

Овощи России

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

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

5 2022

VEGETABLE
crops of RUSSIA
Scientific peer-reviewed journal



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



ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН СЕМЯН
ФГБНУ ФНЦО

Наши сорта и технологии – гарантия урожая и качества

МАСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Капуста белокочанная Снежинка F₁

Снежинка F₁ – среднепоздний гетерозисный гибрид (120-135 суток после высадки рассады):

- компактная форма растения дает возможность плотной посадки;
- кочан порционный (2,0-2,8 кг), округлый, плотный, с нежными, тонкими листьями;
- капуста белоснежная, с повышенным содержанием сахаров – до 6,8%, сухого вещества – до 8,8%, вкусовые качества отличные;
- использование универсальное, в т.ч. для высококачественной лиофильной сушки;
- товарная урожайность – 270-462 ц/га, максимальная урожайность – 600 ц/га (Московская область), выход товарной продукции – 88%.



Приобрести «СЕМЕНА ВНИССОК»

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

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

- Цветных пакетах
- Профессиональной упаковке
- Весовые семена

Телефон: +7 (495) 594-77-17

Электронная почта: vniissokseeds@yandex.ru

Отдел продаж находится в центральном офисе по адресу:
143080, Россия, Московская область,
Одинцовский район, п. ВНИССОК, ул. Селекционная, д. 14
Оплата производится по безналичному расчету,
банковской картой, наличными.

Главный редактор

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Адрес учредителя и редакции: 143080, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

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

Тираж 100 экземпляров.

Дата выхода в свет: 26.09.2022

Цена свободная

Отпечатано в типографии:

ООО «ПРИНТ»
426035, г. Ижевск,
ул. Тимирязева, д. 5, оф. 5

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ № ФС 77-72184 от 15 января 2018 года.
Издаётся с декабря 2008 года.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий ВАК РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Журнал в 2016 году включен в базу данных AGRIS (Agricultural Research Information System) –

Международную информационную систему по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям.

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



Editor in chief

Victor F. Pivovarov – Full Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Agriculture),
Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center"
(FSBSI 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. Volosciuk – Dr. Sci. (Biology), Head of the Laboratory of phytopathology and biotechnology, Institute of Genetics, Physiology and Protection of Plants, Academy of Sciences of Moldova, Chişinău, Republic of Moldova

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

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

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

Alexey V. Soldatenko – Deputy Chief Editor, Full Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Agriculture), director of Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" (FSBSI 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), Advisor to the Chairman of the Board of Directors, EFKO Group of Companies, Moscow, Russia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center", (FSBSI 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.ru> tel.: +7 (495) 599-24-42

Circulation is 100 copies. Free price. Published: 26.09.2022

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

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

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

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

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

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

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



СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Ермолаев А.С., Домблидес Е.А.

Оптимизация этапов технологии получения удвоенных гаплоидов кабачка (*Cucurbita pepo* L.) в культуре неопыленных семян *in vitro*.5

Белов С.Н.

Влияние различного гелеобразующего агента в составе питательной среды на индукцию гиногенного развития неопыленных семян огурца (*Cucumis sativus* L.).15

Чередниченко Е.А., Пивоваров В.Ф., Гавриш С.Ф., Першин А.Ф., Будылин М.В.

Эффективность использования удвоенных гаплоидов в селекции лука репчатого (*Allium cepa* L.).24

Ким И.В., Шищенко Е.В., Фисенко П.В., Чибизова А.С., Клыков А.Г.

Применение методов биотехнологии в безвирусном семеноводстве картофеля.29

Волков Д.И., Ким И.В., Гисюк А.А., Клыков А.Г.

Оценка сортов картофеля на пригодность к переработке на хрустящий картофель и фри в условиях Приморского края.35

Романов В.С.

Биоразнообразие межвидовых гибридов рода *Allium* L.43

Бочерова И.Н., Рябчикова Н.Б.

Результаты испытания новых сортов и перспективных селекционных образцов арбуза столового в условиях Волгоградского Заволжья.50

Масленникова Е.С., Варивода Е.А.

Изучение селекционно значимых признаков межсортных гибридов тыквы крупноплодной *Cucurbita maxima* и тыквы мускатной *Cucurbita moschata*.54

Косицына О.А.

Итоги испытания моркови в условиях юга Амурской области.58

Юсупова Л.А., Ховрин А.Н., Котлярова О.В.

Экологическое сортоиспытание моркови столовой селекции ФГБНУ ФНЦО в условиях юга Ростовской области.63

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

Применение листовой подкормки удобрением Agrochelate на семеноводческом посеве дыни.68

САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

Почуев П.В., Романова Н.Г., Маланкина Е.Л.

Эффективность комбинированной внекорневой обработки кориандра посевного глицином и ауксинподобными препаратами на урожайность плодов и сбор эфирного масла.76

Филиппова Н.В., Демьянова-Рой Г.Б.

Применение биологически активных веществ в технологии выращивания томата F₁ Шерами в условиях закрытого грунта.82

Иванова М.И., Янченко Е.В., Кашлева А.И.

Урожайность и качество зеленых листьев съедобных видов *Allium* L. в зависимости от видов упаковки, срока и температуры хранения.88

АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

Ермак М.В., Мацишина Н.В., Фисенко П.В.

Двадцативосьмипятнистая картофельная коровка *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motsch.) в Приморском крае: история вредителя (литературный обзор).94

BREEDING, SEED PRODUCTION AND PLANT BIOTECHNOLOGY

Ermolaev A.S., Domblides E.A.

Optimization of steps in the technology of obtaining doubled haploids
of summer squash (*Cucurbita pepo* L.) in the culture of unpollinated ovules *in vitro*.5

Belov S.N.

The effect of different gelling agents as part of culture medium
on the rate of cucumber (*Cucumis sativus* L.) unpollinated ovules gynogenic development.15

Cherednichenko E.A., Pivovarov V.F., Gavrish S.F., Pershin A.F., Budylin M.V.

Efficiency of the use for doubled haploids
in onion breeding (*Allium cepa* L.).24

Kim I.V., Shishchenko E.V., Fisenko P.V., Chibizova A.S., Klykov A.G.

Biotechnology methods
in virus-free potato seed production.29

Volkov D.I., Kim I.V., Gisyuk A.A., Klykov A.G.

Evaluating potato varieties for their suitability for processing into potato chips
and french fries under the conditions of Primorsky kray.35

Romanov V.S.

Biodiversity of interspecific hybrids of the genus *Allium* L.43

Bocherova I.N., Ryabchikova N.B.

Study of varieties and promising varieties
of table watermelon in the conditions of the Volgograd Volga region.50

Maslennikova E.S., Varivoda E.A.

The study of selection significant traits of intervarietal hybrids
of large-fruited pumpkin *Cucurbita maxima* and nutmeg pumpkin *Cucurbita moschata*.54

Kositsyna O.A.

Results of carrot cultivation test under the conditions of the south of the Amur Region.58

Yusupova L.A., Khovrin A.N., Kotlyarova O.V.

Ecological study of carrots of the canteen selection of the
Federal scientific vegetable center in the conditions of the south of the Rostov region.63

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

Application of foliar fertilization with Agrochelate fertilizer on melon seed crops.68

HORTICULTURE, VEGETABLE PRODUCTION, VITICULTURE AND MEDICINAL CROPS

Pochuev P.V., Romanova N.G., Malankina E.L.

Efficiency of joint glycine and auxin analogs foliar treatment
on coriander seeds yield and essential oil quality.76

Filippova N.V., Demyanova-Roy G.B.

The use of biologically active substances in the technology of growing
tomato F₁ Sherami in protected ground conditions.82

Ivanova M.I., Yanchenko E.V., Kashleva A.I.

Yield and quality of green leaves of edible species of *Allium* L.
depending on the type of packaging, storage time and temperature.88

AGROCHEMISTRY, SOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE

Ermak M.V., Matsishina N.V., Fisenko P.V.

The 28-spotted potato ladybird beetle
Henosepilachna vigintioctomaculata (Motsch.)
in Primorsky kray: the history of the pest (review).94

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-5-14>
УДК 635.621.3:631.531.011.2:573.6

А.С. Ермолаев, Е.А. Домблидес*

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

*Автор для переписки: edomblides@mail.ru

Благодарности: авторы выражают искреннюю благодарность Химич Г.А. и Коротцевой И.Б. за предоставленный исходный селекционный материал кабачка, Скапцову М.В. за помощь в оценке растений-регенерантов методом проточной цитометрии клеточных ядер.

Финансирование: «Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90053».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Ермолаев А.С., Домблидес Е.А. Оптимизация этапов технологии получения удвоенных гаплоидов кабачка (*Cucurbita pepo* L.) в культуре неопыленных семяпочек *in vitro*. Овощи России. 2022;(5):5-14. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-5-14>

Поступила в редакцию: 18.08.2022

Принята к печати: 10.09.2022

Опубликована: 26.09.2022

Alexey S. Ermolaev,
Elena A. Domblides*

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

*Corresponding author: edomblides@mail.ru

Acknowledgements: the authors express their sincere gratitude to Khimich G.A. and Korotseva I.B. for the provided initial breeding material of summer squash, Skaptsov M.V. for help in evaluation of regenerant plants by flow cytometry of cell nuclei.

Funding: The reported study was funded by RFBR, project number 20-316-90053.

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

Author contribution: All authors confirm they have contributed to the design and performance of the experiment, the analysis of experimental data, and the writing of this paper.

For citations: Ermolaev A.S., Domblides E.A. Optimization of steps in the technology of obtaining doubled haploids of summer squash (*Cucurbita pepo* L.) in the culture of unpollinated ovules *in vitro*. Vegetable crops of Russia. 2022;(5):5-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-5-14>

Received: 18.08.2022

Accepted for publication: 10.09.2022

Published: 26.09.2022

Оптимизация этапов технологии получения удвоенных гаплоидов кабачка (*Cucurbita pepo* L.) в культуре неопыленных семяпочек *in vitro*



Резюме

Актуальность. Для создания эффективной технологии получения удвоенных гаплоидов (ДН-технологии) кабачка в культуре неопыленных семяпочек *in vitro* необходимо подобрать оптимальные значения многих факторов, степень влияния каждого из которых на гиногенез может существенно отличаться. Целью исследования являлась оптимизация отдельных этапов технологии.

Методы. Для индукции эмбриогенеза использовали жидкую и агаризованную (7 г/л) среду ИМС с различной концентрацией сахарозы (от 20 до 80 г/л) и различными регуляторами роста растений (2 мг/л 2,4 Д; 0,2 мг/л ТДЗ; 0,8 мг/л 2,4 Д и 1,2 мг/л НУК).

Результаты. Оптимальным для изученных генотипов кабачка оказался предварительно заизолированный с вечера, сорванный утром раскрывшийся бутон. Стерилизация завязей кабачка краткосрочным обжиганием после обработки 96% спиртом, позволяет существенно сократить временные затраты на этот этап без потери эмбриогенного потенциала. Для индукции гиногенеза в культуре неопыленных семяпочек кабачка возможно использовать жидкую питательную среду ИМС с сахарозой от 20 до 40 г/л. Использование питательной среды с 2 мг/л 2,4 Д для большинства генотипов оказалось более эффективным и позволяло получить большее количество эмбриоидов, по сравнению с питательной средой содержащей 0,2 мг/л ТДЗ и со средой с 0,8 мг/л 2,4 Д и 1,2 мг/л НУК. Образование эмбриоидов наблюдалось уже через 5 недель культивирования.

Заключение. Нам удалось завершить полный цикл технологии получения удвоенных гаплоидов в культуре неопыленных семяпочек *in vitro* для 30 генотипов кабачка и получить ДН-растения, которые являются ценным исходным материалом как для селекционеров, так и для генетических исследований. Оптимизация этапов технологии позволила достичь максимального результата для отдельных генотипов – 55 эмбриоидов на 100 культивируемых семяпочек.

Ключевые слова: кабачок (*Cucurbita pepo* L.), ДН-растения, культура неопыленных семяпочек *in vitro*, гиногенез, гаплоид, ИМС (Induction Medium for Cucurbitaceae)

Optimization of steps in the technology of obtaining doubled haploids of summer squash (*Cucurbita pepo* L.) in the culture of unpollinated ovules *in vitro*

Abstract

Relevance. To create an effective technology for obtaining doubled haploids (DH-technology) of zucchini in unpollinated seedpod culture *in vitro* it is necessary to select the optimal values of many factors, the degree of influence of each of which on gynogenesis can vary significantly. The aim of the study was to optimize the individual stages of the technology.

