликроссным методом. Передать выделившиеся образцы в Государственное сортоиспытание.

Материалы и методы

Исследования проводили в полевых и лабораторных условиях на базе Западно-Сибирской овощной опытной станции филиал ФГБНУ ФНЦО, которая расположена в Приобской зоне Алтайского края в 2016-2020 годах.

Перепады показателей температуры и различие по годам количества выпавших осадков в зоне проведения исследований позволили более тщательно отобрать нужные образцы. В период прохождения растениями интенсивного развития – июнь, колебания температур составляли от 10°C до 45°C. Осадки поступали неравномерно, и обычно в июне отмечаются засушливые условия.

Объекты исследований: образцы питомника конкурсного сортоиспытания №39, №37, №48. Делянки размещали на поле селекционного севооборота (рис. 1). Учётная площадь делянки – 4,5 м². В качестве стандарта был взят районированный в 2009 году раннеспелый сорт лука шалота Жар-птица. Закладку опыта и необходимые наблюдения провели согласно рекомендациям методических указаний [16,17,18].



Рис. 1. Конкурсный питомник
Fig. 1. Competitive nursery

Результаты и их обсуждение

В результате многолетних исследований образцов по хозяйственно ценным признакам, по показателям пластичности и адаптивности к условиям возделывания, устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды были получены данные, позволяющие передать номерные образцы в Государственное сортоиспытание (ГСИ).

В 2015-2017 годах в питомнике конкурсного испытания в сравнении с сортом стандартом Жар-птица проходил испытание образец №39, который с использованием многократного клонового отбора был отобран из общего объёма испытываемых образцов.

Результаты проведённых испытаний показали, что по ряду признаков образец №39 превосходит стандарт (табл. 1). Это раннеспелый образец. Период от массового отрастания лукович до уборки составляет 49-51

Таблица 1. Характеристика образца №39 при испытании в контрольном питомнике, 2015-2017 годы
Table 1. Characteristics of sample No. 39 tested in the control nursery, 2015-2017

Показатели	Образец №39				Жар-Птица, стандарт			
	2015	2016	2017	среднее	2015	2016	2017	среднее
товарная урожайность, т/га	26,3	19,6	23,6	23,2	22,4	17,3	17,8	17,7
НСР _{0,5} т/га	2,2	2,1	1,9	-	2,2	2,1	1,9	-
урожайность зеленых листьев, т/га	24,0	24,3	27,3	25,2	20,0	25,5	21,0	22,2
НСР _{0,5} т/га	2,8	2,9	2,5	-	2,8	2,9	2,5	-
масса товарной луковицы, г	29,4	28,6	29,2	29,0	25,6	21,7	23,0	23,4
сохранность луковиц, %	93,5	93,4	92,4	93,1	93,3	89,4	90,5	91,0

суток. Средняя за годы исследования товарная урожайность луковиц нового образца превысила показатель стандарта на 23,7% и составила 23,2 т/га. Величина урожайности зелёных листьев нового образца в 2015 и 2017 году достоверно превысила урожайность стандарта по этому показателю. Превышение в среднем за три года составило 3 т/га, было получено соответственно 25,2 т/га и 22,2 т/га.

Вызреваемость луковиц к уборке у обоих образцов составила 100%. Средняя масса товарной луковицы образца №39 составила 29,0 г, у стандарта – 23,4 г. Сохранность луковиц в период зимнего хранения превысила у образцов 90%. У №39 этот показатель выше, чем у стандарта на 2,1%.

Превышение было отмечено и по качественным показателям луковицы и листьев. Так, содержание витамина С в луковице и листьях нового образца превысило показатели сорта-стандарта соответственно на 0,3% и 0,53%.

Полученные результаты позволили в 2017 году передать образец №39 в Государственное сортоиспытание (ГСИ). В ГСИ он находился два года, испытания прошли успешно, и в 2019 году он был районирован как сорт Шарм (рис. 2).

В 2015 году по результатам предварительного сор-

тоиспытания, с использованием методов аналитической селекции и регулярных клоновых отборов был выделен перспективный образец №37, который отличился скороспелостью, дружностью созревания и хорошей интенсивностью нарастания зелёной массы.

В 2016 году образец №37 был переведён в конкурсное сортоиспытание и в течение трех лет (2016-2018 годы) проходил испытание в сравнении с районированным сортом Жар-птица.

За период проведения исследований было определено, что образец №37 следует отнести по продолжительности вегетационного периода к раннеспелой группе. Длительность вегетационного периода образца составила 51-53 суток. Урожайность луковиц нового образца в течение всех лет испытания достоверно превышала урожайность сорта стандарта и составила: 19,9 т/га (2016 год), 20,6 т/га (2017 год), 20,4 т/га (2018 год) (табл. 2). В среднем за три года превышение над стандартом по данному показателю составило 2,3 т/га. По массе товарной луковицы образец №37 уступает стандарту, однако при этом формирует в гнезде на 7-9 луковиц больше. Превышение отмечено и по урожайности зелёных листьев, оно составило 1,2 т/га. Такое превышение стало возможным в результате большего числа зачатков на растении нового образца до 9-11 шт.



Рис.2. Сорт лука шалота Шарм (а – луковицы сорта; в – листья сорта)
Fig. 2. Shallot variety Charm (a – bulbs, b – leaves)

Таблица 2. Характеристика образца №37 при испытании в контрольном питомнике, 2016-2018 годы
Table 2. Characteristics of sample No. 37 tested in the control nursery, 2016-2018

Показатели	Образец №37				Стандарт – сорт Жар-Птица			
	2016	2017	2018	среднее	2016	2017	2018	среднее
товарная урожайность, т/га	19,9	20,6	20,4	20,3	17,3	17,8	18,9	18,0
НСР _{0,5} т/га	1,8	1,5	1,7	-	1,8	1,5	1,7	-
урожайность зеленых листьев, т/га	23,2	23,5	26,0	24,2	25,5	21,0	22,6	23,0
НСР _{0,5} т/га	1,9	1,7	2,1	-	1,9	1,7	2,1	-
масса товарной луковицы, г	15,9	16,0	13,1	15,0	21,7	23,0	15,2	20,0
сохранность луковиц, %	89,8	89,1	92,4	90,4	89,4	90,5	91,0	90,3



Рис. 3. Сорт лука шалота Шанс
Fig. 3. Shallot variety Chance

Таблица 3. Характеристика образца №48 при испытании в контрольном питомнике, 2016-2018 годы
Table 3. Characteristics of sample No. 48 tested in the control nursery, 2016-2018

Показатели	Образец №48			Жар-Птица, стандарт		
	2019	2020	среднее	2019	2020	среднее
товарная урожайность, т/га	26,0	25,0	25,5	21,7	22,5	22,1
НСР _{0,5} т/га	1,4	1,3	-	1,4	1,3	-
урожайность зеленых листьев, т/га	24,4	24,8	24,6	18,2	21,8	20,0
НСР _{0,5} т/га	1,8	1,5	-	1,8	1,5	-
масса товарной луковицы, г	22,3	21,0	21,7	20,0	19,0	19,5
сохранность луковиц, %	96,3	96,0	96,1	93	94,0	93,5

и образования в среднем до 48-51 шт. листьев/раст. длиной до 50 см. Поражений болезнями образца в естественных условиях отмечено не было.

В 2018 году образец №37 по результатам конкурсного испытания был передан в ГСИ, а в 2020 году районирован под названием Шанс (рис. 3).

Для более эффективного использования сортов лука шалота необходимо создание конвейерного поступления продукции. Целью нашей дальнейшей работы было отобрать образцы разных сроков созревания. В 2018 году нами был отобран перспективный образец №48, который по длительности вегетационного периода относится к среднеспелой группе. Число суток в его развитии от всходов до полегания листьев составляет 62-65 суток.

В 2019 году образец был переведён в питомник конкурсного сортоиспытания. В период с 2019 по 2020

годы в данном питомнике он проходил испытание в сравнении с районированным сортом Жар-птица. Полученные данные представлены в таблице 3.

Во все года испытания образец №48 по показателям товарной урожайности луковиц и по урожайности зелёных листьев достоверно превысил показатели стандарта. Превышение составило по урожайности лука репки: 16,5% в 2019 году и 10,0% в 2020 году, по листьям эти показатели составили соответственно 25,4% и 12,1%. В среднем за годы изучения урожайность лука-репки у нового образца превысила показатель стандарта на 3,4% и составила 25,5 т/га, стандарт – 22,1 т/га. Превышение урожайности зелёных листьев составило 4,6 т/га.

Масса товарной луковицы образца №48 на 10,1% или на 2,2 г крупнее луковицы сорта стандарта. Масса луковицы нового образца – 21,7 г, стандарта –



Рис. 4. Сорт лука шалота Фараон (а – луковицы; в – зелёные листья)
Fig. 4. Shallot variety Pharaon

19,5 г. В гнезде растения образца №48 формируется от 5 до 7 луковиц, у стандарта – 4-6 луковиц. Луковицы испытуемого образца хорошо хранятся в зимний период, за 9 месяцев хранения их сохранность составляет в среднем 96,1%, что на 2,6% превышает показатель стандарта – 93,5%. Содержание витамина С в зеленых листьях находилось на уровне 47,64 мг%, превышение над стандартом составило 3,26 мг%.

По результатам исследования образец №48 осенью 2020 года был передан в ГСИ с предварительным названием Фараон. Образец предлагается к районированию как сорт для универсального использования (рис.4).

Заключение

В результате многолетних исследований селекционерами Западно-Сибирской овощной опытной станции – филиала ФГБНУ ФНЦО были созданы новые сорта лука шалота с хозяйственно ценными признаками, превышающие по своим характеристикам сорт-стандарт. В 2019 году был районирован и внесён в Государственный реестр селекционных достижений сорт Шарм, в 2020 году – сорт Шанс, образец №48 с предлагаемым названием Фараон с 2021 года проходит ГСИ.

Цель нашей дальнейшей работы – отобрать образцы лука шалота селекции станции разных сроков созревания, для более эффективного их использования при создании конвейерного поступления продукции.

Об авторах:

Ольга Васильевна Малыкина – научный сотрудник
Елена Викторовна Шишкина – старший научный сотрудник, elen4a_70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3392-1215>
Сталина Владимировна Жаркова – доктор с.-х. наук, доцент, stalina_zharkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8410-6715>

About the authors:

Olga V. Malykhina – Researcher
Elena V. Shishkina – Senior Researcher, elen4a_70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3392-1215>
Stalina V. Zharkova – Doc. Sci. (Agriculture), Prof., stalina_zharkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8410-6715>

• Литература

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года №20.
2. Пивоваров В.Ф., Разин А.Ф., Иванова М.И., Мещерякова Р.А., Разин О.А., Сурихина Т.Н., Лебедева Н.Н. Нормативно-правовое обеспечение рынка органической продукции (в мире, странах ЕАЭС, России). *Овощи России*. 2021;(1):5-19. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-5-19>
3. Wilier H., Lemoud J. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends. FIBL and IFOAM-organic International. 2017. Frick and Bonn.
4. Солдатенко А.В., Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И., Середин Т.М. Перспективы введения в культуру дикорастущих видов рода *Allium* L. пищевого направления. *Овощи России*. 2021;(1):20-32. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-20-32>
5. Brullo S., Brullo C., Cambria S., del Galdo G.G., Salmeri C. *Allium albanicum* (Amaryllidaceae), a new species from Balkans and its relationships with *A. meteoricum* Heldr. & Hausskn. Ex Halácsy. *PhytoKeys*. 2019;(119):117-136.
6. Солдатенко А.В., Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И., Балеев Д.Н., Разин О.А. Зимостойкость представителей рода *Allium* L. в условиях Московской области в зависимости от степени суровости зимнего периода. *Овощи России*. 2018;(3):22-26. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-22-26>
7. Гринберг Е.Г., Ванина Л.А., Жаркова С.В., Сузан В.Г., Шлыкова Е.В., Денисюк С.Г. Научные основы интродукции, селекции и агротехники лука шалота в Западной Сибири: монография. *Россельхозакадемия. Сиб.отд-ние. Новосибирск*, 2009. 208 с.
8. Жаркова С.В., Гринберг Е.Г., Шишкина Е.В., Малыкина О.В. Результаты испытания сортообразцов лука шалота при их интродукции в условия лесостепи Алтайского Приобья. *Вестник Алтайского государственного университета*. 2016;4(138):41-46.
9. Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р., Кашлева А.И., Середин Т.М., Разин О.А. Биохимический состав листьев видов *Allium* L. в условиях Московской области. *Достижения науки и техники АПК*. 2019;33(5):47-50.
10. Kaur G., Gupta V., Chistopher A.F. and Bansal P. Antioxidant potential of commonly used vegetable - onion (*Allium cepa* L.). *J. Altern. Complement. Med. Res.* 2016;1(1):1-5.
11. Fredotović Ž., Puizina J. Edible *Allium* species: chemical composition, biological activity and health effects. *Ital. J. Food Sci.* 2019;(31).
12. Жаркова С.В., Малыкина О.В., Шишкина Е.В. Новые сорта лука шалота для условий Западной Сибири. *Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур: сборник научных трудов Междун. науч.-практ. конф. посвященной VII Квасниковским чтениям (1 декабря 2016 года)*. М.: изд. ВНИИО, 2016. С.204-208.
13. Шишкина Е.В., Жаркова С.В. Изменчивость длительности фенологических периодов популяций лука алтайского при выращивании в культуре. В сборнике: *Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник статей: в 3 книгах. Алтайский государственный аграрный университет*. 2017. С.349-350
14. Штайнерт Т.В., Теплова Н.С., Алилуев А.В. Оценка селекционного материала межвидовых гибридов *Allium ascalonicum* L. и *Allium cepa* L. *Овощи России*. 2021;(1):52-57. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-52-57>
15. Гринберг Е.Г., Сузан В.Г., Штайнерт Т.В. Лук шалот. Научно-практические рекомендации. Екатеринбург-Новосибирск. 2016. 24 с.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос 1979. 416 с.
17. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ВНИИО; 2011. 648 с.
18. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск четвертый. М.: Колос, 1975. 42 с.

• References

1. Doctrine of food security of the Russian Federation. Approved by the decree of the President of the Russian Federation dated January 21, 2020 No. 20. (In Russ.)
2. Pivovarov V.F., Razin A.F., Ivanova M.I., Meshcheryakova R.A., Razin O.A., Surikhina T.N., Lebedeva N.N. Regulatory support for the organic market (in the world, EAEU countries, Russia). *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):5-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-5-19>
3. Wilier H., Lemoud J. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends. FIBL and IFOAM-organic International. 2017. Frick and Bonn.
4. Soldatenko A.V., Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I., Seredin T.M. Prospects for introducing into the culture wild species of the genus *Allium* L. food direction. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):20-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-20-32>
5. Brullo S., Brullo C., Cambria S., del Galdo G.G., Salmeri C. *Allium albanicum* (Amaryllidaceae), a new species from Balkans and its relationships with *A. meteoricum* Heldr. & Hausskn. Ex Halácsy. *PhytoKeys*. 2019;(119):117-136.
6. Soldatenko A.V., Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I., Baleev D.N., Razin O.A. Winter hardiness of representatives of the genus *Allium* L. in the Moscow region, depending on the severity of the winter period. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(3):22-26. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-22-26>
7. Grinberg E.G., Vanina L.A., Zharkova S.V., Suzan V.G., Shlykova E.V., Denisjuk S.G. Scientific foundations of introduction, selection and agricultural technology of shallots in Western Siberia. Russian Agricultural Academy. Siberian department. Novosibirsk, 2009. 208 p. (In Russ.)
8. Zharkova S.V., Greenberg E.G., Shishkina E.V., Malykhina O.V. The results of testing shallot onion varieties during their introduction into the forest-steppe conditions of the Altai Ob region. *Bulletin of the Altai State University*. 2016;4(138):41-46. (In Russ.)
9. Ivanova M.I., Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R., Kashleva A.I., Seredin T.M., Razin O.A. Biochemical composition of leaves of *Allium* L. species under conditions of the Moscow region. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2019;33(5):47-50. (In Russ.)
10. Kaur G., Gupta V., Chistopher A.F. and Bansal P. Antioxidant potential of commonly used vegetable – onion (*Allium cepa* L.). *J. Altern. Complement. Med. Res.* 2016;1(1):1-5.
11. Fredotović Ž., Puizina J. Edible *Allium* species: chemical composition, biological activity and health effects. *Ital. J. Food Sci.* 2019;(31).
12. Zharkova S.V., Malykhina O.V., Shishkina E.V. New varieties of shallot onion for the conditions of Western Siberia. *Selection, seed production and varietal agrotechnics of vegetable, melon and flower crops: collection of scientific works of International scientific-practical. conf. dedicated to the VII Kvasnikov readings (December 1, 2016)*. M.: VNIIO ed., 2016. P.204-208. (In Russ.)
13. Shishkina E.V., Zharkova S.V. Variability of the duration of phenological periods of Altai onion populations when grown in culture. In the collection: *Agrarian science – agriculture. Collection of articles: in 3 books. Altai State Agrarian University*. 2017. P.349-350. (In Russ.)
14. Steinert T.V., Teplova N.S., Aliluev A.V. Estimation of breeding material of interspecific hybrids *Allium ascalonicum* L. and *Allium cepa* L. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):52-57. (In Russ.)
15. Grinberg E.G., Suzan V.G., Steinert T.V. Shallot. Scientific and practical recommendations. Ekaterinburg-Novosibirsk. 2016. 24 p. (In Russ.)
16. Dospekhov B.A. Field experiment technique. *Moscow: Kolos*, 1979. 416p. (In Russ.)
17. Litvinov S.S. Field experiment technique in vegetable growing. M.: VNIIO; 2011. 648p. (In Russ.)
18. Methodology for state variety testing of agricultural crops. M.: Kolos, 1975. 42 p. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-60-67>
УДК 635.265(089)

**В. В. Скорина,
И. Г. Кохтенкова**

УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия»,
213407, Беларусь, г. Горки, Могилевская
обл., ул. Мичурина, 5

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Скорина В.В., Кохтенкова
И.Г. Сравнительная оценка коллекционных
сортообразцов чеснока озимого по урожай-
ности. *Овощи России*. 2021;(3):60-67.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-60-67>

Поступила в редакцию: 29.04.2021

Принята к печати: 08.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

**Vladimir V. Skorina,
Irina G. Kakhtsiankova**

FSBSI "Belarusian State Academy of Agriculture"
Michurinst., 5, Gorki, Mogilev region,
213407, Belarus

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

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

For citations: Skorina V.V., Kakhtsiankova I.G.
Comparative evaluation of collection varieties of
winter garlic by yield. *Vegetable crops of
Russia*. 2021;(3):60-67. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-60-67>

Received: 29.04.2021

Accepted for publication: 08.06.2021

Accepted: 25.06.2021

Сравнительная оценка коллекционных сортообразцов чеснока озимого по урожайности



Резюме

Актуальность. Для производства чеснока с целью использования как на внутреннем рынке, так и на внешнем, отсутствует необходимое количество высокоурожайных сортов с крупными луковицами и небольшим количеством зубков, а также устойчивых к новым условиям произрастания. В селекции с культурой чеснока помимо районированных сортов целесообразно использовать местные улучшенные формы, однако морфобиологические особенности чеснока могут изменяться в зависимости от условий выращивания и как следствие растения могут погибнуть, снизить устойчивость, продуктивность и качественные показатели, которые зависят от селекционных и генетических особенностей сорта.

Методика. Исследования проводили на опытном поле кафедры плодовоовощеводства УО БГСХА. Изучали 67 образцов чеснока озимого. Коллекционный материал состоял из сортов и клонов, которые были отобраны из шести областей Беларуси. В качестве стандарта использовали сорт Беловежский.

Результаты. По результатам проведенных исследований, лучшими по массе луковицы, количеству зубков в луковице, массе зубка и урожайности выделены образцы – АМ1–18, ОР3–18, ОР5–18, ММ1–18, УГ–18, ЮМ1–18, 2000–18, МГ1–18, ДМ–18, МГ4–18, сорта Агатон, Антоник, Горец, Союз, Юниор.

Ключевые слова: сорт, образец, чеснок озимый, признак, луковица, зубок, урожайность

Comparative evaluation of collection varieties of winter garlic by yield

Abstract

Relevance. To produce garlic for use both in the domestic and foreign markets, there is no required number of high-yielding varieties with large onions and a small number of cloves, as well as resistant to new growing conditions. In selection with a culture of garlic, in addition to zoned varieties, it is advisable to use local improved forms, however, the morphobiological characteristics of garlic can change depending on the growing conditions and, as a result, plants can die, reduce resistance, productivity and quality indicators, which depend on the breeding and genetic characteristics of the variety.

Methods. The research was carried out on the experimental field of the Department of Horticulture, UO BSAA. The 67 samples of winter garlic were studied. The collection material consisted of varieties and clones that were selected from six regions of Belarus. The Belovezhsky variety was used as a control.

Results. According to the results of the studies, the best in terms of bulb weight, number of cloves in the bulb, clove weight and yield were selected samples – АМ1–18, ОР3–18, ОР5–18, ММ1–18, УГ–18, ЮМ1–18, 2000–18, МГ1–18, ДМ–18, МГ4–18, varieties Agaton, Antonik, Goretz, Soyuz, Junior.

Keywords: variety, sample, winter garlic, character, bulb, clove, yield

Введение

Чеснок – ценный вид луковых культур с высокими хозяйственно-биологическими показателями. Его употребляют в пищу, используют в качестве сырья для изготовления лекарственных препаратов, что приводит к росту валового производства чеснока в мире [1]. Специи, приготовленные из чеснока, содержат железо, фосфор, калий, натрий, медь, магний, цинк, которые имеют важное значение в питании человека [2, 3].

Культура чеснока отличается большой пластичностью. Он в большей степени, чем другие растения, размножаемые семенами, реагирует на изменение условий среды в критические фазы роста и покоя. Создание сортов и гибридов, обладающих широкой экологической устойчивостью, является приоритетным направлением в селекции сельскохозяйственных культур [4]. Высокие и стабильные урожаи зависят от агроклиматических факторов, сорта и его способности произрастать в изменяющихся условиях среды [5].

Основные направления в селекции чеснока включают улучшение местных и создание новых сортов, обладающих заранее определенными признаками или группой признаков: урожайность, зимостойкость, экологическая стабильность, качество и др. [6, 7].

Селекционная работа с культурой чеснока, в первую очередь, направлена на расширение и совершенствование методов создания исходного материала [8].

При создании новых сортов овощных культур с использованием эколого-географического фактора большое значение приобретает научно обоснованный подбор исходного материала, его разнообразие и степень изученности в различных условиях выращивания. Применение экологических методов в селекции растений считается современным и актуальным [7].

В настоящее время недостаточно изучено влияние условий окружающей среды на рост и развитие чеснока, как в Беларуси, так и за ее пределами [9, 10, 11, 12]. Чеснок занимает важное место в производстве и сочетает в себе комплекс ценных признаков, таких как содержание биологически активных веществ, урожайность, масса луковицы, масса зубка и продолжительность периода хранения [13, 14].

Важной задачей при выращивании чеснока озимого является введение в производство новых высокоурожайных сортов с хорошей товарностью луковиц и способностью к длительному хранению [15, 16].

Средняя урожайность чеснока в мире составляет около 16,0 т/га. Сочетание в одном сорте комплекса хозяйственно ценных признаков и свойств, обеспечивает сорту его приспособленность к условиям возделывания. Поэтому оценка коллекционного материала и создание сортов, обладающих высокой урожайностью с высокими качественными показателями, и определили необходимость наших исследований.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2018–2020 годах на опытном поле кафедры плодовоовощеводства УО БГСХА. Объектом изучения являлись сорта и образцы чеснока озимого, отобранные из разных областей Беларуси. Сравнительную оценку урожайности проводили в соответствии с методическими указаниями по селекции луковых культур [17].

Опыты закладывали на участках, которые по рельефу местности, выравненности почвы и предшествующим культурам соответствовали методическим требованиям. Участок характеризовался следующими агрохимическими показателями: 2018 год: pH – 6,6, P₂O₅ – 339,1 мг/кг, K₂O – 296,0 мг/кг; 2019 год: pH – 6,57, P₂O₅ – 483,6 мг/кг, K₂O – 375,0 мг/кг; в 2020 год: pH – 6,6, P₂O₅ – 573,5 мг/кг; K₂O – 294,0 мг/кг. Посадку чеснока озимого проводили в первой декаде октября по схеме (50+25)х8 см. Повторность опытов трехкратная. В качестве стандарта использовали сорт Беловежский.

Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались между собой как по температурным параметрам, так и по количеству выпавших атмосферных осадков.

Для обработки экспериментальных данных использовали метод дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [18] и пакет данных MSExcel 13.

Результаты и их обсуждение

В результате полученных данных выявлены различия между сортообразцами чеснока озимого по массе луковицы, количеству зубков, массе зубка и урожайности, изучена взаимосвязь между основными фенотипическими признаками чеснока озимого.

Масса луковицы в зависимости от сортообразца в 2018 году (табл. 1) варьировала от 9,7 г (ММ2-18) до 51,1 г (УГ-18). Наибольшие значения по данному признаку отмечены у образцов АМ1-18, ОР3-18, ОР4-18, ОР6-18, ММ1-18, УГ-18, ВМ-18, ЛВ-18, ЮМ1-18, 2000-18, БК2-18, МГ1-18, ДМ-18, ББ4-18, МГ4-18, МГ7-18 и сортов Горец, Агатон, Союз и Антоник. Выделенные сортообразцы чеснока озимого превосходили сорт Беловежский (стандарт) на 70–135,5%.

В условиях 2019 года масса луковицы у коллекционных образцов в среднем составила 30,4 г. Сорта Юниор, Горец, Агатон, Союз, Антоник и образцы ОР3-18, ОР4-18, ОР5-18, ОР6-18, ММ1-18, УГ-18, ВМ-18, ДВ-18, ЛВ-18, ЮМ1-18, БМ1-18, КМ3-18, 2000-18, ММ3-18, БК2-18, МГ1-18, ДМ-18, МГ4-18, МГ7-18 по массе луковицы по сравнению с сортом-стандартом оказались больше на 66,8–152,2%. В 2020 году более 50% сортообразцов обладало массой луковицы от 35,9 г до 55,7 г, что значительно превышало показатели 2018-2019 годов.

Наибольшая масса луковицы в 2020 году характерна для сорта Союз – 55,7 г, что в 1,9 раза больше по сравнению со стандартом – сорт Беловежский.

Таблица 1. Характеристика луковиц сортообразцов чеснока озимого за 2018–2020 годов
Table 1. Characteristics of bulbs of varieties of winter garlic, 2018–2020

Сорт, образец	Масса луковицы, г			Количество зубков, шт.			Масса зубка, г		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Беловежский (стандарт)	21,70	21,40	28,90	5,7	6,3	6,0	4,3	4,3	5,6
AM1–18	46,00	31,10	47,10	7,0	7,7	8,7	7,7	6,2	9,7
Юниор	32,60	48,00	36,00	5,3	5,7	5,7	6,5	8,0	8,5
ЮМ–18	15,40	18,00	20,30	11,3	11,3	11,7	2,2	3,0	3,9
OR1–18	34,60	30,60	35,90	7,7	7,3	7,0	4,3	4,4	8,5
OP2–18	28,60	26,60	29,70	5,7	6,3	6,3	4,8	4,4	8,4
OR3–18	46,00	46,90	51,00	8,0	7,7	7,3	5,1	6,7	7,9
OP4–18	38,90	39,70	40,60	5,7	6,7	10,3	6,5	5,7	5,6
ORS–18	24,60	27,40	28,30	6,7	7,7	8,0	4,9	3,9	7,8
OP5–18	31,70	38,90	39,40	5,3	6,0	6,7	6,3	7,8	10,0
OP6–18	37,70	38,60	39,90	6,3	6,7	7,3	6,3	5,5	11,2
MM1–18	45,40	46,30	51,10	7,3	8,7	8,0	6,5	5,8	9,3
BP1–18	20,30	20,90	24,90	6,3	7,3	8,0	3,4	3,0	4,6
Горец	47,40	48,00	48,90	7,0	8,0	8,3	6,8	6,0	6,0
UG–18	51,10	54,00	52,60	10,7	11,3	12,3	5,1	4,9	5,2
CR1–18	25,40	25,70	32,90	6,7	6,3	7,7	4,2	6,4	7,4
CR2–18	24,60	27,10	35,70	8,7	11,3	10,0	3,1	2,5	4,2
BM–18	40,60	46,00	40,30	10,0	11,3	12,0	5,1	5,8	4,2
Агатон	40,90	41,70	50,70	8,0	6,0	7,0	5,1	6,9	5,7
KM2–18	28,00	25,70	36,30	6,3	7,3	6,7	4,0	3,7	6,5
ДВ–18	34,00	37,70	41,70	7,7	7,3	7,0	3,8	6,3	7,0
LB–18	36,90	38,30	43,30	6,7	7,3	7,7	9,2	5,5	5,8
Сармат	15,40	16,60	25,10	8,3	7,7	9,3	2,2	2,4	4,5
№204	30,00	33,70	30,70	5,7	6,3	6,3	5,0	5,6	5,3
Полёт	19,40	22,60	23,40	6,7	6,0	6,7	3,2	3,8	5,4
БГ1–18	15,40	10,30	18,30	11,3	9,3	11,3	1,4	1,5	4,0
БГ2–18	12,30	12,60	16,60	10,3	8,7	8,3	1,2	1,6	4,1
БГ3–18	13,70	14,30	22,30	7,7	6,7	8,0	1,7	2,4	6,0
БГ4–18	17,40	14,90	23,90	11,7	10,0	10,3	1,3	1,9	6,0
ЮМ1–18	41,10	41,70	50,90	7,3	7,7	7,3	5,9	6,0	8,8
Союз	37,70	38,60	55,70	7,3	6,3	6,3	4,7	6,4	10,0
BM1–18	34,60	39,70	40,60	7,0	6,7	6,0	4,9	6,6	8,5
MM2–18	9,70	9,10	11,70	6,7	6,0	7,3	1,4	1,8	2,0
BM–8	25,40	26,90	29,40	6,3	7,0	7,3	5,1	3,8	9,0
KM3–18	34,60	35,70	47,10	7,3	6,7	7,0	4,9	5,9	10,6

Продолжение таблицы 1. Характеристика луковиц сортообразцов чеснока озимого за 2018–2020 годах
Continuation of table 1. Characteristics of bulbs of varieties of winter garlic, 2018–2020

Сорт, образец	Масса луковицы, г			Количество зубков, шт.			Масса зубка, г		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
БК1–18	33,40	33,70	44,70	6,0	7,3	8,3	5,6	4,8	5,8
МН–18	22,60	30,60	35,30	8,3	8,7	8,0	3,2	3,1	4,8
2000–18	42,90	39,70	53,30	10,3	9,7	11,0	4,3	4,4	5,3
БТ–18	21,40	21,10	33,30	5,7	7,7	7,3	3,6	2,6	4,5
УК–18	27,40	22,60	30,30	9,3	9,7	11,3	3,0	2,8	3,4
ММ3–18	33,10	37,70	53,10	6,7	6,3	7,3	5,5	6,3	8,8
БК2–18	38,90	39,70	44,30	7,3	6,7	7,3	5,6	6,6	6,1
ВГ–18	20,90	24,60	32,30	9,3	7,7	10,0	3,5	3,1	5,0
ББ1–18	14,30	13,10	19,40	4,7	4,3	5,3	2,9	3,3	5,2
МГ1–18	42,60	44,00	49,70	5,7	5,3	5,7	7,1	7,3	8,9
БМ–18	32,60	33,10	30,60	6,0	5,7	5,3	5,4	5,5	3,9
SY–18	29,70	28,30	37,40	8,3	7,7	8,0	3,7	4,0	6,5
ББ2–18	21,40	25,40	26,60	4,7	6,3	6,7	4,3	4,2	8,2
МГ2–18	30,90	30,60	36,60	6,3	6,3	6,7	6,2	5,1	7,0
DG–18	10,30	10,90	15,40	8,3	8,7	11,0	1,3	1,4	3,2
CH–18	15,40	20,60	25,10	7,7	8,0	11,7	2,2	2,6	3,2
МГ3–18	22,00	27,40	29,40	8,0	8,3	9,0	4,4	3,0	5,0
DM–18	46,90	48,90	51,30	6,7	7,3	6,7	7,8	6,9	8,1
ББ4–18	36,90	30,90	34,30	6,0	6,3	5,3	3,7	5,2	5,6
МГ4–18	42,90	44,90	47,70	9,0	7,7	6,0	4,3	6,4	8,4
БК3–18	17,40	18,30	26,30	7,7	6,3	6,0	2,5	3,1	5,4
BD–18	26,60	27,40	32,00	10,3	9,3	11,3	2,4	3,4	5,6
МБ–18	33,10	31,70	40,90	7,7	6,7	7,3	4,7	5,3	6,8
BLI–18	14,30	16,30	23,70	5,7	6,3	6,7	2,4	2,7	6,3
МГ6–18	25,40	26,60	29,70	7,3	7,7	6,3	3,6	3,8	6,7
МГ7–18	37,70	40,90	45,90	7,0	6,7	6,7	5,4	5,8	7,6
BR–18	21,40	20,00	24,30	8,3	8,3	8,0	2,0	2,5	5,3
Полесский сувенир	24,60	24,30	29,10	7,3	6,7	6,7	3,5	4,1	7,0
Антоник	44,90	48,00	48,90	7,3	7,3	6,7	6,4	6,9	7,0
BM1–18	22,60	27,70	33,70	7,0	6,7	7,3	3,8	4,6	7,5
BM2–18	27,40	30,60	36,10	10,3	11,3	12,7	3,0	3,4	4,2
BM3–18	19,40	21,40	29,70	5,7	6,3	6,3	3,9	3,6	4,1
НСР ₀₅	3,313	3,827	9,718	1,46	1,40	2,05	0,48	0,52	2,54

Таблица 2. Урожайность сортообразцов чеснока озимого, 2018–2020 годы
Table 2. Productivity of varieties of winter garlic for 2018–2020

Сорт, образец	Урожайность, т/га				± к стандарту
	2018	2019	2020	среднее значение	
Беловежский (стандарт)	7,6	7,5	10,1	8,4	–
АМ1–18	16,1	10,9	16,5	14,5	+6,1
Юниор	11,4	16,8	12,6	13,6	+5,2
ЮМ–18	5,4	6,3	7,1	6,3	–2,1
ОР1–18	12,1	10,7	12,6	11,8	+3,4
ОР2–18	10,0	9,3	10,4	9,9	+1,5
ОР3–18	16,1	16,4	17,8	16,8	+8,4
ОР4–18	13,6	13,9	14,2	13,9	+5,5
ОР5–18	8,6	9,6	9,9	9,4	+1,0
ОР6–18	11,1	13,6	13,8	12,8	+4,4
ММ1–18	13,2	13,5	14,0	13,6	+5,2
ММ1–18	15,9	16,2	17,9	16,7	+8,3
БР1–18	7,1	7,3	8,7	7,7	–0,7
Горец	16,6	16,8	17,1	16,8	+8,4
UG–18	17,9	18,9	18,4	18,4	+10,0
CR1–18	8,9	9,0	11,5	9,8	+1,4
CR2–18	8,6	9,5	12,5	10,2	+1,8
ВМ–18	14,2	16,1	14,1	14,8	+6,4
Агатон	14,3	14,6	15,0	14,6	+6,2
КМ2–18	9,8	9,0	12,7	10,5	+2,1
ДВ–18	11,9	13,2	14,6	13,2	+4,8
LB–18	12,9	13,4	15,1	13,8	+5,4
Сармат	5,4	5,8	8,8	6,7	–1,7
№204	10,5	11,8	10,7	11,0	+2,6
Полёт	6,8	7,9	8,2	7,6	–0,8
БГ1–18	5,4	3,6	6,4	5,1	–3,3
БГ2–18	4,3	4,4	5,8	4,8	–3,6
БГ3–18	4,8	5,0	7,8	5,9	–2,5
БГ4–18	6,1	5,2	8,4	6,6	–1,8
ЮМ1–18	14,4	14,6	17,8	15,6	+7,2
Союз	13,2	13,5	19,5	15,4	+7,0
БМ1–18	12,1	13,9	14,2	13,4	+5,0
ММ2–18	3,4	3,2	4,1	3,6	–4,8
БМ–8	8,9	9,4	10,3	9,5	+1,1
КМ3–18	12,1	12,5	16,5	13,7	+5,3
БК1–18	11,7	11,8	15,6	13,0	+4,6
МН–18	7,9	10,7	12,4	10,3	+1,9
2000–18	15,0	13,9	18,7	15,9	+7,5
БТ–18	7,5	7,4	11,7	8,9	+0,5
УК–18	9,6	7,9	10,6	9,4	+1,0
ММ3–18	11,6	13,2	18,6	14,5	+6,1
БК2–18	13,6	13,9	15,5	14,3	+5,9
ВГ–18	7,3	8,6	11,3	9,1	+0,7
ББ1–18	5,0	4,6	6,8	5,5	–2,9
МГ1–18	14,9	15,4	17,4	15,9	+7,5

Продолжение таблицы 2. Урожайность сортообразцов чеснока озимого, 2018–2020 годы
Continuation of table 2. Productivity of varieties of winter garlic for 2018–2020

Сорт, образец	Урожайность, т/га				± к стандарту
	2018	2019	2020	среднее значение	
БМ–18	11,4	11,6	10,7	11,2	+2,8
SY–18	10,4	9,9	13,1	11,1	+2,7
ББ2–18	7,5	8,9	9,3	8,6	+0,2
МГ2–18	10,8	10,7	12,8	11,4	+3,0
DG–18	3,6	3,8	5,4	4,3	–4,1
СН–18	5,4	7,2	8,8	7,1	–1,3
МГ3–18	7,7	9,6	10,3	9,2	+0,8
DM–18	16,4	17,1	18,0	17,2	+8,8
ББ4–18	12,9	10,8	12,0	11,9	+3,5
МГ4–18	15,0	15,7	16,7	15,8	+7,4
БК3–18	6,1	6,4	9,2	7,2	–1,2
BD–18	9,3	9,6	11,2	10,0	+1,6
МБ–18	11,6	11,1	14,3	12,3	+3,9
BLI–18	5,0	5,7	8,3	6,3	–2,1
МГ6–18	8,9	9,3	10,4	9,5	+1,1
МГ7–18	13,2	14,3	16,1	14,5	+6,1
BR–18	7,5	7,0	8,5	7,7	–0,4
Полесский сувенир	8,6	8,5	10,2	9,1	+0,7
Антоник	15,7	16,8	17,1	16,5	+8,1
BM1–18	7,9	9,7	11,8	9,8	+1,4
BM2–18	9,6	10,7	12,6	11,0	+2,6
BM3–18	6,8	7,5	10,4	8,2	–0,2
НСП ₀₅	1,29	1,59	6,33	2,52	–

В среднем за три года по данному признаку выделены сорта Горец, Агатон, Союз, Антоник и образцы OR3–18, OP4–18, OP5–18, OP6–18, MM1–18, UG–18, BM–18, ДВ–18, LB–18, ЮМ1–18, БМ1–18, КМ3–18, 2000–18, MM3–18, БК2–18, МГ1–18, DM–18, МГ4–18, МГ7–18. Средняя масса луковицы у отмеченных сортообразцов составила 31,7 г, что больше сорта стандарта в 1,1–2,6 раза.

Наименьшей массой луковицы в среднем за три года характеризовался образец MM2–18 – 10,06 г.

Следует отметить, у образцов CR1–18, CR2–18, MH–18, MM3–18, BLI–18, BM3–18 (AM1–18, ЮМ–18 №204, БГ1–18, ЮМ1–18, MM2–18, БМ–8, ВГ–18, ББ1–18, SY–18, ББ4–18, БК3–18, МБ–18, сортов Юниор, Сармат, Союз выявлены различия по массе луковицы в годах исследований, что свидетельствует о реакции растений в регионе их выращивания и подтверждает полученные данные других исследователей.

По количеству зубков в луковице также установлены различия в годы оценки коллекционного материала. Так, в 2018 году в среднем количество зубков в луковице составило 4,7–11,7 шт., в 2019 году – 4,3–11,3 шт., в 2020 году – 5,3–12,7 шт. (см. табл. 1).

У сортов, с высокой урожайностью, отмечено меньшее количество зубков в луковице [19]. По данному показателю выделились сорт Юниор, образцы ББ1–18 и МГ1–18, у которых количество зубков в луковице варьировало от 4,7 до 5,7 шт.

Масса зубка в зависимости от сортообразца и года проведения исследований составила от 1,2 г до 11,2 г. Отмечена аналогичная закономерность между годами и сортообразцами как по массе луковицы, так и массе зубка, как в сторону уменьшения, так и увеличения данного признака.

В среднем за три года по признаку «масса зубка» выделены образцы AM1–18, OP5–18, МГ1–18, DM–18, сорта Юниор, Горец и Антоник.

По урожайности, как показали наши исследования, у коллекционных сортообразцов выявлены различия (табл. 2) в зависимости от года. В 2020 году у большинства образцов получена урожайность выше по сравнению с 2018 и 2019 годами. Выявлено, что сорта чеснока способны сохранять свои качества при выращивании их в других почвенно-климатических условиях, поэтому важным является изучение коллекции чеснока для выделения данных сортов и передаче их в государственное сортоиспытание.

Для сравнительного анализа урожайности образцы по данному признаку условно были разделены на четыре группы: 1) менее 5 т/га; 2) 5,0–10,0 т/га; 3) 10–15 т/га и 4) более 15 т/га [20].

К 4-й группе (более 15 т/га) в 2018 году относились образцы AM1–18 – 16,1 т/га, OR3–18 – 16,1, MM1–18 – 15,9, UG–18 – 17,9, BM–18 – 14,2, ЮМ1–18 – 14,4, 2000–18 – 15,0, МГ1–18 – 14,9, DM–18 – 16,4, МГ4–18 – 15,0, сорта Горец – 16,6 и Антоник – 15,7 т/га.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между основными фенотипическими признаками чеснока озимого, 2018–2020 годы
Table 3. Correlation coefficients between the main phenotypic traits of winter garlic for 2018–2020

Признак	Урожайность, т/га	Масса луковицы, г	Количество зубков, шт.	Масса зубка, г	Высота луковицы, см	Диаметр луковицы, см	Высота растения, см	Количество листьев, шт.	Длина листа, см	Ширина листа, см
Масса луковицы, г	0,999	-								
Количество зубков, шт.	-0,075	-0,076	-							
Масса зубка, г	0,812	0,811	-0,466	-						
Высота луковицы, см	0,755	0,755	0,021	0,676	-					
Диаметр луковицы, см	0,760	0,760	0,032	0,672	0,844	-				
Высота растения, см	0,719	0,718	-0,085	0,698	0,681	0,702	-			
Количество листьев, шт.	0,506	0,507	-0,165	0,536	0,643	0,613	0,545	-		
Длина листа, см	0,732	0,733	-0,058	0,636	0,646	0,673	0,837	0,575	-	
Ширина листа, см	0,690	0,690	-0,085	0,661	0,716	0,747	0,745	0,745	0,775	
Высота цветоноса, см	0,435	0,436	-0,144	0,441	0,314	0,416	0,459	0,285	0,504	0,414

К образцам с урожайностью менее 5 т/га относились клоны БГ2-18, БГ3-18, ММ2-18, ДГ-18.

В 2019 году урожайность более 15 т/га получена у образцов: ОР3-18 – 16,4 т/га, ММ1-18 – 16,2, УГ-18 – 18,9, ВМ-18 – 16,1, ЮМ1-18 – 14,6, МГ1-18 – 15,4, ДМ-18 – 17,1, МГ4-18 – 15,7, МГ7-18 – 14,3 т/га и сортов Юниор – 16,8 т/га, Горец – 16,8, Агатон – 14,6, Антоник – 16,8 т/га.