Methods. Liquid and agarized (7 g/L) IMC medium with different sucrose concentrations (20 to 80 g/L) and different plant growth regulators (2 mg/L 2,4 D; 0.2 mg/L TDZ; 0.8 mg/L 2,4 D and 1.2 mg/L NUC) were used for induction of embryogenesis.

Results. Optimal for the studied zucchini genotypes was pre-isolated from the evening, plucked in the morning opened bud. Sterilization of zucchini ovaries by short-term burning after treatment with 96% alcohol, allows significant reduction of the time required for this step without loss of embryogenic potential. IMC nutrient medium with sucrose (20 to 40 g/L) can be used for induction of gynogenesis in the unpollinated zucchini ovary culture. The use of nutrient media with 2 mg/L 2,4 D for most genotypes was more effective and resulted in higher number of embryoids compared to nutrient media containing 0.2 mg/L TDC and media with 0.8 mg/L 2,4 D and 1.2 mg/L NAA. Embryoid formation was observed after 5 weeks of cultivation.

Conclusion. We were able to complete the full cycle of technology for obtaining doubled haploids in unpollinated seedpod culture *in vitro* for 30 zucchini genotypes and obtain DH-plants, which are valuable source material for both breeders and genetic research. Optimization of the individual steps of the technology made it possible to achieve the maximum result for individual genotypes – 55 embryoids per 100 cultivated ovules.

Keywords: summer squash (*Cucurbita pepo* L.), DH-plants, culture of unpollinated ovules *in vitro*, gynogenesis, haploid, IMC (Induction Medium for Cucurbitaceae)

Введение

Кабачок (*Cucurbita pepo* L.) относится к семейству Cucurbitaceae Juss, роду *Cucurbita* L. и имеет большую экономическую значимость и широкое распространение во многих странах мира. В качестве овощной продукции его выращивают для получения плодов, которые достаточно быстро растут и могут быть готовы к употреблению через 5-7 дней после цветения, задолго до того, как плод достигнет своего полного размера (биологическая спелость). Кабачки могут употребляться в пищу в свежем, тушеном, жареном виде, а также в виде соков, пюре, консервов, супов. Этот популярный овощ является одним из наиболее выращиваемых тыквенных культур во всем мире, хотя трудно оценить, сколько его производится на самом деле, поскольку сельскохозяйственная статистика обычно представляет данные по общему производству всех разновидностей кабачка и тыкв [1]. Согласно последним данным Продовольственной и Сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций за 2020 год, занимаемая площадь под тыквами и кабачками составляла 2 млн га, а урожайность – 138 тыс. ц/га. Всего же за 2020 год было собрано 27 млн т продукции. Наибольшие площади, занятые под тыквами, кабачками и патиссонами, расположены в Индии – 532 тыс. га (26,4% от мировых площадей) и Китае – 403 тыс. га (19,9%), а Россия по этому показателю находится на седьмом месте (55 тыс. га – 2,8%). Индия и Китай занимают лидирующие позиции и по собранной товарной продукции. В РФ за 2020 год урожай тыкв, кабачков и патиссонов составил 1,1 млн т (4%), что соответствует четвертому месту в мировом производстве, в то же время по показателю урожайности (204 тыс. ц/га) Россия занимает лишь 43 место [2].

Ассортимент тыквенных культур в крупнейших мировых компаниях по производству семян представлен исключительно гибридами F₁. Помимо проявляющегося эффекта гетерозиса, производство гибридных семян позволяет защищать авторские права селекционера. Среди культур, относящихся к виду *C. pepo*, в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, гибриды составляют менее 50%, что свидетельствует об отсутствии у селекционеров возможности внедрять технологии, позволяющие быстро создавать родительские линии. Для кабачка, даже несмотря на наличие достаточно крупных цветков, с которыми легко проводить скрещивания, процесс искусственного самоопыления трудоемок ввиду особенностей культуры. У *C. pepo* цветки раздельнополые, и достаточно тяжело подобрать на одном растении мужские и женские цветки, раскрывшиеся одновременно. Все скрещивания необходимо проводить вручную и индивидуально изолировать каждый цветок. Для создания выровненной линии традиционными методами селекции необходимо проводить инбредные скрещивания в течение 7-10 лет. Все эти моменты обуславливают большие временные и трудовые затраты, необходимые для создания новых чистых линий.

В мировой практике технологии получения удвоенных гаплоидов (DH-технологии) широко используются в селекционных программах для увеличения выхода новых рекомбинантных и полностью гомозиготных форм, на создание которых уходит не более одного года. Культура неопыленных семяпочек *in vitro* (гиногенез) является

одной из наиболее перспективных и востребованных биотехнологий, применяемых для овощных культур семейства *Cucurbitaceae*. К преимуществам этой технологии помимо качества получаемых DH-линий, относится то, что в ее основе лежит использование женского гаметофита (селекция у тыквенных культур направлена на получение линий с женским типом цветения, закрепленным на генетическом уровне), ее безопасность (отсутствие необходимости работы с источником излучения, как при технологии индуцированного партеногенеза *in situ*), и относительно низкая себестоимость получаемых гомозиготных линий за счет сокращения временных и трудовых затрат (более чем в три раза, по сравнению с традиционным селекционным процессом).

Chambonnet и Dumas de Vault [3] первыми получили в культуре неопыленных семяпочек *in vitro* гаплоидные растения кабачка. В основе этой технологии лежит культивирование на искусственных питательных средах семяпочек или фрагментов завязей, при этом гаплоидные клетки зародышевого мешка под воздействием индуцирующих факторов переходят с гаметофитного пути развития на спорофитный с образованием из них эмбрионов (прямой эмбриогенез) или морфогенного каллуса, из которого в последующем образуется растение (непрямой эмбриогенез). На следующем этапе самопроизвольно или под воздействием определенных обработок происходит удвоение хромосом и образующийся организм в идеальном варианте приобретает диплоидный набор хромосом с гомозиготным состоянием аллелей. На процесс индукции гиногенеза влияет большое число факторов, таких как генотип растения, условия выращивания донорного растения, стадия развития женского гаметофита, состав питательной среды, стрессовые обработки, поэтому исследования по оптимизации этой технологии направлены на изучение этих факторов с целью увеличения выхода DH-растений. Известно, что селекционные фирмы используют технологию неопыленных семяпочек для получения DH-растений огурца в промышленных масштабах (US Patent 5492827) [4], для остальных тыквенных культур эти технологии еще не получили широкого распространения из-за низкого выхода удвоенных гаплоидов. На данный момент известно о разработке данной технологии в роде *Cucurbita* для тыквы мускатной *C. moschata* Duch.[5–8], тыквы крупноплодной *C. maxima* Duch. [9,8] и различных межвидовых гибридов [10]. Нам удалось обнаружить лишь ограниченное количество публикаций по индукции гиногенеза у кабачка [11–14].

Для создания эффективной технологии необходимо подобрать оптимальные значения многих факторов, степень влияния каждого из которых на гиногенез может существенно отличаться. Целью исследования являлось изучение факторов, влияющих на индукцию эмбриогенеза и регенерацию удвоенных гаплоидов кабачка в культуре неопыленных семяпочек *in vitro* и оптимизация отдельных этапов технологии.

1. Материалы и методы

1.1. Растительный материал и условия выращивания донорных растений

В работе использовали 30 селекционных образцов кабачка из коллекции лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур ФГБНУ ФНЦО, отличающиеся по окраске и форме плода. Донорные растения выращи-

вали в 2019-2021 годах в Московской области в условиях пленочной теплицы и открытого грунта.

Женские бутоны, находящиеся на стадии за 1-3 суток до распускания цветка, с вечера изолировали с использованием колпачка из пергаментной бумаги и на следующий день рано утром срывали.

Сбор бутонов производили с середины июля до середины сентября.

1.2. Стерилизация эксплантов

С женских бутонов удаляли околоцветник и промывали под струей водопроводной воды с коммерческим моющим средством «АОС» в течение двух минут, после чего переносили в ламинарный бокс.

Поверхностную стерилизацию проводили двумя способами:

1) в ламинарном боксе завязи опускали на 30 секунд в 96% этанол, затем переносили на 15 минут в 50% водный раствор коммерческого препарата «Белизна» (содержит 10% гипохлорит натрия) с добавлением Твина-20 (1 капля на 100 мл), с последующим трехкратным промыванием в течение 10 минут в стерильной дистиллированной воде. Простерилизованные завязи помещали на стерильную влажную фильтровальную бумагу и сохраняли в стерильных условиях в стеклянных чашках Петри диаметром 10 см.

2) в ламинарном боксе завязь пинцетом опускали на 5-10 секунд в стаканчик с 96% этанолом, после чего вынимали из раствора и быстро поджигали в пламени горелки до выгорания находящегося на поверхности спирта (эту манипуляцию можно было проводить 2 раза). Стерилизовать завязи можно непосредственно перед выделением из них семян.

1.3. Культура неопыленных семян *in vitro*

После стерилизации завязи разрезали скальпелем и выделяли семяпочки с помощью препаровальных игл под стереомикроскопом Stemi 305 (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Germany) при 10× увеличении в ламинарном боксе. Изолированные семяпочки без признаков повреждения помещали на поверхность агаризованной индукционной питательной среды в стерильные чашки Петри диаметром 94×16 мм (Greiner Bio-One GmbH, Frickenhausen, Германия) или стеклянные баночки объемом 100 мл, закрытые пластиковыми крышками Magenta™ B-cap (кат. Номер B8648, Magenta Corporation, Chicago, USA).

Для индукции гиногенеза использовали питательную среду IMC (Induction Medium for Cucurbitaceae – разработана в лаборатории биотехнологии ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК)). Состав питательной среды представлен минеральной основой (макросоли и микроли) питательной среды МСМ [15] с уменьшенным в два раза содержанием NH_4NO_3 , дополненную аминокислотами (100 мг/л пролина, 100 мг/л серина, 800 мг/л глутамина), витаминами из прописи среды NLN [16]. В качестве источника углевода использовалась сахароза 30 г/л (для всех опытов, кроме опыта по изучению влияния концентрации сахарозы на индукцию гиногенного развития, где использовалась сахароза в концентрации 20 г/л, 40 г/л, 60 г/л, 80 г/л).

После подведения pH до 5,8 (0.1M раствором NaOH) в питательную среду добавляли 7 г/л агара и стерилизовали автоклавированием при 121°C, 90 кПа в течение 25

минут. При приготовлении питательной среды после ее остывания до 50...60°C в нее добавляли 100 мг/л ампициллина и регуляторы роста:

- 1) 2,4 D – 2 мг/л
- 2) TDZ – 0,2 мг/л
- 3) 2,4 D – 0,8 мг/л + НУК – 1,2 мг/л.

Для приготовления питательных сред использовали реактивы марки «протестировано для культуры клеток» (Sigma) и сверхчистая вода (Type 1, 18.2 MΩ·cm), полученная с помощью установки для очистки воды Simplicity® UV Water Purification System (Merck KGaA, Darmstadt, Germany).

Культивирование проводили на стеллажах со смешанным освещением люминесцентными лампами двух типов: OSRAM Fluora L36W/77 (с преобладанием синего и красного спектра) и Philips 36W/54-765 (с преобладанием белого спектра), при общей освещенности 2500 люкс, фотопериоде 16 часов – день и 8 часов – ночь при температуре 25°C круглосуточно.

1.4. Опыт по влиянию различных концентраций сахарозы на индукцию гиногенеза у кабачка

Эксперимент проводился на генотипах кабачка: Gold Rush F₁ и селекционной линии 228 (получена из сорта Русские Спагетти). Выделенные семяпочки культивировали в одноразовых чашках Петри диаметром 6 см на жидкой питательной среде IMC с 100 мг/л ампициллина и 0,2 мг/л ТДЗ. В опытах использовали разные концентрации сахарозы: 2%, 4%, 6%, 8%. Каждый вариант опыта проводили в 3 повторностях по 20 семяпочек на чашку Петри.

1.5. Цитологические наблюдения за развитием семяпочек в культуре *in vitro* и развитием эмбрионов/каллуса

Изучение процесса гиногенеза в культуре неопыленных семяпочек проводили каждые 3-7 суток в течение 1,5-2 месяцев с использованием инвертированного стереомикроскопа Stemi 508 с камерой AxioCam 305 color (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Germany).

1.6. Получение растений-регенерантов

Нормально развитые образовавшиеся эмбриониды переносили на безгормональную среду МС [17] с 2% сахарозой и 3 г/л фитогеля.

Плохо развивающиеся эмбриоподобные структуры переносили на регенерационную среду СВМ [18] с 2% сахарозой, 3 г/л фитогеля, 0,2 мг/л НУК, 0,1 мг/л ГК, 0,8 мг/л БАП и 100 мг/л ампициллина, а через 3 недели, после формирования точек роста и нормально развитых побегов для укоренения помещали на безгормональную среду МС с 2% сахарозой и 3 г/л фитогеля. Культивирование проводили на стеллажах со смешанным освещением люминесцентными лампами при тех же условиях, что и для индукции гиногенеза.