В 2020 году наиболее высокое значение признака «урожайность» (т/га) характерно для сортов Горец – 17,1, Агатон – 15,0, Союз – 19,5, и Антоник – 17,1 т/га и образцов АМ1-18 – 16,5, ОР3-18 – 17,8, ОР4-18 – 14,2, ОР6-18 – 14,0, ММ1-18 – 17,9, УГ-18 – 18,4, ВМ-18 – 14,1, ДВ-18 – 14,6, ЛВ-18 – 15,1, ЮМ1-18 – 17,8, 2000-18 – 18,7, ММ3-18 – 18,6, БК2-18 – 15,5, МГ1-18 – 17,4, ДМ-18 – 18,0, МГ4-18 – 16,7, МБ-18 – 14,3, МГ7-18 – 16,1.

В среднем за три года исследований урожайность сортообразцов составила от 3,6 до 18,4 т/га. Высокой урожайностью (т/га) характеризовались образцы АМ1-18 – 14,5, ОР3-18 – 16,8, ММ1-18 – 16,7, УГ-18 – 18,4, ЮМ1-18 – 15,6, 2000-18 – 15,9, ДМ-18 – 17,2, МГ4-18 – 15,8 и сорта Горец – 16,8, Союз – 15,4 и Антоник – 16,5. У 77,3% сортообразцов урожайность превышала стандарт в 1–1,2 раза. По урожайности выявлена статистическая достоверность различий по годам и в среднем за три года исследований.

В результате полученных данных за 2018–2020 годы было установлено, что по урожайности к первой группе относилось 4,5% сортообразцов, второй – 37,3%, третьей – 40,3%, четвертой – 16,4%. Большинство коллекционных образцов относилось к третьей группе, т. е. с урожайностью от 10,0 до 15,0 т/га.

При создании новых сортов следует принимать во внимание взаимосвязь признаков, использование которых способствуют выявлению ценного исходного материала, что позволяет на разных этапах онтогенеза проводить его предварительный отбор для дальнейшей селекционной работы.

Изучение корреляционной зависимости между признаками, дает возможность более объективно выявлять формы, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков.

В наших исследованиях установлено, что урожайность чеснока озимого (табл. 3) не связана с количеством зуб-

ков в луковице ($r=-0,075$). У образцов с высокой урожайностью отмечено меньшее количество зубков в луковице.

Между признаками «масса луковицы» и «количество зубков в луковице» отмечена отрицательная корреляционную связь ($r=-0,076$). Высокая зависимость установлена между массой луковицы и массой зубка ($r=0,811$), высотой ($r=0,755$) и диаметром луковицы ($r=0,760$).

В результате исследований установлена тесная связь между признаками «урожайность» и «масса луковицы» – $r=0,999$, «масса зубка» – $r=0,812$, формой луковицы (высота и диаметр).

Между количеством зубков в луковице у сортообразцов выявлена слабая корреляционная зависимость с высотой ($r=0,021$) и диаметром ($r=0,032$) луковицы и отрицательная – с массой зубка ($r=-0,466$), высотой растения и количеством листьев, длиной и шириной листа.

Масса зубка находилась в средней взаимосвязи с формой луковицы, высотой растения и количеством листьев, их длиной и шириной.

Сильная корреляционная связь отмечена между высотой луковицы и диаметром луковицы ($r=0,844$), урожайностью ($r=0,755$) и массой луковицы ($r=0,755$).

В наших исследованиях установлена средняя положительная корреляционная связь между высотой цветоноса и признаками: «урожайность» ($r=0,435$), «масса луковицы» ($r=0,436$), «масса зубка» ($r=0,441$), «высота луковицы» ($r=0,314$), «диаметр луковицы» ($r=0,416$), «высота растения» ($r=0,459$), «количество листьев» ($r=0,285$), «длина и ширина листа» ($r=0,504$, $r=0,414$). Между высотой цветоноса и количеством зубков в луковице установлена обратная корреляционная связь ($r=-0,144$).

Заключение

Исследования показали, что определенное влияние на рост и развитие чеснока озимого оказывают погодные условия в течение года. Выявлено, что уровень урожайности у сортообразцов чеснока озимого определялся не только генотипом, но и пунктом его происхождения. У коллекционных сортообразцов отмечена как положительная, так и отрицательная динамика увеличения и уменьшения урожайности в зависимости от пункта отбора образца.

Установлены различия и между сортообразцами по урожайности, массе луковицы, количеству и массе зубков.

Сортообразцы Горец, Агатон, Союз, Антоник, ОР3-18, ОР4-18, ОР5-18, ОР6-18, ММ1-18, УГ-18, ВМ-18, ДВ-18, ЛВ-18, ЮМ1-18, БМ1-18, КМ3-18, 2000-18, ММ3-18, БК2-18, МГ1-18, ДМ-18, МГ4-18, МГ7-18 характеризовались наибольшей массой луковицы – 35,7-55,7 г.

Наименьшее количество зубков в луковице выявлено у сорта Юниор и образцов ББ1-18 и МГ1-18. По массе зубка выделены образцы АМ1-18, ОР5-18, МГ1-18, ДМ-18 и сорта Юниор, Горец, Антоник.

Наибольшей урожайностью обладали образцы АМ1-18, ОР3-18, ОР4-18, ОР6-18, ММ1-18, УГ-18, ВМ-18, ДВ-18, ЛВ-18, ЮМ1-18, БМ1-18, КМ3-18, БК1-18, 2000-18, ММ3-18, БК2-18, МГ1-18, ДМ-18, МГ4-18, МГ7-18 и сорта Юниор, Горец, Агатон, Союз, Антоник.

Средняя урожайность в 2018–2020 гг. составляла от 13,0 т/га до 18,4 т/га. У большинства коллекционных образцов урожайность варьировала от 10,0 до 15,0 т/га.

Установлена высокая положительная взаимосвязь между урожайностью и массой луковицы, массой зубка, слабая положительная – между количеством зубков и высотой луковицы ($r=0,021$), диаметром луковицы ($r=0,032$). Отрицательная корреляционная связь выявлена между количеством зубков в луковице и урожайностью ($r=-0,075$), массой луковицы ($r=-0,076$), массой зубка ($r=-0,466$).

Полученные данные, в результате оценки различных сортообразцов чеснока озимого в одном пункте, позволили получить достоверную информацию об адаптивности сортов с целью вовлечения их в последующий селекционный процесс.

Об авторах:

Владимир Владимирович Скорина – профессор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры плодовоовощеводства, Skorina@list.ru
Ирина Геннадьевна Кохтенкова – специалист по лабораторным исследованиям, kohtenkova.ira@gmail.com

About the authors:

Vladimir V. Skorina – Doc. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Horticulture, Skorina@list.ru
Irina G. Kakhtsiankova – Laboratory Research Specialist, kohtenkova.ira@gmail.com

• Литература

1. Герасимова Л.И., Агафонов А.Ф., Середин Т.М. Оценка коллекционно-го питомника чеснока озимого по хозяйственно ценным признакам. *Овощи России*, 2018;(5):33–35. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-33-35>
2. Otunola G.A., Oloyede O.B., Oladiji A.T., Afolayan A.J. Comparative analysis of the chemical composition of three spices - *Allium sativum* L., *Zingiber officinale* Rosc. and *Capsicum frutescens* L. commonly consumed in Nigeria. *Afr J Biotechnol.* 2010;9(41):6927–6931. <https://doi.org/10.5897/AJB10.183>
3. Барабаш О.Ю., Хареба В.В. Плодовоовощевые культуры. *Київ: Аграрна наука*, 1995. 101 с.
4. Пивоваров В.Ф., Никульшин В.П., Мусаев Ф.Б., Скорина В.В. Адаптивность сортов озимого чеснока селекции ВНИИССОК. *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2012;(3):40–41.
5. Триппель В.В. Эколого-биологическая изменчивость и ее использование в селекции и семеноводстве лука репчатого и чеснока. Москва: 2007. 210 с.
6. Лихачкий В.И. Чеснок: биология и технология выращивания. Киев: УСХА, 1990. 97 с.
7. Скорина В.В. Селекция на адаптивность овощных и пряно-вкусовых культур: Монография. Горки: БГСХА, 2005. 203 с.
8. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. М., 2001. 499 с.
9. Seung Hye, Park, Yun Seob, Moon, Ok Jin, Jeong, of Woo Kyeong, Kang, Da Bin, Kim. Analysis of Influence on Garlic Crops and Its Economical Value by Meteorological and Climatological Information. *Journal of the or Korean earth science society*. 2018;39(5):419–435. <https://doi.org/10.5467/JKESS.2018.39.5.419>
10. Ulianych O.I. Comparative estimation of productivity of local forms of Elephant garlic. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019;9(2):212–216.
11. Бобос І., Лопата В. Вплив строків висаджування на продуктивність сортів часнику озимого в умовах Київської області. *Science World: научные труды. Иваново: Научный мир*. 2016;2(43):6:21–24.
12. Сич З.Д., Кубрак С.М. Оцінювання сортів і місцевих форм часнику озимого за господарсько цінними ознаками в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*. 2020;(1):169–174.
13. Гончаров О.М. Технологічні прийоми вирощування однозубкових цибулин часнику. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2013;(15):56–64. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Venzaprv_2013
14. Попков В.А. Чеснок: биология, технология, экономика. Минск: Наша Идея. 2012. 768 с.
15. Немирова Н.А., Варлакова Е.Н. Сравнительная продуктивность сортов озимого чеснока в условиях центральной зоны Курганской области. *Сборник научных трудов «Вестник Курганской ГСХА»*. 2015;(3):35–37.
16. Сузан В.Г., Гринберг Е.Г., Штайнерт Т.В. Производство чеснока в Сибири и на Урале: проблемы и перспективы. *Картофель и овощи*. 2013;(9):9–11.
17. Методические указания по селекции луковых культур. Под ред. Ершова И.И., Агафонова А.Ф., ВНИИССОК, М., 1997. 122 с.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
19. Литвиненко Н.В. Элементы агротехники крупнозубкового озимого чеснока на Среднем Урале. Тюмень: 2007. 146 с.
20. Скорина В.В., Кохтенкова И.Г., Купреенок Н.П. Коллекционная оценка сортообразцов чеснока озимого (*Allium sativum* L.) на урожайность и зимостойкость. *Овощ-во: сб. науч. труд. Нац. акад. наук Беларуси, Институт овощеводства*. 2019;(27):213–221.

• References

1. Gerasimova L.I., Agafonov A.F., Seredin T.M. Assessment of collection nursery of winter garlic on economy valuable signs. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(5):33–35. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-33-35>
2. Otunola G.A., Oloyede O.B., Oladiji A.T., Afolayan A.J. Comparative analysis of the chemical composition of three spices - *Allium sativum* L., *Zingiber officinale* Rosc. and *Capsicum frutescens* L. commonly consumed in Nigeria. *Afr J Biotechnol.* 2010;9(41):6927–6931. <https://doi.org/10.5897/AJB10.183>
3. Barabash, O.Ju., Hareba, V.V. Fruit vegetables. *Kyiv, Agrarian science*. 1995. 101 p.
4. Pivovarov V.F., Nikulshin V.P., Musaev F.B., Skorina V.V. Adaptability of varieties of winter garlic breeding VNISSOK. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk = Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2012;(3):40–41. (In Russ.).
5. Trippel V.V. Ecological and biological variability and its use in breeding and seed production of onions and garlic. Moscow, 2007. 210 p. (In Russ.).
6. Likhatskii V.I. Garlic: biology and cultivation technology. Kiev, 1990. 97 p. (In Russ.).
7. Skorina V.V. Selection for adaptability of vegetable and spicy-flavoring crops. Gorki: BGSKhA, 2005. 203 p. (In Russ.).
8. Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion cultures. Moscow, 2001. 499 p. (In Russian).
9. Seung Hye, Park, Yun Seob, Moon, Ok Jin, Jeong, of Woo Kyeong, Kang, Da Bin, Kim. Analysis of Influence on Garlic Crops and Its Economical Value by Meteorological and Climatological Information. *Journal of the or Korean earth science society*. 2018;39(5):419–435. <https://doi.org/10.5467/JKESS.2018.39.5.419>
10. Ulianych O.I. Comparative estimation of productivity of local forms of Elephant garlic. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019;9(2):212–216.
11. Bobos I., Lopata V. Influence of planting terms on the productivity of winter garlic varieties in the Kyiv region. *Science World: nauchnye trudy [Science World: scientific works]. Ivanovo, Scientific world. Issue*. 2016;2(43):6:21–24. (In Russ.).
12. Sych Z.D., Kubrak S.M. Otsinyuvannya sortiv imistsevykh form chasnyku ozymoho za hospodarsko tsinnymi oznakamy v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Zbirnyk nauk ovyhprac "Agrobiologija"*. 2020;(1):169–174.
13. Goncharov O.M. Technological methods of growing single-bulb garlic bulbs. *Bulletin of the Center for Scientific Support of the APV of Kharkiv region*. 2013;(15):56–64. (In Russ.). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Venzaprv_2013
14. Popkov V.A. Garlic: biology, technology, economics. Minsk, Our Idea. 2012. 768 p. (In Russ.).
15. Nemirova N.A., Varlakova E.N. Comparative efficiency of winter garlic varieties in the central zone conditions of the Kurgan region. *Collection of scientific papers "Bulletin of the Kurgan State Agricultural"*. 2015; (3):35–37. (In Russ.).
16. Suzan V.G., Grinberg E.G., Shtainer T.V. Garlic production in Siberia and the Urals: problems and prospects. *Potatoes and vegetables*. 2013;(9):9–11. (In Russ.).
17. Ershov I.I., Agafonov A.F. Methodical guide on selection of onions cultures. VNISSOK, 1994. 122 p. (In Russ.).
18. Dosphehov B.A. Field Experience Technique. Moscow, Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.).
19. Litvinenko N.V. Elements of agrotechnics of large-toothed winter garlic in the Middle Urals. Tyumen, 2007. 146 p. (In Russ.).
20. Skorina V.V., Kakhtsiankova I.G., Kupreenko N. P. Collection assessment of varieties of winter garlic (*Allium sativum* L.) for yield and winter hardiness. *Vegetable Growing, collection of scientific. work. Nat. acad. Sciences of Belarus, Institute of Vegetable Growing*. 2019;(27):213–221. (In Russ.).

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-68-71>
УДК 635.25:631.53

У.А. Кадилов¹,
М.Х. Арамов²

¹ НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля
191208, Республика Узбекистан,
Сурхандарьинская область, Термезский
район, п/о Намуна

² Сурхандарьинской научно опытной станции
НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля
191208, Республика Узбекистан,
Сурхандарьинская область, Термезский
район, п/о Намуна

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Кадилов У.А., Арамов М.Х.
Влияние сроков посадки маточных луковиц
на урожайность и посевные качества семян
лука репчатого. *Овощи России*. 2021;(3):68-
71. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-68-71>

Поступила в редакцию: 30.04.2021

Принята к печати: 17.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

Umar A. Kadirov¹,
Muzaffar Kh. Aramov²

¹ Research Institute of Vegetable
and Melon Crops and Potatoes
p/o Namuna, Termez district, Surkhondarya
region, Republic of Uzbekistan, 191208

² Surkhondarya Scientific Experimental Station
of the Research Institute of Vegetable,
Melons and Potatoes
p/o Namuna, Termez district, Surkhondarya
region, Republic of Uzbekistan, 191208

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

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

For citations: Kadirov U.A., Aramov M.Kh.
Influence of mother onion planting time on the
yield and sowing its qualities onion seeds.
Vegetable crops of Russia. 2021;(3):68-71. (In
Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-68-71>

Received: 30.04.2021

Accepted for publication: 17.06.2021

Accepted: 25.06.2021

Влияние сроков посадки маточных луковиц на урожайность и посевные качества семян лука репчатого



Резюме

Актуальность. В Узбекистане, особенно на юге республики, в последние годы широкое распространение получили раннеспелые сорта лука репчатого Сумбула, Равнак, Бахорой. Однако технология семеноводства раннеспелых сортов не разработана. В связи с этим, используя благоприятные климатические условия южного Узбекистана, были проведены исследования по выявлению оптимального срока высадки маточников раннеспелого сорта лука репчатого Сумбула.

Материал и методика. Исследования проводили в 2019-2020 годах на экспериментальной базе Сурхандарьинской научно-опытной станции НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля согласно методическим указаниям по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте. Материалом для исследований служил раннеспелый сорт лука репчатого Сумбула селекции НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля.

Результаты. Самая высокая урожайность семян (0,97 т/га) была получена при раннеосенней посадке маточников – 1 сентября. Она была на 20% больше, чем в контрольном варианте (высадка 15 сентября). При более поздних сроках посадки урожайность семян резко снижается. При посадке маточников 30 октября она составила всего 0,46 т/га или 59,7% к контролю. Урожайность семян лука повышается, в основном, за счёт более мощного развития растений при раннеосенних сроках посадки – образования крупных листьев, соцветий, дополнительных стрелок. Чем больше крупных и мощных листьев, тем больше растения имеют возможность синтезировать пластические вещества в процессе фотосинтеза и сформировать высокий урожай.

Ключевые слова: лук репчатый, семеноводство, сроки посадки маточников, фазы развития, цветение, количество стрелок, урожайность семян, посевные качества семян

Influence of mother onion planting time on the yield and sowing its qualities onion seeds

Abstract

Relevance. In Uzbekistan, especially in the south of the republic, in recent years, early ripe varieties of onion Sumbula, Ravnak, Bakhora have become widespread. However, the technology of seed production of early maturing varieties has not been developed. In this regard, several studies were carried out to identify the optimal time for planting the mother plants of the early maturing onion variety Sumbula by using the favorable climatic conditions of southern Uzbekistan.

Material and methodology. The material for the research was the early ripe onion variety Sumbula, bred by the Research Institute of Vegetable and Melon Crops and Potatoes. The studies were carried out according to the Methodological guidelines for the ecological testing of vegetable crops in the open field etc. The dates of seed planting were studied.

Results. Studies have shown that the highest seed yield (0.97 t/ha) was obtained in the early autumn planting of mother plants on September 1. It was 20% more than in the control variant – September 15. At later planting dates, the seed yield decreases sharply. When mother plants were planted on October 30, the seed yield was only 0.46 t/ha, or 59.7% of the control. The yield of onion seeds increases, mainly due to the more powerful development of plants during early autumn planting – the formation of large leaves, inflorescences, and additional arrows. The more large and powerful leaves, the more plants have the ability to synthesize plastic substances in the process of photosynthesis and accumulate a high yield.

Keywords: onion, seed production, planting time of mother plants, phases of development, flowering, number of arrows, seed yield, sowing quality of seeds

Введение

В условиях Узбекистана для выращивания семян требуется два года: в первый год из семян выращивают маточные луковицы, на второй год – из маточных луковиц семена. В республике выращивание семян производят в основном пересадочным способом.

Анализ литературных данных показывает, что для условий стран Центральной Азии, в особенности в Узбекистане, довольно детально разработана технология семеноводства лука репчатого среднего срока созревания. В Узбекистане в последние годы широкое распространение получили раннеспелые сорта: Пешпазак (селекции ТадНИИСВО) и Сумбула (селекции НИИОБКИК). С 2020 года включен в Госреестр новый раннеспелый сорт Равнак селекции НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля. Передан в Госсортоиспытание ультрараннеспелый сорт Бахорой. Однако технология семеноводства раннеспелых сортов не разработана. В связи с этим, используя благоприятные климатические условия южного Узбекистана, мы попытались определить оптимальные сроки посадки маточных луковиц раннеспелого сорта лука репчатого Сумбула для целей семеноводства.

Материал и методика исследований

Исследования проводили в 2019-2020 годах на экспериментальной базе Сурхандарьинской научно-опытной станции НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля. Материалом для исследований послужил новый раннеспелый сорт лука репчатого Сумбула селекции НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля.

Сумбула – раннеспелый сорт, при посеве в августе не стрелкуется и дает урожайность 450-500 ц/га в мае следующего года, когда кончаются запасы продукции лука в холодильниках. Луковица округлая, средняя масса луковицы 70-75 г. Окраска сухих чешуй желтая.

Исследования проводили согласно методическим указаниям по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте (М., 1987), ОСТ 4671-78 (М., 1997), Методике полевого опыта (Доспехов, 1985) и др. [1-3].

Опыт заложили в четырехкратной повторности. Расположение вариантов рендомизированное. Площадь учетной делянки – 9,8 м². Количество рядов на делянке – 2. Схема посадки – 70x20 см.

Были изучены следующие сроки высадки семенников: 01.09, 15.09 – контроль, 30.09, 15.10, 30.10.

Фенологические наблюдения проводили по следующим фазам: дата посадки; дата отрастания; дата стрелкования; дата цветения; дата созревания семян.

Морфобиологическое описание проводили по признакам: количество ветвей, шт.; количество стрелок, шт.; высота цветочной стрелки, см; высота и диаметр соцветий, см; количество листьев, шт.

Хозяйственно биологическую характеристику проводили по признакам: семенная продуктивность растений лука, г/раст.; урожайность семян, т/га; масса 1000 семян, г; всхожесть семян, %; энергия прорастания, %.



Результаты и их обсуждение

В условиях юга Узбекистана были проведены специальные исследования по выявлению оптимального срока высадкиматочных луковиц раннеспелого сорта лука репчатого Сумбула.

Следует отметить, что за рубежом исследования по влиянию сроков высадкиматочных луковиц на семенную продуктивность и другие признаки проведены рядом авторов [4-8]. По данным Md. Molseh Ud-Deen [5] в условиях Бангладеша высокая урожайность семян была получена при посадке маточников 30 октября – 402,8 кг/га. Более поздние сроки посадки привели к снижению урожайности семян. В условиях Эфиопии наилучшим сроком посадки маточников лука репчатого является 1 сентября. При посадке маточников 1 сентября был получен самый высокий урожай семян – 1032 кг/га. Более поздние сроки посадки привели к снижению урожайности семян, массы 1000 семян и др. показателей [8].

При посадке маточных луковиц в различные сроки растения подвергаются воздействию разных внешних факторов (длина дня, обеспеченность влагой, температура воздуха и почвы), что естественно оказывает заметное влияние на рост и развитие семенных растений (табл. 1).

Так, при посадке маточных луковиц в первой половине сентября продолжительность периода "посадка – начала отрастания" составила 10-14 суток, против 7-8 суток при посадке во второй половине октября. Сокращение данного периода у растений более поздних сроков посадки следует объяснить тем, что 15-30 октября большая часть луковиц начинает отрастать до их посадки. Поэтому, несмотря на снижение температуры почвы и воздуха, при посадке 15-30 октября растения отрастают быстрее, чем при посадке 1-15 сентября. Наиболее продолжительным был период "начала отрастания – массовое стрелкование" у растений раннеосеннего (1-15.09) срока посадки и составил 193-201 суток, против 133-162 суток при посадке маточников 15-30 октября.

Сроки посадки оказывают большое влияние на ветвление семенных

Таблица 1. Продолжительность фенологических фаз лука репчатого при различных сроках посадки, 2019-2020 годы
Table 1. Duration of phenological phases of onion at different planting dates, 2019-2020

Сроки посадки	Посадка - начало отрастания, сут.	Начало отрастания - массовое стрелкование, сут.	Начало стрелкования - массовое цветение, сут.	Начало цветения - начало созревания семян, сут.	Посадка - уборка, сут.
1.09.	14	201	46	40	303
15.09. (контроль)	10	193	42	39	286
30.09.	11	173	45	43	273
15.10.	8	162	41	38	250
30.10.	7	133	42	40	223

Таблица 2. Морфобиологическая характеристика семенников репчатого лука при различных сроках посадки, 2019-2020 годы
Table 2. Morphobiological characteristics of onion at different planting dates, 2019-2020

Сроки посадки	Количество, шт/растение			Высота цветочной стрелки, см $x \pm t_{05} Sx$	Размер соцветий, см	
	листьев $x \pm t_{05} Sx$	ветвей $x \pm t_{05} Sx$	стрелок $x \pm t_{05} Sx$		высота $x \pm t_{05} Sx$	диаметр $x \pm t_{05} Sx$
01.09	39,9±0,7	3,6±0,2	3,4±0,2	116,4±3,1	7,7±0,2	9,0±0,2
15.09 (контроль)	39,8±0,7	3,6±0,2	3,0±0,4	114,6±3,0	7,6±0,2	8,6±0,2
30.09	36,8±0,8	3,2±0,3	3,0±0,4	97,8±2,9	6,8±0,2	7,9±0,2
15.10	33,2±0,8	3,0±0,3	2,8±0,3	91,5±3,0	6,6±0,2	7,4±0,2
30.10	29,9±0,7	3,0±0,3	2,7±0,2	86,4±3,1	4,8±0,2	5,9±0,2

растений репчатого лука. При раннеосенних (1-15.09) сроках посадки степень ветвления и стрелкования семенников выше, что увеличивает урожай как с одного растения, так и с единицы площади. Так, при посадке маточных лукович 1-15 сентября число ветвей на одно растение составила 3,6 шт., против 3,0 шт. при посадке 15-30 октября (табл.2).

Известно, что не все ветви дают стрелки. Из общего количества ветвей 85-95% образуют цветочные стрелки, а остальные остаются вегетативными побегами. По Н.Н. Тимофееву [9], это явление объясняется тем, что при образовании большого количества ветвей они взаимно угнетаются, часть из них задерживается в развитии. Поэтому полного стрелкования ветвей не наблюдается. Рост растений, образование новых органов – листьев, ветвей, стрелок, соцветий и т.д., неразрывно связано с условиями выращивания. Более благоприятные условия для роста и развития при раннеосенних (1-15.09) сроках посадки способствуют образованию большого числа

условия для роста и развития семенников лука репчатого. При более поздних сроках посадки (15-30.10) размеры всех показателей снижаются.

Лучший и более продолжительный период роста и развития семенников при использовании более благоприятных внешних условий от раннеосенней высадки маточников приводит к значительному повышению урожайности семян. Следует отметить, что уборку семенных растений проводили через 1-2 дня после начала созревания семян. Задержка с уборкой семенных растений в условиях сухого и жаркого климата южного Узбекистана приводит к сильному осыпанию семян. Урожайность семян в зависимости от сроков посадки проведена в таблице 3. Самая высокая урожайность семян (0,97 т/га) была получена в варианте раннеосенней посадки маточников – 1 сентября. Она была на 25% больше, чем в контрольном варианте – 15 сентября. При более поздних сроках посадки урожайность семян резко снижается.

Таблица 3. Урожайность семян в зависимости от сроков посадки маточных лукович
Table 3. Seed yield of onion at different planting dates

Сроки посадки	Урожайность семян с		Урожайность в % к контролю	Прибавка к контролю ±, т/га
	растения, г	гектара, т		
01.09	11,6	0,97	125,0	+0,2
15.09 (контроль)	10,4	0,77	100,0	-
30.09	8,2	0,75	97,4	-0,22
15.10	6,6	0,52	67,5	-0,2
30.10	4,8	0,46	59,7	-0,31
НСР ₀₅	0,19			

листьев, ветвей, стрелок и интенсивному их росту. Количество стрелок при раннеосеннем сроке посадки составило в среднем 3,0-3,4 шт/растение, что на 0,3-0,6 шт. больше, чем при посадке маточников 15-30 октября.

Благоприятные условия раннеосенней посадки маточников в условиях южного Узбекистана сказались и на высоте цветочной стрелки. Высота стрелки при посадке маточников ранней осенью составила 114,6-116,4 см, что 24,9-28,1 см больше по сравнению с более поздней посадкой.

Такое же явление отмечено и по размеру зонтиков. Так, при более ранней посадке маточников высота зонтиков составила 7,6-7,7 см, а диаметр – 8,6-9,0 см. Эти же показатели при более поздней посадке составили соответственно 4,8-6,6 см и 5,9-7,2 см.

Таким образом, анализ данных табл. 2 показывает, что более мощное развитие семенников лука отмечается при раннеосенней посадке маточников. Это в свою очередь указывает на то, что в первой половине сентября в южном Узбекистане складываются благоприятные климатические

При посадке маточников 30 октября урожайность семян составила всего 0,46 т/га или 59,7% к контролю.

Урожайность семян лука повышается, в основном, за счёт более мощного развития растений при раннеосенних сроках посадки – образования крупных листьев, соцветий, дополнительных стрелок. Чем больше крупных и мощных листьев, тем больше растения имеют возможность синтезировать пластические вещества в процессе фотосинтеза и сформировать высокий урожай.

Из данных таблицы 3 видно, что чем раньше высадка маточников, тем больше семенная продуктивность растений лука репчатого. Так, при высадке маточника 1 сентября семенная продуктивность растений составила 11,6 г, что на 11,5% больше по

сравнению с высадкой маточников 15 сентября и на 141,7% больше по сравнению с высадкой маточников 30 октября. Семенная продуктивность растений лука репчатого закономерно снижается от первого к последнему сроку высадки маточников.

Таблица 4. Количество нестрелкующихся растений в зависимости от сроков посадки маточников
Table 4. The number of non-shooting plants of onion at different planting dates

Дата посадки	Нестрелкующиеся растения или «упрямцы», шт.		
	на деланке	на 1 га	в % к общему числу растений
01.09	2,10	2142	3,0
15.09 (контроль)	2,24	2285	3,2
30.09	2,31	2357	3,3
15.10	2,40	2429	3,4
30.10	2,70	2714	3,8

Следует отметить, что в опытах со сроками посадки также обнаружены растения, не образовавшие семенных стрелок. Из данных таблицы 4 следует, чем позже посадка маточников, тем больше растений, не образовавших семенных стрелок. При посадке маточников 1 сентября растений «упрямцев» на 1 га было 3,0% от общего числа растений, при посадке 30 октября число таких растений возросло до 3,8%. Причины появления «упрямцев» обсуждены в работах Прохорова И.А., Пивоварова В.Ф., Ершова И.И., Агафонова А.Ф. и др. [10, 11].

На посевные и урожайные свойства семян сельскохозяйственных культур, в том числе и овощных, оказывают влияние многие факторы: условия выращивания маточников и семян, условия формирования семян, способы уборки и сушки семенников.

Влияние сроков посадки маточников лука на посевные качества семян в Средней Азии изучал Ф.Ш. Раджабов [12]. По его данным, семена от весенних сроков посадки маточников имели меньшую массу 1000 семян и всхожесть II класса, в то время, как семена от осенних сроков посадки соответствовали требованиям ГОСТа для I класса.

Таблица 5. Физические и посевные качества семян лука репчатого в зависимости от сроков посадки маточников
Table 5. Physical and sowing qualities of onion seeds at different planting dates

Дата посадки	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %
01.09	3,96	84	98
15.09 (контроль)	3,92	84	97
30.09	3,92	82	94
15.10	3,91	81	93
30.10	3,89	80	88
Sx-%	0,9		
HCP05	0,03		

В наших опытах не отмечено резкого снижения качества семян в зависимости от сроков высадки маточников, что согласуется с мнением К. Эргешевой [13]. Однако следует отметить, что прослеживается определённая тенденция снижения физических и посевных качеств семян от раннеосенних сроков посадки к позднеосенней (табл. 5).

Так масса 1000 семян при посадке маточников 1 сентября составила 3,96 г, а при посадке 30 октября – 3,89 г. Закономерно снижается энергия прорастания и всхожесть семян, но по существующим стандартам они отвечают требованиям I класса. Незначительное снижение физических и посевных качеств семян поздних сроков посадки маточников следует объяснить состоянием самих растений, а также условиями, в которых происходит формирование семян при этих сроках посадки.

Закключение

Исследования показали, что наилучшим сроком высадки маточников является 1 сентября. Урожайность семян в этом сроке высадки составила 9,7 т/га, что на 25% больше чем в контрольном варианте – 15 сентября.

Об авторах:

Умар Абдуллаевич Кадиров – кандидат с.-х. наук, докторант НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля
Музаффар Хашимович Арамов – доктор с.-х. наук, профессор, директор Сурхандарьинской научно-опытной станции НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля, aramov-muzaffar@mail.ru

About the authors:

Umar A. Kadirov – Cand. Sci. (Agriculture), doctoral student at the Research Institute of Vegetable, Melons and Potatoes
Muzaffar Kh. Aramov – Doc. Sci. (Agriculture), Professor, Director of the Surkhondarya Scientific Experimental Station of the Research Institute of Vegetable and Melons and Potatoes, aramov-muzaffar@mail.ru

Литература

- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.
- Методические указания по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте. М., 1987. 27 с.
- ОСТ 4671-78. Этап I. М.: ВНИИССОК, 1978.
- El-Helali M.A., Karam S.S. Influence of planting date on the production and quality of onion seeds. *J. Hort. Sci. Ornament. Plants*. 2012;4(3): 275-279.
- Md. Mosleh-Ud-Deen. Effect of mother bulb size and planting time on growth, bulb and seed yield of onion. *Bangladesh J. Agril. Res.* 2008;33(3):531-537.
- Muktadir M.S. Effect of planting time, bulb size and vernalization on the yield and quality of onion seed. *MS Thesis, Department of Horticulture, Bangladesh Agricultural University, Mumsingch, 2000. P. 145-150.*
- Teshome A., Derbew B., Sentayehu A., Yehenew G. Effects of planting time and bulb size on onion (*Allium cepa* L.) seed yield and quality at Kobo Woreda, Northern Ethiopia. *Int. J. Agric. Res.* 2014. <https://doi.org/10.3923/ijar.2014>
- Tesfaye M., Belew D., Dessalegn Y., Shumye G. Effect of planting time on growth, yield components, seed yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) at Tehuledere district, northeastern Ethiopia. *Department of plant Science, College of Agriculture, Wollo University. P.O. Box 1145, Dessie, Ethiopia.* <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0178-0>
- Тимофеев Н.Н., Волков А.А., Чижов С.Т. Селекция и семеноводство овощных культур. М.: Сельхозгиз. 1960. 480 с.
- Прохоров И.А. Семеноводство и семеноведение овощных культур. Словарь-справочник. М.: МСХА. 1995. 177 с.
- Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. М.: 2001. 500 с.
- Раджабов Ф.Ш. Особенности агротехники семенников репчатого лука в условиях Ташкентской области Узбекской ССР. М., 1970. 25 с.
- Эргешова К. Основные элементы агротехники семеноводства репчатого лука в Чуйской долине Киргизии. Фрунзе, 1986. 22 с.

References

- Dospekhov B.A. Field experiment technique. M., 1985. 351 p. (In Russ.)
- Guidelines for environmental testing of vegetable crops in the open field. M., 1987. 27 p. (In Russ.)
- OST 4671-78. Stage I. M.: VNISSOK, 1978. (In Russ.)
- El-Helali M.A., Karam S.S. Influence of planting date on the production and quality of onion seeds. *J. Hort. Sci. Ornament. Plants*. 2012;4(3): 275-279.
- Md. Mosleh-Ud-Deen. Effect of mother bulb size and planting time on growth, bulb and seed yield of onion. *Bangladesh J. Agril. Res.* 2008;33(3):531-537.
- Muktadir M.S. Effect of planting time, bulb size and vernalization on the yield and quality of onion seed. *MS Thesis, Department of Horticulture, Bangladesh Agricultural University, Mumsingch, 2000. P.145-150.*
- Teshome A., Derbew B., Sentayehu A., Yehenew G. Effects of planting time and bulb size on onion (*Allium cepa* L.) seed yield and quality at Kobo Woreda, Northern Ethiopia. *Int. J. Agric. Res.* 2014. <https://doi.org/10.3923/ijar.2014>
- Tesfaye M., Belew D., Dessalegn Y., Shumye G. Effect of planting time on growth, yield components, seed yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) at Tehuledere district, northeastern Ethiopia. *Department of plant Science, College of Agriculture, Wollo University. P.O. Box 1145, Dessie, Ethiopia.* <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0178-0>
- Timofeev N.N., Volkov A.A., Chizhov S.T. Selection and seed production of vegetable crops. M.: Selkhozgiz. 1960. 480 p. (In Russ.)
- Prokhorov I.A. Seed growing and seed science of vegetable crops. Reference dictionary. M., 1995. 177 p. (In Russ.)
- Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion crops. M., 2001. 500 p. (In Russ.)
- Radjabov F.Sh. Peculiarities of agrotechnics of onion seed plants in the conditions of the Tashkent region of the Uzbek SSR. M., 1970. 25 p. (In Russ.)
- Ergeshova K. The main elements of onion seed farming in the Chuy valley of Kyrgyzstan. Frunze, 1986. 22 p. (In Russ.)

Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-72-75>
УДК 635.262:631.531

В.Г. Сузан¹, Н.В. Литвиненко¹,
И.В. Грехова¹, Т.М. Середин²,
Н.М. Ниматулаев³

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» 625003, Россия, г. Тюмень, ул. Республики, 7

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

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова» 365032, Россия, г. Махачкала, ул. Магомета Гаджиева, 180

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Сузан В.Г., Литвиненко Н.В., Грехова И.В., Середин Т.М., Ниматулаев Н.М. Размножение чеснока озимого воздушными луковичками. *Овощи России*. 2021;(3):72-75. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-72-75>

Поступила в редакцию: 30.04.2021

Принята к печати: 17.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

Vladimir G. Susan¹, Natalia V. Litvinenko¹,
Iraida V. Grekhova¹, Timofey M. Seredin²,
Nariman M. Nimatulaev³

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Northern Trans-Urals State Agrarian University" 7, st. Republic, Tyumen, Russia, 625003

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

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Dagestan state agrarian university named after M.M. Dzhambulatov» 180, st. Magomed Gadzhiev, Makhachkala, Republic of Dagestan, 367032, Russia

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

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

For citations: Susan V.G., Litvinenko N.V., Grekhova I.V., Seredin T.M., Nimatulaev N.M. Reproduction of winter garlic air bulbs. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):72-75. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-72-75>

Received: 30.04.2021

Accepted for publication: 17.06.2021

Accepted: 25.06.2021

Размножение чеснока озимого воздушными луковичками



Резюме

Актуальность. Значительно увеличить коэффициент размножения сортов чеснока озимого можно выращиванием из воздушных луковичек (бульбочек). Для успешной культуры с использованием воздушных луковичек очень важно правильно определить для каждого сорта самую продуктивную фракцию и откалибровать ее для посева.

Материал и методика. В нашей коллекции более 70 образцов чеснока озимого, собранных из разных регионов России и двух стран СНГ. Воздушные луковички калибровали при помощи набора круглых сит с размером отверстий 3, 5, 7, 10 мм.

Результаты. В среднем у образцов коллекции высокий процент вызревания воздушных луковичек – 75-83%. Число недоразвитых цветков в среднем по образцам разного происхождения варьирует незначительно – 37-48 шт. в соцветии. Масса соцветия в среднем у образцов местного происхождения (Свердловская обл.) составляет 4,2 г, разного происхождения (Украина, Узбекистан, 5 регионов России) – 4,9 г, южного происхождения (Дагестан) – 5,6 г. У образцов местного происхождения воздушные луковички средней (5-7 мм) и мелкой фракции (3-5 мм), разного происхождения – крупной (7-10 мм) и средней фракции, южного происхождения – крупной, средней и мелкой фракции. Для размножения воздушными луковичками выделились образцы 9/5-1, 9/5-2 местного происхождения (Свердловская обл.); 9/4 (Украина), 8/15, 10/5, 10/10 (Москва), 9/3-1, 9/3-2 и сорт Шадейка (Пермь); образец-5, 10/11, 10/13 (Дагестан).

Ключевые слова: чеснок озимый, воздушные луковички, фракции воздушных луковичек, масса воздушных луковичек

Reproduction of winter garlic air bulbs

Abstract

Relevance. It is possible to significantly increase the multiplication factor of varieties of winter garlic by growing from air bulbs (bulbils). For successful culture using air bulbs, it is very important to correctly determine the most productive fraction for each variety and calibrate it for sowing.

Material and methodology. In our collection, there are more than 70 samples of winter garlic collected from different regions of Russia and two CIS countries. The air bulbs were calibrated using a set of round sieves with apertures of 3, 5, 7, 10 mm.

Results. On average, the samples of the collection have a high percentage of ripening of air bulbs - 75-83%. The number of underdeveloped flowers on average for samples of different origins varies slightly – 37-48 pcs. in the inflorescence. The mass of inflorescence on average in specimens of local origin (Sverdlovsk region) is 4.2 g, of different origin (Ukraine, Uzbekistan, 5 regions of Russia) – 4.9 g, of southern origin (Dagestan) – 5.6 g. In specimens of local origin air bulbs of medium (5-7 mm) and small fraction (3-5 mm), different origin – large (7-10 mm) and medium fraction, southern origin – large, medium and small fraction. For reproduction by air bulbs, samples 9/5-1, 9/5-2 of local origin were allocated (Sverdlovsk region); 9/4 (Ukraine), 8/15, 10/5, 10/10 (Moscow), 9/3-1, 9/3-2 and grade Shadeyka (Perm); sample-5, 10/11, 10/13 (Dagestan).

Keywords: winter garlic, air bulbs, fraction of air bulbs, mass of air bulbs

Введение

Для увеличения производства сельскохозяйственной продукции и повышения конкурентоспособности отечественных сортов и семян необходимо совершенствование методов селекции, сортоиспытания, системы семеноводства [1-3]. Коэффициент размножения сортов чеснока озимого можно увеличить в 10-15 раз [4] выращиванием из воздушных луковичек (бульбочек). С биологической точки зрения воздушные луковички чеснока озимого не отличаются от зубков [5]. Многими авторами [6-11] установлено, что при размножении луковичками повышается жизнеспособность и продуктивность растений, происходит обновление сорта, оздоровление от стеблевой нематоды, паразитического гриба фузариума и бактериоза, а также от вирусной инфекции, от которой трудно избавиться в случае размножения зубками. Для успешной культуры с использованием воздушных луковичек очень важно правильно определить для каждого сорта самую продуктивную фракцию и откалибровать ее для посева.

Материал и методика исследований

В нашей коллекции более 70 образцов чеснока озимого, собранных из разных регионов России и двух стран СНГ. Почва коллекционного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, хорошо окультуренная, со средней обеспеченностью элементами минерального питания. Основные агрономические характеристики: гумус – 5%, pH – 5,9; содержание азота по Тюрину – 3,2 мг/кг; P₂O₅ по Кирсанову – 250 мг/кг, K₂O по Пейве – 150 мг/кг. Сумма поглощенных оснований – 46,6 мг-экв./100 г почвы; гидролитическая кислотность – 4,14 мг-экв./100 г почвы. Анализ соцветий образцов чеснока озимого проводили в 2019 году. Погодные условия были благоприятными для роста и развития чеснока озимого. В апреле суточная температура варьировала от 8°C до 17°C, осадки составили 53%. В мае температура поднималась от -



Рис. 1. В сортировочном цехе, вверху снимка – подвешенные стрелки с соцветиями
Fig. 1. In the sorting shop, at the top of the picture – hanging arrows with inflorescences

1°C до +29°C, осадки – 39%. Июнь был сухим – осадки составили всего 27%, температура – от 7°C до 28°C. Суточные температуры в июле колебались в пределах 6...34°C, осадки – 58%. В августе осадков выпало 39%, температура – 7...30°C.

Соцветия срезали вместе со стрелками выше последнего листа в фазе раскрытия обертки, длина цветочной стрелки 30 см. По данным А.В. Лещева [11], листья и стрелки ниже последнего листа в процессе сушки в формировании бульбочек практически не участвуют. Стрелки связывали в снопы и подвешивали пучками вниз для созревания в вентилируемом помещении (рис. 1). В процессе сушки они дозревают и вступают в период покоя. После высыхания бульбочки выщелачивали из соцветий, просеивали, очищали и калибровали при помощи

набора круглых сит с размером отверстий 3, 5, 7, 10 мм. Выборка – по 10 соцветий. Массу бульбочек взвешивали на весах ВК-3000.1. Для статистической обработки результатов исследований применяли дисперсионный анализ по Б.А. Доспехову с использованием программы Microsoft Excel 2010.

Результаты и обсуждение исследований

Селекционная работа с чесноком включает улучшение местных и выведение новых скороспелых, высокоурожайных, устойчивых к болезням и лежких сортов. В качестве исходного материала при селекции чеснока, в первую очередь, необходимо использовать местные сорта, причем их нужно улучшать в зонах формирования и выращивания.

Структура урожая воздушных луковичек у разных сортоформ неодинакова. Для успешной культуры с использованием воздушных луковичек очень важно правильно определить для каждого сорта самую продуктивную фракцию и откалибровать ее для посева.