1.7 Адаптация к условиям *ex vitro* и выращивание растений-регенерантов

Растения с нормально развитыми листьями и корневой системой переносили в вегетационные сосуды 0,5/1 литр, заполненные смесью торфа и перлита (7:3), накрывали перфорированными пластиковыми стаканчиками для адаптации растений к условиям *ex vitro*. После

появления двух новых листьев стаканчик удаляли.

Растения выращивали в вегетационной камере с лампами досвечивания (Osram plantstar 600 W) при постоянном температурном режиме 25°C, освещенности 8000 люкс и 16ч/8ч- фотопериоде.

Еженедельно проводили подкормку раствором коммерческого комплексного водорастворимого удобрения «Акварин» 1,5-2,0 г/л для стимуляции цветения.

По мере роста растения проводили пересадки в горшки большего объема (5 л, 8 л). С мая по июль хорошо развитые растения пересаживались в летние пленочные теплицы для оценки по морфологическим признакам и проведения скрещиваний.

1.8 Исследование пloidности растений с использованием проточной цитометрии клеточных ядер

Пloidность регенерированных растений определяли методом проточной цитометрии клеточных ядер. Ее проводили на базе биоинженерной лаборатории Алтайского государственного университета в Барнауле с использованием проточного цитометра Partec CyFlow PA (Partec GmbH, Германия) с источником лазерного излучения с длиной волны 532 нм и в ФГБНУ ФНЦО при помощи проточного цитометра CytoFlex в комплектации B2-RO-V2 (Beckman Coulter, USA). Диплоидные ($2n=2x=40$) растения кабачка использовали в качестве внешних стандартов для определения пloidности. Визуализацию и обработку гистограмм проводили в программном обеспечении Flowing Software 2.5.1. (University of Turku, Finland). Статистические данные рассчитывали в программе XLStat (Addinsoft).

1.9 Статистический анализ

Обработку экспериментальных данных проводили с использованием общепринятых математико-статистических методов с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2010 для Windows 10 и Statistika 7.0.

2. Результаты и обсуждение

2.1 Определение оптимальной стадии развития женского гаметофита для индукции гиногенеза

Правильная идентификация оптимальной стадии развития женского гаметофита для введения в культуру *in vitro* является одним из важнейших факторов, влияющих на индукцию гиногенеза. Для кабачка характерны женские цветки с ценокарпным гинецеем (паракарпный тип), состоящим обычно из трех плодолистиков, образующих нижнюю завязь, в которой семязпочки располагаются рядами. Зародышевый мешок моноспорический, трехмитозный, биполярный, образуется по Polygonium-типу. Мегаспорогенез или первые этапы мегагаметогенеза начинаются за 3-4 дня до распускания цветка. Зародышевый мешок полностью созревает и готов к оплодотворению через несколько часов после раскрытия цветка. В большинстве исследований показано, что оптимальной стадией для введения в культуру *in vitro* у видов семейства Cucurbitaceae является почти зрелый, либо полностью зрелый зародышевый мешок. Gémes Juhász et al. (2002), проводившие исследования по идентификации оптимальной стадии развития женского гаметофита для индукции гиногенеза огурца, считают, что оптимальным является время за 6 часов до распускания цветка. Цитологические наблюдения показали, что в это время зародышевый мешок обычно восьмиядерный, хотя иногда встречаются и четырехядерные мешки [18]. У кабачка цветки обычно распускаются до 10 часов дня и, следовательно, период за шесть часов до распускания цветка это очень раннее утро, поэтому необходимо определить возможно ли заранее срывать цветок или можно выделять семязпочки из завязей уже полностью распустившихся цветков.

Удобно для описания фазы раскрытия цветка использовать такой показатель, как количество дней до распускания цветка. Селекционеры, работающие с кабачком, легко определяют фазу, ориентируясь на

Таблица 1. Влияние фазы развития цветка на индукцию гиногенного развития
Table 1. Influence of flower development phase on induction of gynogenic development

Генотип (factor A)	Стадия развития бутона (factor B)	Эмбриоидов, шт./на чашку Петри	Индукцированных семязпочек, %	Two-way ANOVA factors/ factor effect, %
Gold Rush F ₁	FL-2	0 ^c	0 ^c	factor A ** /2.6 factor B ***/81.3 factor A x factor B */2.6 error / 13.5
	FL-1	1.1 ^b	4.4 ^b	
	FL	4.3 ^a	17.3 ^a	
Камили F ₁	FL-2	0 ^b	0 ^b	
	FL-1	0.67 ^b	2.68 ^b	
	FL	3.0 ^a	12.0 ^a	

Примечание: представленные значения являются средними для трех независимых экспериментов с тремя повторами внутри каждого опыта. Для каждого генотипа использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), а средние значения сравнивались с использованием критерия множественных диапазонов Duncan (DMRT). Значения, отмеченные одинаковой буквой, не имели достоверных различий при $p \leq 0.05$.

* значимо на уровне 0.05, ** значимо на уровне 0.01, *** значимо на уровне 0.001

В одну чашку Петри диаметром 9,4 см высаживалось 25 семязпочек.

Полностью раскрывшийся цветок (FL), 1 сутки до распускания (FL-1), 2 суток (FL-2).

Note: The values presented are averages for three independent experiments with three replicates within each experiment. Within each genotype, one-way ANOVA was used and average values were compared using Duncan multiple range test (DMRT). Values marked with the same letter had no significant difference at $p \leq 0.05$.

* significant at 0.05 level, **significant at 0.01 level, *** significant at 0.001 level, NS = not significant

Twenty-five ovules were planted in a single Petri dish 9.4 cm in diameter.

Fully opened flower (FL), 1 day before flowering (FL-1), 2 days (FL-2).



Рис. 1. Внешний вид женских бутонов кабачка Gold Rush F₁ за двое суток до раскрытия бутона – FL-2 (А.), за 1 сутки до раскрытия бутона – FL-1 (В), в день раскрытия бутона FL (С), масштабная линейка 1 см

Fig. 1. Appearance of female buds of Sunny Delight F₁ squash two days before bud opening – FL-2 (A.), 1 day before bud opening – FL-1 (B), on the day of bud opening – FL (C); Bar = 1 cm

цвет околоцветника (рис 1.). Проведенные нами на двух генотипах эксперименты с бутонами разной степени раскрытия цветка (2 суток (FL-2), 1 сутки до распускания (FL-1) и полностью раскрывшийся цветок (FL)) показали, что оптимальным для кабачка будет предварительно заизолированный с вечера, сорванный утром раскрывшийся бутон (табл. 1). Для генотипа Gold Rush F₁ и Камили F₁ было получено 17,3% и 12,0% индуцированных семяпочек из бутонов в стадии FL.

Впоследствии из этих индуцированных семяпочек развились эмбриониды. В четыре раза меньше эмбрионидов было получено из бутонов на стадии (FL-1) и полное отсутствие гиногенного развития наблюдалось при введении в культуру бутонов на стадии FL-2. Именно из бутонов на стадии FL, содержащих семяпочки с зрелым зародышевым мешком, были получены эмбриониды у 30 изученных генотипов в дальнейших экспериментах.

В опубликованной литературе по получению удвоенных гаплоидов в культуре неопыленных семяпочек огурца и тыквы также оптимальными для введения в культуру были полураскрывшиеся бутоны или цветки в утренние часы [13,19,14]. Однако в работе Chambonnet D, Dumas De Vaulx R (1986) наилучшие результаты были получены с семяпочками, извлеченными из цветков кабачка на стадии FL-1 (за день до начала распускания цветка), где удалось получить до 4,3 эмбрионидов на 100 культивированных семяпочек, в то время как за 2 суток и в день раскрытия цветка количество полученных эмбрионидов снижалось и составило 2,8 и 1,2 эмбрионидов соответственно [3].

Стерилизация завязи методом обжигания

На первом этапе работы необходимо было добиться получения хорошо растущей стерильной культуры. Ранее мы использовали режим ступенчатой поверхностной стерилизации с использованием 96% этанола и 50% водного раствора коммерческого препарата «Белизна» (содержит 5-15% гипохлорит натрия), который оказался одинаково эффективным для всех образцов культур семейства *Cucurbitaceae*, и в сочетании с добавлением в питательную среду ампициллина в концентрации 200 мг/л обеспечивал 100% выход неинфицированных жизнеспособных эксплантов. Использование данного режима стерилизации позволяло не только избавиться от контаминации, но и размягчить стенки завязи, обеспечивая более удобное

Таблица 2. Влияние типа стерилизации на индукцию гиногенеза и контаминацию
Table 2. Effect of sterilization type on gynogenesis induction and contamination

Генотип (фактор А)	Тип стерилизации (фактор В)			
	Ступенчатая стерилизация 5% раствором гипохлорита натрия		Стерилизация краткосрочным обжиганием	
	индуцированных семяпочек, %	контаминированных чашек Петри, %	индуцированных семяпочек, %	контаминированных чашек Петри, %
Камили F ₁	9.3 ^a	0	8.5 ^a	0
с.о. 1	1.3 ^b	0	2.4 ^a	0
с.о. 51	18.5 ^a	0	17.8 ^a	0
Gold Rush F ₁	15.2 ^a	0	17.3 ^a	0

two-way ANOVA factors: factor A ***, factor B NS, factor A factor B NS

Примечание: представленные значения являются средними для трех независимых экспериментов с тремя повторами внутри каждого. Использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), а средние значения сравнивались с использованием критерия множественных диапазонов Duncan (DMRT). Значения, отмеченные одинаковой буквой, не имели достоверных различий при $p \leq 0.05$.

* значимо на уровне 0.05, ** значимо на уровне 0.01, *** значимо на уровне 0.001, NS = не значимо

В одну чашку Петри диаметром 9,4 см высаживали 25 семяпочек; с.о. – селекционный образец.

Note: The values presented are averages for three independent experiments with three replicates within each experiment. Within each genotype, one-way ANOVA was used and average values were compared using Duncan multiple range test (DMRT). Values marked with the same letter had no significant difference at $p \leq 0.05$.

* significant at 0.05 level, ** significant at 0.01 level, *** significant at 0.001 level, NS = not significant

Twenty-five ovules were planted in a single Petri dish 9.4 cm in diameter; c.o. – breeding accession.

извлечение семяпочек [19]. К недостатку этого способа относится длительность этого этапа по времени и то, что поскольку выделение семяпочек из завязи кабачка занимает достаточно продолжительное время (25 семяпочек – 1 чашка Петри – 30 минут), очень часто заранее простерилизованные завязи (стерилизуют сразу несколько завязей, чтоб экономить время и реактивы) в течение рабочего дня хранятся в ламинарном боксе и начинают темнеть, что в последствии может оказывать влияние на индукцию гиногенеза при закладке обширных опытов.

Нами был оптимизирован этап стерилизации завязей кабачка и предложен вариант краткосрочного обжигания после обработки 96% спиртом. Это позволило сократить временные затраты с 50 минут (при использовании ступенчатой стерилизации с использованием 5% раствора гипохлорита натрия) до одной минуты для получения эксплантов со 100% отсутствием контаминации и без потери эмбриогенного потенциала семяпочек (табл. 2).

В литературе возможность использовать метод обжигания встречается в работах по получению удвоенных гаплоидов при использовании технологии индуцированного партеногенеза (опыление облученной пылью *in situ*) и спасения зародышей у арбуза. Предлагается в ламинарном боксе помещать плоды в поддон из нержавеющей стали, опрыскивать 95% спиртом из пульверизатора и затем поджигать. При этом в исследовании подчеркивается, что использовать обжигание можно на плодах возрастом 3-4 недели, то есть имеющих уже достаточно прочную кожуру [20]. Только в одной публикации нам встретилось упоминание о возможности стерилизации завязей кабачка краткосрочным обжиганием после смачивания в 95% спирте [3], но этот метод не получил широкого распространения. В большинстве работ используют стерилизацию в течение 60 с в 70% этаноле, затем 20 мин в 5,2% растворе гипохлорита натрия с 2-3 каплями Tween-20 [11–13], либо опускают завязи на 60 с в 70% этанол [10], с последующим асептическим промыванием три раза стерильной дистиллированной водой.

Предложенный нами метод стерилизации позволяет значительно сократить временные затраты и вводить в стерильную культуру завязи непосредственно перед

использованием, без длительного хранения в простерилизованном виде.

Оптимальный состав питательной среды для получения удвоенных гаплоидов в культуре неопыленных семяпочек *in vitro*.