Таблица 1. Характеристика соцветия образцов чеснока озимого местного происхождения (Свердловская обл.)
Table 1. Characteristics of inflorescences of samples of winter garlic of local origin (Sverdlovsk region)

Сорт или номер	Число луковичек, шт.		Число недоразвитых цветков, шт.	Масса соцветия, г	Масса луковичек, г		
	вызревших	невызревших			5-7 мм	3-5 мм	2-3 мм
Назус	16	64	-	1,6	0,5	0,9	
8/5	75	11	-	3,3	0,9	1,9	
8/14	113	29	21	2,1		1,7	0,1
9/2	53	30	-	8,3	6,7		
9/5-1	150	12	86	4,6	4,2		
9/5-2	190	26	46	7,4	6,6		
10/1	144	41	64	5,5		5,2	
10/2	14	36	42	2,4		1,9	0,2
10/3	116	10	51	4,1		3,3	0,2
10/6-1	24	56	28	4,9	3,5	1,2	
10/6-2	88	44	-	5,6	3,0		
Среднее	97,6	32,6	48,3	4,2	3,6	2,3	0,17
min-max	16-190	11-64	21-86	1,4-8,3	0,5-6,7	0,9-5,2	0,1-0,2
V, %	55	55	45	54	68	65	35
НСП ₀₅	-	-	-	1,23	-	-	-

Большое число бульбочек в соцветии позволяет быстро получить необходимое количество посадочного материала. Число вызревших луковичек превышало более 100 шт. в соцветии у 6 образцов местного происхождения (табл. 1), вызревание составило 74-93%. Самое большое число вызревших луковичек у образца 9/5-2 – 190 шт., вызревание – 88%. Три образца имели вызревших луковичек в соцветии в пределах 53-88 шт. У сорта Назус и образца 10/6-1 – самый малый процент вызревания – 20 и 30%. Недоразвитых цветков нет у сорта Назус и трех образцов. Преобладает по числу недоразвитых цветков образец 9/5-1 – 86 шт. Масса соцветия более 5 г была у четырех образцов, но только у образцов 9/5-1 и 10/1 высокий процент вызревания бульбочек.

Величина воздушных луковичек – важный сортовой признак. Как правило, чем они крупнее, тем выше урожайность. В нашей классификации воздушные луковички

делятся на четыре фракции в зависимости от диаметра: 1 – крупные, 7-10 мм; 2 – средние, 5-7 мм; 3 – мелкие, 3-5 мм; 4 – очень мелкие, 2-3 мм. По ГОСТ воздушные луковички делятся в зависимости от величины диаметра на два класса: I – от 5,1 до 8 мм; II – от 4 до 5 мм. В нашей классификации 1-я и 2-я фракции соответствуют I классу, 3-я фракция – II классу, 4-я фракция по ГОСТу не используется, тогда как из таких луковичек можно получить около 20 ц/га севка I и II классов.

После калибровки у сорта Назус и всех образцов фракции луковичек более 7 мм не обнаружено. По массе луковичек у средней (5-7 мм) и мелкой (3-5 мм) фракций коэффициент варьирования 65-68%, степень рассеивания значительная. Наибольшая масса луковичек второй фракции (5-7 мм), относящейся к I классу, определена у трех образцов: 9/2 – 6,7 г, 9/5-2 – 6,6 г, 9/5-1 – 4,2 г. Но у первого образца вызрела только половина луковичек.

Таблица 2. Характеристика соцветия образцов чеснока озимого разного происхождения
Table 2. Characteristics of inflorescences of winter garlic samples of different origin

Сорт или номер	Происхождение	Число луковичек, шт.		Число недоразвитых цветков, шт	Масса соцветия, г	Масса луковичек, г		
		вызревших	невызревших			7-10 мм	5-7 мм	3-5 мм
2/14	Украина	90	12	38	14,5			10,1
9/4	Украина	135	22	49	11,6		9,7	
10/7	Узбекистан	150	2	30	3,6			3,0
8/10	Узбекистан	64	18	21	4,5		3,1	0,6
8/4	Воронеж	37	5	-	7,6	5,9	0,5	
8/9	Самара	121	29	-	2,1		0,3	1,1
Добрыня	Москва	57	18	31	6,0		4,8	
8/12	Москва	40	22	28	3,4	2,9		
8/15	Москва	180	21	46	4,5		3,7	0,1
10/5	Москва	128	27	36	4,0		3,6	
10/10	Москва	138	5	76	5,0		4,9	
Шадейка	Пермь	78	8	-	6,9	6,1		
9/3-1	Пермь	62	26	21	6,1	5,2		
9/3-2	Пермь	82	18	-	7,8	7,3		
Башкирский	Башкирия	18	32	-	1,6	1,5		
9/4	Башкирия	48	28	-	4,6	3,7		
Среднее		89,2	18,3	37,6	4,9	4,7	3,8	3,0
min-max		18-180	2-32	21-76	1,6-11,6	1,5-6,1	0,3-9,7	0,1-10,1
Коеф. вариации (V), %		53	51	44	51	44	77	139
НСР ₀₅		-	-	-	1,98	-	-	-

Таблица 3. Характеристика соцветия образцов чеснока озимого южного происхождения (Дагестан)
Table 3. Characteristics of inflorescences of samples of winter garlic of southern origin (Dagestan)

Сорт или номер	Число луковичек, шт.		Число недоразвитых цветков, шт.	Масса соцветия, г	Масса луковичек, г			
	вызревших	невызревших			7-10 мм	5-7 мм	3-5 мм	2-3 мм
Образец-01	75	16	12	4,1			3,2	
Образец-1	81	24	64	4,1			3,6	
Образец-2	6	3	-	1,2	1,0			
Образец-3	130	22	76	3,6	3,1			
Образец-4	43	1	28	5,6	4,5			
Образец-5	131	52	28	6,2	4,8			
Дагестан-4	74	31	-	2,0			1,4	
Дагестан-5	72	41	-	2,4			1,9	
Дагестан-6	27	2	14	5,5			4,9	
2/12	138	44	-	5,6			4,1	1,2
5/1	102	6	-	7,3			5,8	1,3
5/2	27	23	-	18,2	11,5	3,2		
8/1-1	148	61	-	2,9			2,6	
8/1-2	140	24	18	3,6			2,2	0,1
8/6	59	41	26	4,1		2,6	0,6	
8/17	57	37	-	7,3	2,0	3,6		
10/11	184	31	68	8,6			7,8	
10/12	146	18	29	6,0			5,0	
10/13	200	18	64	10,3			9,3	
11/1	43	2	12	5,0		3,8	0,6	
11/2	30	8	-	3,6		2,2	0,5	
Среднее	91,1	24,1	36,6	5,6	4,5	3,1	3,6	0,87
min-max	6-200	1-52	12-76	1,2-18,2	1,0-11,5	2,2-3,6	0,5-10,1	0,1-1,3
V, %	-	73	66	65	83	22	79	77
НСР ₀₅	-	-	-	2,01				

Большой интерес для селекционной работы представляют также инорайонные образцы чеснока озимого. В нашей коллекции образцы из двух стран СНГ (Украина, Узбекистан) и шести регионов России (табл. 2, 3).

По числу вызревших луковичек, превышающих 100 шт. в соцветии, выделились 5 образцов: 9/4 (Украина), 10/7 (Узбекистан), 8/9 (Самара), 8/15, 10/5, 10/10 (Москва) (табл. 2). У них высокий коэффициент вызревания – 81-99%. Число вызревших луковичек менее 50 шт. у образцов 8/4 (Воронеж), 8/12 (Москва), сорт Башкирский и 9/4 (Башкирия). Самое низкое число вызревших луковичек у сорта Башкирский – 36%. Сорт Шадейка (Пермь) имеет высокий процент (91%) вызревших луковичек, нет недоразвитых цветков и масса соцветия значительная (6,9 г).

По массе соцветия выделились 3 образца. Образец 9/4 (Украина) – 11,6 г, все луковички у него 2 фракции (5-7 мм) I класса. Образец 8/4 (Воронеж) – 7,6 г, но у него небольшое число луковичек в соцветии, хотя они все I класса размером более 7 мм. Образец 9/3-2 (Пермь) – 7,8 г, среднее число луковичек (82 шт.), вызревание 82%, все луковички крупные – более 7 мм. У всех образцов нет луковичек очень мелкой фракции (2-3 мм).

Чеснок озимого южного происхождения в нашей коллекции 21 образец (табл. 3). Наибольшее количество вызревших луковичек в соцветии (более 100 шт.) у 9 образцов. Но только у двух образцов луковички крупные (7-10 мм), у остальных – мелкие (3-5 мм). У образцов 3, 10/11, 10/13 при наличии большого числа вызревших луковичек имеется и значительное количество недоразвитых цветков (64-76 шт.).

По массе соцветия выделились три образца: 5/2 – 18,2 г, 10/13 – 10,3 г, 19/11 – 8,6 г. Но у первого образца незначительное число вызревших луковичек (27 шт.), хотя они в основном крупные. У двух других образцов большое число вызревших луковичек (184 и 200 шт.), но они все мелкой фракции.

В основном по всем показателям характеристики соцветий образцов чеснока озимого коэффициент варьирования более 33% – степень рассеивания значительная.

Заключение

В среднем у образцов коллекции высокий процент вызревания воздушных луковичек – 75-83%. Число недоразвитых цветков в среднем по всем образцам варьирует незначительно – 37-48 шт. в соцветии. Масса соцветия в среднем у образцов местного происхождения (Свердловская обл.) составляет 4,2 г, разного происхождения (Украина, Узбекистан, 5 регионов России) – 4,9 г, южного происхождения (Дагестан) – 5,6 г. У образцов местного происхождения воздушные луковички средней (5-7 мм) и мелкой фракции (3-5 мм), разного происхождения – крупной (7-10 мм) и средней фракции, южного происхождения – крупной, средней и мелкой фракции.

Для размножения воздушными луковичками выделились образцы 9/5-1, 9/5-2 местного происхождения (Свердловская обл.); 9/4 (Украина), 8/15, 10/5, 10/10 (Москва), 9/3-1, 9/3-2 и сорт Шадейка (Пермь); образец 5, 10/11, 10/13 (Дагестан).

Об авторах:

Владимир Григорьевич Сузан – доктор сельскохозяйственных наук, suzan@list.ru
Наталья Владимировна Литвиненко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры Землеустройства и кадастров
Ираида Владимировна Грехова – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры Общей химии
Тимофей Михайлович Середин – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, timofey-seredin@rambler.ru
Нариман Муртазалиевич Ниматулаев – кандидат сельскохозяйственных наук, докторант

About the authors:

Vladimir G. Suzan – Doc. Sci. (Agriculture), suzan@list.ru
Natalya V. Litvinenko – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Land Management and Cadastres
Iraida V. Grekhova – Doc. Sci. (Biology), Associate Professor, Professor of the Department of General Chemistry
Timofey M. Seredin – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Onions, timofey-seredin@rambler.ru
Nariman M. Nimatulaev – Cand. Sci. (Agriculture), Doctoral Student

• Литература

1. Мусаев Ф.Б. Повысить конкурентоспособность отечественных сортов, оборот семян и посадочного материала на внутреннем и внешнем рынках. *Овощи России*. 2018;(1):59-60. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-1-59-60>
2. Солдатенко А.В. Координация семеноводства в странах СНГ. *Овощи России*. 2018;(1):61-62. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-1-61-62>
3. Агафонов А.Ф., Герасимова Л.И., Шмыкова Н.А. Перспективы создания сортов чеснока озимого с семенным воспроизводством. *Селекция и семеноводство с.-х. культур*. 2003;(39):40-43.
4. Гринберг Е.Г., Сузан В.Г., Штайнерт Т.В., Литвиненко Н.В. Чеснок на Урале и в Сибири. Новосибирск-Екатеринбург, 2016. 51 с.
5. Поляков А.В., Разин А.Ф., Алексеева Т.В. Экономическая эффективность выращивания посадочного материала чеснока озимого. *Никоновские чтения*. 2018;(23):112-116.
6. Поляков А.В., Азопкова М.А., Лебедева Н.Н., Муравьева И.В. In vitro регенерация растений чеснока озимого (*Allium sativum* L.) из воздушных луковичек. *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки*. 2018;(4):115-124.
7. Курбанов С.А., Магомедова Д.С., Ниматулаев Н.М. Элементы технологии возделывания озимого чеснока на песчаных почвах. *Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Дагестанского государственного аграрного университета имени М.М. Джембулатова*. 2017. С. 62-66.
8. Поляков А.В., Алексеева Т.В., Копцева М.В. Размножение чеснока озимого бульбочками. Фитотерапия. Инновационные технологии XXI века: *Мат. 8-й Междунар. науч. конф. Чернозольная*. 2014. С.128-132.
9. Ebi M., Kasai N., Masuda K. Small Inflorescence Bulbils Are Best for Micropropagation and Virus Elimination in Garlic. *Hortscience*. 2000;35(4):735-737.
10. Pospisil P. Growing garlic from bulbils. *The Canadian Organic Grower*. 2010. P.12-15.
11. Лещев А.В. Влияние сроков обрезки и величины оставляемой цветочной стрелки на урожайность лукович и бульбочек чеснока озимого сорта «Юбилейный Грибовский» в Пермском крае. *Аграрный вестник Урала*. 2009;(11):63-64.

• References

1. Musaev F.B. To increase competitiveness of native varieties, distribution of seeds and planting materials in the internal and external markets. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(1):59-60. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-1-59-60>
2. Soldatenko A.V. Coordination seed production in cis countries. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(1):61-62. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-1-61-62>
3. Agafonov A.F., Gerasimova L.I., Shmykova N.A. Prospects for creating winter garlic varieties with seed reproduction. *Selection and Seed Production of Vegetable Crops*. 2003;(39):40-43. (In Russ.)
4. Grinberg E.G., Suzan V.G., Steinert T.V., Litvinenko N.V. Garlic in the Urals and Siberia. Novosibirsk-Yekaterinburg, 2016. 51 p. (In Russ.)
5. Polyakov A.V., Razin A.F., Azopkova M.A. Economic efficiency of growing planting material of winter garlic. *Nikon readings*. 2018;(23):112-116. (In Russ.)
6. Polyakov A.V., Azopkova M.A., Lebedeva N.N., Murav'eva I.V. In vitro regeneration of winter garlic plants (*Allium sativum* L.) from bulbil. *Bulletin of the Moscow State Regional University. Series: Natural Sciences*. 2018;(4):115-124. (In Russ.)
7. Kurbanov S.A., Magomedova D.S., Minatulaev N.M. Elements of technology of cultivation of winter garlic on sandy soils. *Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of the Dagestan State Agrarian University named after M. M. Dzhambulatov*. 2017. pp. 62-66. (In Russ.)
8. Polyakov A.V., Alekseeva T.V., Koptseva M.V. Reproduction of winter garlic with bulbils. *Phytoterapy. Innovative technologies of the XXI century: Mat. 8th Int. scientific conf. Chernozolovka*, 2014. P.128-132. (In Russ.)
9. Ebi M., Kasai N., Masuda K. Small Inflorescence Bulbils Are Best for Micropropagation and Virus Elimination in Garlic. *Hortscience*. 2000;35(4):735-737.
10. Pospisil P. Growing garlic from bulbils. *The Canadian Organic Grower*. 2010. P.12-15.
11. Leshchev A.V. The influence of pruning time and the size of the flower arrow left on the yield of bulbils and bulbs of garlic of the winter variety "Yubileinyy Gribovsky" in the Perm region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2009;(11) 63-64. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-76-83>
УДК 635.63:631.527.57:631.527.33

Т.И. Мокрянская,
В.Ф. Гороховский

ГУ «Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
Приднестровская Молдавская Республика, г. Тирасполь, ул. Мира, 50

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: 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>

Поступила в редакцию: 10.03.2021

Принята к печати: 01.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

Tatiana I. Mokryanskaya,
Vitaly F. Gorokhovskiy

State Institution "Pridnestrovian Research Institute of Agriculture"
50, Mira str., Tiraspol,
Pridnestrovian Moldavian Republic

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

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

For citations: 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>

Received: 10.03.2021

Accepted for publication: 01.06.2021

Accepted: 25.06.2021

Характер проявления гетерозиса – надежный индикатор высокой специфической комбинационной способности у огурца пчелоопыляемого типа



Резюме

Актуальность. Одним из важнейших этапов в селекции сельскохозяйственных культур на гетерозис является определение комбинационной способности, в частности оценка констант СКС линий перспективных гибридных комбинаций. Цель: на основе лучших гибридных комбинаций создать перспективные гибриды огурца для открытого и защищенного грунта, различного назначения, отличающиеся комплексом хозяйственно полезных признаков, в том числе и высокой урожайностью плодов. Задачи исследований: провести оценку эффектов истинного, гипотетического, конкурсного гетерозиса гибридов огурца по урожайности плодов и констант СКС линий в изучаемых гибридных комбинациях F₁.

Материал и методика исследований. Научно-исследовательская работа выполнена в Приднестровском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в 2014-2018 годах в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) и открытом грунте при выращивании огурца в расстил и на шпалере. Основным исходным материалом для работы служили формы, полученные в лаборатории селекции овощных культур (с 2019 года лаборатория тыквенных культур ГУ «Приднестровский НИИ сельского хозяйства»: 5 материнских (6, 43, 65, 71/55, 95) и 11 отцовских форм (41/86, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 68, 90, 96) и 55 перспективных гибридных комбинаций. Большое внимание уделяли степени и характеру проявления гетерозиса у гибридов F₁, которые оценивали по ранней и общей урожайности, выходу стандартных плодов, урожайности корнишонов и зеленцов. Установлена степень проявления истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса гибридов и проведена оценка констант СКС линий в изучаемых комбинациях F₁. Стандартами служили гибриды F₁: Зубренок – селекции ПНИИСХ и Аякс – голландской селекции. В качестве тестеров использовали ЖЛ-6 и Л.96. В исследованиях применены методы селекции – парные и возвратные скрещивания (беккроссы), самоопыление (инкухт), отбор (индивидуальный, групповой и массовый).

Результаты. С положительными эффектами все три типа гетерозиса (истинный, гипотетический и конкурсный) в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере по большинству хозяйственно ценных признаков выделены гибридные комбинации 43х57 (по семи признакам); 71/55х41/86; 65х52 (по шести); 65х41/86, 65х96, 95х68 (по пяти). Высокие константы СКС отмечены в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) и открытом грунте (в расстил и на шпалере) у линий в комбинациях 71/55х41/86 (ранняя, общая и урожайность стандартных плодов; урожайность корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см (+1,0; +0,9; +10,6; +1,2), (+1,8; +4,9; +39,8; +2,6), (+2,0; +4,4; +36,8; +2,6), (+1,1; +1,5; +12,9; +2,3); 65х52 (выход корнишонов фракции 5,1-7,0 см) (+12,2; +7,2; +12,5; +7,0); 43х57 (урожайность корнишонов фракции 5,1-7,0 см) (+1,0; +2,0; +6,7; +2,0).

Ключевые слова: селекция, огурец пчелоопыляемый, гибрид, урожайность, гетерозис истинный, гипотетический и конкурсный, константы СКС

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

Abstract

Relevance. One of the most important stages in the selection of agricultural crops for heterosis is the determination of the combinational ability, in particular, the evaluation of the SCS constants of lines of promising hybrid combinations. Purpose: on the basis of the best hybrid combinations, create promising cucumber hybrids for open and protected ground, for various purposes, characterized by a complex of economically useful features, including high fruit yield. Objective: to evaluate the effects of true, hypothetical, competitive heterosis of hybrids and SCA line constants in the studied F₁ hybrid combinations.

Materials and methods. The research work was carried out in the Pridnestrovian Research Institute of Agriculture in 2014-2018 in greenhouses (spring-summer and summer rotations) and in open ground when growing in a spread and on a trellis. Much attention was paid to the degree and nature of the manifestation of heterosis in F₁ hybrids, which were evaluated by early and total yield, the yield of standard fruits, the yield of gherkins and greens. The degree of manifestation of true, hypothetical and competitive heterosis of hybrids is established and the SCA constants in the studied F₁ combinations are evaluated. The standards were the F₁ Zubrenok hybrids of selection the Pridnestrovian Research Institute of Agriculture and Ajax of the Dutch selection. As testers, JL-6 and L.96 were used. In the studies, selection methods were used – pair and return crosses – backcrosses, self-pollination (incucht), selection (individual, group and mass).

Results. With positive effects, all three types of heterosis (true, hypothetical and competitive) were observed in the spring-summer and summer rotations of film greenhouses and open ground when grown in a spread and on a trellis for most economically valuable traits in hybrid combinations 43х57 (seven traits); 71/55х41/86; 65х52 (six); 65х41/86, 65х96, 95х68 (five). High SCA constants were observed in film greenhouses (spring-summer and summer rotations) and in open ground (in the spread and on the trellis) lines in combinations 71/55х41/86 (early, general and standard fruit yield; gherkins yield fractions of 5.1-7.0 and 7.1-9.0 cm (+1.0; +0.9; +10.6; +1.2), (+1.8; +4.9; +39.8; +2.6), (+2.0; +4.4; +36.8; +2.6), (+1.1; +1.5; +12.9; +2.3); 65х52 (gherkins yield fractions of 5.1-7.0 cm) (+12.2; +7.2; +12.5; +7.0); 43х57 (yield of gherkins of the fraction 5.1-7.0 cm) (+1.0; +2.0; +6.7; +2.0).

Keywords: selection, bee-pollinated cucumber, hybrid, yield, true heterosis, hypothetical and competitive, SCA constants

Введение

Одним из крупнейших достижений генетики в XX веке явилось изучение и практическое использование гетерозиса в селекции растений и в животноводстве. Широкое применение этого метода в последние десятилетия служит весьма убедительным доказательством огромной роли науки в увеличении выхода продукции растениеводства и животноводства и тем самым в обеспечении людей пищей.

Разнообразие путей подхода к изучению гетерозиса способствовало появлению различных способов его оценки и попыток классифицировать разнообразие форм его проявления в гибридах первого поколения, которые оценивают по элементам продуктивности и устанавливают степень проявления истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса.

Степень проявления истинного и гипотетического гетерозиса изучали на горохе овощном О.В. Марченко в соавт. [1], на картофеле – К. Портюев и А.С. Наимов [2], на ячмене яровом – А.Н. Павлова в соавт. [3], на пшенице яровой мягкой – И.В. Коновалова в соавт. [4]; истинного, гипотетического и конкурсного на сорго – О.П. Кибальник [5]; истинного и конкурсного гетерозиса на гибридах огурца – Ю.В. Борцова [6], на подсолнечнике – В.В. Волгин и А.Д. Обыдало [7], на сорго зерновом – Л.Л. Болдырева и В.В. Бритвин [8] и другие.

В частности, Ю.В. Борцова [6], в проводимых исследованиях на гибридах огурца для открытого грунта, делает заключение о высоких «истинном» и «конкурсном» гетерозисных эффектах по признакам «ранняя» и «общая урожайность», которыми обладали четыре гибрида.

Эффекты истинного и гипотетического гетерозиса по урожайности плодов огурца изучали С. Cramer и Т.С. Wehher [9], A Godoy et al. [10] и другие.

В селекции гетерозисных гибридов большое внимание уделяется, наряду с ценностью хозяйственно ценных признаков и свойств, выявлению комбинационной способности исходных родительских компонентов [11].

Для создания гетерозисных гибридов огурца важное значение имеет высокая общая и специфическая комбинационная способность исходного материала, позволяющая отобрать ценные генотипы на раннем этапе селекции М. Rahimi et al. [12], J.A. Olfati et al. [13], F. Moradipour et al. [14], С.О. Ene et al. [15], А.М. Борасулов и др. [16], V. Guzen et al. [17].

По результатам исследований, Л.В. Хотылевой [18] было установлено, что СКС значительно более изменчива, чем ОКС. Она в большей степени варьирует в зависимости от места и года испытания. По данным Е.А. Шуляк [19] в сравнении с общей комбинационной способностью СКС изменяется значительно сильнее в зависимости от условий и места испытания. Создание высокогетерозисных гибридов огурца тесно связано с подбором лучших компонентов для скрещивания.

Цель: на основе лучших гибридных комбинаций создать перспективные гибриды огурца для открытого и защищенного грунта, различного назначения, отличающиеся комплексом хозяйственно полезных признаков, в том числе и высокой урожайностью плодов.

Задача: провести оценку эффектов истинного, гипотетического, конкурсного гетерозиса гибридов и констант СКС линий в изучаемых гибридных комбинациях F₁ огурца.



Вьюрок F₁



Королек F₁



Сверчок F₁

Материалы и методы

Экспериментальная часть научно-исследовательской работы выполнена в Приднестровском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в 2014-2018 годах в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере. Посев в пленочных теплицах и открытом грунте осуществляли непосредственно семенами в почву. Площадь делянки в теплице – 2,0 м², схема посева 0,7х0,25-0,30 м. В открытом грунте площадь делянки – 10 м², схема посева – (90+50)х10-15.

Основным исходным материалом для работы служили формы, полученные в лаборатории селекции овощных культур (с 2019 года лаборатория тыквенных культур) ГУ «Приднестровский НИИ сельского хозяйства».

В пленочных теплицах и открытом грунте в питомнике родительских форм было высеяно 5 материнских (6, 43, 65, 71/55, 95) и 11 отцовских форм (41/86, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 68, 90, 96). В питомнике гибридов F₁ было высеяно пятьдесят пять перспективных гибридных комбинаций.

Стандартами служили гибриды F₁: Зубренок – селекции ПНИИСХ и Аякс – голландской селекции, а в качестве тест-родов – линии ЖЛ-6 и Л.96.

В исследованиях были применены следующие методы селекции:

1) Гибридизация:

- парные скрещивания – преимущественно географически отдаленных форм;
- возвратные скрещивания (беккроссы) – для насыщения формы устойчивостью к болезням.

2) Самоопыление (инцухт):

- инцухт у огурца является методом, позволяющим выделить, закрепить и сочетать в гибриде ценные признаки линий. В результате применения инцухта и отбора удалось закрепить у огурца такие рецессивные признаки, как белошипость, отсутствие горечи в плодах и относительную устойчивость растений к болезням.

3) Отбор: индивидуальный, групповой, массовый.

Большое внимание было уделено степени и характеру проявления гетерозиса у гибридов F₁. Определяли степень проявления истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса (цит. по В.Л. Налобовой, А.Я. Хлебородову) [20]: по ранней, общей, урожайности и выходу стандартных плодов, урожайности и выходу обеих фракций корнишонов.

Истинный гетерозис (Гист.) – способность гибридов F₁ превосходить по конкретному признаку или комплексу лучшую из родительских форм. Его определяют в процентах по следующей формуле:

$$\Gamma_{\text{ист}} = \frac{F_1 - P_{\text{лучший}}}{P_{\text{лучший}}} \times 100\%$$

Гипотетический гетерозис определяется в процентах по отношению к средней выраженности данного признака у родительских форм (P_{ср.}). Вычисляют по формуле:

$$\Gamma_{\text{гип}} = \frac{F_1 - P_{\text{ср}}}{P_{\text{ср}}} \times 100\%$$

Конкурсный гетерозис показывает, на сколько процентов растения данной гибридной комбинации превосходят районированный сорт или гибрид.

Рассчитывают по формуле:

$$\Gamma_{\text{конк}} = \frac{F_1 - St.}{St.} \times 100\%$$

Для оценки комбинационной способности родительских форм был использован метод топкросса. Эффекты общей (ОКС) и константы специфической (СКС) комбинационной способности определяли по методике В.К. Савченко [21, 22].

При учете урожайности плоды разделяли на стандартные и нестандартные. Стандартные плоды в свою очередь сортировали на фракции: корнишоны первой группы – 5,1-7,0 см и корнишоны второй группы – 7,1-9,0 см, а также зеленцы первой группы – 9,1-11,0 см и зеленцы второй группы – 11,1-14,0 см.

У огурца, как культуры многоурожайной уборки, раннюю урожайность определяли по урожаю за первые 15 дней плодоношения [23].

Фитопатологическая оценка изученных образцов была проведена в период вегетации растений по 5-балльной шкале согласно методике В.Н. Широко [24].

Математическая обработка полученных экспериментальных данных была выполнена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [25].

Результаты

Эффект гетерозиса заключается в превосходстве гибридов первого поколения F₁ по некоторым признакам и свойствам, по сравнению с лучшим родителем (истинный гетерозис), со средним значением родителей (гипотетический гетерозис) и лучшим стандартом (конкурсный гетерозис).

Как показывают результаты исследований, по истинному гетерозису (табл. 1) в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере положительные эффекты наблюдали по ранней, общей и урожайности стандартных плодов у 31-42 гибридных комбинаций или 56-76% от общего числа образцов, 44-52 или 80-95%, 40-53 или 73-96%, соответственно. По урожайности корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см у 45-55 или 82-100% и 47-53 или 85-96%, соответственно. По выходу корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см у 22-53 или 40-96% и 15-49 или 27-89% гибридных комбинаций от общего числа изучаемых образцов, соответственно.

Положительные эффекты по конкурсному гетерозису были выявлены в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) по урожайности плодов у 25 и 28 гибридных комбинаций соответственно, что составило 45 и 5 % от общего числа образцов (табл. 3). Следует отметить, что в весенне-летнем обороте большинство гибридов (55%) отличалось высокой ранней урожайностью, тогда как в летнем обороте, по ранней урожайности выделилось всего лишь 20% от общего количества изучаемых комбинаций. Обратная картина наблюдалась по выходу товарной продукции. В весенне-летнем обороте высоким КГ, по выходу стандартных плодов, характеризовался 71%, а в летнем – всего 47% гибридов. По урожайности корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см, в различных вариантах опыта, высокий КГ был отмечен у 31-53 образцов или 56-96% гибридных комбинаций и 15-51 образцов или 27-93% гибридных комбинаций соответственно. По выходу корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см – у 20-43

Таблица 1. Характер проявления истинного гетерозиса по основным хозяйственно ценным признакам гибридов F₁ огурца (2014-2018 годы)
Table 1. Manifestation of true heterosis by the main economically valuable traits of F₁ cucumber hybrids (2014-2018)

№ п/п	Признак	Количество гибридов с положительными эффектами							
		III		II		III		IV	
		всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %
1.	Ранняя урожайность	31	56	42	76	37	67	39	71
2.	Общая урожайность	44	80	51	93	48	87	52	95
3.	Урожайность стандартных плодов	40	73	51	93	49	89	53	96
4.	Урожайность корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	45	82	55	100	49	89	55	100
5.	Урожайность корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	47	85	53	96	49	89	53	96
6.	Выход корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	39	71	53	96	22	40	48	87
7.	Выход корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	41	75	49	89	15	27	22	40

Примечание: I – пленочная теплица (весенне-летний оборот);
II – пленочная теплица (летний оборот);
III – открытый грунт (в расстил);
IV – открытый грунт (на шпалере).

гибридов или 36-78% (гибридных комбинаций от общего числа) и 11-48 гибридов или 20-87% (гибридных комбинаций от общего числа), соответственно.

Положительные эффекты по конкурсному гетерозису (табл. 3) были выявлены в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) и открытом грунте (в расстил и на шпалере) по ранней, общей и урожайности стандартных плодов у 11-31% гибридных комбинаций или 20-56% от общего числа образцов, 25-51 или 45-93%, 26-51 или 47-93%, соответственно. По урожайности корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см у 31-53 или 56-96% и 15-51 или 27-93%, соответственно. По выходу корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см у 20-43 или 36-78% и 11-48

гибридах или 20-87% гибридных комбинаций от общего числа изучаемых образцов, соответственно.

Установлено, что по урожайности корнишонов фракции 5,1-7,0 см наблюдался положительный истинный и гипотетический гетерозис у всех изучаемых гибридных комбинаций в летнем обороте и открытом грунте на шпалере, а по урожайности корнишонов фракции 7,1-9,0 см только в летнем обороте – только гипотетический гетерозис.

Таким образом, высокий истинный и гипотетический гетерозис проявился в пленочных теплицах (весенне-летний и летний обороты) и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере по общей и урожайности

Таблица 2. Характер проявления гипотетического гетерозиса по основным хозяйственно ценным признакам гибридов F₁ огурца (2014-2018 годы)
Table 2. Manifestations of hypothetical heterosis by the main economically valuable traits of F₁ cucumber hybrids (2014-2018)

№ п/п	Признак	Количество гибридов							
		I		II		III		IV	
		всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %
1.	Ранняя урожайность	40	73	52	95	47	85	51	93
2.	Общая урожайность	49	89	54	98	50	91	54	98
3.	Урожайность стандартных плодов	46	84	54	98	51	93	54	98
4.	Урожайность корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	48	87	55	100	52	95	55	100
5.	Урожайность корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	52	95	55	100	51	93	54	98
6.	Выход корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	44	80	53	96	37	67	50	91
7.	Выход корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	49	89	53	96	22	40	31	56

Примечание: I – пленочная теплица (весенне-летний оборот);
II – пленочная теплица (летний оборот);
III – открытый грунт (в расстил);
IV – открытый грунт (на шпалере).

Таблица 3. Характер проявления конкурсного гетерозиса по основным хозяйственно ценным признакам у перспективных гибридов F_1 огурца (2014-2018 годы)
Table 3. Manifestations of competitive heterosis by the main economically valuable traits in promising F_1 cucumber hybrids (2014-2018)

№ п/п	Признак	Количество гибридов							
		I		II		III		IV	
		всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %	всего, шт.	в процентах от общего числа, %
1.	Ранняя урожайность	30	55	11	20	31	56	31	56
2.	Общая урожайность	25	45	28	51	48	87	51	93
3.	Урожайность стандартных плодов	39	71	26	47	48	87	51	93
4.	Урожайность корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	42	76	31	56	47	85	53	96
5.	Урожайность корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	28	51	15	27	50	91	51	93
6.	Выход корнишонов, фракция 5,1-7,0 см	43	78	31	56	20	36	38	69
7.	Выход корнишонов, фракция 7,1-9,0 см	15	27	11	20	48	87	22	40

Примечание: I – пленочная теплица (весенне-летний оборот);
 II – пленочная теплица (летний оборот);
 III – открытый грунт (в расстил);
 IV – открытый грунт (на шпалере).

стандартных плодов и по урожайности корнишонов фракций 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см, по выходу корнишонов фракций 5,1-7,0 см – в весенне-летнем, летнем и в открытом грунте на шпалере и 7,1-9,0 см – в весенне-летнем и летнем оборотах.

Высокий конкурсный гетерозис отмечен по урожайности корнишонов фракции 5,1-7,0 см в обоих оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при различных способах выращивания по общей и урожайности стандартных плодов, урожайности корнишонов фракции 7,1-9,0 см в открытом грунте в расстил и на шпалере, по выходу корнишонов фракции 5,1-7,0 см в весенне-летнем и летнем оборотах и открытом грунте на шпалере, по выходу корнишонов фракции 7,1-9,0 см в открытом грунте в расстил.

Для создания гетерозисных гибридов огурца важное значение имеет высокая комбинационная способность – ОКС и СКС исходного материала, позволяющая отобрать ценные генотипы на раннем этапе селекции.

При оценке комбинационной способности линий методом топкросса наблюдалась изменчивость констант СКС в зависимости от условий выращивания и используемых линий.

Как показывают данные исследований (табл. 4-5), по такому важному признаку как отдача ранней урожайности высокие константы СКС были отмечены в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере у линий в комбинациях 71/55x41/86 (+1,0; +1,9; +10,6; +1,2), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 43x52 (+0,9; +2,4), в весенне-летнем обороте и открытом грунте в расстил – 43x57 (+0,9; +4,6), 65x56 (+0,9; +8,9), в летнем обороте и открытом грунте в расстил – 65x62 (+1,3; +4,7), в летнем обороте – 43x59 (+1,0), 65x54 (+1,1), в открытом грунте на шпалере у линий в комбинациях 43x68 (+1,0), 95x54 (+1,5), 95x90 (+1,6).

По общей урожайности высокой специфической комбинационной способностью в обоих оборотах пленочных теплиц и при различных способах выращивания в открытом грунте характеризуются линии в комбинациях 71/55x41/86 (+1,8; +4,9; +39,8; +2,6), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 71/55x62 (+2,0;

+3,2), в весенне-летнем и летнем оборотах – 95x68 (+2,4; +4,7), в летнем обороте и открытом грунте в расстил – 95x54 (+14,7; +4,2), в летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 43x57 (+5,0; +2,6), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 65x56 (+16,4; +2,4); в весенне-летнем обороте – 65x52 (+2,0), в летнем обороте – 71/55x56 (+3,8); 95x59 (+3,4), в открытом грунте в расстил – 43x54 (+17,5), 65x56 (+16,4), 95x52 (+16,5) и на шпалере – линии в комбинациях 43x52 (+2,9), 43x58 (+3,3).

По урожайности стандартных плодов высокие константы СКС наблюдались в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере у линий в комбинациях 71/55x41/86 (+2,0; +4,4; +36,8; +2,6), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 43x58 (+1,8; +3,4), 71/55x62 (+1,9; +3,2), в летнем обороте и открытом грунте в расстил – 43x57 (+4,4; +3,3), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 95x54 (+15,8; +3,5), в весенне-летнем и летнем оборотах – 95x68 (+2,2; +4,3), в весенне-летнем обороте и открытом грунте в расстил – 65x52 (+2,0; +5,9) в летнем обороте – 71/55x56 (+3,3), 95x59 (+3,1), в открытом грунте в расстил – 65x56 (+15,7), 95x52 (+21,8) и на шпалере у линий в комбинации 43x52 (+3,0).

По урожайности корнишонов фракции 5,1-7,0 см высокие показатели в обоих оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при обоих способах выращивания получены у линий в комбинациях: 43x57 (+1,0; +2,0; +6,7; +2,0), 71/55x41/86 (+1,1; +1,5; +12,9; +2,3), 65x52 (+2,0; +1,5; +11,1; +1,7), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 95x54 (+6,6; +2,1), в летнем обороте – 43x90 (+1,2), 95x59 (+1,5), в открытом грунте на шпалере – у линий в комбинации 71/55x62 (+3,0).

Максимальные константы по урожайности корнишонов фракции 7,1-9,0 см наблюдались у линий следующих комбинаций: в весенне-летнем и летнем оборотах и открытом грунте в расстил – 71/55x41/86 (+0,9; +2,0; +14,2), в весенне-летнем и летнем оборотах – 43x57 (+0,9; +1,9), 95x68 (+1,3; +1,8), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 43x58 (+1,0; +1,9), в летнем обороте и открытом грунте в расстил – 65x52 (+1,2; +8,0), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 95x54 (+7,8; +1,5), в открытом

Таблица 4. Константы специфической комбинационной способности у линий выделившихся гибридных комбинаций огурца
Table 4. Constants of specific combining ability in lines of distinguished hybrid combinations of cucumber

Гибридная ком- бинация	Урожайность кг/м²							Выход, %			Развитие пероноспороза, %
	ранняя	общая	стандартных плодов				стандартных плодов	фракции корнишонов, см			
			всего	в т.ч. по фракциям, см				5,1-7,0	7,1-9,0		
				5,1-7,0	7,1-9,0	9,1-11,0				11,1-14,0	
весенне-летний оборот											
43 x 57	+0,9	+1,7	+1,1	+1,0	+0,9	-0,9	+0,2	-3,4	+3,5	+5,0	-17,9
43 x 58	+0,6	+1,7	+1,8	+0,1	+1,0	+0,6	+0,2	+2,4	-4,5	+1,8	+2,7
65 x 52	+0,2	+2,0	+2,0	+2,0	+0,8	-0,5	-0,3	+2,9	+12,2	+0,7	+1,5
71/55x41/86	+1,0	+1,8	+2,0	+1,1	+0,9	-0,2	+0,3	+3,5	+1,8	+1,0	-6,0
95 x 54	+0,4	+0,6	+0,5	+0,6	+0,4	0	-0,6	-0,4	+5,3	+2,7	+9,2
95 x 68	+0,3	+2,4	+2,2	+0,3	+1,3	+0,5	0	+0,8	-6,3	+5,1	-0,6
6* x 62	-0,7	-1,9	-1,8	-0,1	-0,1	-1,1	-0,5	+0,7	+5,5	+5,3	-4,4
65 x 96*	+0,1	+0,8	+0,9	+1,1	+0,4	-0,3	-0,3	+1,3	+8,4	+0,9	+5,5
летний оборот											
43 x 57	+0,9	+5,0	+4,4	+2,0	+1,9	+0,1	+0,4	-0,9	-0,5	+1,5	-1,9
43 x 58	-0,7	-0,2	+0,1	-0,4	+0,6	-0,5	+0,4	+2,1	-5,5	+4,9	+17,7
65 x 52	+0,7	+1,6	+1,6	+1,5	+1,2	-1,0	-0,1	+1,2	+7,2	+5,0	+9,0
71/55x41/86	+1,9	+4,9	+4,4	+1,5	+2,0	+0,3	+0,6	-1,3	-5,7	+4,6	-0,7
95 x 54	+0,2	-1,3	-1,1	-0,2	+0,1	-0,3	-0,7	+0,9	+3,5	+5,3	-6,9
95 x 68	+0,7	+4,7	+4,3	+1,3	+1,8	+0,6	+0,6	-1,1	-5,5	+0,9	-8,9
6* x 62	-0,2	+0,2	+0,2	-0,3	-0,1	+0,3	+0,2	-0,1	-2,8	-2,0	+0,8
65 x 96*	+0,2	0	-0,1	+0,6	+0,3	-0,9	-0,2	-1,0	+5,8	+2,6	-3,8

Примечание: * – тестеры.

Таблица 5. Константы специфической комбинационной способности у линий выделившихся гибридных комбинаций огурца
Table 5. Constants of specific combining ability in lines of isolated hybrid combinations of cucumber

Гибридная комбинация	Урожайность кг/м²							Выход, %			Развитие пероноспороза, %
	ранняя	общая	стандартных плодов				стандартных плодов	фракции корнишонов, см			
			всего	в т.ч. по фракциям, см				5,1-7,0	7,1-9,0		
				5,1-7,0	7,1-9,0	9,1-11,0				11,1-14,0	
расстил											
43 x 57	+4,6	+2,3	+3,3	+6,7	+4,2	-7,3	-0,4	+0,8	+7,3	+3,3	+7,5
43 x 58	+1,2	+0,2	+0,9	-0,5	+3,2	+3,8	-5,5	+0,8	-0,9	+3,5	-8,1
65 x 52	+3,8	+6,4	+5,9	+11,1	+8,0	-6,5	-6,7	+1,4	+12,5	+8,4	-4,5
71/55x41/86	+10,6	+39,8	+36,8	+12,9	+14,2	+4,8	+5,0	+2,1	-1,4	+3,9	+3,3
95 x 54	+2,6	+14,7	+15,8	+6,6	+7,8	+4,3	-2,9	+3,6	+3,4	+4,5	+14,2
95 x 68	-2,7	-0,1	-6,1	-1,1	-2,8	-2,5	+0,2	-7,4	+1,2	-1,9	+9,8
6* x 62	+1,8	+11,6	+12,0	+4,1	+4,8	+3,3	-0,3	+2,3	+0,5	+2,0	-8,3
65 x 96*	-0,3	-4,6	-4,9	-0,5	+1,9	-3,1	-3,3	-1,2	+1,3	+4,2	-3,5
шпалера											
43 x 57	-0,4	+2,6	+2,5	+2,0	+0,7	-0,3	+0,1	+1,3	+6,2	-1,2	-1,8
43 x 58	+0,4	+3,3	+3,4	+0,8	+1,9	-0,2	+0,8	+2,7	-7,0	+8,6	+0,4
65 x 52	-0,4	+1,4	+1,3	+1,7	+0,4	-1,0	+0,2	-0,8	+7,0	-1,1	+0,2
71/55x41/86	+1,2	+2,6	+2,6	+2,3	+0,6	-0,1	-0,2	+1,3	+6,9	-0,4	-0,8
95 x 54	+1,5	+4,2	+3,5	+2,1	+1,5	0	-0,2	-3,0	+5,6	+2,8	+8,3
95 x 68	+0,1	-0,1	+0,2	+0,3	+0,6	-0,6	-0,1	+3,0	+2,8	+5,4	-3,1
6* x 62	+0,4	+0,8	+0,7	+0,3	+0,2	-0,1	+0,3	-0,5	+0,5	-1,4	+2,7
65 x 96*	-0,2	-0,5	-0,1	+0,5	-0,5	-0,4	+0,3	+4,2	+6,8	-5,5	+0,4

Примечание: * – тестеры.