Оптимальный состав питательной среды определяет успех технологии получения удвоенных гаплоидов. Обычно в технологии выделяют две питательные среды – индукционная питательная среда и регенерационная питательная среда. Иногда еще используется промежуточная среда – среда для созревания эмбриоидов [21]. Наиболее часто варьирующими компонентами питательных сред являются: (1) источник органического азота, (2) углеводы и (3) регуляторы роста. Традиционно для индукции процесса гиногенеза при культивировании семяпочек *C. pepo* используют питательную среду MS [11,12,10,22], или индукционную питательную среду CBM (Cucumber Basal Medium), специально разработанную для огурца [18]. В лаборатории биотехнологии ФГБНУ ФНЦО была разработана новая питательная среда IMC (Induction Medium for Cucurbitaceae), успешно используемая для тыквенных культур [13,14]. Состав этой питательной среды значительно отличается от среды CBM и MS. Эта среда содержит повышенное содержание KNO_3 (2496,3 мг/л), увеличенное содержание никотиновой кислоты (5 мг/л) и обогащенный аминокислотный состав. В предварительно проведенных нами экспериментах по тестированию наиболее часто используемых питательных сред (MS, CBM, IMC) для индукции гиногенеза в культуре неопыленных семяпочек для кабачка наилучшие результаты были получены на питательной среде IMC, именно поэтому мы ее использовали в последующих экспериментах.

В качестве источника углеводов в питательные среды добавляют сахарозу. В культуральных средах сахароза обычно гидролизует полностью или частично на составляющие моносахариды – глюкозу и фруктозу под действием инвертазы, расположенной в клеточных стенках растений, либо путем высвобождения внеклеточного фермента. Концентрация сахарозы играет важную роль в культуре неопыленных семяпочек *in vitro* поскольку обеспечивает определенное осмотическое давление в питательной среде [23,12]. Особенно сильно влияние сахарозы при использовании жидких питательных сред. Нами была

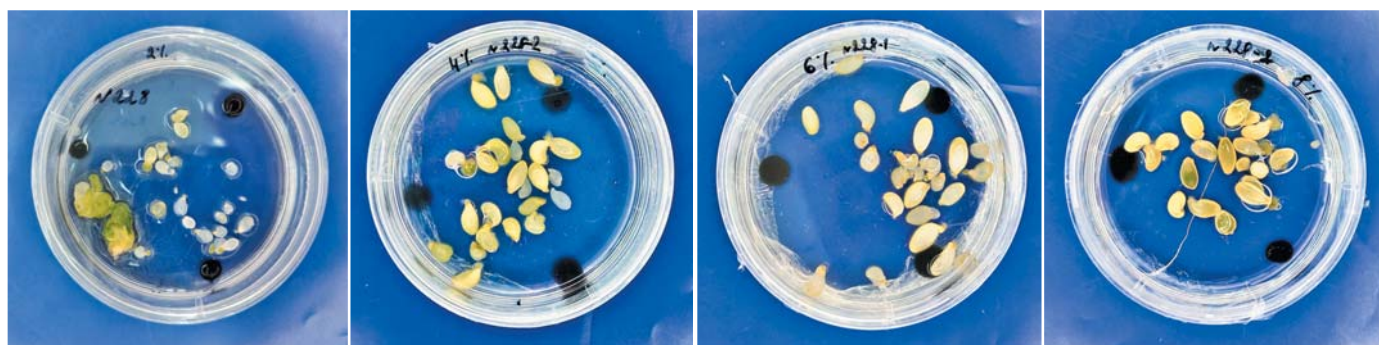


Рис. 2. Изучение влияния концентрации сахарозы в жидкой питательной среде IMC с 0.2 мг/л ТДЗ на индукцию эмбриогенеза у с.о. 228 (45 суток культивирования)

А – сахароза 20 г/л; В – сахароза 40 г/л; С – сахароза 60 г/л; D – сахароза 80 г/л.

Fig. 2. Study of the effect of sucrose concentration in liquid IMC nutrient medium with 0.2 mg/L TDZ on the induction of embryogenesis in s.o. 228 (45 days of cultivation)

заложена серия экспериментов с использованием различной концентрации сахарозы (20 г/л, 40 г/л, 60 г/л, 80 г/л) при использовании агаризованной (7 г/л агара) и жидкой питательной среды IMC с 0.2 мг/л ТДЗ на двух генотипах Gold Rush F₁ и с.о 228.

Впервые была показана возможность использования жидкой питательной среды для индукции гиногенеза в

культуре неопыленных семяпочек кабачка (рис. 2). Было отмечено образование эмбриоидов уже через 45 суток культивирования. При увеличении концентрации сахарозы в питательной среде наблюдалась разница в увеличении размеров культивируемых семяпочек уже после первой недели культивирования (семяпочки на питательной среде с сахарозой 20 г/л были в 1,6 раза

Таблица 3. Образование эмбриоидов на индукционных питательных средах с различными регуляторами роста
Table 3. Embryoid formation on induction nutrient media with different growth regulators

Генотип Эмбриоидов/ на чашку Петри, шт	Эмбриоидов/на чашку Петри, шт.		
	среда IMC 2 мг/л 2,4 D	среда IMC 0.2 мг/л TDZ	среда IMC 0,8 мг/л 2,4 D и 1,2 мг/л НУК
Gold Rush F ₁	13.7 ^a	4.7 ^b	0 ^c
с.о 228	13.3 ^a	2.0 ^b	0 ^c
Фараон	6.3 ^a	0.7 ^b	0 ^c
Камили F ₁	2.3 ^a	0.3 ^b	0 ^c
с.о 125	2.0 ^a	0.3 ^b	0 ^c
с.о 1	0.7 ^a	1.3 ^a	0 ^c
с.о 92	0.3 ^a	1.0 ^a	0 ^b
с.о 278	0.3 ^b	3.7 ^a	0 ^b
с.о 35	0 ^b	0.7 ^b	1.0 ^a
с.о 51	4.7 ^a	0 ^b	0 ^b
Ролик	1.7 ^a	0 ^b	0 ^b
с.о 38	0.7 ^a	0 ^a	0 ^a
Грибовский 37	1.3 ^a	0 ^b	0 ^b
Якорь	0.3 ^a	0 ^a	0 ^a
с.о 263	0.3 ^a	0 ^a	0 ^a
с.о 549	0.7 ^a	0 ^a	0 ^a
с.о 564	0.7 ^a	0 ^a	0 ^a
с.о 556	0.7 ^a	0 ^a	0 ^a
Уголек	0 ^a	0.7 ^a	0 ^a
с.о 566	0 ^a	0.7 ^a	0 ^a
с.о 62	0 ^a	0.3 ^a	0 ^a
с.о 283	0 ^a	0.3 ^a	0 ^a
с.о 285	0 ^a	0.7 ^a	0 ^a
Цукеша	0 ^b	1.0 ^a	0 ^a
с.о 279	0 ^a	0.3 ^a	0 ^a
Погребок	0 ^b	4.0 ^a	0 ^b
с.о 50	0 ^a	0 ^a	0.7 ^a
Ясмин	0 ^b	0 ^b	9.0 ^a
с.о 550	0 ^b	0 ^b	2.3 ^a
с.о 541	0 ^a	0 ^a	0.7 ^a

Примечание: представленные значения являются средними для трех независимых экспериментов с тремя повторами внутри каждого. Использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), а средние значения сравнивались с использованием критерия множественных диапазонов Duncaп (DMRT). Значения, отмеченные одинаковой буквой, не имели достоверных различий при $p \leq 0.05$.

В одну чашку Петри диаметром 9,4 см высаживалось 25 семяпочек. с.о. – селекционный образец

Note: The values presented are averages for three independent experiments with three replicates within each experiment. Within each genotype, one-way ANOVA was used and average values were compared using Duncan multiple range test (DMRT). Values marked with the same letter had no significant difference at $p \leq 0.05$. Twenty-five ovules were planted in a single Petri dish 9.4 cm in diameter; c.o. – breeding accession

меньше, чем на питательной среде с сахарозой 80 г/л).

Вне зависимости от консистенции питательной среды эмбриониды были получены только на питательных средах с концентрацией сахарозы 20 г/л и 40 г/л.

Проведенные эксперименты подтвердили полученные ранее нами данные для агаризованных питательных сред, что для индукции эмбриогенеза в культуре неопыленных семяпочек в семействе *Cucurbitaceae* оптимально использовать питательные среды с концентрацией сахарозы около 30 г/л. Также было показано, что увеличение концентрации сахарозы до 40 г/л не приводило к увеличению индукции у культивируемых семяпочек. При культивировании уже индуцированных семяпочек на среде с повышенной сахарозой (40 г/л) чаще наблюдалось образование аномальных эмбрионидов [14]. Kwack и Fujieda [5] также показали, что самый высокий процент семяпочек тыквы мускатной, образующих зародыши, возникает при концентрации сахарозы 30 г/л, в то время как более низкая (10 г/л) или более высокая (60 или 100 г/л) концентрация приводит к отсутствию эмбриогенеза или к его низкой частоте. На кабачке, по мере увеличения концентрации сахарозы (30, 60 и 90 г/л), процент семяпочек, образующих эмбриониды, снижается; семяпочки, выращенные на среде MS, содержащей 30 г/л сахарозы, дают наилучшие результаты, в то время как семяпочки, выращенные на среде, дополненной 90 г/л сахарозы, вообще не образуют эмбрионидов [12]. В тоже время другие исследователи предпочитают

с 0,2 мг/л ТДЗ и на среде с 0,8 мг/л 2,4 Д и 1,2 мг/л НУК появляются через 6-7 недель.

Для девяти генотипов образование эмбрионидов происходило только на среде с добавлением 2 мг/л 2,4 Д; для восьми генотипов – на среде с 0,2 мг/л ТДЗ; для четырех – на среде с 0,8 мг/л 2,4 Д и 1,2 мг/л НУК; восемь генотипов отзывались как на питательной среде с 2 мг/л 2,4 Д, так и с 0,2 мг/л ТДЗ, а один генотип – на среде с 0,2 мг/л ТДЗ и на среде с 0,8 мг/л 2,4 Д и 1,2 мг/л НУК.

Использование питательной среды с 2 мг/л 2,4 Д для большинства генотипов оказалось более эффективным и позволяло получить большее количество эмбрионидов, по сравнению с питательной средой, содержащей 0,2 мг/л ТДЗ, и со средой с 0,8 мг/л 2,4 Д и 1,2 мг/л НУК.

Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ показал, что и фактор генотипа и фактор используемых регуляторов роста, а также взаимодействие этих факторов оказывают существенное влияние на выход эмбрионидов. При этом доля влияния фактора генотипа на количество образовавшихся эмбрионидов оказалась 31%, фактора применяемых регуляторов роста – 5%, а их взаимодействие – 57%. При этом доля неучтенных факторов, влияющих на количество эмбрионидов, составила 7%. (рис. 3). Большая доля влияния взаимодействия фактора генотипа и фактора используемых регуляторов роста свидетельствует о том, что для каждого генотипа необходимо тестировать несколько вариантов питательных сред

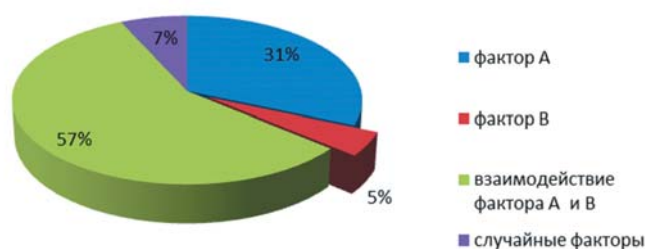


Рис. 3. Доля влияния генотипа (фактора А) и различных регуляторов роста в составе питательной среды (фактор В) и их взаимодействия на выход эмбрионидов в культуре неопыленных семяпочек *in vitro*
Fig. 3. Proportion of the effect of genotype (factor A) and different growth regulators in nutrient media (factor B) and their interaction on embryoid yield in an unpollinated ovule culture *in vitro*

использовать повышенные концентрации сахарозы – 40 г/л [18] или пониженные 20 г/л [22].