грунте в расстил – 43х59 (+7,9) и на шпалере – у линий в комбинациях 43х52 (+1,5), 95х62 (+1,1).

При создании гибридов корншонного типа наиболее ценными являются образцы с низким выходом зеленцов обеих фракций (9,1-11,0 и 11,1-14,0 см).

Так, отрицательные (низкие) константы СКС, которые в данном случае также являются положительным моментом, по урожайности зеленцов фракции 9,1-11,0 см были отмечены в летнем обороте пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере у линий в комбинациях 65х52 (-1,0; -6,5; -1,0), в двух оборотах – весенне-летний и летний – 43х57 (-0,9; -7,3) и 71/55х68 (-0,8; -1,2), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 95х90 (-5,2; -1,3), в весенне-летнем обороте – 43х90 (-1,1), 43 х 56 (-0,8), 65х62 (-0,9), в летнем обороте – 95х56 (-1,0), в открытом грунте в расстил – 95х62 (-4,4) и на шпалере – 43х54 (-1,5), 71/55х52 (-1,4). По урожайности зеленцов фракции 11,1-14,0 см низкими константами характеризовались в летнем обороте и открытом грунте на шпалере линии в комбинациях 43х62 (-0,6; -0,5), в весенне-летнем и летнем оборотах – 95х54 (-0,6; -0,7), в весенне-летнем обороте – 43х54 (-0,5), 71/55х57 (-0,7), 71/55х68 (-0,6), в летнем обороте – 65х90 (-0,6), 71/55х58 (-0,7), в открытом грунте в расстил – 43х58 (-5,5), 65х52 (-6,7), 95х41/86 (-4,0), 95х90 (-3,7) и на шпалере – у линий в комбинациях 71/55х52 (-0,5), 95х57 (-0,5), 95х58 (-0,6).

Высокие показатели СКС по выходу стандартных плодов наблюдались в весенне-летнем обороте пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил у линий в комбинациях 71/55х57 (+3,5; +6,1), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 71/55х 0 (+5,7; +3,9), в весенне-летнем обороте – 43х52 (+6,6), 95х58 (+5,2), в летнем обороте – 43х56 (+3,5), 65х41/86 (+4,8), 65х90 (+4,0), 71/55х52 (+3,1), в открытом грунте в расстил – 95х52 (+8,0), 43х68 (+8,4), 43х90 (+8,2) и на шпалере – у линий в комбинациях 65х54 (+3,6), 95х56 (+3,6), 95х68 (+3,0).

Максимальные константы СКС по выходу корншонов фракции 5,1-7,0 см получены в обоих оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при обоих способах выращивания у линий в комбинациях 65х52 (+12,2; +7,2; +12,5; +7,0), в двух оборотах (весенне-летний и летний) – 71/55х68 (+11,4; +9,1), в весенне-летнем обороте – 43х56 (+8,3), в летнем обороте – 43х41/86 (+8,5), 65х59 (+9,2), 71/55х58 (+9,3), в открытом грунте в расстил – 71/55х56 (+3,6), 95х54 (+3,4), 43х57 (+7,3), 43х90 (+3,7), 65х54 (+3,7), 95х62 (+5,8), в открытом грунте на шпалере – у линий в комбинациях 43х68 (+15,0), 65х58 (+10,2), 71/55х62 (+10,9), 95х90 (+17,4).

По выходу корншонов фракции 7,1-9,0 см высокими константами СКС в летнем обороте и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере характеризовались линии в комбинациях 43х58 (+4,9; +3,5; +8,6), весенне-летнем обороте и открытом грунте в расстил – 43х59 (+6,5; +6,5), 65х52 (+5,0; +8,4), 71/55х41/86 (+4,6; +3,9), 95х54 (+5,3; +4,5), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 65х62 (+3,7; +8,3), в открытом грунте в расстил и на шпалере – 65х90 (+4,0; +10,7), в весенне-летнем обороте – 43х57 (+5,0), 65х56 (+3,9), 95х68 (+5,1), в летнем обороте – 43х62 (+5,3), 95х90 (+4,5), в открытом грунте в расстил – 95х56 (+3,5) и на шпалере – линии в комбинациях 65х68 (+10,7), 95х57 (+7,2).

Низкие константы СКС по развитию пероноспороза наблюдались в весенне-летнем обороте пленочных теплиц и открытом грунте в расстил – у линий в комбинациях 65х90 (-15,5; -12,9), в весенне-летнем обороте и открытом грунте на шпалере – в 71/55х54 (-9,8; -6,6), в летнем обороте и открытом грунте на шпалере – 95х68 (-8,9; -3,1), 65х41/86 (-11,4; -3,2), в весенне-летнем обороте – 43х57 (-17,9), 95х56 (-21,4), 95х90 (-14,2), 65х68 (-8,9), 71/55х58 (-10,2), в летнем обороте – 71/55х59 (-11,7), 71/55х62 (-13,5), 71/55х68 (-12,9), 71/55х90 (11,3), 43х54 (-13,1), в открытом грунте в расстил – 43х58 (-8,1), 65х54 (-8,5), 65х62 (-15,9), 71/55х52 (-10,3), 95х41/86 (-23,2), 95х57 (-17,8) и на шпалере – у линий в комбинациях 43х41/86 (-3,0), 43х62 (-4,2).

Высокими константами СКС с участием тестеров выделялись линии в двух комбинациях 65х96 – в весенне-летнем обороте по урожайности и выходу корншонов фракции 5,1-7,0 см, в открытом грунте на шпалере по выходу стандартных плодов и в открытом грунте в расстил по выходу корншонов фракции 7,1-9,0 см; 6х62 – в весенне-летнем обороте по урожайности зеленцов фракции 9,1-11,0 и 11,1-14,0 см, по выходу корншонов фракции 7,1-9,0 см и в открытом грунте на шпалере по развитию пероноспороза.

Таким образом, наивысшие константы СКС отмечены в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере у линий в комбинациях 71/55х41/86 (ранняя, общая и урожайность стандартных плодов, урожайность корншонов фракции 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см); 65х52 (выход корншонов фракции 5,1-7,0 см); 43х57 (урожайность корншонов фракции 5,1-7,0 см). В летнем обороте пленочной теплицы и открытом грунте в расстил и на шпалере лучшими были линии в комбинациях 65х52 (урожайность зеленцов фракции 9,1-11,0 см) и 43х58 (выход корншонов фракции 7,1-9,0 см), а в комбинации 71/55х41/86 (урожайность корншонов 7,1-9,0 см) – в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте в расстил.

Проведенные комплексные исследования по оценке комбинационной способности ОКС и СКС позволяют установить селекционную ценность линий и отобрать наиболее перспективные формы для дальнейшей работы по созданию новых перспективных гибридов F₁ огурца.

Выводы

1. Исходя из результатов исследований, все три типа гетерозиса (истинный, гипотетический и конкурсный) с положительными эффектами наблюдались в весенне-летнем и летнем оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при выращивании в расстил и на шпалере по большинству хозяйственно ценных признаков у следующих гибридных комбинаций: 43х57 (по семи признакам); 71/55х41/86; 65х52 (по шести); 65х41/86, 65х96, 95х68 (по пяти).

2. Высокие константы СКС в обоих оборотах пленочных теплиц и открытом грунте при обоих способах выращивания отмечены у линий в комбинациях: 71/55х41/86 (ранняя, общая и урожайность стандартных плодов; урожайность корншонов фракции 5,1-7,0 и 7,1-9,0 см (+1,0; +0,9; +10,6; +1,2), (+1,8; +4,9; +39,8; +2,6), (+2,0; +4,4; +36,8; +2,6), (+1,1; +1,5; +12,9; +2,3); 65х52 (выход корншонной фракции 5,1-7,0 см) (+12,2; +7,2; +12,5; +7,0); 43х57 (урожайность корншонов фракции 5,1-7,0 см) (+1,0; +2,0; +6,7; +2,0).

3. Гибридные комбинации – 71/55x41/86 (под названием F₁ Вьюрок), 43x57 (под названием F₁ Королек) и 65x52 (под названием F₁ Сверчок) занесены в Государственный Реестр селекционных достижений Приднестровья и Республики Молдова, как перспек-

тивные гибриды универсального назначения, корнишоны и зеленцы которых предназначены для использования в переработанном виде: соленом и маринованном – частниками-любителями и консервными цехами и мини-заводами.

Об авторах:

Татьяна Ивановна Мокрянская – научный сотрудник, pniish@yandex.ru

Виталий Федорович Гороховский – доктор с.-х. наук, доцент, pniish@yandex.ru

About the authors:

Tatiana I. Mokryanskaya – Researcher, pniish@yandex.ru

Vitaly F. Gorokhovskiy – Doc. Sci., Associate Professor, pniish@yandex.ru

• Литература

1. Марченко О.В., Саук И.Б., Анохина В.С. Характеристика межсортовых гибридов F₁ овощного гороха по гетерозису и степени доминирования. Генетика и биотехнология XXI века. *Фундаментальные и прикладные аспекты. Мат.-лы Межд. науч. конф., 3-6 декабря 2008 г. Минск: Изд. Центр. БГУ*, 2008. С.128-130.
2. Партоев К., Наимов А.С. О гетерозисе и доминировании у гибридов F₁ картофеля. Научное обозрение. *Биологические науки*. 2012;(4):26-29.
3. Павлова Н.А., Муругова Г.А., Клыков А.Г. Величина гетерозиса основных количественных признаков у гибридов F₁ при скрещивании двурядных и многорядных форм ярового ячменя в условиях Приморского края. ФГБНУ «Приморский НИИСХ», г. Уссурийск, п. Тимирязевский. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2016;2(38):22-28.
4. Конавалова И.В., Богдан П.М., Клыков А.Г. Сравнительный анализ гибридов F₁ яровой мягкой пшеницы при реципрокных скрещиваниях. ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», г. Уссурийск, п. Тимирязевский. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2016;2(38):39-44.
5. Кибальник О.П. Использование эффекта гетерозиса в селекции сорго. *Вестник НГАУ. Агрополис*. 2019;2(51):15-24.
6. Борцова Ю.В. Создание родительских линий и гетерозисных гибридов огурца для открытого грунта северо-восточного региона нечерноземной зоны. М., 2015. 223 с.
7. Волгин В.В., Обидало А.Д. Гетерозис по комплексу хозяйственно-биологических признаков у стерильных гибридов подсолнечника. ISSN 2412 – 608X. Масличные культуры. *Науч.-технич. бюл. Всерос. науч.-исслед. ин-та масличных культур*. 2015;4(164):3-13.
8. Болдырева Л.Л., Бритвин В.В. Оценка гетерозиса по основным морфо-биологическим признакам и свойствам у гибридов F₁ сорго зернового. *Изв. Оренбург. гос. ун-та*. 2017;3(65-2):225-229.
9. Cramer C. Little heterosis for yield and yield components in hybrids of six cucumber inbreds. *Biology Euphytica*. 1999;(110):99-108.
10. Godoy A. Yield and heterosis in cucumber inbred lines grosses. *Bragantia, Campinas*. 2008;67(4):839-844.
11. Стрельникова Т.Р. Методы селекции гетерозисных гибридов огурца для защищенного грунта. М., 1981. 32 с.
12. Rahimi M., Rabiei B., Samizadeh-Lahi Ghasemi H. Evaluation of combining ability based on second and fourth griffing methods. *Science and Technology of Agriculture*. 2008;12(43):129-141.
13. Olfati J.A., Samizadeh H., Rabiei B., Peyvast Gh. Griffing's Methods Comparison for General and Specific Combining Ability in Cucumber. *The Scientific World Journal*. 2012;(10):1-4.
14. Moradipour F., Olfati J.A., Hamidoghli Y., Sabouri A., Zahedi B. General and Specific Combining Ability and Heterosis for Yield in Cucumber Fresh Market Lines. 2017;4(23):285-293.
15. Ene C.O., Ogonbonna P.E., Agbo C.U., Chukwudy U.P. Heterosis and combining ability in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Information processing in agriculture*. 2019;(6):150-157.
16. Борасулов А.М., Арамов М.Х., Абдуллаев Ф.Х., Мавлянова Р.Ф. Комбинационная способность новых линий огурца по основным хозяйственно полезным признакам. *Овощи России*. 2020;(6):58-61. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-58-61>
17. Gözen V., Keslin L., Eren A. Study on combining ability and heterotic pattern in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *ActaHortic*. 2020;1282(33):213-220.
18. Хотылева Л.В. Методы определения общей и специфической комбинационной способности. Селекция гибридной кукурузы. Минск, 1965. 166 с.
19. Шуляк Е.А. Селекция партенокарпических гибридов огурца универсального назначения для различных культурооборотов. Брянск, 2015. 23 с.
20. Налобова В.Л., Хлебобородов А.Я. Селекция и семеноводство огурца открытого грунта. Минск: Беларусь, наука, 2012. 238 с.
21. Савченко В.К. Оценка общей и специфической комбинационной способности полиплоидных форм в системах диаллельных скрещиваний. *Генетика*. 1966;(1):29-40.
22. Савченко В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разноразличных наборов родительских форм. *Методика генет. селекц. и генет. экспериментов*. Минск, 1973. С.48-77.
23. Коноплева Л.И., Носова О.Н. Корнишоны – все более популярны. *Гавриш*. 2003;(5):4.
24. Ширко В.Н. Методы исследования устойчивости к заболеваниям томатов и огурцов при селекции новых сортов. В кн.: Методика селекции и семеноводства овощных культур. Ленинград, 1964. С.89-93.
25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

• References

1. Marchenko O.V., Sauk I.B., Anokhina V.S. Characteristics of intervari-etal F₁ hybrids of vegetable peas by heterosis and degree of dominance. Genetics and biotechnology of the XXI century. *Fundamental and applied aspects. Materials Int. scientific. Conf., December 3-6, 2008 Minsk: Ed. Centre. BSU*, 2008. P.128-130. (In Russ.)
2. Partoev K., Naimov A.S. On heterosis and dominance in F₁ hybrids of potatoes. *Scientific Review. Biological Sciences*. 2012;(4):26-29. (In Russ.)
3. Pavlova N.A., Murugova G.A., Klykov A.G. The magnitude of the heterosis of the main quantitative traits in F₁ hybrids when crossing two-row and multi-row forms of spring barley under the conditions of Primorsky Krai. FSBSI "Primorsky Research Institute of Agriculture", Ussuriysk, settlement Timiryazevsky. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2016;2(38):22-28. (In Russ.)
4. Konovalova I.V., Bogdan P.M., Klykov A.G. Comparative analysis of F₁ hybrids of spring bread wheat in reciprocal crosses. Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Agrobiotechnology of the Far East named after A.K. Seagulls", Ussuriysk, Timiryazevsky settlement. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2016;2(38):39-44. (In Russ.)
5. Kibalnik O.P. Using the effect of heterosis in sorghum breeding. *NSAU Bulletin. Agropolis*. 2019;2(51):15-24. (In Russ.)
6. Bortsova Yu.V. Creation of parental lines and heterotic cucumber hybrids for open ground in the northeastern region of the non-chernozem zone. M., 2015. 223 p. (In Russ.)
7. Volgin V.V., Obydalo A.D. Heterosis by a complex of economic and biological characteristics in sterile sunflower hybrids. ISSN 2412 - 608X. *Oilseeds. Scientific and technical bull. Vseros. nauchn.-issled. Institute of oilseeds*. 2015;4(164):3-13. (In Russ.)
8. Boldyreva L.L., Britvin V.V. Assessment of heterosis by the main morpho-biological characters and properties in F₁ hybrids of grain sorghum. *Izv. Orenburg. state University*. 2017;3(65-2):225-229. (In Russ.)
9. Cramer C. Little heterosis for yield and yield components in hybrids of six cucumber inbreds. *Biology Euphytica*. 1999;(110):99-108.
10. Godoy A. Yield and heterosis in cucumber inbred lines grosses. *Bragantia, Campinas*. 2008;67(4):839-844.
11. Strelnikova T.R. Breeding methods for heterotic cucumber hybrids for protected ground. M., 1981. 32 p. (In Russ.)
12. Rahimi M., Rabiei B., Samizadeh-Lahi Ghasemi H. Evaluation of combining ability based on second and fourth griffing methods. *Science and Technology of Agriculture*. 2008;12(43):129-141.
13. Olfati J.A., Samizadeh H., Rabiei B., Peyvast Gh. Griffing's Methods Comparison for General and Specific Combining Ability in Cucumber. *The Scientific World Journal*. 2012;(10):1-4.
14. Moradipour F., Olfati J.A., Hamidoghli Y., Sabouri A., Zahedi B. General and Specific Combining Ability and Heterosis for Yield in Cucumber Fresh Market Lines. 2017;4(23):285-293.
15. Ene C.O., Ogonbonna P.E., Agbo C.U., Chukwudy U.P. Heterosis and combining ability in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Information processing in agriculture*. 2019;(6):150-157.
16. Borasulov A.M., Aramov M.H., Abdullayev F.H., Mavlyanova R.F. The combining ability of new lines of cucumber for the main economically valuable traits. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(6):58-61. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-58-61>
18. Khotyleva L.V. Methods for determining the general and specific combining ability. Breeding hybrid corn. Minsk, 1965. 166 p. (In Russ.)
19. Shulyak E.A. Breeding of parthenocarpic cucumber hybrids for universal use for various crop rotations. Bryansk, 2015. 23 p. (In Russ.)
20. Nalobova V.L., Khleborodov A.Ya. Selection and seed production of open ground cucumber. Minsk: Belarus. Navuka, 2012. 238 p. (In Russ.)
21. Savchenko V.K. Evaluation of the general and specific combining ability of polyploid forms in systems of diallel crosses. *Genetics*. 1966;(1):29-40. (In Russ.)
22. Savchenko V.K. The method for assessing the combining ability of genetically different native sets of parent forms. *Method of genetic selection. and genet. experiments*. Minsk, 1973. P.48-77. (In Russ.)
23. Konopleva L.I., Nosova O.N. Gherkins are more and more popular. *Gavrish*. 2003;(5):4. (In Russ.)
24. Shirko V.N. Methods for studying the resistance to diseases of tomatoes and cucumbers in the selection of new varieties. In the book: Methodology for selection and seed production of vegetable crops. Leningrad, 1964. P.89-93. (In Russ.)
25. Dospikhov B.A. Field experiment technique. *M. : Agropromizdat*, 1985. 351 p.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-84-88>
УДК 635.54:631.524.86

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

Ростовская овощная опытная станция по
цикории – филиал ФГБУ ФНЦО
152130, Россия, Ярославская область,
Ростовский район, с.Деревни

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Полянина Т.Ю., Смирнова
И.В., Вьютнова О.М., Евсеева Е.А., Ратникова
Н.А., Новикова И.А. Генетические источники
цикория корневого для селекции на устойчи-
вость к корневым гнилям. *Овощи России*.
2021;(3):84-88.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-84-88>

Поступила в редакцию: 04.02.2021

Принята к печати: 07.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

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

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

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

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

For citations: Polyanina T.Yu., Smirnova I.V.,
Vyutnova O.M., Evseeva E.A., Ratnikova N.A.,
Novikova I.A. Genetic sources of resistance to
root rots chicory. *Vegetable crops of Russia*.
2021;(3):84-88. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-84-88>

Received: 04.02.2021

Accepted for publication: 07.06.2021

Accepted: 25.06.2021

Генетические источники цикория корневого для селекции на устойчивость к корневым гнилям



Резюме

Актуальность. Одна из существенных проблем в технологии получения корневого цикория – защита корнеплодов от поражения корневыми гнилями. Наиболее распространены поражения корнеплодов цикория различными патогенными видами грибов, вызывающими фомоз (*Phoma rostrupii* Sacc.), серую гниль (*Botrytis cinerea* (P.) Fr.J), мокрую бактериальную гниль (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.). Важное место в решении этой проблемы занимает выведение новых сортов, устойчивых к основным заболеваниям и адаптированных к условиям возделывания в почвенно-климатических условиях зоны цикоросеяния. Для этого необходимо, в первую очередь, определить круг сортов-доноров признака устойчивости к корневым гнилям, как в период вегетации культуры, так и во время длительного хранения.

Материал и методика исследований. В 2018-2020 годах были проведены исследования с целью оценки генисточников разного эколого-географического происхождения (в том числе на провокационном фоне) в условиях Нечерноземной зоны РФ и выделение из них доноров устойчивости к корневым гнилям. Исследования проводили на опытном поле Ростовской ОСЦ – филиале ФГБУ ФНЦО.

Результаты. Исследования показали, что по поражаемости корнеплодов цикория корневыми гнилями образцы сильно отличались друг от друга, так Харпачи, Лухор не поражались ни на обычном, ни на провокационном фонах. Слабо поражались (менее 2%) на обоих фонах Петровский, Sleszka, Wixor. В наибольшей степени подвержены заражению возбудителями корневой гнили Французский, Albino, Wonfblane.

Ключевые слова: цикорий корневой, сохранность корнеплодов, *Phoma rostrupii*, *Botrytis cinerea*, *Erwinia carotovora*

Genetic sources of resistance to root rots chicory

Abstract

Relevance. One of the significant problems in the technology of obtaining root chicory is the protection of root vegetables from the defeat of root rots. The most common lesions of root vegetables chicory various pathogenic species of fungi causing phomosis (*Phoma rostrupii* Sacc.), gray rot (*Botrytis cinerea* (R.) Fr.J), wet bacterial rot (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.). An important place in solving this problem is the breeding of new varieties that are resistant to major diseases and adapted to the conditions of cultivation in the soil-climatic conditions of the chicory-seeding zone. This requires, first of all, to determine the range of donor varieties of the sign of resistance to root rots, both during the growing of culture, and during long-term storage.

Material and methods. In 2018-2020, studies were carried out to assess gene sources of different ecological and geographical origin (including against a provocative background) in the Non-Black Earth Zone of the Russian Federation and to isolate donors of resistance to root rot from them. Research on the Rostov Vegetable experimental station on chicory.

Results. Studies have shown that the defeat of root vegetables chicory root rots genetic sources were very different from each other, so Harpachi, Luxor did not affect the. root rots neither on the usual nor on provocative backgrounds.

Keywords: chicory root, chicory phomosis, preservation of root, *Phoma rostrupii*, *Botrytis cinerea*, *Erwinia carotovora*

Введение

Корневые гнили остаются серьезной глобальной угрозой продуктивности сельскохозяйственных культур. Они обычно вызываются более чем одним типом патогена и поэтому часто называются комплексом корневой гнили. Грибные и оомицетные виды являются преобладающими участниками комплекса, в то время как бактерии и вирусы, как известно, также вызывают корневую гниль [1].

Корневые гнили оказывают значительное влияние на мировое растениеводство [2]. В зависимости от причинного агента, восприимчивости хозяина и условий окружающей среды потери урожая могут варьировать от незначительно превышающих экономический порог до потери всего урожая [3-5]. Корневые гнили являются наиболее вредоносными болезнями и у цикория корневого. В неблагоприятные годы ими поражается до 40-50% корнеплодов, которые при приемке урожая на перерабатывающих предприятиях выбраковываются из зачетного веса и не оплачиваются. Таким образом, производители корнеплодов теряют до 50% прибыли [6,7].

Поэтому в технологии получения корневого цикория защита корнеплодов от поражения корневыми гнилями является одной из насущных проблем. Включение генетической устойчивости в возделываемые культуры считается наиболее эффективным и устойчивым решением для борьбы с корневыми гнилями [1]. Формирование генетических коллекций овощных культур по хозяйственно ценным признакам имеет важнейшее значение для будущего развития селекционной науки. Исходный материал для селекции играет главную роль в создании новых сортов и гибридов, устойчивых к корневым гнилям [8,9,10,11].

Наиболее распространены поражения корнеплодов цикория различными патогенными видами грибов, вызывающими фомоз (*Phoma rostrupii* Sacc.), серую гниль (*Botrytis cinerea* (P.) Fr.J), мокрую бактериальную гниль (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.)

Серая гниль (*Botrytis cinerea* (P.) Fr.J) относится к подклассу Eumycetes из группы Ascomycetes, везде рассматривается в настоящее время как самостоятельный вид. Грибница *Botrytis cinerea* состоит из бесцветных серо-оливковых гиф. От этих гиф отходят конидиеносцы в несколько ярусов. Конидии сидят в виде гроздей овальной формы. Серая гниль, в отличие от белой гнили, не наблюдается в траншеях и хранилищах с температурой ниже 0°C. В лабораторных условиях развивается от 1 до 2,5°C. Температурный минимум серой гнили лежит ниже 2°C. Оптимум – от 22 до 25°C. Максимум – 33°C. Активное образование грибницы происходит на корнеплодах цикория при температуре от 15 до 20°C. При более низких температурах обильное



Рис. 1. Растение цикория корневого сорт Spicak с признаками поражения корнеплода фомозом (*Phoma rostrupii* Sacc.)
Fig. 1. Plant of chicory cv. Spicak with signs of phoma rooting (*Phoma rostrupii* Sacc.)



Рис. 2. Цикорий корневого сорт Петровский с признаками поражения корнеплода мокрой бактериальной гнилью (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.)
Fig. 2. Chicory cv. Petrovsky with signs of wet bacterial rot (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.)

образование грибницы и конидий идет замедленным темпом. Серая гниль относится к аэробным организмам [6,7].

Фомоз – возбудителем которого является гриб (*Phoma rostrupii* Sacc.), проявляется в нескольких формах: на всходах – корнеед, на листьях – зональная пятнистость, на стеблях – точечность, на корнеплодах – в виде гнили темно-коричневого цвета. Пораженная ткань корнеплодов сухая, нередко трухлявая, бурая. В больных тканях формируются полости, выстилаемые мицелием серо-белого цвета. Быстрому развитию инфекции благоприятствует высокая влажность и температурный режим 23...25°C.

Мокрую бактериальную гниль (рис.2) вызывают множественные виды бактерий, самыми опасными из них являются (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.) На пораженном корнеплоде можно заметить мокнущие пятна бурого или черного цвета. Вскоре пятна появляются на всем корнеплоде. Он размягчается, его консистенция становится слизистой с неприятным запахом. Развитию заболевания способствуют высокая температура и влажность воздуха, а также избыточный фон азотных удобрений, внесенных в период роста [6,7].

Селекции цикория корневого в области повышения устойчивости к корневым гнилям уделяется недостаточное внимание. Работы в данном направлении в России ведутся только на Ростовской станции по цикорию. Важное место в решении этой проблемы занимает выведение новых сортов, устойчивых к основным заболеваниям и адаптированных к условиям возделывания в почвенно-климатических условиях зоны цикоросеяния. Для этого необходимо в первую очередь определить круг сортов-доноров признака устойчивости к корневым гнилям как в период вегетации культуры, так и во время длительного хранения.

Материал и методы исследования

В 2018-2020 годах были проведены исследования с целью оценки генисточников разного эколого-географического происхождения (в том числе на провокационном фоне) в условиях Нечерноземной зоны РФ и выделение из них доноров устойчивости к корневым гнилям. Исследования проводили на опытном поле Ростовской ОСЦ – филиале ФГБНУ ФНЦО.

Исходным материалом для исследований послужили 25 генисточников цикория корневого разного эколого-географического происхождения (Чехия, Югославия, Польша, Франция, Бельгия, Голландия, Канада, Венгрия, Германия, Австрия, Россия).

Размеры и схемы размещения делянок отвечали ОСТ 4671-78 «Этапы селекции овощных культур» [12], «Методики полевого опыта» [13], «Методики опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» [14]. Коллекционный питомник закладывали

согласно «Методическим указаниям по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов», рекомендованных ВИР [15].

Посевные качества семян определяли в соответствии с ГОСТ Р 52325-2005 [16].

Учетная площадь делянки составила 2,8 м² (ширина 1,4 м, длина – 2,0 м) без повторений.

Поражение корнеплодов и степень поражения корневыми гнилями определяли во время уборки и после хранения визуально в соответствии с Методическими указаниями по изучению и поддержанию мировых коллекций корнеплодов [15].

Посев цикория проводили вручную на гребнях с междурядьями 70 см при норме высева 300 тыс. шт. всхожих семян на гектар.

В течение вегетации осуществляли две ручные прополки с прореживанием.

Корнеплоды хранили в овощехранилище, где поддерживается температурный режим 2...30 С, образцы помещали в полиэтиленовые пакеты, снабженные этикетками. При хранении корнеплодов цикория корневого рекомендуется поддерживать влажность на уровне 85-90%.

Искусственно зараженный фон, согласно Методическими указаниями по изучению и поддержанию мировых коллекций корнеплодов [15], проводили путем внесения остатков растений, зараженных всеми указанными выше видами возбудителей болезней, собранных в предыдущую осень. Корнеплоды сохранили в бурте под укрытием проветренного торфа. Весной размельчили, смешали с торфом и равномерно распределили по обрабатываемому участку. Учет повреждаемости корнеплодов проводили при уборке и зимнем хранении.

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [13].

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований за три года по среднему показателю представлены в таблице 1.

Исследования показали, что по поражаемости корнеплодов цикория корневыми гнилями генисточники сильно отличались друг от друга. Так, на обычном фоне образцы Luxor и Харпачи вовсе не имели корнеплодов с признаками болезней, образцы Петровский, Sleszka, Wixor поражались слабо (менее 2%), в то время как Французский и Spisak были повреждены поражению сильно (20,4 и 21,7 %, соответственно).

На провокационном фоне поражение корнеплодов корневыми гнилями увеличивалось.

Меньше всех страдали образцы Петровский (2,5%), Sleszka (2,5%), Rexor (3,0%), Харпачи (3,5%). Следует отметить, что образцы, сильно пораженные на обычном фоне, также сильно были подвержены заражению возбудителями корневой гнили и на провокационном фоне. В наибольшей

Таблица 1. Поражаемость корнеплодов цикория корневыми гнилями генисточников разного эколого-географического происхождения в условиях Нечерноземной зоны РФ
 Table 1. Infestation of chicory root of different ecological and geographical origin rot in the conditions of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation

№ п/п	Наименование генисточника	Происхождение	Пораженность корневыми гнилями, %		
			на агрофоне	на провокационном фоне	в процессе зимнего хранения
1	Sleszka	Чехия	1,2	2,5	5,9
2	Spicak	Чехия	21,7	42,5	0,0
3	Bilogorka OS-2	Югославия	6,6	17,0	6,3
4	Bilogorka OS-3	Югославия	11,8	23,0	17,8
5	Подлуга Куявска	Польша	14,1	32,5	17,2
6	Поляновицка	Польша	3,3	5,5	16,7
7	Французский	Франция	20,4	39,5	28,4
8	TidWog	Франция	8,2	22,0	18,3
9	Berguce	Франция	4,3	9,5	4,4
10	Cassel	Франция	5,1	7,0	0,0
11	Orchies	Франция	3,4	7,0	2,7
12	Albino	Бельгия	16,1	39,5	31,0
13	Novipa	Бельгия	8,3	20,0	11,2
14	Rexor	Голландия	2,5	3,0	1,2
15	Wixor	Голландия	1,7	8,0	13,6
16	Luxor	Голландия	0,0	0,0	0,0
17	Large Rooted	Канада	5,3	13,0	18,6
18	Харпачи	Венгрия	0,0	3,5	0,0
19	Магдебургский	Германия	10,7	31,0	17,4
20	Wonfblane	Голландия	15,7	45,5	38,1
21	Fredonia	Венгрия	11,0	25,0	30,0
22	Kaffeezichorie	Австрия	3,0	7,0	13,6
23	Dogarage	Австрия	4,0	9,0	7,1
24	Петровский	Россия	0,7	2,5	5,5
25	Ярославский	Россия	8,1	17,5	16,2

степени – Французский (39,5%), Albino (39,5%), Wonfblane (45,5%).

После длительного зимнего хранения установлено, что образцы Харпачи, Spicak, Luxor сохранились полностью, в то время как у образцов Французский, Fredonia, Albino, Wonfblane процент корнеплодов,

пораженных гнилями, был значительным и составил 28,4; 30,0; 31,0 и 33,1% соответственно.

Образцы Харпачи и Luxor проявили устойчивость к корневым гнилям как в период вегетации, так и во время хранения. Образец Французский являлся сильнопоражаемым. Spicak показал себя одним из

Таблица 2. Группировка генисточников корневого цикория по устойчивости к корневым гнилям в период вегетации на искусственном инфекционном фоне
 Table 2. Grouping of genetic sources of root chicory by resistance to root rot during the growing season against an artificial infectious background

Группа по устойчивости к корневым гнилям	Генетические источники
Устойчивые (до 5%)	Sleszka, Петровский, Харпачи, Rexor, Luxor,
Среднеустойчивые (5-15%)	Cassel, Orchies, Kaffeezichorie, Wixor Dogarage, Berguce, Large Rooted
Восприимчивые (свыше 15%)	Bilogorka OS-3, Ярославский, Novipa, TidWog, Bilogorka OS-2, Fredonia, Магдебургский, Подлуга Куявска, Albino, Французский, Wonfblane

лидеров по заражению возбудителями корневых гнилей во время вегетации, однако после перезимовки (при отборе на хранение растений, не пораженных во время вегетации) сохранился на 100%. Это обусловлено тем, что данный сорт отличается сильной поражаемостью аэробными видами гнилей во время вегетации и устойчив к поражению анаэробными видами во время хранения.

Провокационный фон является наиболее информативным для оценки устойчивости цикория корневого к комплексу патогенов и позволяет четко выявить различия между образцами по этому признаку. Многолетние исследования цикория корневого на провокационном фоне на устойчивость к корневым гнилям позволило объединить сортообразцы в группы устойчивых, среднеустойчивых и восприимчивых.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что устойчивые к корневым гнилям образцы являются ценными генетическими источниками для вовлечения их в селекционный процесс. Среднеустойчивые также могут быть включены в селекционные программы, поскольку

могут являться носителями ценных хозяйственных признаков, в составе их есть устойчивые биотипы. В дальнейшем эти популяции можно улучшить отбором в направлении повышения устойчивости. Восприимчивые исключаются из селекционного процесса.

Таким образом, как генисточники устойчивости к корневым гнилям в период вегетации нами выделены образцы: Харпачи, Sleszka, Wixor и Петровский, а после длительного хранения – Spicakj, Cassel, Luxor, Харпачи практически с нулевым значением пораженных корнеплодов. Указанные образцы обладают наследственными факторами устойчивости к указанным патогенам и поэтому являются донорами для дальнейшей селекционной работы по выведению новых сортов, устойчивых к негативному воздействию корневых гнилей. Кроме того, они отличаются высокими показателями товарности, урожайности и химико-технологическими свойствами, что подтвердилось в результате многолетнего изучения в селекционном питомнике в условиях Нечерноземной зоны РФ.

Об авторах:

Татьяна Юрьевна Полянина – научный сотрудник, rossc2010@yandex.ru

Ирина Викторовна Смирнова – руководитель Ростовской овощной опытной станции по цикорию – филиала ФГБНУ ФНЦО

Ольга Михайловна Вьютнова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник

Елена Александровна Евсеева – научный сотрудник

Наталья Алексеевна Ратникова – научный сотрудник

Ирина Александровна Новикова – научный сотрудник

About the authors:

Tatyana Yu. Polyana – Researcher, rossc2010@yandex.ru

Irina V. Smirnova – Head of the Rostov Vegetable Experimental Station on chicory - branch of FSBSI FSVS

Olga M. Vyutnova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher

Elena A. Evseeva – Researcher

Natalya A. Ratnikova – Researcher

Irina A. Novikova – Researcher

• Литература

- Williamson-Benavides B.A., Dhingra A. Understanding Root Rot Disease in Agricultural Crops. *Horticulturae*. 2021;(7):33. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7020033>
- Kumari N., Katoch S. Wilt and Root Rot Complex of Important Pulse Crops: Their Detection and Integrated Management. In *Management of Fungal Pathogens in Pulses*. Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. 2020. pp. 93–119.
- Erwin D.C., Ribeiro O.K. Phytophthora Diseases Worldwide. *American Phytopathological Society (APS Press): St. Paul, MN, USA*, 1996. ISBN 0890542120.
- Gaulin E., Jacquet C., Bottin A., Dumas B. Root rot disease of legumes caused by *Aphanomyces euteiches*. *Mol. Plant Pathol.* 2007;(8):539–548.
- Bodah E.T. Root rot diseases in plants: A review of common causal agents and management strategies. *Agric. Res. Technol. J.* 2017;(5):555661.
- Вильчик В.А. Цикорий. Ярославль, В-в Книжное издательство. 1982. С.8–11.
- Быковский Ю.А., Вьютнова О.М., Ратникова Н.А. Ag-Бион-2 против корневых гнилей цикория. Картофель и овощи. 2014;(12):14–15.
- Banga O., de Bruyn Y., Snicets L. Selections and carrots for caroterecotent. *Euphytica*. 1955;(4):183–189.
- Buishand Y., Babelman W. Genetical and plant breeding possibilities for improving the quality of vegetables. *Euphytica*. 1979;(28):611–632.
- Grassman H., Schninzler W., Habbeger R. Evaluation of different coloured carrot cultivars on antioxidative capacity based on their carotenoid and phenolic contents. *Int J Food Sci Nutr.* 2007 Dec;58(8):603–611. <https://doi.org/10.1080/09637480701359149>
- Laferriere L., Babelman W. Inheritance of color, total carotenoids, alpha-carotene and beta-carotene in carrots. *Proc.Amer. Soc. Hoke Sci.* 1968;(1):408–418;
- ОСТ 4671-78 Этапы селекции овощных культур.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, 1985.
- Белик Б.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. 2011.
- Методические указания ВИР. 1989.
- ГОСТ Р 52325-2005.

• References

- Williamson-Benavides B.A., Dhingra A. Understanding Root Rot Disease in Agricultural Crops. *Horticulturae*. 2021;(7):33. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7020033>
- Kumari N., Katoch S. Wilt and Root Rot Complex of Important Pulse Crops: Their Detection and Integrated Management. In *Management of Fungal Pathogens in Pulses*. Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. 2020. pp. 93–119.
- Erwin D.C., Ribeiro O.K. Phytophthora Diseases Worldwide. *American Phytopathological Society (APS Press): St. Paul, MN, USA*, 1996. ISBN 0890542120.
- Gaulin E., Jacquet C., Bottin A., Dumas B. Root rot disease of legumes caused by *Aphanomyces euteiches*. *Mol. Plant Pathol.* 2007;(8):539–548.
- Bodah E.T. Root rot diseases in plants: A review of common causal agents and management strategies. *Agric. Res. Technol. J.* 2017;(5):555661.
- Vilchik V.A. Chicory. Yaroslavl, V-v Book Publishing house. 1982. p.8–11. (In Russ.)
- Bykovsky Yu. A., Vyutnova O. M., Ratnikova N. A. Ad-Bion-2 against chicory root rot. Potatoes and vegetables. 2014;(12):14–15. (In Russ.)
- Banga O., de Bruyn Y., Snicets L. Selections and carrots for caroterecotent. *Euphytica*. 1955;(4):183–189.
- Buishand Y., Babelman W. Genetical and plant breeding possibilities for improving the quality of vegetables. *Euphytica*. 1979;(28):611–632.
- Grassman H., Schninzler W., Habbeger R. Evaluation of different coloured carrot cultivars on antioxidative capacity based on their carotenoid and phenolic contents. *Int J Food Sci Nutr.* 2007 Dec;58(8):603–611. <https://doi.org/10.1080/09637480701359149>
- Laferriere L., Babelman W. Inheritance of color, total carotenoids, alpha-carotene and beta-carotene in carrots. *Proc.Amer. Soc. H. Sci.* 1968;(1):408–418;
- OST 4671-78 Stages of vegetable crop selection. (In Russ.)
- Dospikhov B.A. Methodology of field experience. M., Agropromizdat, 1985. (In Russ.)
- Belik B.F. Methodology of experimental business in vegetable growing and melon growing. 2011. (In Russ.)
- Methodological guidelines VIR. 1989. (In Russ.)
- GOST R 52325-2005. (In Russ.)

Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-89-93>
УДК 635.261:631.5(470.31)

В.И. Терехова,
А.В. Константинович,
М.Е. Дыйканова,
М.В. Воробьев,
В.Д. Богданова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)
127550, Россия, г. Москва,
Тимирязевская ул., 49

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Терехова В.И., Константинович А.В., Дыйканова М.Е., Воробьев М.В., Богданова В.Д. Разработка элементов технологии выращивания рассады лука порея для открытого грунта Нечерноземной зоны. *Овощи России*. 021;(3):89-93. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-89-93>

Поступила в редакцию: 14.05.2021

Принята к печати: 10.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

Vera I. Terekhova,
Anastasia V. Konstantinovich,
Marina E. Dyikanova,
Mikhail V. Vorobiev,
Varvara D. Bogdanova

Russian State Agrarian University - Moscow
Timiryazev Agricultural Academy

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

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

For citations: Terekhova V.I., Konstantinovich A.V., Dyikanova M.E., Vorobiev M.V., Bogdanova V.D. Development of technology elements for growing leek seedlings for open ground in the Non-Chernozem zone. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):89-93. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-89-93>

Received: 14.05.2021

Accepted for publication: 10.06.2021

Accepted: 25.06.2021

Разработка элементов технологии выращивания рассады лука порея для открытого грунта Нечерноземной зоны



Резюме

Актуальность. Лук порей – одна из наиболее перспективных луковых культур для промышленного выращивания в условиях Нечерноземной зоны, обладающая лечебными свойствами и высокой питательной ценностью.

Материал и методы. Представлены результаты изучения технологических особенностей культивирования лука порея в условиях открытого грунта Московской области. Исследования проводили в 2019-2020 годах на территории УНПЦ «Овощная опытная станция имени В.И. Эдельштейна». Изучали влияние площади питания рассады лука порея на биометрические показатели растений и качество продукции. Объект исследования – сорт Карantanский, варианты опыта: 1) площадь питания рассады – 6 см² (контроль), 2) площадь питания рассады – 8 см², 3) площадь питания рассады – 10 см². Объектами исследований по изучению содержания аскорбиновой кислоты являлись сорта лука порея: позднеспелые – Карantanский (стандарт), Бандит, Добрый молодец, среднеспелые – Коламбус, Хобот слона.

Результаты. Отмечено, что площадь питания в рассадный период не оказывает существенного влияния на биометрические показатели растений лука порея: площадь листьев, масса растения, диаметр ложного стебля. Поэтому в период выращивания рассады, с точки зрения рационального использования площади в рассадном отделении, рекомендуется использовать минимальную площадь питания – 6 см². Также установлено, что изучаемые сорта по-разному накапливают аскорбиновую кислоту в различных органах растения. Максимальное содержание отмечено в ложном стебле растений контрольного позднеспелого сорта Карantanский – 23,6 мг%. Минимальными значениями у сортов Добрый Молодец (11,8 мг%) и Хобот слона (11,9 мг%).

Ключевые слова: лук порей, рассада, диаметр ложного стебля, площадь питания рассады, аскорбиновая кислота

Development of technology elements for growing leek seedlings for open ground in the Non-Chernozem zone

Abstract

Relevance and methods. Leek is one of the most promising onion crops for industrial cultivation in the Non-Chernozem zone, which has medicinal properties and high nutritional value. The results of studying the technological features of leek cultivation in the open ground of the Moscow region are presented. The studies were carried out in 2019-2020 on the territory of the "Vegetable Experimental Station named after V.I. Edelstein". We studied the influence of the feeding area of leek seedlings on the biometric parameters of plants and the quality of products. The object of the study is the variety Karantanский, experimental options: 1) seedling feeding area – 6 cm² (control), 2) seedling feeding area – 8 cm², 3) seedling feeding area – 10 cm². The objects of research to study the content of ascorbic acid were leek varieties: late-ripening – Karantanский (standard), Bandit, Dobry Molodets, mid-ripening – Columbus, Hobot slona.

Results. It is noted that the feeding area during the seedling period does not significantly affect the biometric parameters of leek plants: leaf area, plant weight, leek pseudostems diameter. Therefore, during the period of growing seedlings, from the point of view of rational use of the area in the seedling department, it is recommended to use the minimum feeding area – 6 cm². It was also found that the studied varieties accumulate ascorbic acid in different ways in various plant organs. The maximum content of ascorbic acid was noted in the leek pseudostems of the control late-ripening variety Karantanский – 23.6 mg%. The minimum values are for Dobry Molodets (11.8 mg%) and Hobot Slona (11.9 mg%).

Keywords: leeks, seedlings, leek pseudostems, seedling feeding area, ascorbic acid

Введение

Лук порей – ценная овощная культура семейства Alliaceae. Первые упоминания о целебных свойствах были описаны 5000 лет назад древними греками и египтянами, а родиной принято считать страны Ближнего Востока [1].

Лук порей богат органическими кислотами, минеральными элементами, особенно калием, кальцием, фосфором, магнием, марганцем, цинком, селеном. По содержанию белка превосходит лук репчатый, широко применяется в диетическом питании. Отличается слабоострым вкусом, в пищу используют молодые листья и отбеленную часть ложного стебля в качестве самостоятельного блюда или в виде добавок к салатам и супам. Данный вид лука способствует нормальной работе органов пищеварения, улучшает работу желчного пузыря, возбуждает аппетит, нормализует обмен веществ, а также снижает уровень холестерина в крови [2,3,4,5]. По содержанию аскорбиновой кислоты, одного из важнейших антиоксидантов в организме человека, лук порей не является лидирующей овощной культурой. Однако имеющееся содержание аскорбиновой кислоты в продуктивном органе позволяет поддерживать необходимое суточное количество при правильном питании современного человека [6]. Не менее важным фактом является то, что после хранения в холодильнике лука порея в течение 10-14 суток не происходит снижения аскорбиновой кислоты [7].

В странах ЕС лук порей возделывают на площади около 30 тыс.га [8], в России под культурой заняты незначительные площади в Южном, Центральном, Северном и Дальневосточном федеральных округах, в связи с чем лук порей является малораспространенной культурой.

Лук порей, как и большинство представителей семейства Alliaceae, относится к группе холодостойких растений по классификации В.И. Эдельштейна [9], предъявляет высокие требования к плодородию почвы, хорошо растёт на чернозёмных почвах и почвах с высоким содержанием торфа. Для выращивания не подходят почвы бурозёмные, лёгкие супесчаные, тяжелосуглинистые, а также кислые и слабокислые (оптимальное значение pH находится в диапазоне 6,2-7,5). Лук порей относится к группе влаголюбивых растений, продолжительный недостаток влаги приводит к огрубению листа и истончению ложного стебля, а также снижению вкусовых качеств товарной продукции. Однако чрезмерная влажность почвы негативно влияет на рост и развитие растений.

Торговые сети и потребители предъявляют высокие требования к продукции лука порея, по ГОСТ 31854 – 2012 поперечный диаметр ложного стебля должен быть не менее 8 мм, цвет – зелёный, свойственный данному ботаническому сорту с белой или белой с зеленоватым оттенком частью, составляющей не менее одной трети длины растения или половины общей длины ложного стебля и луковицы [10]. В нашей стране в открытом грунте такое качество продукции можно

получить, возделывая лук порей через рассаду, так как применение прямого посева семян в почву способствует образованию короткого стебля у растений.

В настоящее время производители выращивают лук порей с закрытой корневой системой. Более 20 лет назад технологические нововведения способствовали пересмотру технологии выращивания рассады для открытого грунта, главным образом, перешли от выращивания безгоршечной рассады к рассаде с закрытой корневой системой, которая имеет много достоинств, таких как: 1) высокая приживаемость в открытом грунте [11], выравненность, пригодность для механизированной посадки, возможность более ранней высадки в поле. Например, в природно-климатических условиях юга при выращивании через рассаду забег в развитии растений овощных культур составляет 15-20 суток, что позволяет получать два урожая овощных культур в год на одной и той же площади [12].

Рассаду лука порея из-за продолжительного возраста (50-55 суток) выращивают в теплицах [8, 13]. В этой связи актуален вопрос определения оптимальной площади питания рассады, т.к. от него зависит выход с 1 м², т.е. рациональное использование площади рассадного отделения и вместе с этим изучение влияния площади питания на урожайность и качество продукции.

Целью наших исследований являлось изучение биологических и хозяйственных признаков лука порея в условиях Московской области.

Задачи:

- изучить влияние площади питания рассады лука порея на площадь листьев, массу растения и диаметр ложного стебля;
- определить содержание аскорбиновой кислоты в продукции лука порея.

Исследования проводили в 2019-2020 годах на опытном участке кафедры овощеводства, расположенном на территории УНПЦ «Овощная опытная станция имени В.И. Эдельштейна».

Опыт по изучению влияния площади питания рассады лука порея на площадь листьев, массу растения и диаметр ложного стебля был заложен в 4-х кратной повторности, площадь учетной деланки – 18 м².

Варианты опыта 1) площадь питания рассады – 6 см² (контроль), 2) площадь питания рассады – 8 см², 3) площадь питания рассады – 10 см².

Объект исследований сорт – Карantanский. Сорт позднеспелый, включен в Госреестр по РФ в 1961 году. Растение средней высоты. Листья тёмно-зелёные, широкие, раскидистые, среднеплотного расположения, с сильным восковым налётом. Форма ложного стебля цилиндрическая, высота 10-25 см, диаметр 4 см, средняя масса растения – 204-325 г. Вкус полуострый.

Опыт заложен в соответствии с общепринятыми методиками.

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях определяли по методике Сапожниковой,

Дорофеевой (1966), по И.К. Мурри. Объектами исследования являлись сорта: позднеспелые – Карantanский (стандарт), Бандит, Добрый молодец, среднеспелые – Коламбус, Хобот слона.

Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel 7,0 и STATISTICA 6.0.

Агротехника в опыте

Рассаду выращивали в рассадном отделении многорядной теплицы серии Ршель 9,6 SR. на УГС-4. Рассадное отделение оборудовано автоматическим регулированием параметров микроклимата. Семена высевали в лотки с верховым торфом, через 7-10 суток появились первые всходы. С появлением первого настоящего листа провели пикировку в кассеты. Посадку рассады в открытый грунт проводили 11-12 мая, при прогревании почвы до 6...8°C по схеме 70х30 см, густота стояния – 47,6 тыс.га. Технология выращивания стандартная, рекомендуемая для лука порея с двукратным окучиванием.

Результаты и обсуждение

Для лука порея характерна прямая зависимость величины урожая от площади ассимиляционной поверхности листьев (Ничипорович А.Л., 1964). Анализируя влияние площади питания рассады на площадь листьев (см²) растений лука порея необходимо отметить, что нарастание биомассы лука порея в первые 3 недели после посадки в открытый грунт было медленным. Это связано с погодными условиями и периодом укоренения растений. В среднем погодные условия за два года имели незначительные отклонения по температурным показателям и количеству осадков, они соответствовали биологическим особенностям культуры, однако вносили коррективы в его развитие. 2019 год отличался недостатком влаги и высокой температурой в первой половине вегетации, что сказалось на медленном развитии растений лука порея. В 2020 году наблюдалась противоположная ситуация: с мая по июль сумма осадков превышала средние многолетние показатели и способствовало уплотнению почвы. Интенсивный прирост биомассы и рост ассимиля-

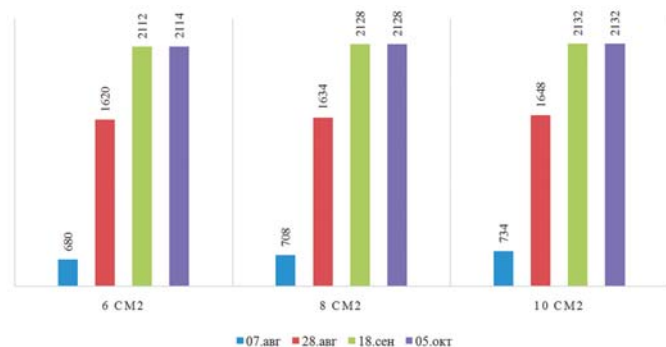


Рис. 1. Зависимость площади листьев (см²) растения от площади питания рассады (см²), среднее за 2019-2020 годы
Fig. 1. Dependence of leaf area (cm²) of a plant on the feeding area of seedlings (cm²), 2019-2020

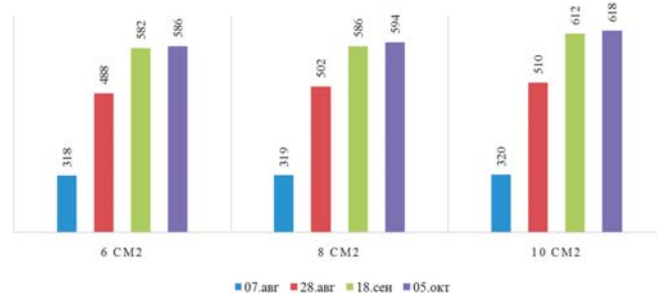


Рис. 2. Зависимость массы растения (г) от площади питания рассады (см²), среднее за 2019-2020 годы
Fig. 2. Dependence of plant weight (g) on the feeding area of seedlings (cm²), 2019-2020

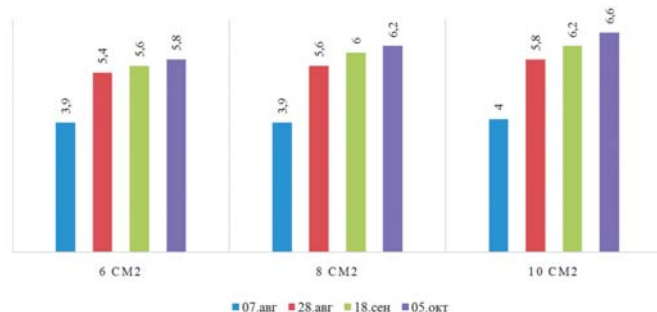


Рис.3. Зависимость диаметра ложного стебля (см) лука порея от площади питания рассады (см²), среднее за 2019-2020 годы
Fig.3. Dependence of the diameter of the false stem of leeks on the feeding area of seedlings (cm²), 2019-2020

ционной поверхности отмечали во всех вариантах опыта, начиная с июля. Учет площади листьев позволил проследить за особенностями развития ассимиляционной поверхности.

За период проведения наблюдений диаметр ложного стебля в наших исследованиях при схеме выращивания 70х30 см на дату уборки продукции (5 октября) составлял от 5,8 до 6,6 см. По данным Н.Ф. Михайловой, Г.С. Осиповой, в условиях Ленинградской области длина ложного стебля и диаметр у сорта Карantanский при схеме посадки 70х15 см в зависимости от условий года может колебаться от 16 до 18 см, диаметр – 1,9-4,5 см [14], в условиях южной лесостепной зоны Омской области длина ложного стебля составляла 15-24 см, диаметр ложного стебля варьировал от 2,2 до 4,3 см [15].

В результате исследований достоверного влияния площади питания растения на изменение биометрических показателей растений лука порея (площадь листьев, масса растения, диаметр ложного стебля) выявлено не было (рис.1,2,3). Также не было выявлено и достоверных различий по массе растений ($HCP_{05}=26$). Поэтому, с точки зрения рационального использования площади в рассадном отделении, в период выращивания

Таблица. Содержание аскорбиновой кислоты в луке порее (мг%), среднее за 2019-2020 годы
Table. Content of ascorbic acid in leeks (mg %), 2019-2020

Вариант	Содержание аскорбиновой кислоты, мг%		
	в ложном стебле	в листьях	среднее по растению
Карantanский (st)	23,6	14,8	19,0
Бандит	15,5	13,6	14,5
Добрый молодец	12,7	10,9	11,8
Коламбус	14,2	13,7	13,9
Хобот слона	12,2	11,6	11,9

рассады оптимальной является минимальная площадь питания – 6 см².

В результате определения содержания аскорбиновой кислоты в ложном стебле и листьях было установлено достоверное влияние генотипа, вида органа растения и их взаимодействия на содержание аскорбиновой кислоты в растениях. Наиболее сильное влияние на содержание аскорбиновой кислоты оказывает генотип (доля влияния 47%). Это означает, что сорта по-разному накапливают аскорбиновую кислоту в органах растения. Вторым фактором по силе влияния является фактор взаимодействия «сорт-вид органа» (доля влияния составляет 30%). Наименьшее влияние оказывает фактор вид органа (доля влияния составляет 19%). Доля случайной вариации – 5% (рис. 4).

Оценку биохимического состава лука порея проводили в период уборки продукции (I декада октября), что соответствует наступлению технической спелости продукции. В этот период в растениях лука порея накапливается максимальное количество сухого вещества, сахаров, аскорбиновой кислоты и других биохимических элементов. Во второй половине вегетации погодные условия характеризуются умеренными температурными значениями, что способствует накоплению аскорбиновой кислоты в растениях. В период наступления технической спелости происходит отток пластических веществ из верхней части листа в основание. Результаты биохимического анализа разных частей растения лука порея поз-

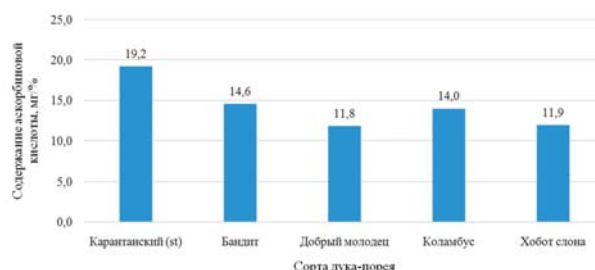


Рис.5. Групповые средние по градациям фактора А (генотип), $HCP_{05}(A)=1,64$
Fig. 5. Group averages for factor A gradations (genotype), $HCP_{05}(A)=1.64$

волили установить достоверные различия в содержании аскорбиновой кислоты. Максимальное содержание отмечено в ложном стебле растений контрольного позднеспелого сорта Карantanский – 23,6 мг% (табл., рис.5). Минимальными значениями данного показателя характеризуются растения сорта Добрый молодец и Хобот слона, разница по отношению к контролю составляет 10,9-11,4 мг%. В листьях растений лука порея отмечено меньшее количество аскорбиновой кислоты по отношению к ложному стеблю, разница составляет 2,72 мг%, при значении $HCP_{05}=0,74$. Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты для всех сортов отмечено в ложном стебле (15,5 мг%) (рис. 6).

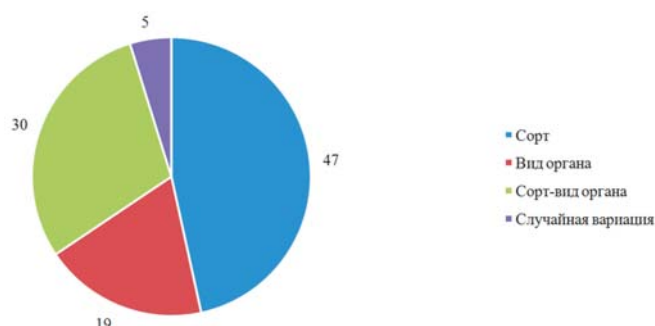


Рис.4. Доли влияния факторов, %
Fig.4. Shares of the influence of factors of factors, %

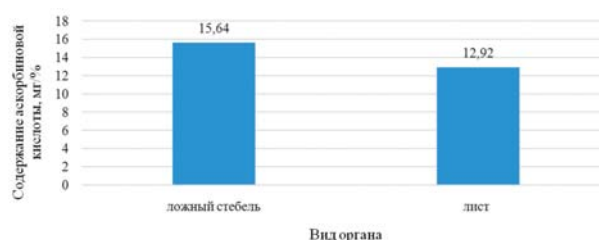


Рис. 6. Групповые средние по градациям фактора В (вид органа растения), $HCP_{05}(B)=0,74$
Fig. 6. Group averages for the gradations of factor B (type of plant organ), $HCP_{05}(B)=0.74$

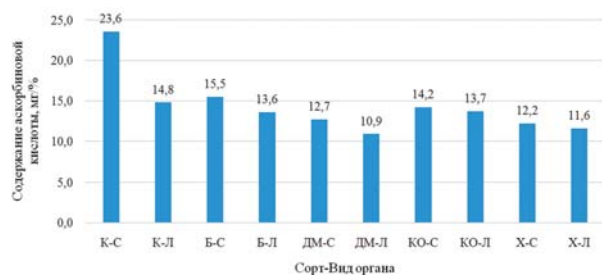


Рис. 7. Групповые средние по градациям фактора АВ (Сорт – орган растения), $HCP_{05}(AB)=2,8$
Fig. 7. Group averages for the gradations of factor AB (Variety-Type of plant organ), $HCP_{05}(AB)=2.8$

Среди комбинаций сорт – вид органа следует отметить сочетание Карantanский – ложный стебель (23,6 мг%). Минимальное содержание у комбинации Добрый молодец – листья (10,9 мг%) (рис. 7).

Об авторах:

Вера Ивановна Терехова – доцент, канд. с.-х. наук, доцент кафедры овощеводства, v_terekhova@rgau-msha.ru
Анастасия Владимировна Константинович – доцент, канд. с.-х. наук, доцент кафедры овощеводства, konstantinovich@rgau-msha.ru
Марина Евгеньевна Дыйканова – канд. с.-х. наук, доцент кафедры овощеводства, dyikanova@rgau-msha.ru
Михаил Владимирович Воробьев – канд. с.-х. наук, старший преподаватель кафедры овощеводства, voro1011@bk.ru
Варвара Дмитриевна Богданова – канд. с.-х. наук, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, meecado@gmail.com

About the authors:

Vera I. Terekhova – Cand. Sci. (Agriculture), associate professor vegetable growing chair, v_terekhova@rgau-msha.ru
Anastasia V. Konstantinovich – Cand. Sci. (Agriculture), associate professor, head of vegetable growing chair, konstantinovich@rgau-msha.ru
Marina E. Dyikanova – Cand. Sci. (Agriculture), associate professor, head of vegetable growing chair, dyikanova@rgau-msha.ru
Mikhail V. Vorobiev – Cand. Sci. (Agriculture), associate professor, head of vegetable growing chair, voro1011@bk.ru
Varvara D. Bogdanova – Cand. Sci. (Agriculture), associate professor, ornamental horticulture and lawn science of the, meecado@gmail.com

• Литература

1. Казакова А.А., Жуковский П.М., Коровина О.Н. Культурная флора. М.: Колос, 1978. Т. X. Лук. 20-21 с.
2. Мешков А.В., Терехова В.И., Константинович А.В. Практикум по овощеводству: учебное пособие. С-Пб.: Издательство «Лань», 2017. 292 с.
3. Дыйканова М.Е., Константинович А.В., Терехова В.И., Борашвили А.Э. Влияние гнездового способа размещения лука-порея на урожайность. *Картофель и овощи*. 2020;(12):15-17. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.77.64.003>
4. Koca I., Tasci B. Mineral composition of leek. *In VII International Symposium on Edible Alliaceae*. 2015;(1143):147-152. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1143.21>
5. Mnayer D., Fabiano-Tixier A.-S., Petitcolas E., Hamieh T., Nehme N., Ferrant C., Fernandez X., Chemat F. Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of six essential oils from the *Alliaceae* family. *Molecules*. 2014;(19):20034–20053.
6. Голубкина Н.А., Сирота С.М., Пивоваров В.Ф., Яшин А.Я., Яшин Я.И. Биологические активные соединения овощей. М.: Изд-во ВНИИССОК, 2010. 200 с.
7. Bernaret N., De Clercq H., Van Bockstaele E., De Loose M., Van Droogenbroeck B. Antioxidant changes during postharvest processing and storage of leek (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*). *Postharvest biology and technology*. 2013;(86):8-16. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.010>
8. Круг Г. Овощеводство. М.: Колос, 2000. 576 с.
9. Тараканов Г.И., Мухин В.Д., Шуин К.А. и др. Овощеводство. М.: Колос, 2003. 472 с.
10. ГОСТ 31854-2012 Лук порей свежий, реализуемый в розничной торговле. Технические условия (издание официальное). М.: Стандартинформ. 2019.
11. Гиш Р.А. Рассадка — важнейший элемент интенсивного овощеводства. *Вестник овощевода*. 2010;(1):12-14.
12. Гиш Р.А. Инновационные способы выращивания рассады овощных культур для открытого грунта. *Гавриш*. 2011;(6):10-14.
13. Клинг А.П., Кумпан В.Н., Келлер Т.И. Биологическая оценка сортов лука-порея в условиях Южной лесостепи Омской области. *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2019;1(33):5-11.
14. Михайлова Н.Ф., Осипова Г.С. Адаптационная оценка сортов лука-порея в условиях Ленинградской области. *Журнал Санкт-Петербург. аграр. ун-та*. 2018. С.48–53.
15. Келлер Т.И. Оценка продуктивности сортов лука-порея в условиях южной лесостепи Омской области. *Вестник Алтайского гос. аграр. ун-та*. 2015;5(127):26–30.

• References

1. Kazakova A.A. Cultural flora. M.: Kolos, 1978. 20-21 p. (In Russ.)
2. Meshkov A.V., Terekhova V.I., Konstantinovich A.V. Workshop on vegetable growing: a tutorial. SPb.: Publishing house "Lan", 2017. 292 p. (In Russ.)
3. Dyikanova M.E., Konstantinovich A.V., Terekhova V.I., Borashvili A.E. Influence of the nesting method of placing leeks on the yield. *Potatoes and vegetables*. 2020;(12):15-17. (In Russ.) <https://doi.org/10.17660/PAV.2020.77.64>
4. Koca I., Tasci B. Mineral composition of leek. *In VII International Symposium on Edible Alliaceae*. 2015;(1143):147-152. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1143.21>
5. Mnayer D., Fabiano-Tixier A.-S., Petitcolas E., Hamieh T., Nehme N., Ferrant C., Fernandez X., Chemat F. Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities
6. Golubkina N.A., Sirota S.M., Pivovarov V.F., Yashin A.Ya., Yashin Ya.I. Biological active compounds of vegetables. M.: VNIISOK Publishing House, 2010. 200 p. (In Russ.)
7. Bernaret N., De Clercq H., Van Bockstaele E., De Loose M., Van Droogenbroeck B. Antioxidant changes during postharvest processing and storage of leek (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*). *Postharvest biology and technology*. 2013;(86):8-16. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.010>
8. Krug G. Vegetable. M.: Kolos, 2000. 576 p. (In Russ.)
9. Tarakanov G.I., Mukhin V.D., Shuin K.A. Vegetable growing. M.: Kolos, 2003. 472 p. (In Russ.)
10. GOST 31854-2012 Fresh leeks sold in retail trade. Specifications (official edition). M.: Standartinform. 2019. (In Russ.)
11. Gish R.A. Seedlings — the most important element of intensive vegetable growing. *Bulletin of the vegetable grower*. 2010;(1):12-14. (In Russ.)
12. Gish R.A. Innovative methods of growing seedlings of vegetable crops for open ground. *Gavrih*. 2011;(6):10-14. (In Russ.)
13. Kling A.P., Kumpan V.N., Keller T.I. Biological assessment of leek varieties in the conditions of the Southern forest-steppe of the Omsk region. *Bulletin of the Omsk State Agrarian University*. 2019;1(33):5-11. (In Russ.)
14. Mikhailova N.F., Osipova G.S. Adaptation assessment of leek varieties in the conditions of the Leningrad region. *J. St. Petersburg agrarian university*. SPbGAU, 2018. P.48–53. (In Russ.)
15. Keller T.I. Evaluation of the productivity of leek varieties in the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region. *Vestnik Altai state agrarian university*. Barnaul, 2015;5(127):26–30. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-94-99>
УДК 635.261:631.5(470.31)

Т.Е. Иванова,
Е.В. Лекомцева,
Т.Н. Тутова,
Е.В. Соколова,
Л.А. Несмелова

ФГБОУ ВО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
426033, Российская Федерация, г. Ижевск,
ул. Кирова, 16

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Иванова Т.Е., Лекомцева Е.В., Тутова Т.Н., Соколова Е.В., Несмелова Л.А. Урожайность и качество земляники садовой при внесении удобрений. *Овощи России*. 2021;(3):94-99.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-94-99>

Поступила в редакцию: 11.05.2021
Принята к печати: 01.06.2021
Опубликована: 25.06.2021

Tatyana E. Ivanova,
Elena V. Lekomtseva,
Tatyana N. Tutova,
Elena V. Sokolova,
Lyubov A. Nesmelova

FSBEI of HE Izhevsk State Agricultural Academy
Kirov St., Izhevsk, Russia, 426033

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

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

For citations: Ivanova T.E., Lekomtseva E.V., Tutova T.N., Sokolova E.V., Nesmelova L.A. Yield and quality of strawberries when applying fertilizers. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):94-99. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-94-99>

Received: 11.05.2021
Accepted for publication: 01.06.2021
Accepted: 25.06.2021

Урожайность и качество земляники садовой при внесении удобрений



Резюме

Актуальность. Одним из важнейших элементов технологии возделывания земляники садовой для повышения продуктивности и улучшения качества ягод является применение удобрений, способных регулировать рост, развитие, урожайность и качество продукции.

Материал и методика. В течение 2016-2018 годов в Удмуртской Республике изучали влияние предпосадочного внесения комплексных минеральных удобрений на урожайность и качество ягод земляники садовой. Проведен анализ метеорологических условий в период вегетации культуры по годам исследований. Приведены результаты использования комплексных удобрений «Азофоска», «Пермь-ягодное» и «Фаско-ягодное» на землянике садовой при выращивании в условиях Удмуртской Республики.

Результаты. Выявлено, что применение данных удобрений по сравнению с контролем (Азофоска) способствует увеличению урожайности и положительно влияет на качество ягод. Отмечено последствие изучаемых удобрений на второй и третий год плодоношения земляники садовой. По результатам исследований наибольшая урожайность ягод земляники садовой получена в 2016 году в первый год плодоношения при внесении «Фаско-ягодное» (1,33 кг/м²). Припосадочное внесение удобрения «Фаско-ягодное» обеспечило достоверную прибавку урожайности во все сроки сборов ягод, в среднем за три года на 0,13 кг/м² при НСР₀₅ 0,04 кг/м². Содержание сухого вещества, водорастворимых сахаров и витамина С в ягодах соответствовало характеристике сорта Даренка и в большей степени зависело от метеорологических условий периода вегетации земляники садовой.

Ключевые слова: земляника садовая, комплексные удобрения, урожайность, качество плодов, Удмуртская Республика

Yield and quality of strawberries when applying fertilizers

Abstract

Relevance. One of the most important elements of the technology of cultivation of strawberries for increasing productivity and improving the quality of berries is the use of fertilizers that can regulate the growth, development, yield and quality of products.

Methods. During 2016-2018, the impact of pre-planting application of complex mineral fertilizers on the yield and quality of strawberries in the Udmurt Republic was studied. The analysis of meteorological conditions during the growing season of the crop according to the research results is carried out.

Results. The results of the use of complex fertilizers Azofoska, Perm-yagodnoye and Fusco-yagodnoye on garden strawberries when grown in the conditions of the Udmurt Republic are presented. It was found that the use of these fertilizers in comparison with the control (Azofoska) contributes to an increase in yield and has a positive effect on the quality of berries. The aftereffect of the studied fertilizers on the second and third year of fruiting of wild strawberries is noted. According to the results of research, the highest yield of berries of the garden strawberry was obtained in 2016 in the first year of fruiting when applying Chamfer-berry (1.33 kg/m²). The pre-planting application of the Fasko-Yagodnoye fertilizer provided a reliable increase in yield at all times of berry harvesting, and on average for three years by 0.13 kg/m² with an NSR of 0.04 kg/m². The content of dry matter, water-soluble sugars and vitamin C in the berries corresponded to the characteristics of the Darenka variety and to a greater extent depended on the meteorological conditions of the growing season of strawberries.

Keywords: strawberry garden, complex fertilizers, yield, fruit quality, Udmurt Republic

Введение

Земляника садовая является самой распространенной ягодной культурой, благодаря своей высокой экологической приспособляемости, легкости размножения и быстрому вступлению в плодоношение. Ягоды земляники – ценный продукт питания, источник витаминов, минеральных, органических и других соединений, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека. Земляника – многолетнее травянистое растение. Её можно выращивать в различных почвенно-климатических условиях. Произрастает земляника на всей территории Удмуртии. Первый урожай получают на следующий год после посадки. Земляника зимует под снегом и дает хорошие урожаи даже в северных районах, на средне- и легкосуглинистых почвах при использовании органических и минеральных удобрений.

При выращивании ягодных культур особое внимание уделяется качеству плодов. Важным показателем плодов, употребляемых в свежем виде, является вкус, который зависит от химического состава ягод. К показателям, определяющим качество ягод земляники, относятся сухое вещество, сахара, органические кислоты и витамин С.

Качество плодов земляники существенно зависит от сортовых особенностей, но может заметно изменяться под действием факторов внешней среды. Обменные процессы в растениях связаны с условиями освещения, водоснабжения и суммы активных температур. Для ранних сортов земляники садовой требуется за вегетацию сумм активных температур 1660°C [1]. В годы исследований (2016-2018 годы) сумма активных температур значительно варьировала и составила 2491, 1784 и 2286°C, соответственно. В Удмуртской Республике неблагоприятными погодными условиями для выращивания земляники садовой являются отсутствие осадков на фоне повышенных температур или, наоборот, повышенное количество осадков при недостаточном количестве тепла, что сказывается на химическом составе ягод земляники. Общеизвестно, что ягоды, созревающие в условиях дождливого прохладного лета, менее сладкие, более сочные и с большим содержанием витамина С.

Одним из основных факторов технологии выращивания земляники садовой является обеспечение элементами питания на весь период вегетации, поэтому при закладке плантаций необходимо припосадочное внесение органических и минеральных удобрений. На легких почвах органические и минеральные удобрения необходимо вносить систематически, так как они быстро мине-

рализуются и легко вымываются в нижние слои почвы, где нет корней земляники. Для стабильного плодоношения и получения высоких урожаев земляники садовой необходимо в течение вегетации культуры проводить подкормки. Исследованиями многих авторов доказано, что земляника садовая отзывчива на внесение удобрений, при этом она начинает не только наращивать вегетативную массу, но образует большое количество завязей и урожайность увеличивается. Поэтому, как указывает большинство авторов исследований по данной теме, без эффективного минерального питания выращивание земляники садовой является нерентабельным [2-15].

В последние годы выпускается большое разнообразие специализированных удобрений под сельскохозяйственные культуры, в том числе, под землянику садовую. В связи с этим возникла необходимость изучения влияния комплексных удобрений на продуктивность и качество земляники.

Цель исследований: сравнительная оценка действия различных видов комплексных удобрений на продуктивность и качество плодов земляники садовой.

Материалы и методы

В 2015–2018 годах были проведены исследования по изучению влияния комплексных удобрений «Азофоска», «Пермь-ягодное», «Фаско-ягодное» на продуктивность и качество плодов земляники садовой сорта Даренка. Опыт однофакторный, схема посадки – 90х50 см, учетная площадь делянки – 3,45 м². Варианты размещали систематическим методом в шестикратной повторности. Предшественником земляники садовой была горчица белая, которую использовали в качестве сидерата. Перед посадкой проведено фоновое внесение перегноя в дозе 60 т/га (общего азота – 1,76, фосфора – 5,15, калия – 0,23% на абсолютно сухое вещество, влажность – 64,6%). При посадке земляники садовой локально внесены комплексные удобрения в дозе по азоту 20 кг/га действующего вещества [16, 17, 18].

В качестве комплексных удобрений использованы:

«Азофоска» – универсальное минеральное удобрение, подходящее для всех типов садовых и огородных культур. Массовая доля питательных веществ: азот – 16%, фосфор – 16%, калий – 16%.

«Пермь-ягодное» – минеральное удобрение, предназначенное для основного внесения весной или осенью, и подкормок в период вегетации. Удобрение содержит оптимально подобранный для выращивания ягод всех необходимых питательных веществ, массовая доля которых составляет: азот – 18,5%, фосфор – 11,5%, калий – 22,5%.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка (2015 год)
Table 1. Agrochemical characteristics of the soil of the experienced plot (2015)

Тип гранулометрического состава	Гумус, %	pH _{KCl}	S	Hг	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
			ммоль/100 г			мг/кг	
Дерново- среднеподзолистая среднесуглинистая	1,97	5,31	1,79	19,7	91,4	349	135

«Фаско-ягодное» – высокоэффективное комплексное удобрение, специально разработанное для земляники, клубники и других ягодных культур. Содержит все необходимые для развития сильных кустов и обильного плодоношения питательные элементы, массовая доля которых составляет: азот – 12%, фосфор – 8%, калий – 8%, а также содержит Fe, Ca, Zn, Cu [19].

Опыт закладывали 15 августа 2015 года в п. Италмас Завьяловского района Удмуртской Республики на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве (табл.1).

В среднем по содержанию гумуса почва слабогумусирована (1,97%), кислотность близка к нейтральной. Степень насыщенности почв основаниями высокая. Обеспеченность почв подвижными формами фосфора очень высокая, а обменным калием – повышенная [17].

Ежегодно, в период нарастания листьев, была проведена подкормка посадок земляники садовой удобрением Флоргумат в дозе, рекомендованной производителем, при разбавлении 1:100. В течение вегетации 5 раз проводили рыхление почвы в междурядьях и рядах посадок. Сроки обработки земляники зависели от наличия сорняков и образования почвенной корки.

Земляника садовая при недостатке влаги сильно снижает рост и плодоношение. В проведенных исследованиях на количество и сроки полива влияли погодные условия. В 2015 году после посадки растений полив проводили 3 раза. В 2016, 2018 годах в период вегетации полив – 5 раз по мере необходимости. В 2017 году выпадение осадков было избыточным, поэтому землянику садовую не поливали.

Во все годы исследований проведено 5 сборов урожая и интервалом 2–3 дня, показатели качества определяли во второй срок сбора урожая по общепринятым методикам [20–24].

Результаты исследований

В годы исследований метеорологические условия для перезимовки земляники садовой были благоприятными. В 2015 году устойчивый снежный покров установился 10 ноября, что соответствует среднему

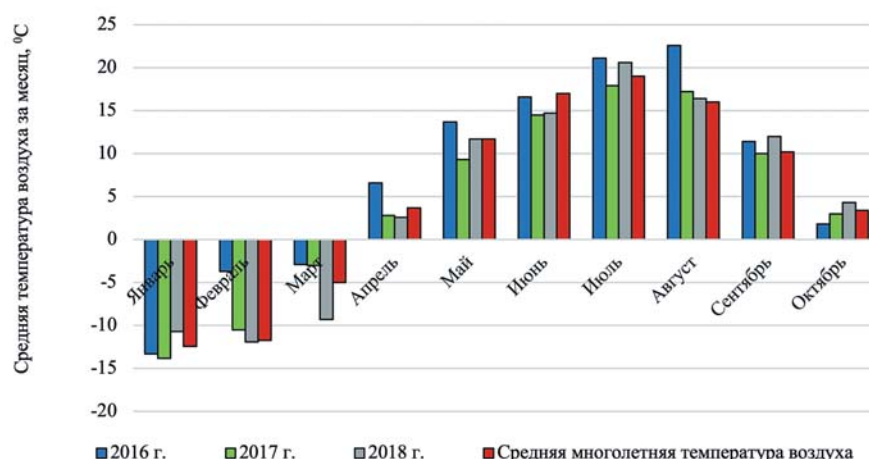


Рис.1. Средняя температура воздуха, °C
Fig.1. Average air temperature, °C

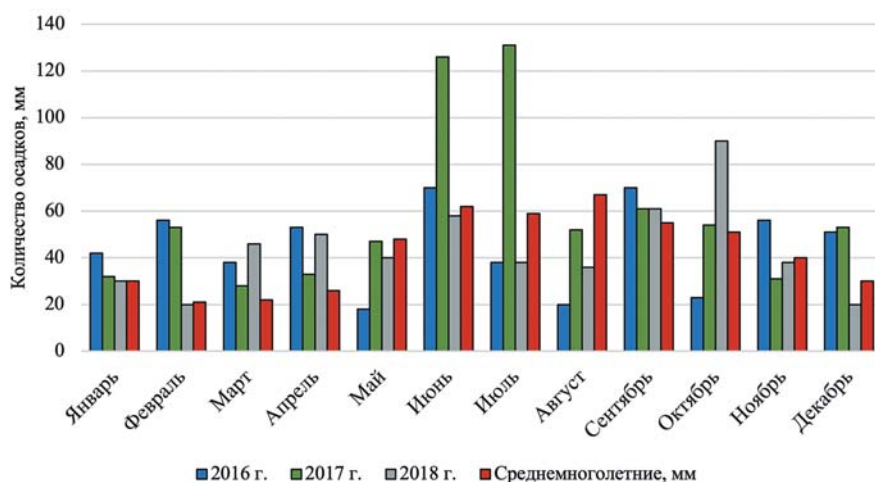


Рис.2. Сумма осадков, мм
Fig.2. Total precipitation, mm

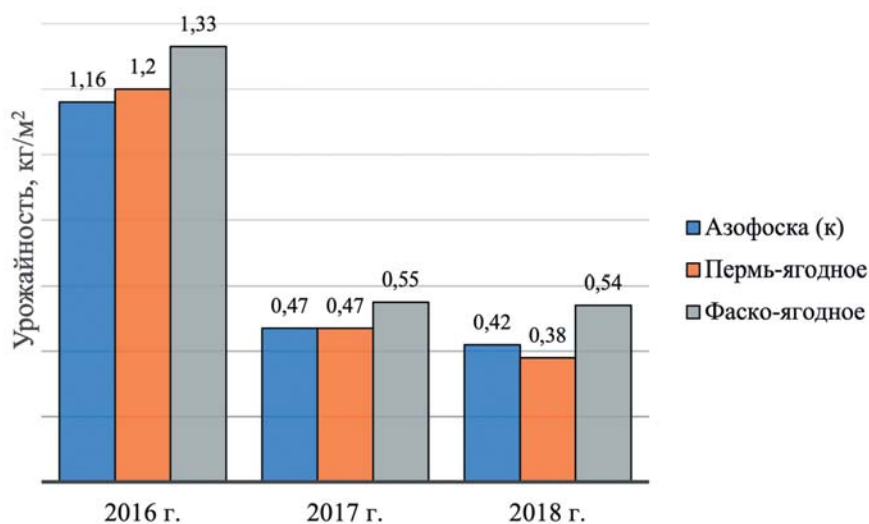


Рис.3. Урожайность земляники садовой, кг/м² (НСР₀₅ 0,04 кг/м²)
Fig.3. Yield of garden strawberries, kg/m²

ноголетним срокам, в 2016 году – 27 октября, на две недели раньше среднеголетних сроков. В 2017 году снежный покров установился лишь во второй декаде января. В январе средняя температура воздуха в годы исследований (2016-2018 годы) составила -13,3; -13,8; -10,7°C, соответственно, при средней многолетней температуре воздуха -12,4°C.

В 2016 году отрастание земляники садовой было в начале второй декады апреля. В период вегетации земляники садовой температура воздуха во все декады превышала среднееголетнюю на 2,0–2,9°C, выпадение осадков было недостаточное, наблюдалось интенсивное нарастание листьев, раннее цветение и формирование ягод, плодоношение земляники садовой продолжалось с 15 июня по 3 июля (рис. 1, 2).

В 2017, 2018 годах отрастание земляники садовой отмечено в конце апреля. В 2017 году в мае, июне и июле температура воздуха была ниже средней многолетней на 2,4; 2,5 и 1,1°C соответственно, осадков в июне выпало 208% от нормы, в результате формирования и созревание ягод было позднее, сборы ягод проводили с 9–21 июля.

В 2018 году в мае температура воздуха составила 11,7°C, что на уровне нормы, в июне – ниже на 2,3°C, осадков составило 83 и 94% от нормы, сборы урожая – с 30 июня по 10 июля.

Таким образом, формирование и созревание ягод земляники садовой в годы исследований в большей степени зависело от метеорологических условий.

Наибольшая урожайность земляники садовой отмечалась в 2016 году в первый год сбора урожая (рис. 3).

В последующие годы этот показатель в среднем снизился в 2,5–2,7 раз. Средняя урожайность в 2016 году составила 1,23 кг/м², в 2017 году – 0,5 кг/м² и в 2018 году – 0,45 кг/м². Припосадочное внесение удобрения «Фаско-ягодное» позволило существенно повысить урожайность во все сроки сборов ягод, в среднем за три года – на 0,13 кг/м² при НСР₀₅ 0,04 кг/м². По удобрениям «Азофоска» и «Пермь-ягодное» урожайность оказалась на одном уровне – 0,68 кг/м². Самой высокой урожайность была в первый год плодоношения земляники садовой при внесении «Фаско-ягодное» и составила 1,33 кг/м².

Ягоды земляники садовой характеризовались средним содержанием сухого вещества (табл. 2).

Таблица 2. Действие припосадочного удобрения на содержание сухого вещества в ягодах земляники садовой, %
Table 2. The effect of pre-planting fertilizer on the dry matter content in strawberries, %

Удобрения	2016 год	2017 год	2018 год
Азофоска (к)	10,1	9,2	10,5
Пермь-ягодное	10,3	9,5	10,9
Фаско-ягодное	10,0	9,9	11,5
НСР ₀₅	0,1	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅

Количество сухого вещества варьировало по годам и в зависимости от удобрений – от 9,2 до 11,5%. В 2016 году в варианте с удобрением «Пермь-ягодное» в сравнении с «Азофоска» отмечено увеличение содержания сухого вещества в ягодах земляники садовой на 0,2% при НСР₀₅ 0,1%. В среднем сухого вещества в плодах земляники садовой в 2017 году содержалось 9,5%, в 2018 году – 11,0%. Применение припосадочного удобрения не оказало влияния на этот показатель, однако наблюдалась тенденция его увеличения до 11,5% в варианте припосадочного внесения «Фаско-ягодное».

На содержание аскорбиновой кислоты в ягодах земляники садовой изучаемые варианты припосадочных удобрений в 2016 и 2018 годах существенного влияния не оказали (табл. 3).

Таблица 3. Действие припосадочного удобрения на содержание аскорбиновой кислоты в ягодах земляники садовой, мг/100 г
Table 3. The effect of pre-planting fertilizer on the content of ascorbic acid in strawberries, mg/100 g

Удобрения	2016 год	2017 год	2018 год
Азофоска (к)	12,8	56,5	14,9
Пермь-ягодное	13,6	69,6	14,3
Фаско-ягодное	12,0	74,8	15,5
НСР ₀₅	F _ф <F ₀₅	3,4	F _ф <F ₀₅

В 2017 году, при пониженной температуре воздуха и избыточном выпадении осадков, ягоды отличались повышенным содержанием аскорбиновой кислоты. Последствие припосадочных удобрений «Пермь-ягодное» и «Фаско-ягодное» проявилось в увеличении данного показателя на 13,0 и 18,3 мг/100 г соответственно при НСР₀₅ 3,4 мг/100 г. В 2016 и 2018 годах витамина С в плодах земляники садовой накапливалось лишь 12,0–15,5 мг/100 г.

Во все годы исследований содержание нитратов в ягодах земляники не превышало ПДК. В 2016 году в первый год плодоношения в плодах земляники садовой в среднем накапливалось нитратов 86,3 мг/кг (табл. 4). При внесении удобрений «Пермь-ягодное» и «Фаско-ягодное» относительно контроля (Азофоска) выявлено существенное снижение накопления нитратов в продукции земляники на 25,7 и 31,0 мг/кг при НСР₀₅ 8,1 мг/кг. В 2017 году их содержалось в среднем 17,6 мг/100 г. Во второй год плодоношения в плодах земляники садовой более чем в два раза меньше накапливалось нитратов, чем в третий год плодоношения и почти в пять раз, чем в первый год. В 2017 году существенно меньше нитратов содержалось в ягодах земляники садовой, удобренной «Фаско-ягодное». Снижение составило 9,4 мг/кг в сравнении с контролем. В 2018 году содержание нитратов в продукции по вариантам значимо не различалось и изменялось в пределах 54,2–57,7 мг/кг.