Для индукции эмбриогенеза в культуральные среды необходимо добавлять регуляторы роста. В эксперименте по изучению влияния наиболее часто используемых регуляторов роста (2 мг/л 2,4 Д; 0,2 мг/л ТДЗ; 0,8 мг/л 2,4 Д и 1,2 мг/л НУК) минерально-витаминный состав среды был выбран ИМС дополненный сахарозой 30 г/л и агаром 7 г/л. Исследование было проведено на 30 генотипах. Была отмечена различная генотип-специфическая реакция на используемые в питательной среде регуляторы роста. Несмотря на разный тип используемых регуляторов роста (2,4Д и НУК относятся к ауксинам, а ТДЗ к цитокининам) и их различающуюся концентрацию, на всех трех вариантах были получены эмбриониды. Было отмечено, что первые эмбриониды на среде с 2 мг/л 2,4Д появлялись через 5 недель культивирования, а на среде

Был оптимизирован этап регенерации и укоренения побегов. Нормально развитые образовавшиеся эмбриониды переносили на безгормональную среду MS с 2% сахарозой и 3 г/л фитогеля. Для плохо развивающихся эмбрионидов необходимо было добавление в питательную среду ампициллина (100 мг/л) и регуляторов роста (НУК 0.2 мг/л, ГК 0,1 мг/л, БАП 0,8 мг/л) для индуцирования дополнительных точек роста. Поскольку у *C. pero* цветки раздельнополые, сохраняющие возможность к опылению только 5 часов, и достаточно тяжело подобрать мужские и женские цветки одного возраста для самоопыления, в связи с этим можно рекомендовать на этапе регенерации проводить клональное микроразмножение, чтобы получить как можно больше растений одного генотипа для проведения последующих скрещиваний.

После оптимизации отдельных этапов технологии удалось достичь максимального выхода эмбрионидов у



Рис. 4. Этапы технологии получения DH-растений *Cucurbita pepo* L. в культуре неопыленных семян в культуре in vitro
 А – внешний вид женского цветка кабачка за 1 сутки до распускания; В – изоляция женского цветка колпачком из пергаментной бумаги; С – стерилизация завязи методом краткосрочного обжигания; D – выделение неопыленных семечек на индукционную питательную среду ИМС; Е – образование эмбриоидов на 35-60 сутки культивирования; F – эмбриоид, готовый к пересадке на регенерационную питательную среду MS; G – регенерация проростка из эмбриоида (на этой стадии возможно микрочлониальное размножение); H, I – адаптация растений-регенерантов к условиям ex vitro; J – высадка растений-регенерантов R0 в пленочную теплицу; K – инбредные скрещивания растений-регенерантов R0; L – развитие плода до фазы биологической спелости; M – Плод с семенами от самоопыления, оценка внутреннего строения плода; N – DH-линия на следующий вегетационный год

Fig. 4. Stages of DH-production technology of *Cucurbita pepo* L. plants in non-pollinated seedpod culture in vitro
 A – appearance of female summer squash flower 1 day before flowering; B – isolation of female flower by cap of parchment paper; C – sterilization of ovary by short burning; D – isolation of unpollinated ovules on IMC induction nutrient medium; E – formation of embryoids on 35-60 days of cultivation; F – embryoid, ready for transfer to MS regeneration nutrient medium; G – regeneration of seedling from embryoid (microclonal multiplication is possible at this stage); H, I – adaptation of regenerant plants to ex vitro conditions; J – planting of R0 regenerant plants in film greenhouse; K – inbreeding of R0 regenerant plants; L – fruit development to the phase of biological ripeness; M – Fruit with seeds from self-pollination, evaluation of internal structure of fruit; N – DH line for the next growing year

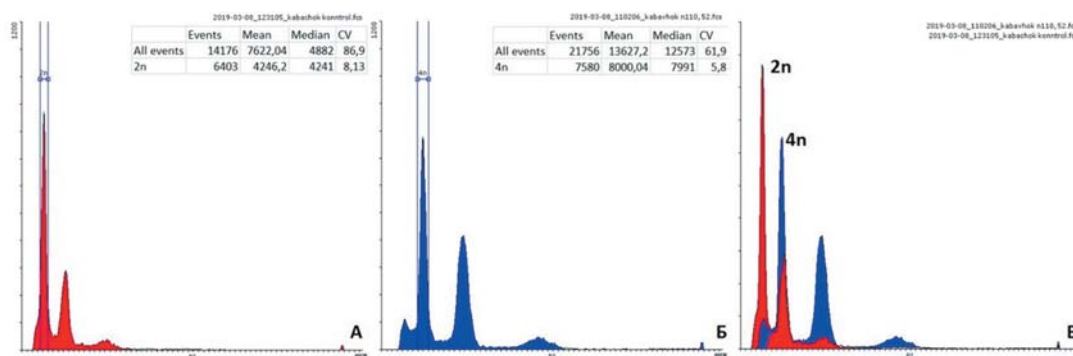


Рис. 5. Примеры гистограмм образцов кабачка. Внешняя стандартизация – образцы исследовали по отдельности, без изменений настроек цитометра. А – контрольный диплоидный образец кабачка ($2n=2x=40$); Б – тетраплоидный регенерант ($2n=4x=80$); В – объединенная гистограмма контрольного диплоидного образца кабачка и тетраплоидного образца. Mean – средние значения пиков. Median – медиана пика. CV – коэффициент вариации пика. Events – количество событий.
Fig. 5. Examples of histograms of summer squash samples. External standardization - samples were examined separately without changing cytometer settings. A – control diploid summer squash sample ($2n=2x=40$); Б – tetraploid regenerant ($2n=4x=80$); C – Combined histogram of control diploid summer squash sample and tetraploid sample. Mean – mean values of the peaks. CV – coefficient of variation of the peak

отдельных генотипов кабачка – 13,7 эмбриоидов на чашку Петри, содержащую 25 семян, что в пересчете на 100 культивируемых семян составит до 55 штук (рис. 4).

Анализ растений-регенерантов с использованием проточной цитометрии клеточных ядер

Было проведено изучение полученного потомства R0 (полученные гомозиготные линии) по уровню пloidности с использованием проточной цитометрии клеточных ядер (рис. 5). Среди проанализированных 108 растений-регенерантов кабачка, успешно прошедших этап адаптации, было определено: диплоидов – 32,35%, триплоидов – 26,47%, тетраплоидов – 33,82%, октаплоидов – 4,41%, анеуплоидов – 2,94%.

Гаплоидные растения были обнаружены только в культуре *in vitro*, а среди высаженных в теплицу растений они отсутствовали, что объяснялось их потерей на этапе регенерации, как наименее жизнеспособных.

Заключение

Нам удалось завершить полный цикл технологии получения удвоенных гаплоидов в культуре неопыленных семян *in vitro* для 30 генотипов кабачка и получить DH-растения, которые являются ценным исходным материалом как для селекционеров, так и для генетических исследований. Оптимизация отдельных этапов технологии позволила достичь максимального результата для отдельных генотипов – 55 эмбриоидов на 100 культивируемых семян.

Об авторах:

Алексей Станиславович Ермолаев – младший научный сотрудник лаборатории репродуктивной биотехнологии в селекции сельскохозяйственных растений, <https://orcid.org/0000-0002-7433-5271>, ErmolaevAlexeyStanislavovich@gmail.com

Елена Алексеевна Домблидес – кандидат с.-х. наук, зав. лаб. репродуктивной биотехнологии в селекции с.-х. растений, <https://orcid.org/0000-0002-2695-190X>, автор для переписки, edomblides@mail.ru

About the authors:

Alexey S. Ermolaev – Junior Researcher of Laboratory of Reproductive Biotechnology in Crop Breeding, <https://orcid.org/0000-0002-7433-5271>, ErmolaevAlexeyStanislavovich@gmail.com

Elena A. Domblides – Cand. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Reproductive Biotechnology in Crop Breeding, <https://orcid.org/0000-0002-2695-190X>, Correspondence Author, edomblides@mail.ru

• Литература / References

- Paris H.S., Lust T.A. Origin of the Zucchini Squash, *Cucurbita Pepo* Subsp. *Pepo* Zucchini Group. *Acta Hort.* 2020;(1294):1–8. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1294.1.
- FAOSTAT. [Access: 22 May 2022]. Available from: <https://www.fao.org/>.
- Chambonnet D, Vaulx RDD. Obtention of Embryos and Plants from *in Vitro* Culture of Unfertilized Ovules of *Cucurbita Pepo*. *Cucurbit Genet Coop.* 1985;(8):66.
- Dirks R. Patent Number: 5,492,827. 1996.
- Kwack S.N., Fujieda K. Somatic Embryogenesis in Cultured Unfertilized Ovules of *Cucurbita Moschata*. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science.* 1988;57(1):34–42. DOI: 10.2503/jjshs.57.34.
- Sun S., Zhai Q., Hu J., Chen J., Zhang P. Effects of Several Physiological Factors on Embryo Formation in Unpollinated Ovary Culture of Pumpkin. *Plant Physiology Communications.* 2009;45(10):977–80.
- Min Z., Li H., Zou T., Tong L., Cheng J., Sun X. Studies of *in Vitro* Culture and Plant Regeneration of Unfertilized Ovary of Pumpkin. *Chinese Bulletin of Botany.* 2016;51(1):74.
- Kurtar E.S., Balkaya A., Ozbakir Ozer M. Production of Callus Mediated Gynogenic Haploids in Winter Squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.). *Czech J Genet Plant Breed.* 2018;54(1):9–16. DOI: 10.17221/30/2017-CJGPB.
- Shmykova N., Domblides E., Vjurtts T., Domblides A.. Haploid Embryogenesis in Isolated Microspore Culture of Carrots (*Daucus carota* L.). *Life.* 2021;11(1):20. DOI: 10.3390/life11010020.
- Rakha M.T., Metwally E.I., Moustafa S.A., Etman A.A., Dewir Y.H. Evaluation of Regenerated Strains from Six *Cucurbita* interspecific Hybrids Obtained through Anther and Ovule 'in Vitro' cultures. *Australian Journal of Crop Science.* 2012;6(1):23–30.
- Metwally E.I., Moustafa S.A., El-Sawy B.I., Haroun S.A., Shalaby T.A. Production of Haploid Plants from *in Vitro* Culture of Unpollinated Ovules of *Cucurbita Pepo*. *Plant cell, tissue and organ culture.* 1998;52(3):117–21.
- Shalaby T.A. Factors Affecting Haploid Induction through *in Vitro* Gynogenesis in Summer Squash (*Cucurbita pepo* L.). *Scientia Horticulturae.* 2007;115(1):1–6. DOI: 10.1016/j.scienta.2007.07.008.
- Shmykova N.A., Khimich G.A., Korotseva I.B., Domblides E.A. Prospective of development of doubled haploid plants of *Cucurbitaceae* family. *Vegetable crops of Russia.* 2015;(3-4):28–31. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-28-31>.
- Domblides E., Shmykova N., Khimich G., Korotseva I., Kan L., Domblides A, et al. Production of Doubled Haploid Plants of *Cucurbitaceae* Family Crops through Unpollinated Ovule Culture *in vitro*. *Acta Hort.* 2020;(1294):19–28. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1294.4.
- Masuda K., Kikuta Y., Okazawa Y. A Revision of the Medium for Somatic Embryogenesis in Carrot Suspension Culture. *Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University.* 1981;60(3):183–93.
- Lichter R. Induction of Haploid Plants From Isolated Pollen of Brassica Napus. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie.* 1982;105(5):427–34. DOI: 10.1016/s0044-328x(82)80040-8.
- Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio-Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiol Plant.* 1962;15:437–97. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.
- Gemes-Juhász A., Balogh P., Ferenczy A., Kristóf Z. Effect of Optimal Stage of Female Gametophyte and Heat Treatment on *in Vitro* Gynogenesis Induction in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Cell Reports.* 2002;21(2):105–11. DOI: 10.1007/s00299-002-0482-8.
- Domblides E.A., Shmykova N.A., Belov S.N., Korotseva I.B., Soldatenko A.V. DH-plant production in culture of unpollinated ovules of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Vegetable crops of Russia.* 2019;(6):3-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-3-9>
- Sari N., Solmaz I. Doubled Haploid Production in Watermelon. In: Segui-Simarro JM, editor. Doubled Haploid Technology: Volume 3: Emerging Tools, Cucurbits, Trees, Other Species. New York, NY: Springer US; 2021. p. 97–110 DOI: 10.1007/978-1-0716-1331-3_6.
- Zou T., Su H.N., Wu Q., Sun X.W. Haploid Induction via Unfertilized Ovary Culture in Watermelon. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture.* 2018;135(2):179–87. DOI: 10.1007/s11240-018-1454-1.
- Kurtar E.S., Seymen M. Gynogenesis in *Cucurbita* Species. In: Segui-Simarro JM, editor. Doubled Haploid Technology: Volume 3: Emerging Tools, Cucurbits, Trees, Other Species. New York, NY: Springer US; 2021. p. 123–33 DOI: 10.1007/978-1-0716-1331-3_8.
- Wakizuka T., Nakajima T. Development of Proembryo in Cultured Ovules of Petunia Hybrid Vilm. *Japanese Journal of Breeding.* 1975;25(3):161–7.