Таблица 4. Действие припосадочного удобрения на содержание нитратов в ягодах земляники садовой, мг/кг
Table 4. The effect of pre-planting fertilizer on the content of nitrates in strawberries, mg / kg

Удобрения	2016 год	2017 год	2018 год
Азофоска (к)	105,2	20,9	54,2
Пермь-ягодное	79,5	20,3	54,9
Фаско-ягодное	74,2	11,5	57,7
НСР ₀₅	8,1	6,5	$F_{\phi} < F_{05}$

Таблица 5. Действие припосадочного удобрения на содержание водорастворимых сахаров в ягодах земляники садовой, %
Table 5. The effect of the pre-planting fertilizer on the content of water-soluble sugars in strawberries, %

Удобрения	2016 год	2017 год	2018 год
Азофоска (к)	8,0	7,0	9,2
Пермь-ягодное	8,5	7,4	9,5
Фаско-ягодное	8,5	7,9	9,7
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

Таблица 6. Действие припосадочного удобрения на кислотность ягод земляники садовой, pH
Table 6. The effect of pre-planting fertilizer on the acidity of strawberries garden, pH

Удобрения	2016 год	2017 год	2018 год
Азофоска (к)	3,15	3,86	2,97
Пермь-ягодное	3,17	3,70	2,84
Фаско-ягодное	3,19	3,60	2,81
НСР ₀₅	0,01	0,02	0,04

Содержание водорастворимых сахаров в ягодах земляники в годы исследований варьировало от 7,0 до 9,7%, что соответствует характеристике сорта Даренка (табл. 5).

Существенных изменений по годам и изучаемым вариантам получено не было. Однако отмечалась тенденция снижения данного показателя в 2017 году, что, вероятно, связано с увеличением осадков в период сбора ягод.

В зависимости от метеорологических условий периода вегетации и припосадочного внесения удобрения кислотность мякоти ягод земляники садовой Даренка в наших исследованиях по годам колебалась от 2,81 до 3,86 (табл. 6).

Использование комплексных удобрений «Пермь-ягодное» и «Фаско-ягодное» по сравнению с контрольным вариантом привело в 2016 году к достоверному увеличению кислотности ягод на 0,02 и 0,04, соответственно, при НСР₀₅ 0,01.

В 2017 году по всем изучаемым вариантам отмечены наибольшие значения данного показателя, который изменялся от 3,60 до 3,86. Самая высокая кислотность мякоти ягод земляники садовой – 3,86, была в контрольном варианте с Азофоской. По удобрениям «Пермь-ягодное» и «Фаско-ягодное»

наблюдалось достоверное снижение кислотности мякоти ягод земляники на 0,16 и 0,10.

Самые низкие значения данного показателя по всем изучаемым вариантам выявлены на третий год исследований (2018 год). Достоверное снижение кислотности ягод земляники садовой на 0,13 и 0,16 при НСР₀₅ 0,04 выявлено по удобрениям «Пермь-ягодное» и «Фаско-ягодное».

Таким образом, проведенные исследования (2016-2018 годы) по изучению припосадочного внесения комплексных минеральных удобрений («Азофоска», «Пермь-ягодное» и «Фаско-ягодное») выявили положительное действие на урожайность ягод земляники садовой и улучшению их качества.

Выводы

В течение 3 лет изучения земляники садовой определены урожайность и качественные показатели плодов в зависимости от припосадочного внесения удобрений («Азофоска», «Пермь-ягодное» и «Фаско-ягодное»). Во все годы исследований и в среднем за 3 года достоверную прибавку урожайности обеспечило внесение удобрения «Фаско-ягодное». Максимальная урожайность была получена в первый год плодоношения земляники садовой. Установлено, что на биохимические показатели ягод в большей степени повлияли метеорологические условия вегетационного периода.

Об авторах:

Татьяна Евгеньевна Иванова – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры плодородия и овощеводства, ivanova.tan13@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3404-555X>
Елена Владимировна Лекомцева – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения, agroteam@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9468-851X>
Татьяна Николаевна Тутова – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры плодородия и овощеводства, toutova@udm.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5925-4334>
Елена Владимировна Соколова – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры плодородия и овощеводства, sokolovae@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0237-3041>
Любовь Александровна Несмелова – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры плодородия и овощеводства, lubownesmelova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5409-2180>

About the authors:

Tatyana E. Ivanova – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Fruit and Vegetable Growing, ivanova.tan13@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3404-555X>
Elena V. Lekomtseva – c Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Soil Science, agroteam@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9468-851X>
Tatyana N. Tutova – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Fruit and vegetable Growing, toutova@udm.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5925-4334>
Elena V. Sokolova – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Fruit and Vegetable Growing, sokolovae@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0237-3041>
Lyubov A. Nesmelova – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Fruit and Vegetable Growing, lubownesmelova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5409-2180>

• Литература

- Ежов Л.А. Творческий сад: Вопросы планировки, подбора культур, сортов, их размещения, технологии размещения и выращивания в условиях любительского сада. Пермь, 2003. 223 с.
- Караман И.П., Ткач В.В. Определение доз удобрений при возделывании земляники. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2009;22(2):401.
- Лекомцева Е.В., Иванова Т.Е., Зайцева Л.А. Применение подкормок на землянике садовой. Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции. Ижевск, 2017. С.43–46.
- Лекомцева Е.В., Иванова Т.Е., Иванов И.Л. Применение комплексных удобрений при выращивании земляники садовой. *Коняевские чтения: материалы VI Международной научно-практической конференции*. Екатеринбург, 2018. С.175–178.
- Мирошниченко Н.В., Комиссарова И.В. Эффективность применения удобрений на развитие и урожайность земляники садовой в условиях Курганской области. *Вестник Курганской ГСХА*. 2016;2(18):48–51.
- Мушинский А.А., Аминова Е.В., Авдеева З.А. и др. Оценка сортов земляники садовой по биохимическому составу и товарным качествам в условиях Оренбургского Приуралья. *Садоводство и виноградарство*. 2019;(6):26–34. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-6-26-34>
- Иванова Т.Е., Лекомцева Е.В., Соколова Е.В. и др. Сравнительная оценка комплексных удобрений при внесении под землянику садовую. *Аграрный вестник Урала*. 2021;3(206):19–28.
- Помятнев Л.В., Коновалов С.Н., Келина А.В. Урожайность земляники садовой и содержание основных макроэлементов в почве насаждений при разных способах удобрения с капельным поливом. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2020;(6):165–171. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2020-62-165-171>
- Причко Т.Г., Германова М.Г., Хилько Л.А. Некорневые подкормки, повышающие урожайность и качество ягод земляники (*Fragaria ananassa*) при погодных стрессах. *Сельскохозяйственная биология*. 2014;(5):120–126. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2014.5.120rus>
- Сунцова О.В., Соколова Е.В., Семакина О.П. Сортоизучение земляники садовой. Высшему агрономическому образованию в Удмуртской Республике – 55 лет: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию агрономического факультета. Ижевск, 2009. С.152.
- Тутова Т.Н. Влияние биологически активных веществ на листовые показатели рассады земляники ремонтантной. *Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Международной научно-практической конференции*. Ижевск, 2019. С.91–94.
- Хилько Л.А., Причко Т.Г. Эффективность применения минеральных удобрений при возделывании земляники. *Высокопоточные технологии производства, хранения и переработки плодов и ягод: материалы Международной научно-практической конференции*. Краснодар. СКЗНИИСиВ, 2010. С.233–236.
- Hata F.T., Ventura M.U., Souza de J., Sayuri M. Plant Acceptance for Oviposition of Tetranychus urticae on Strawberry Leaves Is Influenced by Aromatic Plants in Laboratory and Greenhouse Intercropping Experiments. *Agronomy*. 2020;(47):513–521. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020193>
- Hoehne L., Altmayer T., Martini M. C. Effect of humus and soil substrates on production parameters and quality of organic strawberries. *Horticultura Brasileira*. 2020;(38):101–106. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620200116>
- Petkova Z., Nedyalkova K. Multiannual growing of remontant strawberries (opportunities for biological production). *Bulgarian journal of agricultural science*. 2020;26(3):513–519.
- Ежов Л.А., Концевой М.Г. Все о ягодах. Новая энциклопедия дачника. М.: «РИПОЛ КЛАССИК», 2000. 448 с.
- Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 240 с.
- Моисейченко В.Ф., Заверюха А.Х., Трифонова М.Ф. Основы научных исследований в плодородии, овощеводстве и виноградарстве. Москва: Колос, 1994. 382 с.
- Комплексные удобрения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://udobreniya.info/promyshlennye>. Дата обращения 24.07.2020 г.
- ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. Введен 1990-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 11 с.
- ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги. Введен 1991-07-01. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2003. 10 с.
- ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. Введен 1995-12-10. Москва: ИПК Издательство стандартов, 1996. 10 с.
- ГОСТ 29270-95 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов. Введен 1995-12-10. Москва: ИПК Издательство стандартов, 1996. 10 с.
- ГОСТ ISO 750-213. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. Введен 2015-01-01. Переиздан 12-2019. Москва: Стандартинформ, 2019. 6 с.

• References

- Ezhov L.A. Creative garden: Issues of planning, selection of crops, varieties, their distribution, technology of placement and cultivation in the conditions of an amateur garden, Perm, 2003. 223 p. (In Russ.)
- Karaman I.P., Tkach V.V. Determination of fertilizers doses for the strawberry culture. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2009;22(2):401. (In Russ.)
- Lekomtseva E.V., Ivanova T.E., Zaitseva L.A. Application of top dressing on strawberry garden. Scientifically grounded technologies for the intensification of agricultural production: materials of the International scientific and practical conference. Izhevsk, 2017. Pp. 43–46. (In Russ.)
- Lekomtseva E.V., Ivanova T.E., Ivanov I.L. The use of complex fertilizers in the cultivation of strawberry garden. *Konyaev readings: materials of the VI International Scientific and practical Conference*. Ekaterinburg, 2018. Pp. 175–178. (In Russ.)
- Miroshnichenko N.V., Komissarova I.V. The effectiveness of fertilizer application on the development and yield of garden strawberries in the conditions of the Kurgan region. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2016;2(18):48–51. (In Russ.)
- Mushinsky A.A., Aminova E.V., Avdeeva Z.A., Tumaeva T.A., Borisova A.A., Motyleva S.M. Evaluation of strawberry varieties by biochemical composition and commercial qualities under the conditions of Orenburg Urals. *Horticulture and viticulture*. 2019;(6):26–34. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-6-26-34>
- Ivanova T.E., Lekomtseva E.V., Sokolova E.V. Comparative evaluation of complex fertilizers when applied under strawberries. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021;3(206):19–28. (In Russ.)
- Pomyakshcheva L.V., Kononov S.N., Kelina A.V. The strawberry yield and the contents of the main macronutrients in the soil of plantations with different fertilizer and drip irrigation. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2020;(62):165–171. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2020-62-165-171>
- Prichko T.G., Germanova M.G., Khilk L.A. Foliar feeding to increase yield value and quality in strawberry (*Fragaria ananassa*) under meteorological stresses. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2014;(5):120–126. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2014.5.120rus>
- Suntsova O.V., Sokolova E.V., Semakina O.P. Variety study of garden strawberries. *Higher agronomic education in the Udmurt Republic-55 years: materials of the All-Russian Scientific and Practical conference dedicated to the 55th anniversary of the Faculty of Agronomy*. Izhevsk, 2009. P.152. (In Russ.)
- Tutova T.N. Influence of biologically active substances on leaf indicators of strawberry seedlings remontantnaya. *Agrarian science-agricultural production: materials of the International scientific and practical conference*. Izhevsk, 2019. Pp. 91–94. (In Russ.)
- Khilko L.A., Prichko T.G. Efficiency of mineral fertilizers application in strawberry cultivation. *High-precision technologies of production, storage and processing of fruits and berries: materials of the International scientific and practical Conference*. Krasnodar. 2010. Pp. 233–236. (In Russ.)
- Hata F.T., Ventura M.U., Souza de J., Sayuri M. Plant Acceptance for Oviposition of Tetranychus urticae on Strawberry Leaves Is Influenced by Aromatic Plants in Laboratory and Greenhouse Intercropping Experiments. *Agronomy*. 2020;(47):513–521. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020193>
- Hoehne L., Altmayer T., Martini M. C. Effect of humus and soil substrates on production parameters and quality of organic strawberries. *Horticultura Brasileira*. 2020;(38):101–106. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620200116>
- Petkova Z., Nedyalkova K. Multiannual growing of remontant strawberries (opportunities for biological production). *Bulgarian journal of agricultural science*. 2020;26(3):513–519.
- Ezhov L.A., Kontsevoy M.G. All about berries. New Encyclopedia of the summer resident, Moscow: "RIPOLL CLASSIC", 2000. 448 p. (In Russ.)
- Methodological guidelines for conducting comprehensive monitoring of soil fertility of agricultural land. Moscow: FGNU "Rosinformagrotech", 2003. 240 p. (In Russ.)
- Moiseichenko V.F., Zaveryukha A.Kh., Trifonova M. . Fundamentals of scientific research in fruit growing, vegetable growing and viticulture. Moscow: Kolos, 1994. 382 p. (In Russ.)
- Complex fertilizers [e-resource]. URL: <http://udobreniya.info/promyshlennye>. 24.07.2020 Date of treatment (In Russ.)
- GOST 24556-89 Products of fruit and vegetable processing. Methods for determining vitamin C. introduced 1990-01-01. M: IPK Publishing House of Standards, 2003. 11 p. (In Russ.)
- GOST 28561-90. Fruit and vegetable processing products. Methods for determining dry matter or moisture. Entered 1991-07-01. Moscow: IPK Publishing House of Standards, 2003. 10 p. (In Russ.)
- GOST 8756.13-87 Products of fruit and vegetable processing. Methods for determining sugars. Introduced 1995-12-10. Moscow: IPK Publishing House of Standards, 1996. 10 p. (In Russ.)
- GOST 29270-95 Fruit and vegetable processing products. Methods for determining nitrates. Introduced 1995-12-10. Moscow: IPK Publishing House of Standards, 1996. 10 p. (In Russ.)
- GOST ISO 750-213. Fruit and vegetable processing products. Methods for determining titratable acidity. Entered 2015-01-01. Reissued 12-2019. Moscow: Standartinform, 2019. 6 p. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-100-104>

УДК 635.22:(581.1.043+581.19)

Е. Н. Карасева

Государственное научное учреждение
«Институт экспериментальной ботаники
имени В.Ф. Купревича Национальной
академии наук Беларуси»
220072, г. Минск, Республика Беларусь, ул.
Академическая, 27

Конфликт интересов: Автор заявляет
об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Карасева Е.Н. Физиолого-
биохимическая оценка клубней *Dioscorea*
alata L., выращенных на модифицированном
ионообменном субстрате. *Овощи России*.
2021;(3):100-104.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-100-104>

Поступила в редакцию: 06.05.2021

Принята к печати: 18.05.2021

Опубликована: 25.06.2021

Alena N. Karasiova

The State Scientific Institution «V.F. Kuprevich
institute of experimental botany of the National
academy of sciences of Belarus»
st. Akademicheskaya, 27, Minsk, 220072,
Republic of Belarus

Conflict of interest. The author declare
no conflict of interest.

For citations: Karasiova A.N. Physiological and
biochemical evaluation of *Dioscorea alata* L.
tubers cultivated on a modified ion-exchange sub-
strate. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):100-
104. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-100-104>

Received: 06.05.2021

Accepted for publication: 18.05.2021

Accepted: 25.06.2021

Физиолого- биохимическая оценка клубней *Dioscorea alata* L., выращенных на модифицированном ионообменном субстрате



Резюме

Актуальность. В настоящее время значительно вырос интерес к лекарственным растениям и препаратам из натурального растительного сырья. Это связано с тем, что биологически активные вещества растений легче включаются в процессы жизнедеятельности и не вызывают побочных эффектов у человека. Они могут быть продуктами первичного (витамины, жиры, углеводы, белки) и вторичного биосинтеза (алкалоиды, гликозиды, дубильные вещества). В растениях всегда содержится комплекс биологически активных веществ, но терапевтическим и профилактическим действием обладает одно или несколько. Их относят к действующим веществам и используют при производстве лекарственных препаратов. Одними из перспективных лекарственных растений являются виды из рода *Dioscorea*, например, *Dioscorea alata* L., содержащая комплекс биологически активных веществ. Цель работы – изучение влияния влажности и уровня минерального питания корнеобитаемой среды на накопление биологически активных соединений в клубнях растения диоскореи крылатой, адаптированной к условиям *in vivo* на ионообменном субстрате различного химического состава и агрофизических свойств.

Результаты. Показано, что в ионообменном субстрате, модифицированном 1 г/л крупной фракции гидрогеля, растения *Dioscorea alata* L. способны накапливать наибольшее количество крахмала, сухого вещества, аскорбиновой кислоты и флавоноидов. Полученные данные могут быть использованы в практических целях.

Ключевые слова: биологически активные вещества, гидрогель, ионообменный субстрат, стрессоустойчивость, *Dioscorea alata* L.

Physiological and biochemical evaluation of *Dioscorea alata* L. tubers cultivated on a modified ion-exchange substrate

Abstract

Relevance. Currently, there is an increased interest in medicinal plants and preparations from natural herbal raw materials. This is due to the fact that biologically active substances of plants are more easily included in vital processes and do not cause side effects in humans. They can be products of primary (vitamins, fats, carbohydrates, proteins) and secondary biosynthesis (alkaloids, glycosides, tannins). Plants always contain a complex of biologically active substances, but one or several have a therapeutic and prophylactic effect. They are classified as active ingredients and are used in the production of medicines. Some of the promising medicinal plants are species from the genus *Dioscorea*, for example, *Dioscorea alata* L., containing a complex of biologically active substances. The aim of this work is to study the effect of humidity and the level of mineral nutrition in the root environment on the accumulation of biologically active compounds in the tubers of the dioscorea winged plant, adapted to *in vivo* conditions on an ion-exchange substrate of various chemical composition and agrophysical properties.

Results. It has been shown that *Dioscorea alata* L. plants are able to accumulate the greatest amount of starch, dry matter, ascorbic acid, and flavonoids in an ion-exchange substrate modified with 1 g/l of the coarse hydrogel fraction. The data obtained can be used for practical purposes.

Keywords: biologically active substances, hydrogel, ion exchange substrate, stress, *Dioscorea alata* L.

Введение

Несмотря на большое количество синтетических лекарственных препаратов, используемых в современной медицине, интерес к лекарственным средствам народной медицины не исчез, а наоборот, в настоящее время возрождается, что в некоторой степени объясняется ростом аллергических реакций на прием синтетических препаратов, и часто неполной их метаболизацией. Известно, что применение средств растительного происхождения, прежде всего, объясняется их высокой биологической активностью. Химический состав растений стали изучать в конце 17-го века, а в конце 19-го века были выделены в чистом виде алкалоиды, гликозиды, дубильные вещества, сапонины, флавоноиды, различные органические кислоты, витамины, жирные и эфирные масла, микроэлементы и другие. К наиболее важным биологически активным веществам растений относятся: флавоноиды, смолы, витамины, сапонины, алкалоиды, гликозиды, горькие вещества, пигменты и др. [1].

Биологически активные вещества (БАВ) – это органические природные, а также искусственно созданные соединения, которые оказывают разной степени специфическое воздействие на процессы в организме как человека и животных, так и растений. Растения содержат комплексы биологически активных веществ (их называют действующими веществами и используют при производстве лекарственных препаратов [2,3]), однако не все из них обладают терапевтическим и профилактическим действием.

Согласно литературным данным, в составе клубней интродукта из тропической зоны *Dioscorea alata* L. содержатся витамины, углеводы, белки, алкалоиды, гликозиды [4].

В связи с этим целью работы являлось изучение влияния влажности и уровня минерального питания корнеобитаемой среды на накопление биологически активных соединений в клубнях растения диоскореи, адаптированной к условиям *in vivo* на ионообменном субстрате различного химического состава и агрофизических свойств.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования служили растения диоскореи крылатой (*Dioscorea alata* L.), что было обусловлено их ценными хозяйственными, фармакологическими свойствами и декоративным экзотическим внешним видом.

Dioscorea alata L. – многолетняя травянистая лиана (см. рис. 1) имеющая крупные клубни, богатые биологически активными веществами и лекарственными субстанциями. Диоскорея крылатая культивируется в Юго-Восточной Азии. Стебли четырехугольные, с 4 продольно крылатыми, волнистыми зелеными или красноватыми выростами; зрелые стебли (у основания) цилиндрические и колючие. Листья, как правило, супротивные, иногда чередуются на быстрорастущих ветвях, кожистые, широкояйцевидные. Соцветия пазушные, цветки однополые. Благодаря фиолетовой окраске листьев может быть ценным естественным источником пищевого красителя [2].



Рис. 1. Внешний вид *Dioscorea alata* L. В опытах
Fig. 1. Appearance of *Dioscorea alata* L.

Черенки *Dioscorea alata* L. укореняли на биотехнических комплексах, установленных в закрытом помещении с искусственным освещением, на которых размещали пластиковые контейнеры размером 20x20 см² с вариантами модифицированного субстрата. Густота посадки черенков – по 5 шт. в контейнер. В качестве источника света использовали натриевые лампы ДНАТ-400, температуру поддерживали на уровне 20±2°C [5].

Модификацию субстрата осуществляли путем внесения определенных концентраций различных гидрогелей марки ECOFLOC A-07 (КНР) в следующих вариантах: гидрогель без удобрений крупной (к/ф) и мелкой фракций (м/ф), гидрогель с бентонитом, гидрогель с гуматом, гидрогель К+ (вариант представляет собой полиакриламид на основе калия). Гель в набухшем состоянии в концентрациях 1,0 и 0,5 г/л вносили в субстрат с товарным знаком ТРИОНА® [6, 7]. Содержание сухого вещества в сыром растительном материале определяли методом сухого остатка [8].

Количество аскорбиновой кислоты оценивали спектрофотометрически по реакции с 2,6-дихлорфенолином дифенолом [9].

Для количественного определения суммы флавоноидов использовали метод, основанный на реакции комплексообразования с алюминия хлоридом в среде с 95 %-ным этиловым спиртом. Сумму флавоноидов рассчитывали по удельному показателю поглощения гипероксида (Государственный стандартный образец (ГСО) ВФС 42-1088-81) [10].

Анализ полученных результатов проводили в 3–5-кратной биологической и в 3-х аналитических повторностях. Для статистической обработки экспериментальных данных использовали прикладные пакеты программ STATISTICA 6.0 и статистические методы, применяемые для биологических исследований [11].

Результаты исследований и их обсуждение

Клубни получены в результате проведения полной вегетации растений диоскореи крылатой от укоренения черенков в условиях *in vivo*.

Период вегетации *Dioscorea alata* L. продолжается от 5–6 месяцев до 10–12 месяцев. В ходе исследований установлено, что период формирования клубней у *Dioscorea alata* L. в наших опытах составил 11 месяцев. Исходя из полученных данных наибольшая масса клуб-

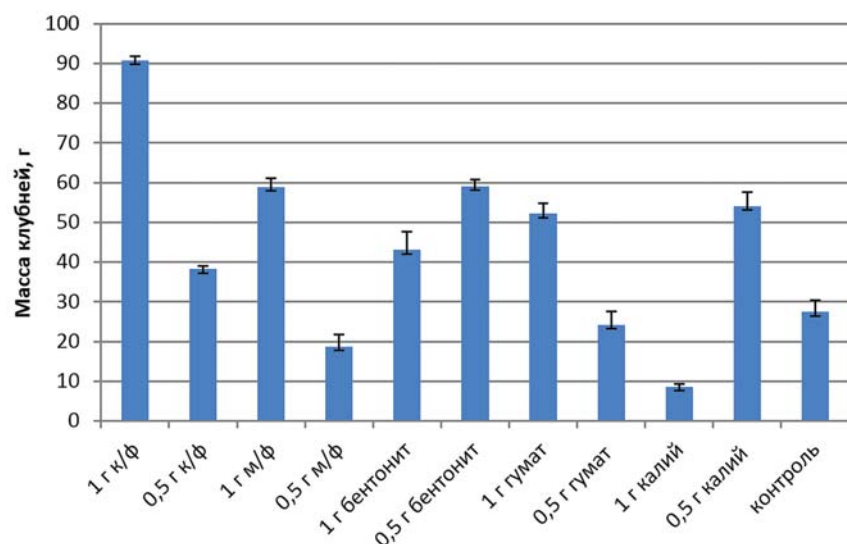


Рис. 2. Масса клубней *Dioscorea alata* L.
Fig. 2. Mass of tubers *Dioscorea alata* L.

ней сформировалась в вариантах с гидрогелем к/ф, м/ф, бентонитом и гуматом в концентрации 1 г/л (в 3; 2; 1,5; 2 раза превышала значения того же показателя в контроле соответственно) и с гидрогелем к/ф, бентонитом и К⁺ в концентрации 0,5 г/л (в 1,4; 2; 2 раза выше контроля соответственно) (см. рис. 2, табл. 1).

Наименьшая масса клубней наблюдалась в варианте с добавлением 1 г К⁺. В остальных вариантах масса клубней несущественно превышала уровень контроля (рис. 2, табл. 1). Количественные характеристики полученных клубней представлены в табл. 1.

Таблица 1. Масса и количество клубней *Dioscorea alata* L. полученных на модифицированном ионообменном субстрате
Table 1. Mass and number of *Dioscorea alata* L. tubers obtained on a modified ion-exchange substrate

Варианты опыта	Масса клубней, г	Кол-во клубней, шт
1 г к/ф	90,73±1,07	3,50±0,92
0,5 г к/ф	38,20±0,88	4,75±0,79
1 г м/ф	58,85±2,17	5,50±0,92
0,5 г м/ф	18,73±2,97	2,25±0,79
1 г бентонит	43,00±4,71	3,75±0,79
0,5 г бентонит	59,07±1,67	5,50±0,92
1 г гумат	52,16±2,68	2,75±0,79
0,5 г гумат	24,23±3,37	2,75±0,79
1 г калий	8,62±0,69	1,50±0,92
0,5 г калий	54,04±3,62	3,25±0,79
Контроль	27,46±2,96	1,50±0,92

Примечание: $P = 0,05$

Наибольшее количество клубней *Dioscorea alata* L. сформировалось в вариантах с 0,5 г к/ф, бентонита 1 г м/ф, в варианте с 1 г К⁺ в количестве клубней было на уровне контроля. В остальных вариантах количество клубней несущественно превышало уровень контроля.

Важной физиологической характеристикой зрелости клубней являлся показатель абсолютно сухой массы клубней и содержание крахмала как конечного запасующего продукта углеводного метаболизма (табл. 2).

Исходя из полученных данных, наибольшее содержание крахмала в клубнях *Dioscorea alata* L. накапливалось при добавлении 1 г к/ф (в 1,5 раза выше конт-

Таблица 2. Содержание крахмала в клубнях *Dioscorea alata* L.
Table 2. Starch content in *Dioscorea alata* L. tubers

Вариант опыта	Абсолютно сухая масса, %	Содержание крахмала, %
1 г к/ф	27,03 ± 0,11	21,28 ± 0,11
0,5 г к/ф	21,01 ± 0,97	15,26 ± 0,97
1 г м/ф	16,03 ± 0,43	10,28 ± 0,43
0,5 г м/ф	19,06 ± 0,52	13,31 ± 0,52
1 г бентонита	21,90 ± 0,68	16,45 ± 0,97
0,5 г бентонита	19,55 ± 0,23	13,80 ± 0,23
1 г гумата	22,17 ± 0,42	16,42 ± 0,42
0,5 г гумата	22,28 ± 0,46	16,52 ± 0,46
1 г калия	16,03 ± 0,63	10,48 ± 0,45
0,5 г калия	18,56 ± 0,08	12,81 ± 0,08
Контроль	20,30 ± 0,58	14,55 ± 0,56

Примечание: $P = 0,05$

роля), а наименьшее – в вариантах с добавлением 1 г/л гидрогелей м/ф и К⁺. Учитывая, что в варианте с добавлением 0,5 г/л гидрогеля К⁺ происходит увеличение как сухого вещества, так и содержания крахмала, можно заключить, что клубнеобразование у растений диоскореи лимитировано избытком ионов калия. Избыток ионов наблюдался при внесении в оптимизированный по минеральному составу ионообменный субстрат Триона 1 г/л гидрогеля с К⁺, представляющего собой полиакриламид на основе калия. Известно, что для растений картофеля, содержание К⁺ в корнеобитаемой среде сильно влияет на урожай клубней этой культуры [12]. В остальных вариантах процент содержания крахмала незначительно превышал контрольные значения.

Лиана *Dioscorea alata* L. относится к лекарственным растениям, применяется при лечении многих заболеваний. Наиболее эффективно на организм человека воздействуют препараты из клубней растения, содержа-

щие комплекс антиоксидантов – витаминов и флавоноидов, а также аналоги стероидных гормонов – сапонины [13].

Нами проведены исследования по определению суммарного содержания флавоноидов у вида *Dioscorea alata* L.

Известно, что биологическое действие флавоноидов разнообразно: они участвуют в регуляции окислительно-восстановительных процессов, стабилизации клеточных мембран, модуляции активности ферментов и рецепторов [14,15].

На сегодня определен спектр действия этих соединений в организме человека: капилляроукрепляющее, спазмолитическое, антистрессовое, противовоспалительное, антигрибковое, антибактериальное, противовирусное, противоязвенное, антитоксическое, антиаллергическое, антиатеросклеротическое [1]. Свойства флавоноидов обуславливают широкие возможности их использования в качестве лекарственных средств, не оказывающих, в отличие от синтетических аналогов, серьезных побочных эффектов.

Согласно полученным данным (рис. 3), общее содержание флавоноидов во всех вариантах значительно превышало аналогичный показатель в контроле (в 1,6–3,9 раза). При этом наибольшее содержание флавоноидов наблюдалось у растений, выросших на субстрате, модифицированном по влажности 1 г/л м/ф, 1 г/л бентонита и 0,5 г/л к/ф.

Следует отметить, что значительное увеличение суммарного содержания флавоноидов в клубнях *Dioscorea alata* L. наблюдается при модификации композиционного состава ионообменного субстрата ТРИОНА® путем добавления гидрогелей определенных концентраций.

Значимым соединением в антиоксидантной защите растений является аскорбиновая кислота – мощный антиоксидант, фактор защиты организма от последствий стресса. Значительное ее количество содержится в продуктах растительного происхождения. Клубни и корневища *Dioscorea alata* L. также богаты витамином С [3]. Накопление аскорбиновой кислоты в растениях зависит от температуры, освещенности, влажности и уровня минерального питания. Обеспеченность растений водой – не менее важный фактор, влияющий на синтез витаминов. В условиях водного стресса, а также с повышением дозы удобрений новообразование веществ в растениях замедляется, что приводит к снижению содержания аскорбиновой кислоты.

В связи с этим нами проведены исследования по определению содержания аскорбиновой кислоты в клубнях *Dioscorea alata* L. Наибольшее количество витамина С отмечено в клубнях, полученных на субстрате, модифицированном с 1 г/л к/ф, 1 г/л бентонита и 0,5

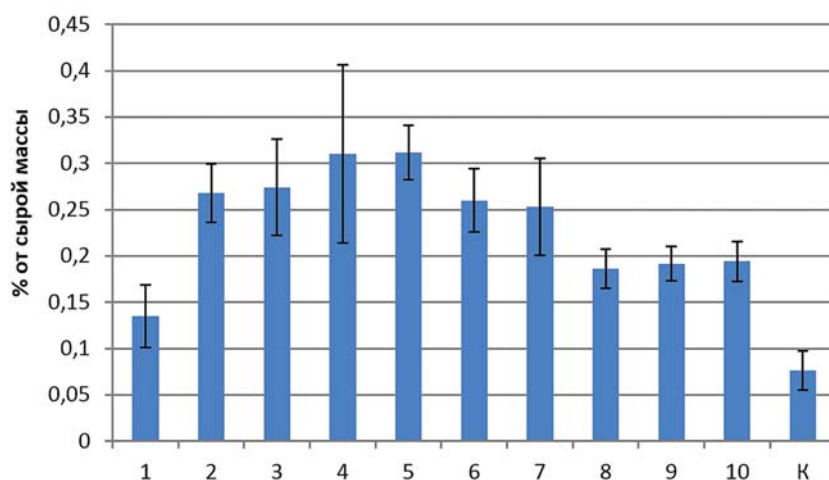


Рис. 3. Суммарное содержание флавоноидов в клубнях *Dioscorea alata* L.: 1 – 1 г/л гидрогеля крупной фракции; 2 – 0,5 г/л гидрогеля крупной фракции; 3 – 1 г/л гидрогеля мелкой фракции; 4 – 0,5 г/л гидрогеля мелкой фракции; 5 – 1 г/л гидрогеля с бентонитом; 6 – 0,5 г/л гидрогеля с бентонитом; 7 – 1 г/л гидрогеля К⁺; 8 – 0,5 г/л гидрогеля К⁺; 9 – 1 г/л гидрогеля с гуматом; 10 – 0,5 г/л гидрогеля с гуматом; К – контроль

Fig. 3. Total flavonoids content of tubers of *Dioscorea alata* L.: 1 – 1 g/l of coarse hydrogel; 2 – 0,5 g/l of coarse hydrogel; 3 – 1 g/l of fine fraction hydrogel; 4 – 0,5 g/l of fine fraction hydrogel; 5 – 1 g/l hydrogel with bentonite; 6 – 0,5 g/l of hydrogel with bentonite; 7 – 1 g/l of the hydrogel K⁺; 8 – 0,5 g/l of hydrogel K⁺; 9 – 1 g/l hydrogel with a humate; 10 – 0,5 g/l hydrogel with a humate; K – control

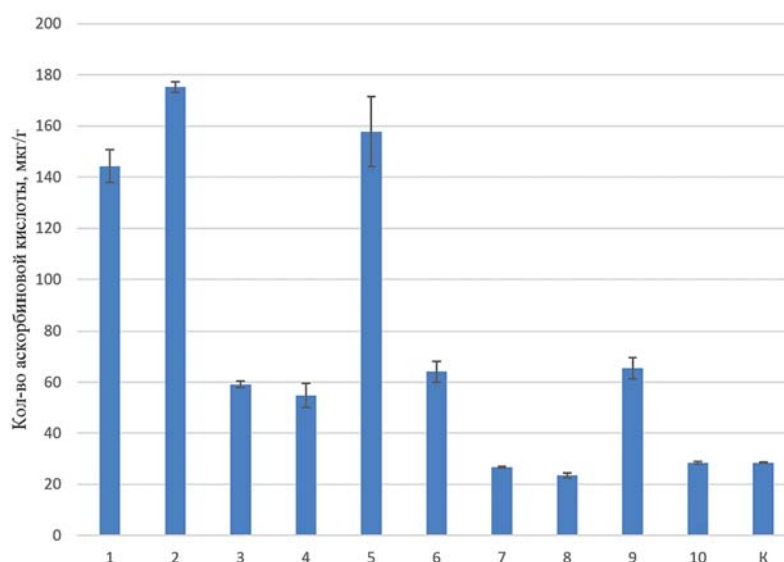


Рис. 4. Содержание аскорбиновой кислоты в клубнях *Dioscorea alata* L.: 1 – 1 г/л гидрогеля крупной фракции; 2 – 0,5 г/л гидрогеля крупной фракции; 3 – 1 г/л гидрогеля мелкой фракции; 4 – 0,5 г/л гидрогеля мелкой фракции; 5 – 1 г/л гидрогеля с бентонитом; 6 – 0,5 г/л гидрогеля с бентонитом; 7 – 1 г/л гидрогеля К⁺; 8 – 0,5 г/л гидрогеля К⁺; 9 – 1 г/л гидрогеля с гуматом; 10 – 0,5 г/л гидрогеля с гуматом; К – контроль

Fig. 4. Ascorbic acid content of tubers of *Dioscorea alata* L.: 1 – 1 g/l of coarse hydrogel; 2 – 0,5 g/l of coarse hydrogel; 3 – 1 g/l of fine fraction hydrogel; 4 – 0,5 g/l of fine fraction hydrogel; 5 – 1 g/l hydrogel with bentonite; 6 – 0,5 g/l of hydrogel with bentonite; 7 – 1 g/l of the hydrogel K⁺; 8 – 0,5 g/l of hydrogel K⁺; 9 – 1 g/l hydrogel with a humate; 10 – 0,5 g/l hydrogel with a humate; K – control

г/л к/ф (в 5 раз выше контроля), а наименьшее – в вариантах с использованием гидрогеля К⁺ (рис. 4).

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что наибольшее количество биологически активных веществ накапливается в условиях выращивания растений *Dioscorea alata* L. на субстрате, модифицированном путем добавления гидрогеля в концентрации 1 г/л к/ф и бентонита, а также 0,5 г/л к/ф, что наиболее стабилизирует ионообменный субстрат по влажности.

Выводы

Полученные результаты по содержанию продуктов первичного биосинтеза – аскорбиновой кислоты и продуктов вторичного синтеза – флавоноидов в клубнях диоскореи свидетельствуют о том, что их концентрация зависит от влажности субстрата.

По нашим данным, в вариантах с 1 г/л м/ф, 1 г/л бентонита и 0,5 г/л к/ф содержание аскорбиновой кислоты превышало контрольные значения в 7–8 раз.

Содержание флавоноидов во всех вариантах также значительно превышало аналогичный показатель в

контроле (в 1,6–3,9 раза). При этом наибольшее количество флавоноидов наблюдали в вариантах с гидрогелями 1 г/л м/ф, 1 г/л бентонита, 1 г/л К+, 0,5 г/л к/ф и 0,5 г/л м/ф.

Таким образом, диоскорея крылатая содержит наибольшее количество крахмала, сухого вещества, аскорбиновой кислоты и флавоноидов при выращивании на модифицированном ионообменном субстрате (1 г/л к/ф). Полученные результаты могут быть использованы в разработке технологии выращивания диоскореи крылатой в закрытом грунте.

Об авторе:

Елена Николаевна Карасёва – научный сотрудник Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, ledymc_net@mai.ru

About the author:

Alena N. Karasiova – Researcher of V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus, ledymc_net@mai.ru

• Литература

1. Altemimi A.W., Watson D.G., Kinsel M., Lightfoot D.A. Simultaneous extraction, optimization, and analysis of flavonoids and polyphenols from peach and pumpkin extracts using a tlc-densitometric method. *Chem. Cent. J.* 2015;(9):1–15. doi: 10.1186/s13065-015-0113-4.
2. Bouman, F. Seed structure and systematics in Dioscoreales. Monocotyledons: systematics and evolution : papers presented at the Intern. symp., The Roy. Bot. Gardens, Kew, 18–23 July 1993 : in 2 vol. Ed.: P. J. Rudall [et al.]. Richmond, 1995;(1):139–156.
3. Куркин, В.А. Фармакогнозия : учебник. Самара; Офорт : Самар. гос. мед. ун-т, 2004. 1179 с.
4. Сорокина, А.А., Бу Вэй Изучение состава биологически активных веществ диоскореи супротивной. Состояние и перспективы оптимизации и эффективности в фармакогнозии, технологии, клинике: сб. материалов науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 30-летию каф. фармакогнозии и фармацевт. технологии Яросл. гос. мед. акад. Яросл. гос. мед. акад.; [принимали участие М.Е. Жаворонкова, Я.А. Мальцева, С. К. Забелина]. Ярославль, 2014. С.61–63.
5. Спектральные характеристики источника света и особенности роста растений в условиях искусственного освещения. *Физиол. раст.* 1990;37(2):30–35.
6. Янчевская, Т.Г., Бобров В.А. Оптимизация содержания катионов и анионов в среде корнеобитания для максимального коэффициента размножения картофеля *in vivo*. *Ботаника: исследования*. 2008;(35):495–506.
7. Янчевская, Т.Г., Бахнова К.В., Ольшаникова А.Л. Ионообменные питательные субстраты – их уникальные свойства и области применения. *Ботаника: исследования*. Минск: Право и экономика. 2005;(33):361–366.
8. Гавриленко, В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. М. : Высш. шк., 1975. 392 с.
9. Чупахина, Г.Н. Колориметрическое определение аскорбиновой кислоты. Специальный практикум по биохимии и физиологии растений: учеб. пособие. Калининград, 1981. С.14–16.
10. Точкова, Т.В., Бубенчикова В.Н. Спектрофотометрический метод количественного определения суммы флавоноидов в цветках липы. *Науч. тр. ВНИИ фармауки*. 1991;(29):173–177.
11. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика. Изд. 3-е, испр. Минск: Выш. шк., 1973. 318 с.
12. Янчевская, Т.Г. *Оптимизация минерального питания растений*. Минск: Беларус. навука, 2014. 456 с.
13. Bousalem M., Dallot S. First report and molecular characterization of yam mild mosaic virus in *Dioscorea alata* on the island of Martinique. *Plant Disease*. 2000;84(2):200.
14. Anokwuru C.P., Anyasor G.N., Ajibaye O., Fakoya O., Okebugwu P. Effect of extraction solvents on phenolic, flavonoid and antioxidant activities of three nigerian medicinal plants. *Nat. Sci.* 2011;(9):53–61.
15. Сорокина, А.А., Бу Вэй Изучение фенольных соединений двух видов диоскореи. Человек и лекарство: сб. материалов XIX Междунар. конгр., Москва, 7–11 апреля 2014 г. М., 2014. С.323.

• References

1. Altemimi A.W., Watson D.G., Kinsel M., Lightfoot D.A. Simultaneous extraction, optimization, and analysis of flavonoids and polyphenols from peach and pumpkin extracts using a tlc-densitometric method. *Chem. Cent. J.* 2015;(9):1–15. doi: 10.1186/s13065-015-0113-4.
2. Bouman, F. Seed structure and systematics in Dioscoreales. Monocotyledons: systematics and evolution : papers presented at the Intern. symp., The Roy. Bot. Gardens, Kew, 18–23 July 1993 : in 2 vol. Ed.: P. J. Rudall [et al.]. Richmond, 1995;(1):139–156.
3. Kurkin V.A. *Pharmacognosy : a textbook*. Samara: Ofort : Samar. state med. Univ, 2004. 1179 p. (in Russian).
4. Sorokin A.A., Bu Wei. *Study of the composition of biologically active substances of Dioscorea opposita*. Yaroslavl, 2014, pp. 61–63. (in Russian).
5. Protasov N.I. The spectral characteristics of the light source and the growth characteristics of plants under artificial lighting. *Fiziologiya rastenii* [Plant physiology]. 1990;37(2):30–35. (in Russian).
6. Yanchevskaya T.G., Bobrov V.A. Optimizing the content of cations and anions in the environment corneometry for maximum multiplication factor of potato *in vivo*. *Botanika: issledovaniya* [Botany: research]. 2008;(35):495–506. (in Russian).
7. Yanchevskaya T.G., Olshankova A.L., Baxnova K.V. Ion exchange nutrient substrates – their unique properties and applications. *Botanika: issledovaniya* [Botany: research], Minsk, Pravo i ekonomika. 2005;(33):361–366. (in Russian).
8. Gavrilenko V.F., Ladygina M.E., Khandobin L.M. Large workshop on plant physiology. Photosynthesis. Respiration : proc. manual; ed. by B. A. Rubin. Moscow: High school, 1975. 392 p. (in Russian).
9. Chupakhina G.N. Colorimetric determination of ascorbic acid. Special workshop on the biochemistry and physiology of plants : proc. manual. Kaliningrad, 1981, pp. 14–16. (in Russian).
10. Tochko T.V., Bubenchikova V.N. Spectrophotometric method for the quantitative determination of the amount of flavonoids in the flowers of the Linden. *Nauchnye trudy VNI farmnauki* [Proceedings of the Institute of farmhouse]. 1991;(29):173–177. (in Russian).
11. Rokický P.F. Biological statistics : proc. manual. 3rd ed., rev., Minsk, High school, 1973. 318 p. (in Russian).
12. Yanchevskaya T.G. *Optimization of mineral nutrition of plants*. Minsk, Belarus. navuka, 2014. 456 p. (in Russian).
13. Bousalem M., Dallot S. First report and molecular characterization of yam mild mosaic virus in *Dioscorea alata* on the island of Martinique. *Plant Disease*. 2000;84(2):200.
14. Anokwuru C.P., Anyasor G.N., Ajibaye O., Fakoya O., Okebugwu P. Effect of extraction solvents on phenolic, flavonoid and antioxidant activities of three nigerian medicinal plants. *Nat. Sci.* 2011;(9):53–61.
15. Sorokin A.A., Bu Wei. Study of phenolic compounds in two types of Yam. *Sbornik materialov XIX Mezhdunarodnogo kongressa "Chelovek i lekarstvo* [Man and medicine: proceedings of XIX Intern. Congress]. Moscow, 2014, p. 323. (in Russian).

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-105-109>
УДК 632.4:635.262

М.А. Филюшин¹,
О.А. Данилова¹, Т.М. Середин²

¹Федеральный исследовательский центр
«Фундаментальные основы биотехнологии»
Российской академии наук
119071 Москва, Ленинский пр., д. 33, стр. 2

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

Благодарности: Работа выполнена при
финансовой поддержке гранта Российского
фонда фундаментальных исследований (№
20-316-70009) и, частично, Министерства
науки и высшего образования РФ.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об
отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: молекулярно-генетическая
идентификация патогенов, написание статьи –
Филюшин М.А., растительный материал –
Середин Т.М., морфология грибных изолятов –
Данилова О.А.

Для цитирования: Филюшин М.А., Данилова
О.А., Середин Т.М. Идентификация патоген-
ных грибов в луковицах чеснока при хранении
и в корневой сфере в период роста растений.
Овощи России. 2021;(3):105-109.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-105-109>

Поступила в редакцию: 11.05.2021
Принята к печати: 19.05.2021
Опубликована: 25.06.2021

Mikhail A. Filyushin¹, Olga A. Danilova¹,
Timofey M. Seredin²

¹Federal Research Centre
Fundamentals of Biotechnology
of the Russian Academy of Sciences
Moscow, 119071, Russia

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

Acknowledgment: This research was funded by
the Russian Foundation of Basic Research (grant
no. 20-316-70009) and the Ministry of Science
and Higher Education of the Russian Federation.

Conflict of interest. The author declare
no conflict of interest.

Authors' Contribution: Identification of fungal
pathogens, writing the article – Filyushin M.A.,
plant material – Seredin T.M., morphology of fun-
gal isolates – Danilova O.A.

For citations: Filyushin M.A., Danilova O.A.,
Seredin T.M. Identification of pathogenic fungi in
garlic bulbs during storage and in the root zone
during plant growth. *Vegetable crops of Russia*.
2021;(3):105-109. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-105-109>

Received: 11.05.2021
Accepted for publication: 19.05.2021
Accepted: 25.06.2021

Идентификация патогенных грибов в луковицах чеснока при хранении и в корневой сфере в период роста растений



Резюме

Актуальность, материал и методика. Потери урожая сельскохозяйственных культур связаны не только с развитием болезней в процессе вегетации, но и при послеуборочном хранении. Чеснок является популярной овощной и пряно-ароматической культурой во многих странах мира. Значительные потери урожая чеснока при выращивании и хранении связаны с грибными патогенами, наиболее вредоносными из которых являются представители рода *Fusarium*. В Московской области поражение посевов чеснока фузариозом проявляется ежегодно, но с различной интенсивностью. В Федеральном научном центре овощеводства (ФНЦО) было показано, что гнили и увядание растений чеснока вызывается комплексом патогенных грибов, включающим преимущественно различные виды *Fusarium*. При этом соотношение видов *Fusarium* в патогенном комплексе изменяется от года к году, регистрируются новые виды *Fusarium* и их расы. Целью данной работы было определение грибных фитопатогенов, вызывающих сухую гниль зубков чеснока при послеуборочном хранении. Для проведения работы из хранилища ФНЦО были взяты луковицы чеснока сортов Дубковский и Стрелец.

Результаты. В результате визуального осмотра были выявлены зубки с симптомами сухой гнили. Пораженные ткани зубков были помещены на картофельно-декстрозный агар для получения грибных колоний. Анализ морфолого-культуральных признаков грибных изолятов, а также нуклеотидных последовательностей четырех участков ДНК (спейсеры ITS, гены *EF1a*, *RPB1* и *RPB2*) показал, что возбудителем сухой гнили зубков чеснока является патогенный гриб *Fusarium proliferatum*. Дополнительно в полевых условиях была проведена идентификация на основе анализа последовательностей спейсеров ITS и гена *EF1* афитопатогенных грибов, обитающих в корневой зоне растений чеснока. В результате в корневой сфере сортов чеснока были обнаружены два вида грибов рода *Fusarium* (*F. proliferatum* и *F. oxysporum* f. sp. *cepae*), а также виды *Rhizoctonia solani*, *Volutella rosea* и *Ceratobasidium* sp.

Ключевые слова: *Allium sativum*, чеснок, *Fusarium proliferatum*, фузариозная гниль, сухая гниль

Identification of pathogenic fungi in garlic bulbs during storage and in the root zone during plant growth

Abstract

Relevance and methods. Losses of agricultural crops are associated not only with the development of diseases during the growing season, but also during post-harvest storage. Garlic is a popular vegetable and aromatic crop in world. Significant losses in garlic yield during cultivation and storage are associated with fungal pathogens, the most harmful of which are representatives of the genus *Fusarium*. In the Moscow region, the defeat of garlic by *Fusarium* occurs annually, but with varying intensity. At the Federal Scientific Vegetable Center (FSVC), it was shown that rot and wilting of garlic plants is caused by a complex of pathogenic fungi, including mainly different species of *Fusarium*. At the same time, the ratio of *Fusarium* species in the pathogenic complex changes from year to year, new *Fusarium* species and their races are registered. The aim of this study was to identify fungal phytopathogens causing dry rot of garlic cloves during post-harvest storage. To carry out the work, garlic bulbs of cultivars Dubkovsky and Strelets were taken from the FSVC storage.

Results. As a result of visual examination, cloves with symptoms of dry rot were identified. The diseased cloves tissues were plated on potato dextrose agar to obtain fungal colonies. Analysis of the morphological and cultural characteristics of fungal isolates, as well as the nucleotide sequences of four DNA regions (ITS spacers, genes *EF1a*, *RPB1*, and *RPB2*) showed that the causative agent of dry rot of garlic cloves is the pathogenic fungus *Fusarium proliferatum*. In addition, in the field, identification was carried out based on the analysis of the sequences of spacers ITS and the *EF1a* gene of phytopathogenic fungi inhabiting the root zone of garlic plants. As a result, two species of fungi of the genus *Fusarium* (*F. proliferatum* and *F. oxysporum* f. sp. *cepae*), as well as the species *Rhizoctonia solani*, *Volutella rosea*, and *Ceratobasidium* sp. were found in the root zone of garlic cultivars.

Keywords: *Allium sativum*, garlic, *Fusarium proliferatum*, *Fusarium* rot, dry rot

Введение

Чеснок (*Allium sativum* L.) – одна из важнейших овощных культур рода *Allium* L. (сем. Amaryllidaceae). Ежегодное мировое производство чеснока составляет более 30 млн т, при этом большая часть чеснока (28 млн т) выращивается в Азии (<http://www.fao.org>). В России чеснок также является популярной овощной и пряно-ароматической культурой, ежегодно производится около 200 тыс. т (<https://rosstat.gov.ru/>).

Значительные потери урожая чеснока при выращивании и хранении связаны с грибными патогенами, наиболее вредоносными из которых являются грибы рода *Fusarium* Link. К роду *Fusarium* относятся разнообразные по типу питания виды грибов, способные поражать культурные и дикорастущие растения на любом этапе развития [1,2]. Эти грибы широко распространены в почвах во всех климатических зонах и вызывают корневые гнили и/или увядание у многих сельскохозяйственных культур [3]. Также виды *Fusarium* продуцируют различные типы микотоксинов, представляющее опасность для здоровья человека [4].

Грибы рода *Fusarium* вызывают гниль лукович и/или увядание листьев чеснока [5]. Потери урожая от данных заболеваний могут составлять до 100% [6]. Ранее считалось, что у чеснока и других видов *Allium* гниль лукович и увядание вызывается специфичным изолятом *F. oxysporum* f. sp. *sepaе*. Однако в настоящее время известно, что данное заболевание могут вызывать и другие виды *Fusarium* – *F. acutatum*, *F. anthophilum* и *F. proliferatum* [2,7]. При послеуборочном хранении потери урожая чеснока связаны с развитием на зубках сухой гнили (dry rot), вызываемой патогенным грибом *F. proliferatum* [8,9].

В Московской области поражение посевов чеснока фузариозом проявляется ежегодно, но с различной интенсивностью [6]. Сотрудниками Федерального научного центра овощеводства (ФНЦО) было показано, что число и соотношение видов грибов рода *Fusarium* в патогенном комплексе изменяется от года к году, регистрируются новые виды и расы патогена, ранее не отмеченные в Московской области [6,10]. Наличие в фитопатогенном комплексе в посевах чеснока грибов других родов (*Botrytis*, *Alternaria* и др.) усиливает вредоносность видов *Fusarium* [6].

Сухая гниль зубков чеснока при послеуборочном хранении в ФНЦО отмечается ежегодно, однако видовая идентификация патогенов, вызывающих данное заболевание, ранее не проводилась. Поэтому целью работы была морфологическая и молекулярная идентификация грибных фитопатогенов, вызывающих гниль зубков чеснока при послеуборочном хранении в Федеральном научном центре овощеводства (Московская обл.).

Материалы и методы

Для проведения исследования в январе 2020 года из лукового хранилища Федерального научного центра овощеводства (55.654945, 37.200148; Московская обл.) были взяты по 4 луковицы чеснока озимого сортов Дубковский и Стрелец. Для идентификации грибных фитопатогенов в корневой зоне растений чеснока в июле 2020 года на опытном участке ФНЦО (55.654945, 37.200148) было выкопано по два растения чеснока сортов

Поднебесный, Сармат, Дубковский и Стрелец. По данным многолетних полевых наблюдений в ФНЦО, сорта чеснока Дубковский и Стрелец восприимчивы к фузариозной гнили в процессе вегетации, в годы эпифитотий гибель растений составляет 15–30%. При послеуборочном хранении на зубках чеснока сортов Дубковский и Стрелец отмечено развитие сухой гнили. Сорта чеснока Поднебесный и Сармат относятся к группе относительно устойчивых к фузариозной гнили сортов, при послеуборочном хранении развитие сухой гнили обнаруживается редко.

Для получения грибных колоний ткани с признаками гнили дезинфицировали 70% этанолом (3 мин), промывали стерильной водой, помещали в чашки Петри с картофельно-декстрозным агаром (PDA) с добавлением ампициллина (1 мг/мл) и инкубировали при 22°C в темноте; через 6 дней анализировали морфологию грибных колоний. Морфологическая характеристика грибных колоний и микрофотографии конидиеносцев и конидий выполнены на световом микроскопе Jenaval (Германия) с фотоприставкой CarlZeiss426126 сотрудниками Группы экспериментальной микологии ФИЦ Биотехнологии РАН. Тест на патогенность выделенного грибного изолята проводили согласно [11]. Эксперимент проводили в двух повторях. После инокуляции зубки инкубировали на чашках Петри с PDA в темноте при 23°C и относительной влажности 100%, через 5 дней проводили оценку состояния зубков чеснока.

Для оценки влияния выделенного грибного изолята на рост и развитие растений чеснока зубки чеснока сорта Стрелец были высажены в стерильный грунт и помещены в экспериментальную установку искусственного климата (ЭУИК, ФИЦ Биотехнологии РАН) со следующими условиями: день/ночь – 16/8 ч, 22/16°C, освещенность – 190 мкМ/(м² с).

Для определения видового состава грибных фитопатогенов на препаратах ДНК из грибных изолятов амплифицировали и секвенировали последовательности внутренних транскрибируемых рибосомальных спейсеров (ITS), генов фактора элонгации трансляции *1α* (*EF1α*) и субъединиц 1 и 2 ДНК-зависимой РНК полимеразы II (*RPB1* и *RPB2*). Для амплификации и секвенирования использовали стандартные праймеры ITS1/ITS4 [12], EF1/EF2 [13], RPB1-F5/RPB1-R8 [14] и fRPB2-5F/fRPB2-7cR [15]. Полученные ПЦР-продукты ожидаемой длины очищали с помощью QIAEX® II Gel Extraction kit (QIAGEN, Германия), клонировали в плазмидный вектор pAL2T (набор Quick-TA kit, ЗАО «Евроген») и секвенировали на капиллярном секвенаторе ABI Prism 3700 DNA Analyzer (ЦКП Биоинженерия, ФИЦ Биотехнологии РАН). Выравнивание и анализ полученных нуклеотидных последовательностей проводили в программе MEGA7.0 (<https://www.megasoftware.net/>). Видовую идентификацию грибных патогенов проводили на основе анализа нуклеотидных последовательностей в программе MLST (<http://fusarium.mycobank.org>).

Результаты и обсуждение

В результате визуального осмотра взятых из хранилища ФНЦО луковиц чеснока сортов Дубковский и Стрелец на отдельных зубках (1–4 зубка в каждой луковице) обоих сортов были обнаружены коричне-

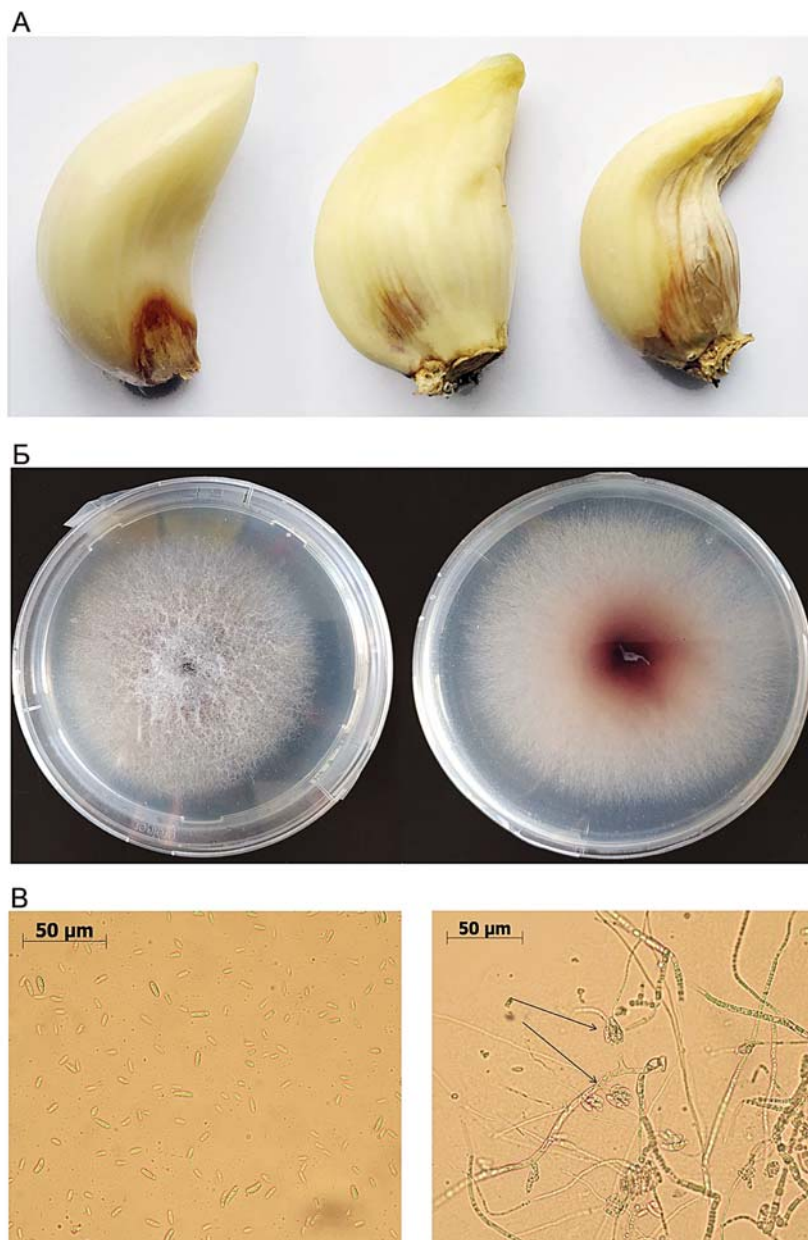


Рис. 1. А –Зубки чеснока признаками фузариозной гнили из хранилища Федерального научного центра овощеводства; Б – морфология колонии гриба *Fusarium proliferatum* на среде PDA (10 суток, слева – вид сверху, справа – вид снизу); В – микроконидии (слева) и конидиеносцы (справа) с собранными в ложные головки микроконидиями (указано стрелками).
Fig. 1. А –Garlic cloves exhibiting symptom caused by *Fusarium proliferatum* infection during storage in Federal Scientific Vegetable Center; Б – 10-days old *F. proliferatum* colony on PDA including upper (left) and reverse surface (on the right); В – The *F. proliferatum* microconidia (left) and hyphae with microconidia collected in false heads (indicated by arrows).



Рис.2. Внешний вид зубков чеснока (слева) сорта Стрелец после проведения теста на патогенность выделенного нами изолята гриба *F. proliferatum* из хранилища ФНЦО. Справа –зубок через 14 дней теста на патогенность с обильной колонизацией мицелием *F. proliferatum* на корнях.
Fig. 2. Garlic cv. Strelets cloves (left) after the pathogenicity test of the *F. proliferatum* isolate from FSVC storage. Right –a clove after 14 days of pathogenicity test with abundant colonization of *F. proliferatum* mycelium on the roots.



Рис. 3. Внешний вид растений чеснока сорта Стрелец, зараженных патогенным грибом *F. proliferatum* (слева) и продольный разрез нижней части растения (справа)
Fig. 3. Garlic plants cv. Strelets after infected the pathogenic fungus *F. proliferatum* (left) and a longitudinal section of the lower part of the garlic plant (right)

вые пятна (рис. 1А), характерные при поражении чеснока фузариозной сухой гнилью [8,11]. Ткани с признаками гнили были вырезаны с четырех зубков чеснока (2 – сорт Дубковский, 2 – сорт Стрелец) и помещены на среду PDA. После 6 дней инкубации все четыре изолята продуцировали обильный воздушный белый мицелий, выделяя в среду пурпурный пигмент (рис. 1Б). Грибные изоляты формировали многочисленные одноклеточные микроконидии (длина 4.1-11.6 мкм, ширина 1.3-3.4 мкм) (рис. 1С) и малочисленные макроконидии с 3-4 перегородками (длина 21-26 мкм, ширина 3-4 мкм). Культурально-морфологические признаки изолятов соответствуют представителям рода *Fusarium* [16].

Для точной видовой идентификации выделенных грибных патогенов на препаратах ДНК, выделенных из

всех четырех изолятов были амплифицированы и секвенированы последовательности спейсеров ITS, участки генов *EF1a*, *RPB1* и *RPB2*. Данные последовательности наиболее часто используются для молекулярной идентификации видов *Fusarium* [14]. Полученные первичные последовательности ДНК всех трех генов ITS спейсеров у анализируемых четырех изолятов были идентичны, что свидетельствует о том, что данные изоляты принадлежат одному виду. Проведенный последующий анализ полученных последовательностей в программе MLST (<http://fusarium.mycobank.org>) выявил высокое сходство (98.8-99.8%) с различными изолятами вида *Fusarium proliferatum* (NRRL 13582, 13598 и др.).

Был проведен тест на патогенность выделенного нами изолята *F. proliferatum*. Тест на патогенность проводили согласно [11] путем замачивания 10 здоровых зубков чеснока (сорт Стрелец) в суспензии конидий гриба в течение 24 ч. Через 5 дней инкубации у зубков, обработанных суспензией конидий, появились желто-коричневые пятна и белый мицелий (в области донца), что является характерными симптомами фузариозной гнили (рис. 2). На контрольных зубках симптомов фузариоза не наблюдалось.

Оставшиеся после теста на патогенность зубки чеснока сорта Стрелец, инфицированные конидиями *F. proliferatum*, были высажены в стерильный грунт и помещены в теплицу с целью оценки влияния *F. proliferatum* на рост и развитие растений чеснока. Через 30 дней наблюдали практически полное усыхание надземной части растений и значительное разрушение тканей луковичи и корней, донце имело рыхлую структуру и желто-коричневую окраску (рис. 3). На листьях больных растений было заметно развитие вторичных грибных инфекций. Ткани листьев были помещены на среду PDA. Выросшие из тканей листьев больных растений чеснока грибные колонии на основе анализа нуклеотидных последовательностей спейсеров ITS и гена *EF1a* были идентифицированы как *F. proliferatum*



Рис. 4. Колонии грибов, выросшие из тканей листа больных фузариозом растений чеснока сорта Стрелец
Fig. 4. Colonies of fungi grown from leaf tissues of *Fusarium* – infected garlic plants (cv. Strelets)

(белый мицелий, выделяющий красный пигмент в среду), *Aspergillus niger* (черные колонии) и *Penicillium* sp. (зеленые колонии) (рис. 4).

Дополнительно в полевых условиях была проведена идентификация фитопатогенных грибов, обитающих в корневой зоне растений чеснока. Для этого в июле 2020 года на опытном поле ФНЦО (55.654945, 37.200148) было выкопано по два растения чеснока сортов Поднебесный, Сармат, Дубковский и Стрелец.

Из корней растений каждого сорта были выделены препараты общей ДНК, на которых были амплифицированы, а затем клонированы спейсеры ITS и фрагмент гена *EF1a*. По пять клонов для каждого анализируемого локуса у всех четырех сортов были секвенированы. Анализ полученных последовательностей с помощью программы BLASTn (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) позволил выявить в корневой сфере анализируемых сортов чеснока два вида *Fusarium* (*F. proliferatum* и *F. oxysporum* f. sp. ceriae), а также грибы *Rhizoctonia solani*, *Volvetella rosea* и *Ceratobasidium* sp. Последовательности спейсеров ITS и гена *EF1a* гриба *F. proliferatum* из корневой зоны сортов чеснока были идентичны последовательностям изолята *F. proliferatum*, выделенного нами из больных зубков чеснока из хранилища ФНЦО.

Сухая гниль чеснока во всем мире является проблемой послеуборочного хранения, потери урожая от этого заболевания могут достигать 30% [9]. Патогенный гриб *F. proliferatum* идентифицирован как основной возбудитель сухой гнили зубков чеснока во многих странах мира [8,9]. Эффективных средств защиты чеснока против *F. proliferatum* к настоящему времени не существует [9]. В данной работе было определено, что гниль зубков чеснока при хранении в Федеральном научном центре овощеводства также вызывается грибом *F. proliferatum*. Нами была опубликована заметка о первой идентификации гриба *F. proliferatum* на культуре чеснока в России [17]. Анализ растений чеснока, собранных в период вегетации, позволил определить, что грибы *F. proliferatum* и *F. oxysporum* присутствует в растениях чеснока в процессе роста, а при послеуборочном хранении в очагах сухой гнили детектируется только *F. proliferatum*. Интересно отметить, что в чесночных хозяйствах в Италии также наблюдается сходная картина распространения видов *Fusarium*: в посевах были выявлены виды *F. proliferatum* и *F. oxysporum*, а при послеуборочном хранении возбудителем сухой гнили зубков является *F. proliferatum* [18].

Об авторах:

Михаил Александрович Филюшин – к.б.н., с.н.с. лаб. системной биологии растений, ФИЦ Биотехнологии РАН, michel7753@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3668-7601>

Ольга Александровна Данилова – к.б.н., с.н.с. группы экспериментальной микологии, ФИЦ Биотехнологии РАН; noitcelfer@mail.ru, Scopus ID 57209481974

Тимофей Михайлович Середин – кандидат с.-х. наук, с.н.с. лаб. селекции и семеноводства луковых культур, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», timofey-seredin@rambler.ru

About the authors:

Mikhail A. Filyushin – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher lab. Systems Biology of Plants, Federal Research Center of Biotechnology RAS, michel7753@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3668-7601>

Olga A. Danilova – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher group of experimental mycology, Federal Research Center of Biotechnology RAS; noitcelfer@mail.ru, Scopus ID 57209481974

Timofey M. Seredin – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher lab. breeding and seed production of onion crops, Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center", timofey-seredin@rambler.ru

• Литература / References

- Ma L.J., Geiser D.M., Proctor R.H., Rooney A.P., O'Donnell K., Trail F., Gardiner D.M., Manners J.M., Kazan K. *Fusarium* pathogenomics. *Annu Rev Microbiol.* 2013;(67):399-416. <https://doi.org/10.1146/annurev-micro-092412-155650>.
- Kalman B., Abraham D., Graph S., Perl-Treves R., Meller Harel Y., Degani O. Isolation and Identification of *Fusarium* spp., the Causal Agents of Onion (*Allium cepa*) Basal Rot in Northeastern Israel. *Biology* (Basel). 2020;9(4):69. <https://doi.org/10.3390/biology9040069>
- Summerell B.A. Resolving *Fusarium*: Current Status of the Genus. *Annu Rev Phytopathol.* 2019;(57):323-339. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-082718-100204>
- Gagkaeva T., Gavrilova O., Orina A., Lebedin Y., Shanin I., Petukhov P., Eremin S. Analysis of Toxigenic *Fusarium* Species Associated with Wheat Grain from Three Regions of Russia: Volga, Ural, and West Siberia. *Toxins* (Basel). 2019;11(5):252. <https://doi.org/10.3390/toxins11050252>.
- Rout E., Nanda S., Joshi R.K. Molecular characterization and heterologous expression of a pathogen induced *PR5* gene from garlic (*Allium sativum* L.) conferring enhanced resistance to necrotrophic fungi. *Eur J Plant Pathol.* 2016;(144):345-360. <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0772-y>
- Середин Т.М., Герасимова Л.И., Козарь Е.Г., Енгальчева И.А., Баранова Е.В. Распространение и вредоносность микозов на культуре чеснока озимого в условиях Московской области. *Овощи России*. 2018;(6):84-90. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-84-90> [Seredin T.M., Gerasimova L.I., Kozar E.G., Engalicheva I.A., Baranova E.V. Harmfulness of mycosiss on culture of garlic winter-annual in the conditions of Moscow region. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(6):84-90. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-84-90>]
- Gálvez L., Urbaniak M., Waśkiewicz A., Stepien L., Palmero D. *Fusarium proliferatum* – Causal agent of garlic bulb rot in Spain: Genetic variability and mycotoxin production. *Food Microbiology*. 2017;(67):41-48. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.05.006>
- Moharam M.H.A., Farrag E.S.H., Mohamed M.D.A. Pathogenic fungi in garlic seed cloves and first report of *Fusarium proliferatum* causing cloves rot of stored bulbs in upper Egypt. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 2013;(46):2096-2103. <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.785122>
- Mondani L., Chiusa G., Battilani P. Chemical and biological control of *Fusarium*

species involved in garlic dry rot at early crop stages. *European Journal of Plant Pathology*. 2021;(7). <https://doi.org/10.1007/s10658-021-02265-0>

10. Тимина Л.Т., Енгальчева И.А. Комплекс патогенов на овощных культурах в условиях Центрального региона РФ. *Овощи России*. 2015;(3-4):123-129. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-123-129> [Timina L.T., Engalicheva I.A. Complex of pathogens on vegetable crops in condition of central region of Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2015;(3-4):123-129. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-123-129>]

11. Leyronas C., Chrétien P.L., Troulet C., Duffaud M., Villeneuve F., Morris C.E., Hunyadi H. First Report of *Fusarium proliferatum* Causing Garlic Clove Rot in France. *Plant Disease*. 2018;(102):2658 <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-18-0962-PDN>

12. White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics, pp. 315-322 in M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky (Eds):PCR Protocols. A Guide to Methods and Applications. Academic Press, San Diego (USA) 1990.

13. O'Donnell K., Kistler H.C., Cigelnik E., Ploetz R.C. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1998;95(5):2044-2049. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.5.2044>

14. O'Donnell K., Sutton D.A., Rinaldi M.G., Sarver B.A., Balajee S.A., Schroers H.J., Summerbell R.C., Robert V.A., Crous P.W., Zhang N., Aoki T., Jung K., Park J., Lee Y.H., Kang S., Park B., Geiser D.M. Internet-accessible DNA sequence database for identifying fusaria from human and animal infections. *J Clin Microbiol.* 2010;48(10):3708-3718. <https://doi.org/10.1128/JCM.00989-10>.

15. Liu Y.J., Whelen S., Hall B.D. Phylogenetic relationships among ascomycetes: evidence from an RNA polymerase II subunit. *Mol Biol Evol.* 1999;16(12):1799-808. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a026092>

16. Leslie J.F., Summerell B.A. The *Fusarium* Laboratory Manual. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 2006. <https://doi.org/10.1002/9780470278376>

17. Anisimova O.K., Seredin T.M., Danilova O.A., Filyushin M. First Report of *Fusarium proliferatum* Causing Garlic clove Rot in Russian Federation. *Plant Disease*. 2021. (In press) <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-20-2743-PDN>

18. Mondani L., Chiusa G., Battilani P. Fungi Associated with Garlic During the Cropping Season, with Focus on *Fusarium proliferatum* and *F. oxysporum*. *Plant Health Progress*. 2021;22(1):37-46. <https://doi.org/10.1094/PHP-06-20-0054-RS>

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-110-115>
УДК632.35:635.5:631.589.2

С. Тешич,
Е.Н. Пакина,
А.Н. Игнатов

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (ФГАОУ ВО РУДН) 117198, Россия, ЮЗАО, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

Благодарности: Авторы выражают признательность В.Д. Красильникову за предоставленный материал.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: С. Тешич и А.Н. Игнатов провели исследование, получили и проанализировали полученные результаты. Е.Н. Пакина предоставила материалы для исследования и оказывала консультационную помощь. Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи, рассмотрели и одобрили это заключение.

Для цитирования: Тешич С., Пакина Е.Н., Игнатов А.Н. Идентификация *Pseudomonas cichorii* (Swingle 1925) Stapp 1928 в гидропонном производстве салата. *Овощи России*. 2021;(3):110-115.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-110-115>

Поступила в редакцию: 11.05.2021
Принята к печати: 01.06.2021
Опубликована: 25.06.2021

Svjetlana Testic,
Elena N. Pakina,
Aleksandr N. Ignatov

People's Friendship University of Russia (RUDN University)
Miklukho-Maklaya Str. 6, Moscow, Russia, 117198

Acknowledgment. The authors are deeply grateful to V.D. Krasilnikov for provided materials.

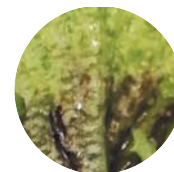
Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Authors' Contribution: Svjetlana Testic, and Aleksandr N. Ignatov performed the research, did the data management and analyzed the data. Elena N. Pakina provided material for the study and consulting assistance. All authors contributed equally to the writing of the article. All authors reviewed and approved this submission.

For citations: Testic S., Pakina E.N., Ignatov A.N. Identification of *Pseudomonas cichorii* (Swingle 1925) Stapp 1928 in hydroponic culture of lettuce in Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):110-115. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-110-115>

Received: 11.05.2021
Accepted for publication: 01.06.2021
Accepted: 25.06.2021

Идентификация *Pseudomonas cichorii* (Swingle 1925) Stapp 1928 в гидропонном производстве салата



Резюме

Актуальность. Салат посевной, латук посевной или салат латук (лат. *Lactuca sativa*) – вид однолетних травянистых растений рода Латук семейства Астровые (Asteraceae). В качестве овощной культуры возделывается повсеместно в мире, особое развитие в последние годы получило выращивание салата в защищенном грунте при гидропонной технологии выращивания. Одним из распространенных патогенов салата является *Pseudomonas cichorii* – возбудитель бактериозов нескольких важных культурных растений. В связи с этим, изучение встречаемости этого патогена является актуальным.

Материал и методика. Исследование проводили на базе департамента Агробиотехнологии АТИ РУДН. Образцы были предоставлены коммерческой компанией – производителем салата, выращиваемого на проточной гидропонной линии в условиях минимального заражения микроорганизмами. Изучение фитопатогенных бактерий включает ряд этапов: выделение бактерий на полу-селективные питательные среды и получение чистой культуры бактерий; постановка теста на патогенность (вирулентность); изучение фенотипических свойств бактерий; определение таксономического положения выделенных штаммов молекулярными методами. Все исследования проводились в соответствии со стандартными методиками идентификации фитопатогенных бактерий.

Результаты. В результате работы получено подтверждение распространения вида *Pseudomonas cichorii* (Swingle 1925) Stapp 1928 в гидропонной культуре салата в РФ. Хотя, согласно базе данных ЕОКЗР, *P. cichorii* был впервые описан в России в 1965 году на основании микробиологических методов идентификации, выделенные изоляты бактерий недоступны в коллекциях для подтверждения данного вывода современными диагностическими методами. Двенадцать изолятов *P. cichorii* были изучены по комплексу биохимических признаков и четыре изолята (01, 04, 06 и 12), показавшие наибольшую агрессивность при проведении инокуляции растений-хозяев и табака, были использованы для секвенирования ДНК фрагмента гена *16S rPHK*. Полученные фрагменты ДНК показали высокое сходство (99-100%) с последовательностями *P. cichorii* из Генбанка. Оценка вирулентности выделенных изолятов на ряде культурных растений, и однородность их биохимических признаков показали, что они представляют группу бактерий, специализированных на салате.

Ключевые слова: салат, бактериоз, гидропоника, ПЦР

Identification of *Pseudomonas cichorii* (Swingle 1925) Stapp 1928 in hydroponic lettuce production

Abstract

Relevance. Lettuce (Latin: *Lactuca sativa*) is a species of annual herbaceous plant in the genus Lettuce of the Asteraceae family. As a vegetable crop, it is cultivated everywhere in the world, and its hydroponic cultivation technology has received special development in recent years. One of the common pathogens of lettuce is *Pseudomonas cichorii*, causing bacterial diseases of several important cultivated plants. In this regard, the study of the occurrence of this pathogen is important.

Material and methodology. The study was conducted on the basis of the Department of Agrobiotechnology of the ATI of RUDN University. The samples were provided by a commercial manufacturer of lettuce grown on a flow-through hydroponic line under conditions of minimal microbial contamination. The study of phytopathogenic bacteria includes a number of stages: isolation of bacteria on semi-selective culture media and obtaining a pure culture of bacteria; setting a test for pathogenicity (virulence); studying the phenotypic properties of bacteria; determining the taxonomic position of the isolated strains by molecular methods. All studies were conducted in accordance with the standard methods of identification of phytopathogenic bacteria.

Results. As a result of the work, the distribution of the species *Pseudomonas cichorii* in the hydroponic culture of lettuce in the Russian Federation was confirmed. Although, according to the EPPO database, *P. cichorii* was first described in Russia in 1965 by microbiological methods, but isolated bacteria are not available in microbiological collections to confirm this conclusion with appropriate diagnostic methods. Twelve isolates of *P. cichorii* were studied by a biochemical and phytopathological tests, and four isolates (01, 04, 06, and 12) that showed the greatest aggressiveness on host plants and tobacco leaves were identified by DNA sequencing of the *16S rRNA* gene fragment. The obtained DNA fragments showed a high similarity (99-100%) with the sequences of *P. cichorii* from the Genbank. Evaluation of the virulence of the isolated isolates on a number of other cultivated plants, and the uniformity of their biochemical characteristics showed that they represent a group of bacteria specialized in lettuce.

Keywords: lettuce, bacterial diseases, hydroponics, PCR

Введение

Салат посевной, латук посевной или салат латук (лат. *Lactuca sativa*) — вид однолетних травянистых растений рода Латук семейства Астровые (Asteraceae). В качестве овощной культуры возделывается повсеместно в мире, особое развитие в последние годы получило выращивание салата в защищенном грунте при гидропонной технологии выращивания. Салат, как и многие овощные культуры, сильно подвержен различным заболеваниям, среди которых широко распространены бактериальные болезни, являющиеся одной из причин ежегодных потерь урожая [1].

Одним из распространенных патогенов салата является *Pseudomonas cichorii* – возбудитель бактериозов нескольких важных культурных растений. *Pseudomonas cichorii* относится к грамотрицательным бактериям, населяющим почву [2]. Он имеет широкий спектр хозяев и из-за своей высокой патогенности может оказывать значительное экономическое влияние на урожайность различных культур, включая салат. Название этого возбудителя происходит от растения *Cichorium endivia*, на котором он был впервые выделен в качестве фитопатогена [3]. Анализ мультилокусных последовательностей ряда консервативных генов (MultiLocus Sequence Analysis – MLSA) показал высокое генетическое разнообразие в популяции штаммов *P. cichorii*. Это генетическое разнообразие связано со специализацией ряда клональных групп патогена на разных растениях-хозяевах в удаленных географических районах [4].

P. cichorii – широко распространенная бактерия в регионах с высокой влажностью и умеренными температурами, где она наносит серьезный ущерб на многих культурах – от овощных до зерновых. Патоген включен в Список карантинных вредных организмов в Мексике, в Египте (список A1) и в Иордании (Список A2) [5].

Целью наших исследований было определение возбудителя бактериоза салата, впервые зарегистрированного в гидропонной культуре в 2019-2020 гг. в Хабаровском крае.

Материалы и методы

Исследование проводили на базе департамента Агробиотехнологии АТИ РУДН.

Материал исследований

Образцы были предоставлены коммерческой компанией – производителем салата, выращиваемого на точной гидропонной линии в условиях минимального заражения микроорганизмами. В начале 2020 года до 30% растений проявляли симптомы почернения оснований листьев (Рис. 1) и замедления роста.

Методика опыта

Выделение бактерий из пораженных образцов растений салата проводили методами, описанными в руководстве по определению фитопатогенных бактерий [6]. Листья промывают водой, после чего небольшие фрагменты (4 x 4 мм) размельчают в капле стерильной воды, и гомогенат высевает микробиологической петлей на неселективные агаризованные питательные среды (NBY, YDC, LB) [6]. Инкубацию проводили при 28°C в течение 4-7 суток. Отдельные колонии бактерий пересеивали на диагностические питательные среды, проверяли на

чистоту и закладывали на хранение. Для длительного хранения использовали метод криоконсервации в питательном бульоне с глицерином при -80°C.

Для сравнения физиологических признаков и вирулентности бактерий использовали референтные штаммы *Pseudomonas cichorii* GSPB 2097 (Göttinger Sammlung Phytopathogener Bakterien, Germany), CFPB 2101 (CIRM-Plant Associated Bacteria, France), NCPPB 3802 (National Collection of Plant Pathogenic Bacteria, FERA, UK), и штаммы близкородственных видов рода *Pseudomonas*: DC3000 (*P. syringae* pv. *tomato*), 1845 (*P. syringae* pv. *syringae*), Pwf6 (*P. marginalis*), полученные из коллекции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Морфологические, физиологические и биохимические свойства бактерий

Идентификацию бактерий проводили с помощью физиолого-биохимических и молекулярных методов исследования, описанных в руководстве [6]. При первичном отборе фитопатогенных бактерий рода *Pseudomonas* в качестве критериев выбирают следующие: характеристика колоний (скорость роста, форма, окраска, синезеленая флуоресценция на среде Кинга Б); окраска по Граму; тест на оксидазу, леван, аргинин-дегидролазу; реакция сверхчувствительности (РЧ) и тест по мацерации тканей ломтика клубня картофеля (пектолитические свойства).



Рис.1. Симптомы бактериоза, вызываемого *Pseudomonas cichorii* на растениях салата в гидропонной культуре
Fig. 1. Symptoms of *Pseudomonas cichorii* on lettuce in hydroponic culture

Характеристика колоний

При описании колоний отмечали форму, размер, консистенцию, наличие пигмента колоний или выделение пигмента в среду. Определение Грам-реакции проводили по методу Ryu [7] с использованием водного 3% раствора КОН: 1 каплю наносили на предметное стекло на мазок бактерии. Тянувшаяся бактериальная масса за петлей – реакция грамм (-) бактерий, Грамм (+) бактерии остаются без изменений.

В качестве инокулята для постановки биохимических и физиологических тестов использовали суспензию бактерий (10⁸ КОЕ/мл), приготовленную из 48-часовой культуры, выращенной при 28°C на питательном агаре Кинга Б [6].

Наличие оксидазы определяли методом Ковача (Kovacs) [8]. Бактерии выращивали на среде с 1% глюкозой. Мазок бактериальной массы помещали на фильтровальную бумагу, пропитанную 1%-ным раствором тетра-

метилпарафенилен-диаминодигидрохлорида. Окраска пурпурного цвета через 10 сек указывает на положительную реакцию. Если окрашивание не появляется в течение 60 сек. – реакция отрицательная. Для проведения теста на агринин-дегидролазу: петлей (2–4 мм в диаметре) делали посев 18-часовой микробной культуры в питательные среды, не содержащие аминокислоты (контроль) и содержащие аргинин. Через 48 ч культивирования при 28°C отмечают результаты. Изменение цвета среды с аминокислотой и бромтимоловым синим с оливково-зеленого на синий вследствие защелачивания среды образовавшимися аминами (диаминами) или аммиаком свидетельствует соответственно о наличии аргининдегидролазы. Тест на образование левана проводили на среде с 5% сахарозой.

Дополнительные биохимические признаки (наличие каталазы, утилизацию цитрата, гидролиз желатина, крахмала, казеина, редукцию нитрата) определяли стандартными методами [6, 8].

Пектолитические свойства бактерий оценивали по способности размягчать ломтики клубней картофеля. Для этих целей части растений тщательно промывают водой, погружали в 0,5% раствор KMnO_4 на 30 мин., затем промывали стерильной водой и подсушивали. После того как они подсохли, их разрезали скальпелем пополам и на одной из половинок делали насечку, на которую наносили 0,5 мл бактериальной суспензии. Зараженный материал закрывали второй половинкой и помещали во влажную камеру при температуре 28°C на 48 часов. Реакцию PCЧ определяли инфильтрацией бактериальной суспензии в лист растений табака (*Nicotiana tabacum* L. Сорт Samsun NN).

Для оценки вирулентности выделенных бактерий использовали молодые (стадия 5–8 настоящих листьев) растения салата (сорт Кирибати, Rijk Zwaan), эндивия (*Cichorium endivia*, сорт Витлуф, ООО Гавриш), капусты пекинской (*Brassica rapa*, сорт ТСХА2), моркови (*Daucus carota* subsp. *sativus*, сорт Нантская, Седек) и томата (*Solanum lycopersicum*, сорт Хурма, ООО Поиск). Растения заражали инфильтрацией бактериальной суспензии в черешок листа.

Молекулярно-генетическая диагностика бактерий

Выделение ДНК

Выделение ДНК из 48-ч культуры бактерий проводили с помощью набора «Проба-ГС» («ДНК-технология», Москва) согласно рекомендациям производителя. Концентрацию и чистоту ДНК исследуют при проведении электрофореза на агарозном геле с использованием в качестве стандарта ДНК маркера (100 bp Fermentas).

Секвенирование ПЦР-фрагментов и анализ нуклеотидных последовательностей

Для амплификации ДНК неизвестных штаммов использовали универсальные праймеры 8UA/519B на участок гена 16S rPHK, которые амплифицируют продукт 500 п.о. [9, 10]. Синтез праймеров проводили в ЗАО «Синтол», Москва. Реакцию ПЦР проводили в ДНК-амплификаторе «StepOne (ThermoFisher Co., США)». Для амплификации ДНК с праймерами 8UA/519B, смесь реактивов для постановки одной реакции объемом 25 мкл содержала: 5 мкл 10x ПЦР буфера MagMix (ООО «Диалат Лтд», Москва), 20пМ каждого праймера, и 20 нг целевой ДНК.

Температурно-временные параметры амплификации для праймеров 8UA/519B включали пре-денатурацию 96 – 15 мин, далее 35 циклов, состоящих из денатурации 95°C – 15 сек, отжига праймеров 55 – 30 сек, элонгации 72°C – 30 сек; после завершения циклической амплификации – досинтез ДНК при 72°C – 10 мин и хранение до выключения амплификатора – при +4°C.