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-15-23>
УДК 635.63:631.531.011.2:581.13

С.Н. Белов

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

*Автор для переписки: belov@vniissok.com

Конфликт интересов. Автор заявляет об
отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Белов С.Н. Влияние различ-
ного гелеобразующего агента в составе пита-
тельной среды на индукцию гиногенного раз-
вития неопыленных семян огурца
(*Cucumis sativus* L.). *Овощи России*.
2022;(5):15-23. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-15-23>

Поступила в редакцию: 08.07.2022

Принята к печати: 12.09.2022

Опубликована: 26.09.2022

Sergey N. Belov

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

*Correspondence Author: belov@vniissok.com

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

For citations: Belov S.N. The effect of different
gelling agents as part of culture medium on the
rate of cucumber (*Cucumis sativus* L.) unpollin-
ated ovules gynogenic development.
Vegetable crops of Russia. 2022;(5):15-23. (In
Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-15-23>

Received: 08.07.2022

Accepted for publication: 09.09.2022

Published: 26.09.2022

Влияние различного гелеобразующего агента в составе питательной среды на индукцию гиногенного развития неопыленных семян огурца (*Cucumis sativus* L.)



Резюме

Актуальность. Индукцию гиногенного развития в культуре неопыленных семян огурца *Cucumis sativus* L. проводят на твердых питательных средах с агар-агаром, либо Phytigel™. Гелеобразующие агенты определяют мобилизацию веществ в составе питательной среды и оказывают различные эффекты на экспланты, что сказывается на качестве полученных регенератов. Однако работы, в которых изучается влияние данных гелеобразующих агентов на развитие семян и сравнение их между собой для *C. sativus* L. отсутствуют. Цель исследования: изучить влияние различного гелеобразующего агента в питательной среде на индукцию гиногенеза и развитие неопыленных семян огурца.

Материалы и методы. В исследование были включены два перспективных коллекционных образца огурца №58 и №831 лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур ФГБНУ ФНЦО. Для индукции гиногенеза использовали питательную среду IMC (Induction Medium for Cucurbitaceae) с 30 г/л сахарозы, 200 мг/л ампициллина, 0,2 мг/л тидиазурона (ТДЗ). В качестве гелеобразующего агента использовались агар-агар в концентрации 7 г/л, либо Phytigel™ в концентрации – 3,5 г/л. Семяпочки были выделены из завязей, находящихся в фазе полураскрытого цветка (FL-1) и фазе полностью раскрытого цветка (FL). Культивирование проводили в пластиковых чашках Петри диаметром 60 мм с объемом воздушной прослойки 28,8 см³ – "КС №1", и стеклянных культуральных банках с объемом воздушной прослойки 140 см³ – "КС №2".

Результаты. На питательных средах, содержащих Phytigel™ и агар – агар площадь семян за 30 дней культивирования увеличивалась неравномерно. Коэффициенты увеличения семян между гелеобразующими агентами отличались от 1,7 до 2,6 раз в зависимости от времени культивирования. Средняя скорость увеличения семян на средах с Phytigel™ составляла 0,08 мм²/сут., в то время как на средах с агар-агаром она была 0,02 мм²/сут. Генотип и тип гелеобразующего агента являются значимыми факторами, влияющими на увеличение площади введенных в культуру неопыленных семян огурца. При этом доля влияния гелеобразующего агента составила 55,01%, а доля влияния генотипа составила 14,53%. Влияние стадии развития цветка и типа культурального сосуда не оказывало существенного влияния на развитие семян у обоих генотипов. В исследовании удалось достичь индукции гиногенеза у 67 % введенных в культуру неопыленных семян у генотипа №831 на питательной среде с агар-агаром.

Выводы. На питательной среде, где в качестве гелеобразующего агента используется Phytigel™, семяпочки увеличиваются в размере быстрее, чем на питательных средах с агар-агаром. В тоже время процент индуцированных семян был существенно выше на питательных средах с агар-агаром для обоих генотипов. Тип гелеобразующего агента и генотип являются значимыми факторами, влияющими на индукцию и развитие неопыленных семян.

Ключевые слова: гиногенез, неопыленные семяпочки, гелеобразующий агент, агар-агар, phytigel

The effect of different gelling agents as part of culture medium on the rate of cucumber (*Cucumis sativus* L.) unpollinated ovules gynogenic development

Abstract

Relevance. The induction of gynogenic development of the culture of unpollinated ovules of *Cucumis sativus* L., as a part of solid nutrient media agar-agar or Phytigel™ are used as a gelling agent. The gelling agent determines the mobilization of substances in the composition of the nutrient medium and has various effects on the explants, which affects the quality of the resulting regenerates. However, there are no scientific works that explain the effect of these gelling agents on the development of ovules and compare them with each other for *C. sativus* L.

The aim: investigate the effect of various gelling agent in the nutrient medium on the induction of gynogenesis and the development of cucumber unpollinated ovules.

Materials and methods. There are two promising collection specimens of cucumber №58 and №831 of the laboratory of cucurbit crop breeding and seed production of FSBSI FSVC were included into research. IMC nutrient medium (Induction Medium for Cucurbitaceae) with 30 g/l sucrose, 200 mg/l ampicillin, 0.2 mg/l thidiazuron (TDZ) was used for the induction of gynogenesis; agar-agar at a concentration of 7 g/l or Phytigel™ at a concentration of 3.5 g/l was used as a gel-forming agents. Ovules were isolated from ovaries in the phase of half-opened flower (FL-1) and fully opened flower (FL). Cultivation was carried out in plastic Petri dishes with a diameter of 60 mm with an air gap of 28.8 cm³ – "KS No. 1", and glass culture jars with an air gap of 140 cm³ – "KS No. 2".

Results. On containing Phytigel™ or agar-agar nutrient medium, the area of ovules during 30 days of cultivation increases irregularly. Coefficients of ovule enlargement between gelling agents differed from 1.7 to 2.6 times depending on the cultivation time. The average growth rate of ovules on media with Phytigel™ was 0.08 mm²/day, while on media with agar-agar it was 0.02 mm²/day. Gelling agents type and cucumber phenotype are significant factors affecting the increase in area of entered into unpollinated cucumber ovules culture. Herewith the share of the gelling agent effect was 55.01%, and the share of genotype effect was 14.53%. The effect of flower development stage or culture vessel type has not found for both of genotypes. In the study, it was possible to achieve the induction of gynogenesis in 67% of the unpollinated ovules genotype №831 on nutrient medium with agar-agar.

Conclusion. Ovules development were faster on a nutrient medium using Phytigel™ as a gelling agent than on agar-agar. At the same time, the percentage of induced ovules was significantly higher on nutrient medium with agar-agar for both phenotypes. Gelling agents type and cucumber phenotype were found as significant factors of the induction and the development of unpollinated ovules.

Keywords: gynogenesis, unpollinated ovules, gelling agent, agar-agar, Phytigel™

Введение

При разработке технологии получения удвоенных гаплоидов, одним из факторов, влияющих на успешное получение растений, является изучение влияния различных добавок в составе индукционной питательной среды. Для приготовления плотной питательной среды необходимо использовать гелеобразующий агент, в качестве которого наиболее часто используют агар-агар. В качестве альтернативы агар-агару, может выступать Phytigel™, при применении которого питательная среда становится прозрачнее, и по сравнению с агар-агаром для получения плотной среды его требуется в два раза меньше. Большинство исследований по оптимизации технологии гиногенеза неопыленных семяпочек огурца (*Cucumis sativus* L.) были проведены на плотной среде с агар-агаром в качестве гелеобразующего агента, вне зависимости от основного состава среды MS [1], CBM [2], и только 2 исследования для этой культуры были выполнены на среде MS, где в качестве гелеобразующего агента использовали Phytigel™ [3,4], при этом ни в одной из публикаций о получении удвоенных гаплоидов методом гиногенеза в культуре неопыленных семяпочек *C. sativus* L. не было отражено его влияние на развитие семяпочек и индукцию гиногенного развития. Для свеклы столовой (*Beta vulgaris* L.) ранее было показано, что гелеобразующий агент в составе индукционной питательной среды оказывает существенное влияние на выход эмбриоидов и каллуса в культуре неопыленных семяпочек *in vitro* [5].

При культивировании растений *in vitro* в замкнутом пространстве накапливается в большом количестве этилен, который может оказывать сильное морфогенетическое действие на растительные клетки. Этилен ингибирует удлинение проростков, останавливает рост листьев и вызывает задержку митозов, тормозит полярный транспорт ауксина и способствует образованию его конъюгатов. По-видимому, с этим, связана способность этилена, усиливать процессы старения. Механизм действия этилена изучен еще недостаточно. Предположительно, он влияет на состояние цитоскелета, взаимосвязь мембран, микротрубочек и микрофиламентов. В работе Li et al., 2013 [6] впервые в изучении гиногенеза огурца поднимается вопрос о том, что этилен оказывает отрицательное воздействие на развитие эксплантов огурца, и как решение предлагается включение в состав питательной среды в качестве ингибитора этилена $AgNO_3$. Полученные результаты показали, что $AgNO_3$ в диапазоне от 5 до 10 мг/л был эффективен в индукции образования эмбриоидов и регенерации растений.

Ралдугина и Соболюкова [7] показали, что накопление этилена в сосудах ингибирует рост и развитие растений рапса. Культуральные сосуды в которых культивируются семяпочки, могут быть разнообразны по форме и объему. Остаточный объем воздушной прослойки для каждого типа культуральных сосудов будет разный, соответственно концентрация этилена в каждом сосуде будет отличаться. Нами высказана гипотеза, что использование сосудов различного объема, в которых культивируется семяпочки, будет влиять на развитие эксплантов.

Цель исследований: изучить влияние различного гелеобразующего агента в питательной среде ИМС на развитие неопыленных семяпочек огурца, по таким факторам как скорость увеличения семяпочек и коэффициент увеличения семяпочек. В исследовании проведены наблюдения

за развитием семяпочек огурца, выделенных из завязей разной степени раскрытия цветка (полураскрытый и полностью раскрытый цветок) и культивирующийся в разных по объему культуральных сосудах и определена зависимость этих факторов между собой и с типом гелеобразующего агента.

Материалы и методы исследования

В работе использовали селекционные образцы огурца №831 и №58 лаборатории тыквенных культур ФГБНУ ФНЦО. Данные образцы являются партенокарпическими, среднеспелым, устойчивыми к ложной мучнистой росе, обладающие темно-зелеными плодами. Донорные растения выращивали в 2021 году в условиях кондиционируемой вегетационной камеры при 23°C и фотопериоде 16 часов день/8 часов ночь, освещенности 9 тыс. люкс.

Женские бутоны с желто-зеленым венчиком изолировали с использованием колпачка из пергаментной бумаги. Во время фазы полураскрытого цветка (Рисунок 1А) и фазы раскрытого цветка (Рисунок 1В), бутоны срывали. Сбор бутонов и закладку опытов производили с середины февраля по середину сентября, с растений, возраст которых не превышал 10 недель.

С женских бутонов удаляли околоцветник и промывали под струей водопроводной воды с коммерческим моющим средством «АОС» в течение 5 минут. Поверхностную стерилизацию проводили 30 секунд в 96% этаноле, затем в течение 15 минут в 50% водном растворе коммерческого препарата «Белизна» с добавлением Твина-20 (1 капля на 100 мл), с последующим трехкратным промыванием в течение 10 минут в стерильной дистиллированной воде.

У генотипа №831 размер завязи был от 21,3 до 22 мм для раскрытого цветка, от 18 до 18,5 мм – для полураскрытого цветка, у генотипа №58 размер завязи – от 21,5 до 21,8 мм для раскрытого цветка, от 18,7 до 19 мм – для полураскрытого цветка.

После стерилизации завязи разрушали с помощью скальпеля и преправильных игл под стереомикроскопом Stemi 305 (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Germany) при 10X



Рис. 1. Завязи огурца, генотипа №831, разных фаз раскрытия цветка перед поверхностной стерилизацией: А) Полуоткрытый цветок (FL-1); В) Раскрытый цветок (FL)
Fig. 1. *Cucumber genotype №831 ovary on different stages of flower opening before surface sterilization: А) half-opened flower (FL-1); В) opened flower (FL)*

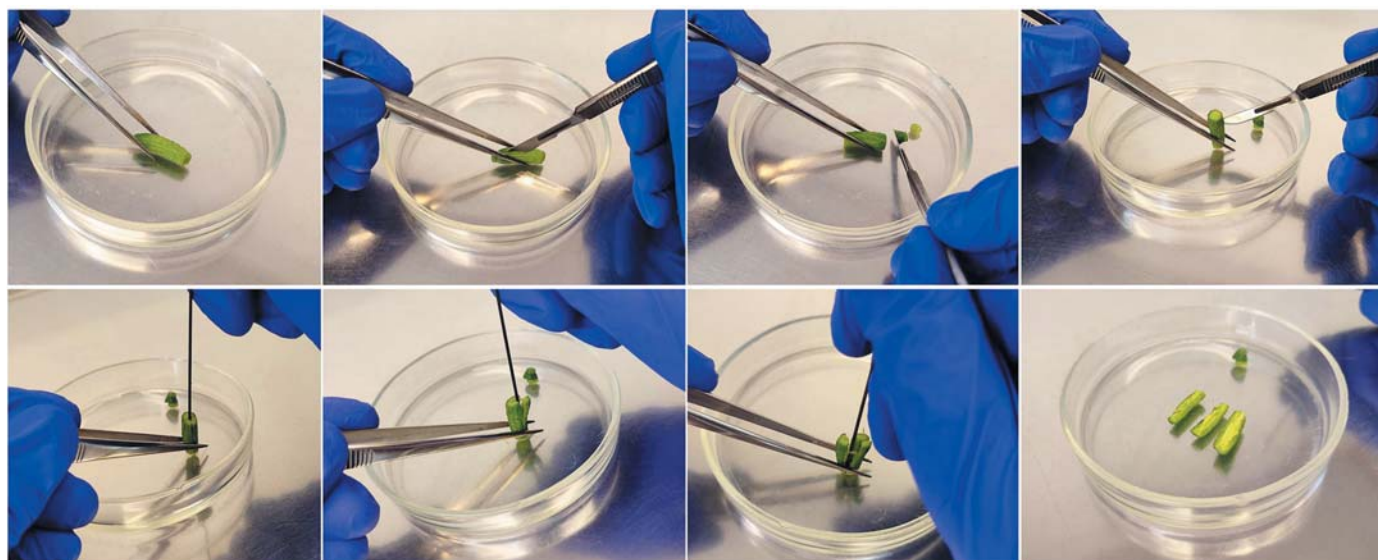


Рис. 2. Процесс разрушения завязи огурца *Cucumis sativus* L.
Fig. 2. The process of cucumber (*Cucumis sativus* L.) ovary destruction

увеличении в ламинарном боксе с использованием метода, позволяющего сохранить максимальное число семян без признаков повреждения (рис. 2) [8].

Для индукции гиногенеза использовали питательную среду IMC (Induction Medium for *Cucurbitaceae* – разработана в лаборатории биотехнологии ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК)) с минеральной основой МСм [9] с добавлением аминокислот (100 мг/л пролина, 100 мг/л серина, 800 мг/л глутамина) и витаминов прописи среды NLN [10], 30 г/л сахарозы, 200 мг/л ампициллина, 0,2 мг/л тидиазурон (ТДЗ), в качестве гелеобразующего агента использовались агар-агар в концентрации 7 г/л и Phytigel™ в концентрации 3,5 г/л.

Для культивирования использовали стерильные пластиковые чашки Петри диаметром 60 мм и высотой 15 мм (ООО «Биомедикал», Москва, Россия) – "KC №1", и стеклянные культуральные банки, диаметром 50 мм и высотой 65 мм, закрытые пластиковыми крышками Magenta™ B-sar (Magenta Corporation, Chicago, USA) – "KC №2".

Для приготовления питательных сред использовали реактивы марки «протестировано для культуры клеток» (Sigma) и сверхчистая вода (Type 1, 18.2 МΩ·см), полученная с помощью установки для очистки воды Simplicity® UV Water Purification System (Merck KGaA, Darmstadt, Germany).

Культивирование проводили на стеллажах со смешанным освещением люминесцентными лампами двух типов: OSRAM Fluora L36W/77 (с преобладанием синего и красного спектра) и Philips 36W/54-765 (с преобладанием белого спектра), при общей освещенности 3000 люкс, фотопериоде 16 часов – день и 8 часов – ночь при температуре 25 °C круглосуточно.

Обработку экспериментальных данных проводили с использованием общепринятых математико-статистических методов с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2016 для Windows 10.

Морфологические изменения отмечали и фотодokumentировали один раз в 10 суток, с помощью стереомикроскопа Stemi 305, оснащенного камерой AxioCam 105 color (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Germany) и программного обеспечения ZEN 3.1 (blue edition) (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Germany).

Площадь семяпочек рассчитывали с помощью инструмента «Область» в прикладном программном обеспечении ZEN 3.1 (blue edition) (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Germany).

Коэффициент увеличения семяпочек рассчитывали по формуле:

$$\frac{S_n}{S_0},$$

где S – площадь семяпочек (S), выраженную в мм², n – сутки, а S_0 – площадь семяпочек в день введения в культуру.

Скорость увеличения семяпочек рассчитывался по формуле:

$$\frac{S_x - S_n}{X},$$

где S – площадь семяпочек (S), выраженную в мм², x – сутки на конец периода, n – сутки на начало периода, а x – количество суток между периодами.

Результаты и их обсуждение

Известно, что одним из показателей индукции гиногенного развития является изменение размера, формы и цвета выделенных семяпочек. Как правило, эмбриониды и каллус образуются из семяпочек зеленого цвета, которые значительно увеличились в размере.

Сразу после изоляции семяпочки огурца представляют собой прозрачную, бесцветную структуру каплевидной формы, размером до 0,6 мм² (рис. 3А, рис. 4), к 30 дню, семяпочка растет до 3,06 мм², окраска меняется на зеленую, клетки специализированной ткани начинают дифференцироваться, появляется обводнение (рис. 3В), за следующие 2-3 месяца развития наблюдается рост каллусной ткани с формирующимися меристематическими очагами (рис. 3С), к концу 6 месяца наблюдается регенерация побегов (рис. 3Д). Прямого образования эмбрионидов из семяпочек в этом эксперименте у изучаемых гено-

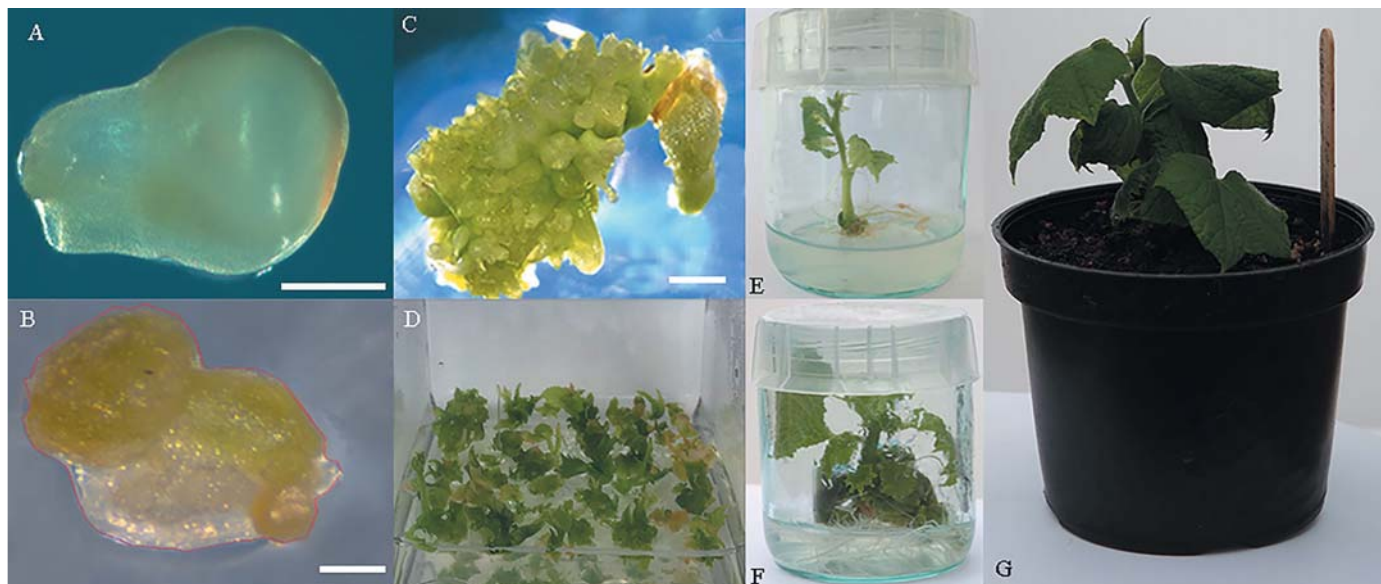


Рис. 3. Развитие гинногенного растения от неопыленной семяпочки, введённой в культуру *in vitro* до растения, высаженного в условия *in vivo*:

A - семяпочка огурца после введения в культуру *in vitro*, размер масштабной линейки 200 мкм;

B - семяпочка огурца на 30 день культивирования, размер масштабной линейки 500 мкм;

C - рост каллусной ткани, размер масштабной линейки 1 мм;

D - регенерация побегов;

E, F - развития полученного растения в условиях *in vitro*;

G - полученное гинногенное растения, высаженного в условия *in vivo*

Fig. 3. The development of gynogenic plant from unpollinated ovule introduced into an *in vitro* culture to a plant planted *in vivo*:
Cucumber ovule after introduction into the culture *in vitro* (A), Bar = 200 μ m; cucumber ovule on the 30th day of cultivation (B), Bar = 500 μ m; callus tissue growth (C), Bar = 1 mm; regeneration of shoots (D); development of the resulting plant *in vitro* (E, F); obtained gynogenic plant planted *in vivo* (G)

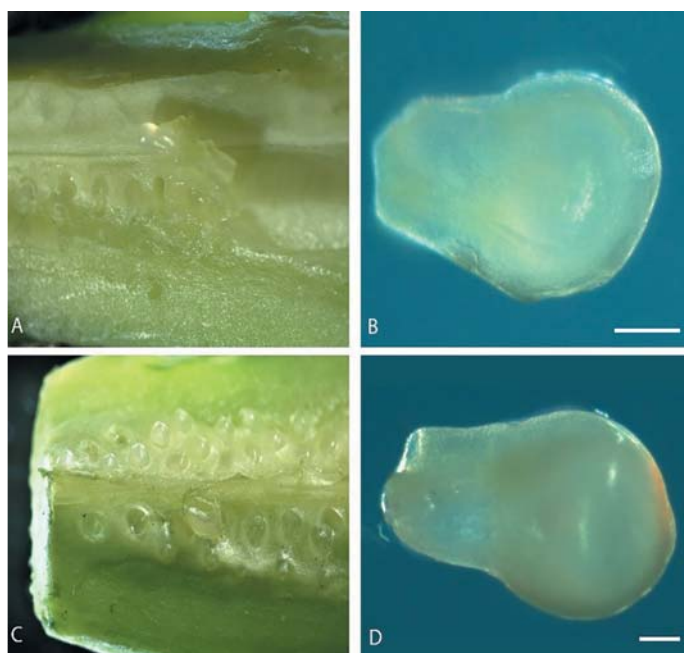


Рис. 4. Срезы завязи и семяпочки огурца разных фаз раскрытия цветка:

A) Срез завязи огурца полураскрытого цветка;

B) Семяпочка огурца из полураскрытого цветка, размер масштабной линейки 200 мкм;

C) Срез завязи огурца из раскрытого цветка;

D) Семяпочка огурца из завязи огурца раскрытого цветка, размер масштабной линейки 200 мкм

Fig. 4. Cucumber ovary and ovules slices on the different phases of flower opening:

A) Cucumber ovary cut from a half-opened flower;

B) Cucumber ovule from a half-opened flower, Bar = 200 μ m;

C) Cucumber ovary cut from a tripled flower;

D) Cucumber ovule from a tripled flower, Bar = 200 μ m

типов не отмечали. Полученные растения пересаживали в культуральные сосуды и поддерживали в сосуде до достижения ими максимальной высоты, (рис. 3E, 3F). Спустя 8 месяцев проводился этап укоренения и полученные растения с хорошо развитой корневой системой переносили в условия *in vivo* (рис. 3G).

1.1. Влияние гелеобразующего агента в составе индукционной питательной среды на изменение площади введенных в культуру неопыленных семяпочек

В качестве характеристик, отражающих изменение размера семяпочек при культивировании на питательных средах с агар-агаром и Phytigel™, был рассчитан коэффициент увеличения площади семяпочек и скорость увлечения семяпочек (мм²/сут). Исходя из этих показателей, изменение площади семяпочек происходит по-разному (рис. 5).

На питательной среде, содержащей Phytigel™, в период от введения в культуру до 10 суток культивирования, средняя скорость увеличения семяпочек была быстрее на 0,06 мм²/сутки, чем на агар-агаре. Коэффициенты увеличения семяпочек между гелеобразующими агентами к 10 суткам отличались в 1,7 раз.