Анализ продуктов ПЦР проводили при помощи электрофореза в 1% агарозном геле с добавлением бромистого этидия (1 мкг/мл) при напряженности электрического поля 5 В/см. Для фиксации полученных данных использовали установку гель-документации BioDoc II. Секвенирование продуктов амплификации проводили в прямом и обратном направлениях по методу Сэнгера на базе ЗАО «Евроген» (Москва).

Редактирование полученных сиквенсных спектрограмм проводили с помощью программы BioEdit Sequence Alignment Editor 7.1.3.0 [11]. Нуклеотидные последовательности участков генов изучаемых видов были проанализированы с помощью и базы данных NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>) и программного обеспечения «BioEdit».

Филогенетическое дерево для фрагмента гена 16S rRNA было построено при помощи программы MEGA-X [12].

Результаты и обсуждение

Из свежесобранных листьев салата с симптомами почернения основания листьев (рис. 1) выделяли предполагаемых патогенов на питательных средах Кинга Б, Чапека-Доусона, YDC, LB, NBY [6, 13]. На всех питательных средах наблюдали рост бактериальных колоний, причем доминировали (>90%) колонии серо-белого цвета, круглые, плоские, дающие водорастворимый сине-зеленый флуоресцентный пигмент на среде Кинга Б.

Для фитопатогенных псевдомонад в качестве надежного метода идентификации основных групп патогенов применяю LOPAT (Levan, Oxidase, Potato, Arginine, Tobacco - тест на синтез Левана, образование Оксидазы, мацерацию тканей ломтика клубня картофеля, тест на аргинин-дегидролазу и реакция сверхчувствительности (PCЧ) на табаке). По ключевым биохимическим признакам теста LOPAT (-,+,-,-,+) [13], проведенного для 12 изолятов бактерий из салата, сходных с большинством колоний по морфологическим признакам, бактерии принадлежали Группе III рода *Pseudomonas* (*P. cichorii*, EPPO Code: PSDMCI) (Табл. 1).

Все изоляты были положительны по синтезу левана на среде с сахарозой, положительны в тесте на оксидазу, отрицательны в тесте на ломтиках картофеля (пектолитические свойства), и в реакции на аргининдегидролазу. Все изоляты давали CPЧ на растениях табака в течении 12 часов после инфильтрации суспензии бактерий в лист растений.

Оценка вирулентности выделенных изолятов на ряде других культурных растений (эндивий, Пекинская капуста, морковь и томат) (Табл. 2), показала, что бактерии были более агрессивны (вирулентны) по отношению к салату, чем к другим растениям. и однородность их биохимических признаков, отличающих *P. cichorii* от близких видов рода *Pseudomonas* (Табл. 3) показали, что они представляют группу бактерий, специализированных на салате.

Таблица 1. Признаки LOPAT [6, 13] для выделенных изолятов и типовых культур *Pseudomonas cichorii*, *P. syringae* и *P. marginalis*
 Table 1. LOPAT traits [6, 13] for isolates and type cultures of *Pseudomonas cichorii*, *P. syringae*, and *P. marginalis*

Изолят, штамм.	Растение	Тесты				
Рс 01	Салат	L*	O	P	A	T
Рс 02	-	-	+	-	-	+
Рс 03	-	-	+	-	-	+
Рс 04	-	-	+	-	-	+
Рс 05	-	-	+	-	-	+
Рс 06	-	-	+	-	-	+
Рс 07	-	-	+	-	-	+
Рс 08	-	-	+	-	-	+
Рс 09	-	-	+	-	-	+
Рс 10	-	-	+	-	-	+
Рс 11	-	-	+	-	-	+
Рс 12	-	-	+	-	-	+
GSPB 2097	Салат, типовой штамм <i>P. cichorii</i>	-	+	-	-	+
CFPB 2101	-	-	+	-	-	+
NCPPB 3802	Томат, типовой штамм <i>P. cichorii</i>	-	+	-	-	+
DC3000	Томат, типовой штамм <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i>	+	-	-	-	+
1845	Подсолнечник, референтный штамм <i>P. syringae</i>	+	-	-	-	+
Pwf6	Картофель, референтный штамм <i>P. marginalis</i>	+	+	+	+	+

*L: леван на среде с сахарозой, O: оксидаза,

P: реакция ломтиков картофеля,

A: аргинин, T: РСЧ на листьях табака

+, наличие признака, -, отсутствие признака

Таблица 2. Реакция выделенных изолятов и типовых культур *Pseudomonas cichorii* при заражении некоторых культурных растений
 Table 2. Reaction of isolates and typical cultures of *Pseudomonas cichorii* by infection of some cultivated plants

Изолят, штамм	Исходное растение:	Салат	Эндивий	Пекинская капуста	Морковь	Томат
Рс 01	Салат	+++	+	+	+	+
Рс 02	-	+++	+++	+	+	+
Рс 03	-	+++	+	+	+	+
Рс 04	-	+++	+	+	+	+
Рс 05	-	+++	+	+	+	+
Рс 06	-	+++	+	+	+	+
Рс 07	-	+++	+	+	+	+
Рс 08	-	+++	+	+	+	+
Рс 09	-	+++	+	+	+	+
Рс 10	-	+++	+	+	+	+
Рс 11	-	+++	+	+	+	+
Рс 12	-	+	+	+	+	+
GSPB 2097	Салат	++	++	++	+	++
CFPB 2101	-	++	++	++	+	++
NCPPB 3802	Томат	-	+	++	+	+++

+, слабовирулентен

++, средневирulentен

+++, сильновирulentен

Таблица 3. Диагностические биохимические признаки выделенных изолятов и типовых культур *Pseudomonas cichorii*
Table 3. Diagnostic biochemical signs of isolates and type cultures of *Pseudomonas cichorii*

Изолят, штамм	Каталаза	Цитрат	Желатин	Редукция нитрата	Казеин	Крахмал
Рс 01	+	-	-	-	-	-
Рс 02	+	-	-	-	-	-
Рс 03	+	-	-	-	-	-
Рс 04	+	-	-	-	-	-
Рс 05	+	-	-	-	-	-
Рс 06	+	-	-	-	-	-
Рс 07	+	-	-	-	-	-
Рс 08	+	-	-	-	-	-
Рс 09	+	-	-	-	-	-
Рс 10	+	-	-	-	-	-
Рс 11	+	-	-	-	-	-
Рс 12	+	-	-	-	-	-
GSPB 2097	+	-	-	-	-	-
CFPB 2101	+	-	-	-	-	-
NCPPB 3802	+	-	-	-	-	-

+, наличие признака,
-, отсутствие признака

Четыре изолята (01, 04, 06 и 12), показавшие наибольшую агрессивность при проведении РСЧ на листьях табака, были использованы для ПЦР амплификации фрагмента гена 16S рРНК (с праймерами 8UA/519B) и для них был получен ПЦР продукт ожидаемой длиной около 500 п.о. ПЦР фрагменты были секвенированы и при поиске гомологов в Генбанке показали высокое сходство (99-100%) с ранее депонированными последовательностями *Pseudomonas cichorii*.

Таким образом, впервые в РФ был обнаружен и идентифицирован патоген салата *Pseudomonas cichorii* в гидроронной культуре.

Заключение

Особое развитие в последние годы получило выращивание салата в защищенном грунте при гидропонной технологии выращивания. Несмотря на значительные дости-

жения в селекции растений и технологии выращивания салата, в последние годы увеличивается вредоносность бактериозов и других болезней. Появление новых возбудителей болезней в России – в стране с различными климатическими и почвенными условиями и большим разнообразием культурных и диких растений, представляет потенциальную опасность для сельскохозяйственного производства. В нашей работе впервые получено подтверждение распространения вида *Pseudomonas cichorii* в гидропонной культуре салата в РФ. Хотя, согласно базе данных Европейской Организации Карантина и Защиты Растений (EPPO, ЕОЗКР), *P. cichorii* был впервые описан в России в 1965 году на основании микробиологических методов идентификации, выделенные изоляты бактерии недоступны в коллекциях для подтверждения данного вывода современными диагностическими методами. В

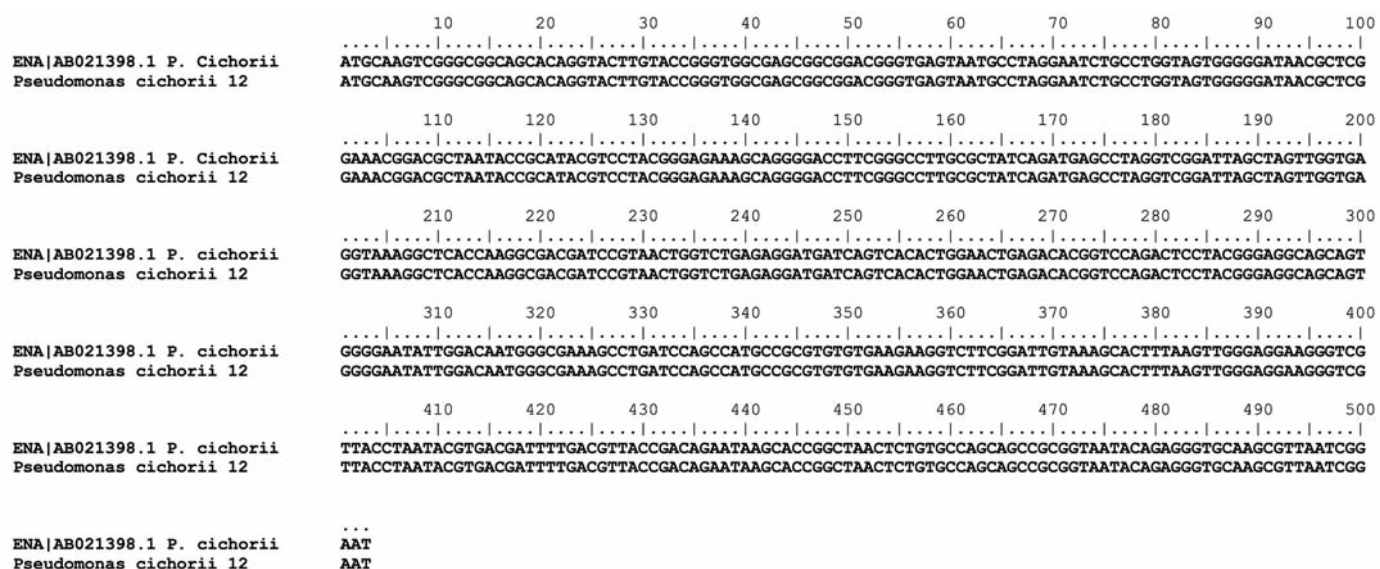


Рис. 2. Выравнивание последовательностей (BIOEDIT) фрагмента гена 16S rRNA, амплифицированного с праймерами 8UA/519B, для изолята *Pseudomonas cichorii* Pc12 и образца Генбанка ENA\$AB021398.1 *Pseudomonas cichorii* ATCC 10857
Fig. 2. Sequence alignment (BIOEDIT) of a 16S rRNA gene fragment amplified with primers 8UA / 519B for *Pseudomonas cichorii* Pc12 isolate and Genbank sample AB021398.1 *Pseudomonas cichorii* ATCC 10857

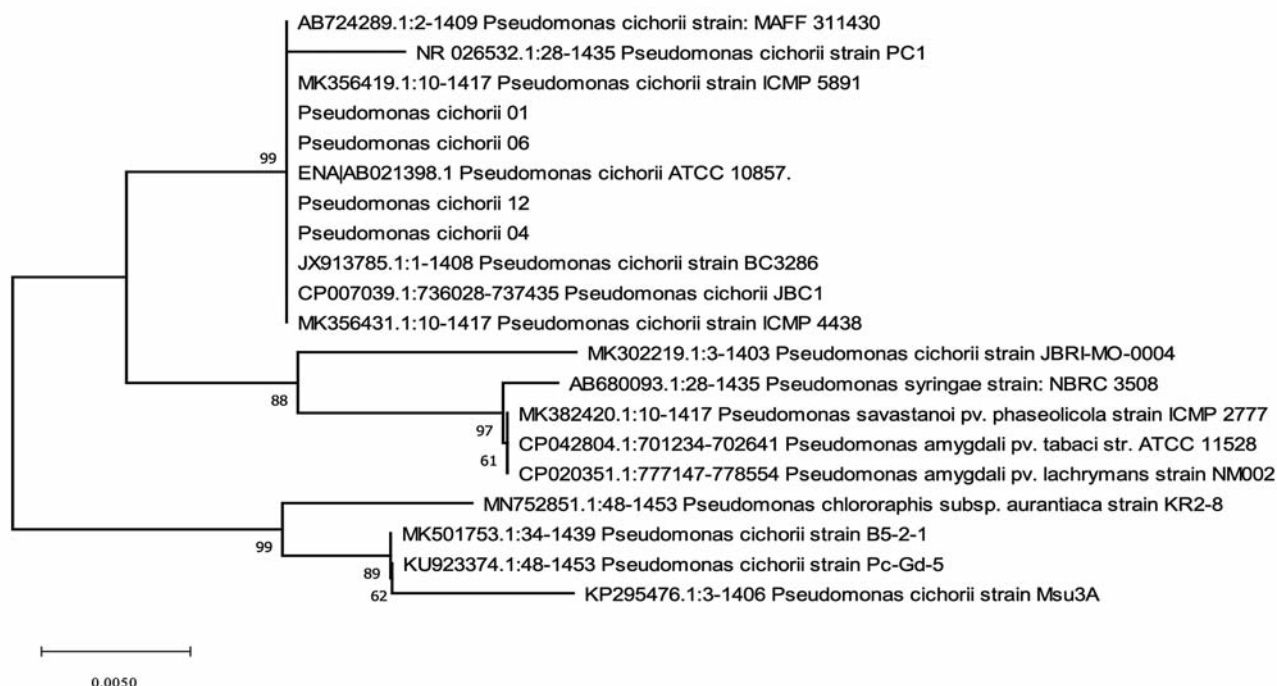


Рис. 3. Эволюционная история фрагмента (500 п.о.) гена 16S rRNA для Российских изолятов *Pseudomonas cichorii* 01, 04, 06, 12 и образцов генбанка *Pseudomonas cichorii* и родственных псевдомонад. Дерево получено методом Ближнего Соседа (the Neighbor-Joining method) [14]. Достоверность ветвей оценивалась методом бутстрепа (bootstrap test) (500 повторов) и показана у узлов дерева [15, 16]. Дерево построено при помощи программы MEGA X [12].

то же время, *P. cichorii* является для стран-импортеров важным регулируемым объектом и наличие его в РФ имеет важное значение для беспроblemного экспорта сельскохозяйственной продукции за рубеж.

Двенадцать изолятов *P. cichorii* были выделены из пораженных растений, собранных в тепличном комплексе на Дальнем Востоке РФ и изучены по комплексу биохимических признаков и четыре изолята (01, 04, 06 и 12), показавшие наибольшую агрессивность при проведении

ПЧ на листьях табака, были использованы для ПЦР амплификации и секвенирования ДНК фрагмента гена 16S рНК. Полученные фрагменты ДНК показали высокое сходство (99-100%) с последовательностями *P. cichorii* из Генбанка. Оценка вирулентности выделенных изолятов на ряде других культурных растений, и однородность их биохимических признаков показали, что они представляют группу бактерий вида *P. cichorii*, специализированных на салате.

Об авторах:

Светлана Тешич (Svetlana Tescic) – магистрант Аграрно-технологического института ФГАУ ВО РУДН, redagro9@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1797-4886>

Елена Николаевна Пакина, – кандидат биол. наук, доцент, руководитель департамента Агроботехнологии Аграрно-технологического института ФГАУ ВО РУДН, pakina-en@rudn.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6493-6121>

Александр Николаевич Игнатов – доктор биол. наук, профессор Аграрно-технологического института ФГАУ ВО РУДН, an.ignatov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2948-753X>

About the authors:

Svetlana Tescic – MSc student, Agrarian and Technological Institute, People's Friendship University of Russia (RUDN University), redagro9@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1797-4886>

Elena N. Pakina – Cand. Sci. (Biology), Ass. Professor, Chair of Agrobiotechnology Department, Agrarian and Technological Institute, People's Friendship University of Russia (RUDN University), pakina-en@rudn.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6493-6121>

Aleksandr N. Ignatov – Doc. Sci. (Biology), Professor, Agrarian and Technological Institute, People's Friendship University of Russia (RUDN University), an.ignatov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2948-753X>

• Литература / References

- Koike, Steven T. Vegetable diseases: a color handbook. Burlington, MA: Academic Press, 2007. 448 p. ISBN 978-0-12-373675-7, 978-0-12-373675-8).
- Bradbury J.F. *Pseudomonas cichorii*. [Descriptions of Fungi and Bacteria]. In: IMI Descriptions of Fungi and Bacteria. 1981. Wallingford, UK: CAB International. Sheet 695. <https://doi.org/10.1079/DFB/20056400695>
- Anzai Kim H., Park J.Y., Wakabayashi H. et al. Phylogenetic affiliation of the pseudomonads based on 16S rRNA sequence". *Int J Syst Evol Microbiol.* 2000;5(4):1563–89. <https://doi.org/10.1099/00207713-50-4-1563>. PMID 10939664.
- Trantas E.A., Sarris P.F., Mpalandinaki E.E., Pentari M.G., Ververidis F.N., Goumas D.E. A new genomovar of *Pseudomonas cichorii*, a causal agent of tomato pith necrosis. *European Journal of Plant Pathology.* 2013;137(3):477-493. <https://doi.org/10.1007/s10658-013-0258-8>
- European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) Global database, 2020. [Available: <https://gd.eppo.int>].
- Schaad N.W., Jones J.B., Chun W. Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria. *Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria*, 2001. Ed. 3:xii + 373 pp.; 24 ref
- Ryu E. On the Gram-differentiation of bacteria by the simplest method. *J. Jpn. Soc. Vet. Sci.* 1938;(17):31.
- Clinical Microbiology Procedures Handbook, 3rd edition. 2010. ASM. Washington, D.C.
- Lane D.L., Pace B., Olsen G.J., Stahl D.A., Sogin M.L., Pace N.R.. Rapid determination of 16S ribosomal RNA sequences for phylogenetic analyses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 1985;(82):6955-6959.
- Eden P.A., Schmidt T.M., Blakemore R.P., Pace N.R. Phylogenetic analysis of *Aquaspirillum magnetotacticum* using polymerase chain reaction-amplified 16S rRNA-specific DNA. *International Journal of Systematic Bacteriology.* 1991;41(2):324–325. <https://doi.org/10.1099/00207713-41-2-324>
- Hall T.A. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. In: *Nucleic acids symposium series.* 1999;41(41):95-98.
- Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., and Tamura K. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution.* 2018;(35):1547-1549
- Lelliott R.A., Stead D.E. Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications, 1987. 216 pp.
- Saitou N. and Nei M. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution.* 1987;(4):406-425.
- Felsenstein J. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* 1987;(39):783-791.
- Tamura K., Nei M., and Kumar S. Prospects for inferring very large phylogenies by using the neighbor-joining method. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 2004;(101):11030-11035.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-116-121>
УДК 631.41/.43:631.67:634.1.037

Н.Н. Дубенок, А.В. Гемонов,
А.В. Лебедев, О.Е. Ефимов,
А.А. Прохоров

ФГБОУ ВО Российский государственный
аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Дубенок Н.Н., Гемонов
А.В., Лебедев А.В., Ефимов О.Е., Прохоров
А.А. Агрохимические и водно-физические
свойства дерново-подзолистой почвы при
капельном орошении плодового питомника.
Овощи России. 2021;(3):116-121.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-116-121>

Поступила в редакцию: 26.02.2021

Принята к печати: 28.04.2021

Опубликована: 25.06.2021

Nikolai N. Dubenok,
Alexander V. Gemonov,
Alexander V. Lebedev,
Oleg E. Efimov,
Artem A. Prokhorov

Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy
Timiryazevskaya st., 49, Moscow, 127550,
Russian Federation

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

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

For citations: Dubenok N.N., Gemonov A.V.,
Lebedev A.V., Efimov O.E., Prokhorov A.A.
Agrochemical and water-physical properties of
sod-podzolic soil with drip irrigation of a fruit
nursery. *Vegetable crops of Russia*.
2021;(3):116-121. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-116-121>

Received: 26.02.2021

Accepted for publication: 28.04.2021

Accepted: 25.06.2021

Агрохимические и водно-физические свойства дерново-подзолистой почвы при капельном орошении плодового питомника



Резюме

Актуальность. Применение орошения является одним из направлений интенсификации плодородия. Капельное орошение считается одним из перспективных способов полива, который обеспечивает создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений, дает возможность подавать поливную воду непосредственно к их корням и позволяет использовать средства автоматизации в процессе орошения. Результаты проводимых научных исследований показывают, что на орошаемых землях может наблюдаться изменение водно-физических и агрохимических свойств почв. Для Центрального района Нечерноземной зоны России исследования по изучению влияния капельного орошения на свойства почв являются фрагментарными.

Материалы и методы. Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плодородия «Мичуринский сад» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева. Двухфакторный полевой опыт заложен в 2018 году. Перед закладкой опыта были внесены органические удобрения в виде конского навоза с опилками в количестве 100 т/га. Влажность почвы контролировали с помощью тензиометров, градуированных на основании данных термостатно-весового метода. Поливные нормы назначали таким образом, чтобы увеличить влажность на 20% наименьшей влагоемкости. Выявление основных агрохимических и водно-физических свойств почвы на опытном участке производили по общепринятым методам и методикам.

Результаты. Полученные данные по характеристике водно-физических и агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы позволяют обоснованно проектировать режим орошения, мелиоративные и агротехнические мероприятия. Результаты исследования показывают, что локальное орошение почв щадящими оросительными нормами с применением привело к определенным изменениям некоторых показателей почв. Однако полученные результаты исследования позволяют считать, что в количественном отношении эти изменения пока не являются значительными.

Ключевые слова: капельное орошение, дерново-подзолистая почва, агрохимические свойства, водно-физические свойства, плодовой питомник

Agrochemical and water-physical properties of sod-podzolic soil with drip irrigation of a fruit nursery

Abstract

Relevance. The use of irrigation is one of the directions of intensification of fruit growing. Drip irrigation is considered one of the promising methods of irrigation, which provides the creation of the most favorable conditions for the growth and development of plants, makes it possible to supply irrigation water directly to their roots and allows the use of automation tools in the irrigation process. The results of ongoing scientific research show that changes in the water-physical and agrochemical properties of soils can be observed on irrigated lands. For the Central Region of the Non-Chernozem Zone of Russia, studies on the influence of drip irrigation on soil properties are fragmentary.

Methods. Field studies were conducted on the territory of the educational experimental farm of the Michurinsky Garden fruit growing laboratory of the Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy. A two-factor experience in the study of different ranges of moisture for the formation of varietal plum seedlings grafted on plum tree stock was laid in the spring of 2018. Before setting up the experiment, organic fertilizers were introduced in the form of horse manure with sawdust in the amount of 100 t/ha. Soil moisture was controlled using tensiometers, calibrated based on the data of the thermostat-weight method. Irrigation rates were set in such a way as to increase the moisture content by 20% of the lowest moisture capacity. The identification of the main agrochemical and water-physical properties of the soil in the experimental plot was carried out according to generally accepted methods and techniques.

Results. The data obtained on the characteristics of the water-physical and agrochemical properties of sod-podzolic soil make it possible to reasonably design the irrigation regime, reclamation and agrotechnical measures. The results of the study show that the local irrigation of soils with sparing irrigation rates with the application has led to certain changes in some soil parameters. However, the obtained research results suggest that in quantitative terms, these changes are not yet significant.

Keywords: drip irrigation, humidification circuit, plum, seedlings, root system

Введение

Одним из направлений интенсификации плодородия является применение орошения. В условиях дефицита водных и энергетических ресурсов, ухудшения экологической обстановки требуется применение современных ресурсосберегающих экологически безопасных способов полива [1, 2]. Капельное орошение считается одним из перспективных способов полива, который обеспечивает создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений, дает возможность подавать поливную воду непосредственно к их корням и позволяет использовать средства автоматизации в процессе орошения. Повышение эффективности капельного орошения основано на получении максимума продукции при минимуме затрат поливной воды и труда [3, 4, 5, 6].

Результаты проводимых научных исследований показывают, что на орошаемых землях может наблюдаться изменение водно-физических и агрохимических свойств почв [7, 8, 9, 10, 11]. Негативные изменения, происходящие в почвах, находятся в зависимости от их исходного состояния, интенсивности подачи поливной воды, а также от ее химического состава и свойств, от разработанной системы удобрений. Для Центрального района Нечерноземной зоны России исследования по изучению влияния орошения на свойства почв являются фрагментарными, поэтому целью исследования являлось изучение агрохимических и водно-физических свойств дерново-подзолистой почвы в плодовом питомнике под воздействием капельного орошения.

Методика исследования

Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плодород-

ства «Мичуринский сад» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева. Двухфакторный полевой опыт заложен в 2018 году. Перед закладкой опыта было произведено внесение органических удобрений в виде конского навоза с опилками в количестве 100 т/га.

Первый фактор (режим увлажнения почвы при капельном орошении) включал варианты с поддержанием влажности почвы в диапазоне: 1) 60-80% наименьшей влагоемкости (НВ); 2) 70-90% НВ; 3) 80-100% НВ; 4) контроль (без орошения). В качестве второго фактора выступали сорта сливы «Машенька» и «Утро». Величина орошаемого слоя почвы с каждым годом увеличивалась на 10 см. В первый год исследования (2018) поливную норму рассчитывали для слоя почвы 0-30 см, во второй год (2019) – для слоя почвы 0-40 см и для третьего года (2020) – для слоя 0-50 см. Влажность почвы контролировали с помощью тензиометров, градуированных на основании данных термостатно-весового метода.

Поливные нормы назначали таким образом, чтобы увеличивать влажность на 20% НВ. Данный диапазон был принят, исходя из предыдущих исследований, которые показали наличие непродуктивных потерь воды в результате инфильтрации по причине неоднородности гранулометрического состава почвы и присутствия в почве несвязанной воды, а также из-за образования под капельницами зон избыточного увлажнения (выше 100 % НВ), что негативно сказывается на корневой системе выращиваемых саженцев. Поэтому узкий диапазон позволяет не только оптимально расходовать воду, но и обеспечивает благоприятный водно-воздушный режим. Выявление основных агрохимических и водно-физических свойств почвы на опытном участке производили по общепринятым методам и методикам [12, 13, 14, 15].

Таблица 1. Сравнительная характеристика режимов орошения саженцев сливы
Table 1. Comparative characteristics of irrigation regimes for plum seedlings

Показатель	Вариант опыта									Существующие рекомендации (дождевание)
	60-80 % НВ			70-90 % НВ			80-100 % НВ			
	Год исследования									
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	
Оросительная норма, м3/га	705	593	460	893	816	697	952	960	903	1500-2100
Средняя поливная норма, м3/га	37,1	45,6	51,1	38,8	45,3	53,6	38,1	45,7	53,1	300-350
Число поливов	19	13	9	23	19	13	25	21	17	5-6
Межполивной период, дни	6	9	13	5	6	9	5	6	7	20-25

Таблица 2. Морфологическая характеристика почвы опытного участка (2018 год)
Table 2. Morphological characteristics of the soil of the experimental plot (2018)

Вид профиля	Горизонт	Мощность, см	Характеристика
	A _{пах}	$\frac{0-29}{29}$	Серый, среднесуглинистый, комковатый, рыхлый, включения корней травянистых растений, железа и марганца, четкий переход по цвету
	A ₂ B	$\frac{29-50}{21}$	Светло-коричневый, комковато-пылеватый, легкосуглинистый, плотный, включения железа (железистые пятна), языковидной формы, марганцевые включения, переход по цвету и плотности
	B	$\frac{50-83}{13}$	Окрашен неоднородно, от темно-палевого до охристого, структура комковатая, сизоватый оттенок по граням структурных отдельностей. Нижняя граница языковатая, переход постепенный
	BC	$\frac{83-122}{39}$	Цвет охристый, рыжевато-бурый, ореховато-призматический, опесчаненный средний суглинок, плотный, марганцевые включения, сизые глееватые затеки, переход постепенный
	C	122 и глубже	Рыжевато-бурый, бесструктурный, опесчаненный средний суглинок, плотный с включениями песчаных линз

Таблица 3. Морфологическая характеристика почвы опытного участка (2020 год)
Table 3. Morphological characteristics of the soil of the experimental plot (2020)

Вид профиля	Горизонт	Мощность, см	Характеристика
	A _{пах}	$\frac{0-30}{30}$	Окраска неоднородная от темно-серого до светло-коричневого цвета. Хорошо оструктурен. Структура комковатая, сложение – рыхлое. Включения в виде мелких корней растений и частично минерализованного органического вещества удобрений. Нижняя граница затечная. Переход постепенный
	A ₂ B	$\frac{30-46}{16}$	Неоднородная, преимущественно светло-коричневая. Сложение – рыхлое, неоднородное. В нижней части – железисто-марганцевые конкреции. По граням структурных отдельностей – железистые пятна, а также пленки органических соединений. Нижняя граница языковатая. Переход ясный.
	B	$\frac{46-85}{39}$	Оттенок неоднородный, в целом по горизонту от темно-палевого до охристого. Структура комковатая, характеризуется наличием сизой пленки по граням структурных отдельностей. Нижняя граница языковатая, переход постепенный
	BC	$\frac{85-127}{42}$	Цвет от темно-палевого до охристого. Сложение – плотное, неоднородное. Переход постепенный
	C	127 и глубже	Цвет охристый, неоднородный. Сложение плотное

Результаты и их обсуждение

Для поддержания предполивных порогов влажности почвы в соответствии со схемой опыта были разработаны режимы капельного орошения, в которых определены поливные и оросительные нормы, число поливов и продолжительность межполивного периода. Сравнительная характеристика разработанных режимов капельного орошения представлена в таблице 1.

В сравнении с существующими рекомендациями по орошению плодовых культур дождеванием применение технологии капельного орошения показывает значительную экономию поливной воды и обеспечивает равномерность ее поступления к выращиваемым растениям. При поливе плодовых питомников дождеванием растения испытывают двойной стресс от периодичности и цикличности увлажнения почвы. Растения находятся в стрессовых условиях в начале межполивного периода по причине избыточного увлажнения нормой 300–350 м³/га и из-за недостатка влаги в конце межполивного периода, так как он составляет 20–25 дней. Кроме того, рекомендуемый режим орошения предполагает проведение всего 5–6 поливов, что в особо засушливые годы не позволяет поддерживать влажность почвы в оптимальном для растений диапазоне и обеспечивать наибольшую продуктивность.

Для характеристики почвы экспериментального участка были заложены почвенные разрезы в начале 2018 (табл. 2) и конце 2020 годов (табл.3) с про-

ведением морфологического описания по генетическим горизонтам и отбором образцов с целью проведения в лабораторных условиях анализов для выявления агрохимических показателей.

Почвенный покров опытного участка представлен дерново-среднеподзолистой, среднесуглинистой, глубоко пахотной, глееватой, окультуренной почвой на моренном (легком песчаном) суглинке, который на глубине 140–160 см подстилается подморенными песками (табл. 2).

Стоит отметить ярко выраженную трансформацию почвенного профиля за отрезок времени 2018–2020 год. Миграция железо-гумусовых соединений, обусловленная наличием большого содержания органического вещества в горизонте Апах, водным режимом, а также общими водно-физическими свойствами данной почвы обусловила менее выраженные процессы текстурной дифференциации профиля по горизонтам, стала менее выраженной. Внесение органических удобрений в дозе 100 т на 1 га, способствовало тенденции ослабления интенсивности подзолистого процесса и инициировало процессы накопления железо гумусовых соединений в горизонтах А2В, В и ВС, в особенности в нижней части, ряд морфологических признаков был видоизменен. В частности, это повлияло на общий вид почвенного профиля и косвенно на режимы почвенной системы.

Результаты определения агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы опытного участка представлены в таблице 4. Данные показывают,

Таблица 4. Агрохимические показатели почвы опытного участка
Table 4. Agrochemical parameters of the soil of the experimental plot

Генетический горизонт, мощность, см	Органическое вещество, %	pH _{KCl}	H _г	S	T	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{лг}
			мг-экв / 100 г почвы				по Кирсанову, мг/кг почвы		по Тюрину и Кононовой мг/кг почвы
2018 год									
A _{пах} (0–29)	2,84	5,7	1,8	13,3	15,2	87,83	261	169	82
A ₂ B (29–50)	0,59	5,2	3,3	4,9	8,0	59,75	131	111	45
B (50–83)	0,41	4,6	3,7	5,5	9,4	59,94	96	104	32
BC (83–122)	0,11	3,9	5,2	7,3	12,5	58,91	79	43	20
C (122 и ниже)	0,03	4,0	5,6	6,6	12,3	55,08	63	31	14
2020 год									
A _{пах} (0–30)	4,2	5,3	2,1	15,4	17,5	88,0	285	384	114
A ₂ B (30-46)	0,73	4,8	2,8	7,1	9,9	71,7	182	193	72
B (46–85)	0,51	4,3	4,6	9,8	14,4	68,1	104	242	29
BC (85–127)	0,14	4,1	5,3	7,2	12,5	57,6	59	96	18
C (127 и ниже)	0,04	3,9	5,6	6,8	12,4	54,8	56	41	12

что почва на опытном участке на момент закладки опыта в 2018 году является хорошо окультуренной, характеризуется мощным пахотным горизонтом (Апах), а содержание гумуса в среднем достигает 2,8%. Показатель емкости поглощения катионов в пахотном горизонте составляет 15,2 мг-экв/100 г почвы. В переходном горизонте (А2В) наблюдается его снижение до 8,0 мг-экв/100 г почвы, а в иллювиальном горизонте (В) он повышается до 9,4 мг-экв/100 г почвы. Своего максимального значения сумма обменных оснований достигает в пахотном горизонте (Апах), и оно составляет 13,3 мг-экв/100 г почвы.

В нижележащих горизонтах значения суммы обменных оснований значительно меньше. Так как на опытном участке производится регулярное внесение больших доз навоза и систематическое известкование, то почва в пахотном горизонте (Апах) характеризуется слабокислой реакцией ($pH_{KCl} = 5,7$). При движении вниз по почвенному профилю кислотность повышается, и, например, в горизонте (ВС) $pH_{KCl} = 3,9$. Данные о содержании в почве подвижного фосфора и обменного калия свидетельствуют, что она является хорошо ими обеспеченной. В пахотном горизонте почвы содержание легкогидролизуемого азота (Апах) составляет 83 мг/кг почвы. В нижележащих горизонтах происходит его резкое снижение.

Сопоставление данных 2018 года с результатами определения агрохимических показателей по завершению опыта в 2020 году показывает, что внесение перед закладкой опыта органических удобрений при-

вело к процессам накопления железо-гумусовых соединений в нижележащих почвенных горизонтах.

В качестве причины повышенного плодородия почв в Мичуринском саду лаборатории плодородия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева можно назвать то, что с 1971 года на регулярной основе проводили ежегодное внесение в большом количестве органических удобрений, представленных полуперепревшим двухлетним компостом из конского навоза, опилок, древесной золы и нитроаммофоски.

Основой для планирования и расчетов оросительных мероприятий являются водно-физические свойства почвы. Для ирригационной характеристики орошаемого участка особую важность имеют следующие показатели: гранулометрический состав почвы, плотность почвы, плотность твердой фазы, водопроницаемость и наименьшая влагоемкость почвы (НВ), максимальная гигроскопичность (МГ) и влажность завядания растений (ВЗ). Основные характеристики водно-физических свойств почвы опытного участка приведены в таблице 5.

На момент закладки опыта самыми благоприятными условиями для роста и развития растений характеризуется пахотный горизонт (Апах). Для него выявлена наименьшая плотность (1,17 г/см³) и наибольшая общая пористость (52,91%). Наименьшая влагоемкость здесь составляет 31,7% от сухой массы почвы, максимальная гигроскопичность – 8,6% от сухой массы почвы и влажность завядания – 13,0% от сухой массы почвы. При движении вниз по генетическим горизонтам почвенного профиля происходит увеличение плот-

Таблица 5. Водно-физические показатели почвы опытного участка
Table 5. Water-physical parameters of the soil of the experimental plot

Почвенный горизонт, см	Плотность, г/см³	Плотность твердой фазы, г/см³	Общая пористость, %	НВ	МГ	ВЗ
				% от массы почвы		
2018 год						
Апах(0–29)	1,17	2,45	52,91	31,7	8,6	13,0
А2В(29–50)	1,30	2,63	45,04	26,3	3,6	5,7
В (50–63)	1,52	2,69	43,64	21,4	4,3	6,4
ВС (83–122)	1,55	2,69	42,18	19,9	4,2	6,3
С (122 и ниже)	1,60	2,71	40,74	18,4	3,7	5,5
2020 год						
Апах(0–30)	1,21	2,41	49,3	29,2	7,3	12,7
А2В (30–46)	1,34	2,58	46,4	26,9	4,2	8,6
В (46–85)	1,65	2,88	39,7	25,8	4,3	5,2
ВС (85–127)	1,74	2,85	38,5	24,4	3,7	4,6
С (127 и ниже)	1,92	3,05	33,8	18,7	3,4	4,4

ности сложения и плотности твердой фазы, которые достигают своих максимальных значений в горизонте С (плотность – 1,60 г/см³ и плотность твердой фазы – 2,71 г/см³). Наряду с этим происходит снижение общей пористости, а также уменьшение значений наименьшей влагоемкости, максимальной гигроскопичности и влажности завядания.

Об авторах:

Николай Николаевич Дубенок – академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой, ndubenok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>

Александр Владимирович Гемонов – старший преподаватель, agemonov@yandex.ru

Александр Вячеславович Лебедев – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, alebedev@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8939-942X>

Олег Евгеньевич Ефимов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, efimovoe@yandex.ru

Артем Анатольевич Прохоров – старший лаборант, artem.prokhorov.2016@inbox.ru

Закключение

Полученные данные по характеристике водно-физических и агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы позволяют обоснованно проектировать режим орошения, мелиоративные и агротехнические мероприятия. Результаты исследования показывают, что локальное орошение почв шадящими оросительными нормами с применением привело к определенным изменениям некоторых показателей почв. Однако полученные результаты исследований позволяют считать, что в количественном отношении эти изменения пока не являются значительными.

About the authors:

Nikolai N. Dubenok – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doc. Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Department, ndubenok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>

Alexander V. Gemonov – Senior Lecturer, agemonov@yandex.ru

Alexander V. Lebedev – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Lecturer, alebedev@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8939-942X>

Oleg E. Efimov – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, efimovoe@yandex.ru

Artem A. Prokhorov – Senior Laboratory Assistant, artem.prokhorov.2016@inbox.ru

• Литература

1. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. За ред. С.А. Балука, М.І. Ромашенка. К.: Аграрна наука, 2009. 624 с.
2. Сторчоус В.Н. Влияние орошения на изменение свойств почвы при выращивании многолетних культур в условиях Крыма. *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И.Вернадского. География. Геология*. 2015;2(167):42-51.
3. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Влияние капельного орошения на рост и развитие саженцев сливы в питомнике в условиях Центрального нечерноземья России. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2020;(4):6-11.
4. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Общая пористость и пористость аэрации дерново-подзолистой почвы при выращивании саженцев сливы при капельном орошении. *Земледелие*. 2020;(7):3-6.
5. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности формирования саженцев сливы, выращиваемых в плодовом питомнике при капельном орошении. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2020;(4):42-45.
6. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Glushenkova E.V. Formation of plum seedlings under drip irrigation in Central Non-Black Soil region of Russia. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2019;1(14):40-48.
7. Куликова Е.В. Влияние капельного орошения на водно-физические свойства почвы. В сборнике: Развитие аграрного сектора экономики в условиях глобализации. Материалы международной научно-практической конференции. Воронежский государственный аграрный университет; под общей редакцией В.И. Котарева, Н.И. Бухтоярова, А.В. Дедова. 2013. С.135-139.
8. Мусаходжаев Н.Т., Майбасова А.С. Изменение агрофизических свойств почв в условиях капельного орошения. *Почвоведение и агрохимия*. 2019;(3):23-30.
9. Попова В.П., Фоменко Т.Г. Изменение свойств почвы под плодовыми насаждениями в условиях капельного орошения. *Орошаемое земледелие*. 2017;(1):15-16.
10. Пугачев Г.Н., Кузин А.И. Влияние капельного орошения на изменение агрофизических и агрохимических свойств почвы интенсивного сада. *Земледелие*. 2019;(6):5-8.
11. Шуравилин А.В., Вуколов Н.Г., Пивень Е.А. Свойства и плодородие почв при многолетнем орошении. *Плодородие*. 2008;1(40):19-21.
12. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению: Учеб. пособие для студентов вузов по агроном. спец. Под ред. Ганжары Н.Ф. М.: Агроконсалт, 2002. 279 с.
13. Кауречев И.С. Почвоведение. М.: Колос, 1975. 496 с.
14. Качинский Н.А. Физика почвы. Ч.2. Водно-физические свойства и режимы почв. М.: «Высшая школа», 1970. 360 с.
15. Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И.С., Игнатьев Н.Н. Общее почвоведение. М.: КолосС, 2006. 456 с.

• References

1. Science of the foundations of the burial ground and the rationalization of the cultivation of the agricultural lands of Ukraine. Ed. S.A. Balyuk, M.I. Romashchenka. K.: Agrarna science, 2009. 624 p. (in Russian)
2. Storchous V.N. Influence of irrigation on the change in soil properties during the cultivation of perennial crops in the conditions of the Crimea. *Uchenye zapiski the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky. Geography. Geology*. 2015;2(167):42-51. (in Russian)
3. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Influence of drip irrigation on the growth and development of plum seedlings in the nursery in the Central Non-Black Earth Region of Russia. *Melioration and Water Management*. 2020;(4):6-11. (in Russian)
4. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. General porosity and porosity of aeration of sod-podzolic soil when growing plum seedlings with drip irrigation. *Agriculture*. 2020;(7):3-6. (in Russian)
5. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Features of the formation of plum seedlings grown in a fruit nursery with drip irrigation. *Russian agricultural science*. 2020;(4):42-45. (in Russian)
6. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Glushenkova E.V. Formation of plum seedlings under drip irrigation in Central Non-Black Soil region of Russia. *Bulletin of the Peoples Friendship University of Russia. Series: Agronomy and Livestock*. 2019;1(14):40-48.
7. Kulikova E.V. Influence of drip irrigation on the water-physical properties of the soil. In the collection: Development of the agricultural sector of the economy in the context of globalization. Materials of the international scientific and practical conference. Voronezh State Agrarian University; edited by V.I. Kotareva, N.I. Bukhtoyarova, A.V. Dedova. 2013. P.135-139. (in Russian)
8. Musakhodzhaev N.T., Maybasova A.S. Changes in the agrophysical properties of soils under conditions of drip irrigation. *Soil Science and Agrochemistry*. 2019;(3):23-30. (in Russian)
9. Popova V.P., Fomenko T.G. Changes in soil properties under fruit plantations under drip irrigation. *Irrigated agriculture*. 2017;(1):15-16. (in Russian)
10. Pugachev G.N., Kuzin A.I. Influence of drip irrigation on the change in the agrophysical and agrochemical properties of the soil of an intensive garden. *Agriculture*. 2019;(6):5-8. (in Russian)
11. Shuravilin A.V., Vukolov N.G., Piven E.A. Properties and fertility of soils under long-term irrigation. *Fertility*. 2008;1(40):19-21. (in Russian)
12. Ganzhara N.F., Borisov B.A., Baibekov R.F. Practicum on soil science: Textbook. manual for university students on agron. specialist. Ed. Ganzhary N.F. Moscow: Agroconsult, 2002. 279 p. (in Russian)
13. Kaurechev I.S. Soil science. M.: Kolos, 1975. 496 p. (in Russian)
14. Kachinsky N.A. Soil physics. Part 2. Water-physical properties and soil regimes. M.: "High school", 1970. 360 p. (in Russian)
15. Mamontov V.G., Panov N.P., Kaurichev I.S., Ignatiev N.N. General soil science. M.: KolosS, 2006. 456 p. (in Russian)



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

www.vniissok.com