В следующие 10 суток культивирования тенденция осталась прежней, но скорость увеличения семяпочек на питательной среде, содержащей Phytigel™, стала выше на 162,5% по сравнению с первыми 10 сутками культивирования. На агар-агаре скорость увеличения семяпочек была меньше на 10%, чем в прошлый период. Для Phytigel™ данная скорость увеличения семяпочек была самой высокой, за весь

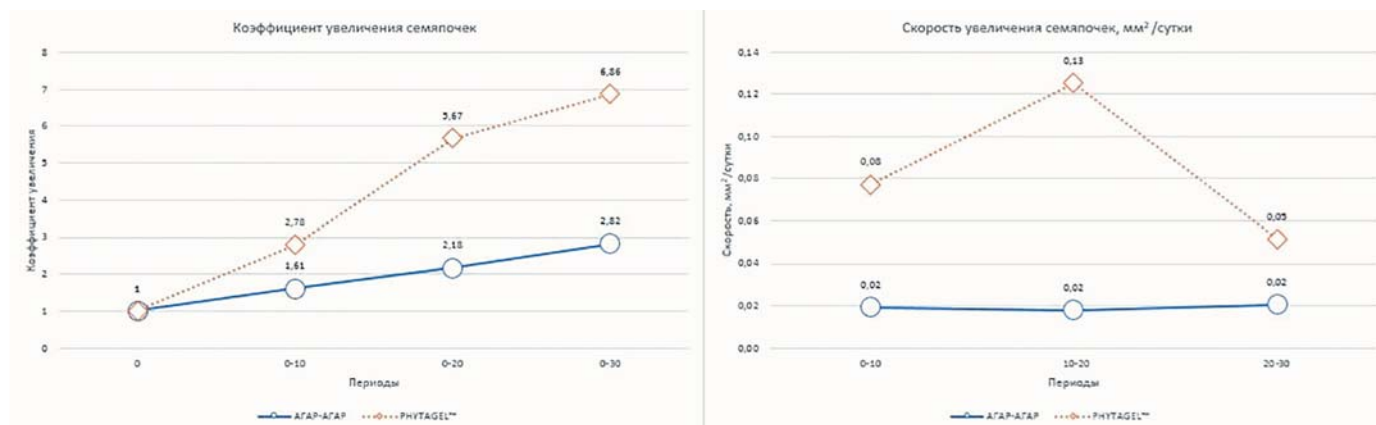


Рис. 5. Изменение площади семяпочек на питательных средах с разным типом гелеобразующего агента в течение 30 суток
Fig. 5. Changes in seed-buds area on nutrient media with different gelling agent during 30 days

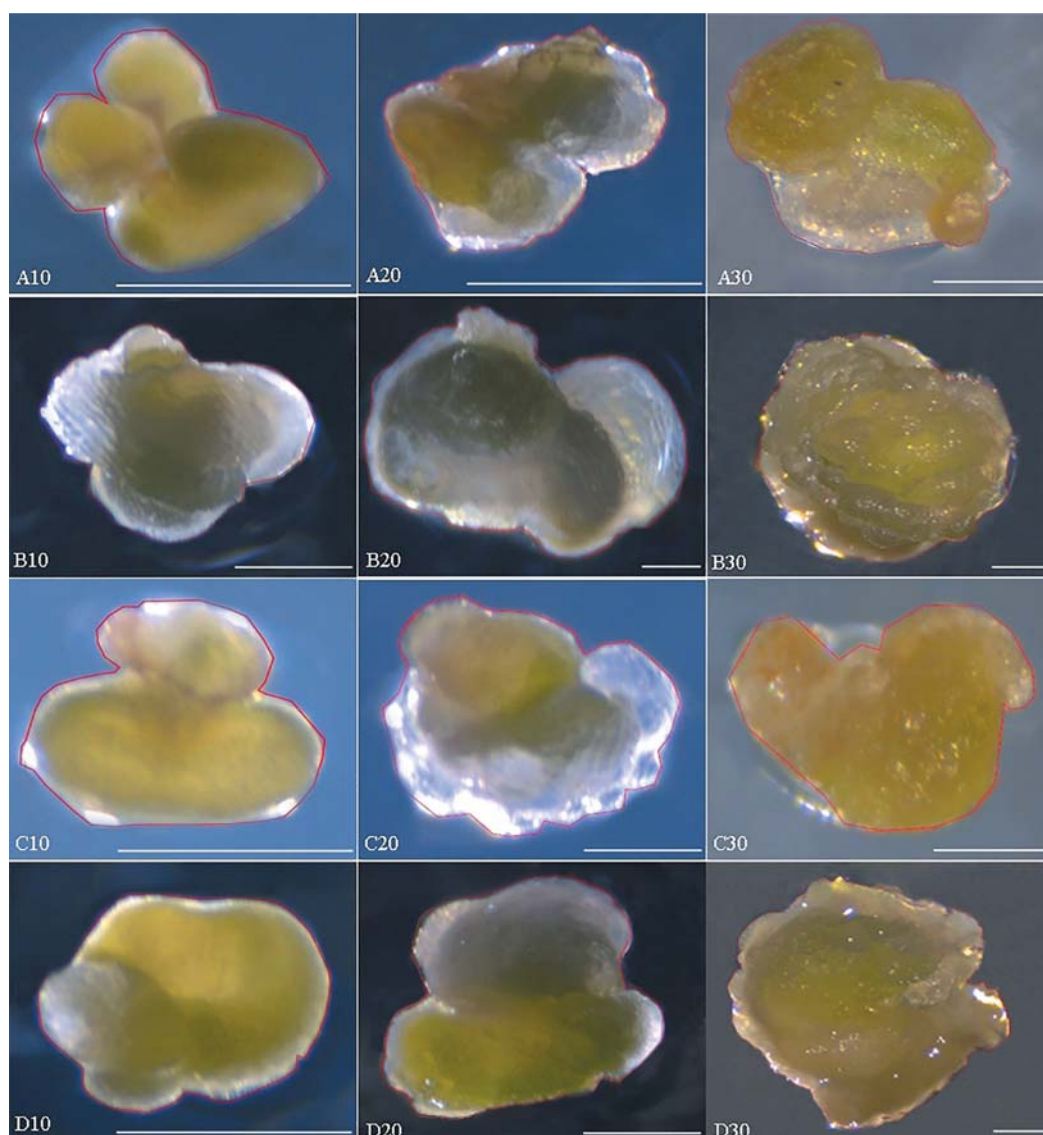


Рис. 6. Изменение размера введенных в культуру неопыленных семяпочек огурца при разном гелеобразующем агенте:
A10-A30 - Семяпочки из завязи с полураскрытым цветком на 10,20,30 день на среде с агар-агар, размер масштабной линейки 500 мкм;
B10-B30 - Семяпочки из завязи с полураскрытым цветком на 10,20,30 день на среде с Phytigel™, размер масштабной линейки 500 мкм;
C10-C30 - Семяпочки из завязи с раскрытым цветком на 10,20,30 день на среде с агар-агар, размер масштабной линейки для C10; C30 - 500 мкм, для C20 – 200 мкм;
D10-D30 - Семяпочки из завязи с раскрытым цветком на 10,20,30 день на среде с Phytigel™ размер масштабной линейки для D10; D30 - 200 мкм, для D20 – 1 мм.

Fig. 6. The change of size of unopened ovules at the different gelling agent:
ovules with a half-opened flower on the 10th, 20th, 30th day on medium with agar-agar (A10-A30), the size of a large-scale line of 500 microns; ovules with a semi-open flower on the 10th, 20th, 30th day on a medium with Phytigel™ (B10-B30), Bar = 500 µm; ovules with an open flower on the 10th, 20th, 30th day on medium with agar-agar (C10-C30), for C10, C30 Bar = 500 µm, for C20 Bar = 200 µm; ovules with an open flower on the 10th, 20th, 30th day on medium with Phytigel™ (D10-D30), for D10; D30 Bar = 200 µm, for D20 Bar = 1 mm.

период наблюдений. Коэффициент увеличения семяпочек на питательной среде, содержащей Phytigel™ был выше в 2,6 раз по сравнению, с питательной средой, содержащей агар-агар в качестве гелеобразующего агента.

К 30 суткам коэффициенты увеличения семяпочек, культивирующихся на разных гелеобразующих агентах отличались в 2,4 раза. Скорость увеличения семяпочек на агар-агаре увеличилась на 10% и равнялась скорости в период от дня введения семяпочек в культуру до 10 суток культивирования. На Phytigel™ скорость увеличения семяпочек стала ниже на 61,5% по сравнению с прошлым периодом. Для Phytigel™ данная скорость увеличения семяпочек была самой низкой, за весь период наблюдений. Средняя скорость увеличения семяпочек на средах с Phytigel™ составляла 0,08 мм²/сут, в то время как на среда с агар-агаром она была 0,02 мм²/сут.

Рисунок 6 наглядно отображает зависимость изменения коэффициента увеличения и скорости увеличения семяпочек для каждого типа гелеобразующего агента. Агар-агар позволяет развиваться семяпочкам прямолинейно и равномерно, а на Phytigel™ изменение происходит неравномерно, что возможно объясняется тем, что вода на Phytigel™ более доступна, чем на агаре, за счет чего и происходит более ускоренное увеличение семяпочек.

В результате двухфакторного дисперсионного анализа, было определено, что генотип и тип гелеобразующего агента являются значимыми факторами, влияющими на увеличение площади введенных в культуру неопыленных семяпочек огурца. При этом доля влияния фактора А (гелеобразующего агента) составляет 55,01%, а доля влияния фактора В (генотипа) составляет 14,53%, но взаимодействия данных факторов между собой не значимо (табл. 1).

1.2.1. Влияние фазы раскрытия цветка и объема культурального сосуда на изменение площади неопыленных семяпочек в зависимости от гелеобразующего агента в составе питательной среды

У генотипа №831 значимое отличие увеличения площади наблюдалось только на среде с агар-агаром для семяпочек, выделенных из завязи с полностью распустившимся цветком (FL) и культивирующихся в КС - №2 (рис. 7). Для остальных вариантов опыта, данное влияние отмечено не было, как на агар-агаре, так и на Phytigel™.

Для генотипа №58, совместное влияние данных факторов (объема культурального сосуда и стадии развития цветка) на изменение площади, не было отмечено, ни на одном из гелеобразующих агентов.

1.2.2. Влияние культурального сосуда в составе индукционной питательной среды на изменение площади введенных в культуру неопыленных семяпочек огурца

При изучении влияния культурального сосуда на изменение площади семяпочек, был рассчитан объем воздушной прослойки внутри сосуда после заполнения его плотной питательной средой. Для в культуральном сосуде – "КС №2" он составляет 140,14 см³, а для в культуральном сосуде – "КС №1" – 28,80 см³. Площадь занимаемой поверхности одной семяпочки в культуральном сосуде – "КС №2" составляет 110 мм², а в культуральном сосуде – "КС №1" 102 мм². За счет того, что воздушная прослойка в культуральном сосуде – "КС №2" больше на 487%, а занимая площадь отличается незначительно, то изменение роста и развития семяпочек в культуральном сосуде – "КС №2", должно происходить быстрее, за счет того, что концентрация этилена в культуральном сосуде – "КС №2" меньше, чем в культуральном

Таблица 1. Влияние различного гелеобразующего агента в составе индукционной питательной среды (фактор А), генотипа (фактор В) на площадь (мм²) введенных в культуру неопыленных семяпочек огурца in vitro (30 суток культивирования)
Table 1. The effects of different gelling agent in the composition of induction culture medium (Factor A), and genotype (Factor B) on the change in the area of unpollinated cucumber ovules introduced into culture in vitro

Гелеобразующий агент	Генотип		
	№831	№58	В среднем по фактору А (НСР _{0,5} = 0,21)
Phytigel™	3,07±0,03	2,88±0,03	2,98
Агар-агар	0,93±0,05	0,85±0,02	0,88
В среднем по фактору В (НСР _{0,5} = 0,30)	2,00	1,87	
Доля влияния			
Фактор А***	55,01%		
Фактор В***	14,53%		
Взаимодействие факторов АВ ^{NS}	1,97%		

Примечание: представленные значения являются средними для трех независимых экспериментов с тремя повторами внутри каждого опыта. Использовался двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA), а средние значения сравнивались с использованием t-критерия Стьюдента с вероятностью 95%.

* значимо на уровне 0.05, ** значимо на уровне 0.01, *** значимо на уровне 0.001, NS = не значимо

Note: The values presented are averages for three independent experiments with three replicates within each experiment. Within each genotype, ANOVA was used and average values were compared using Student's t-test with 95% probability. * - significant at 0.05; ** - significant at 0.01; *** - significant at 0.001, NS = not significant

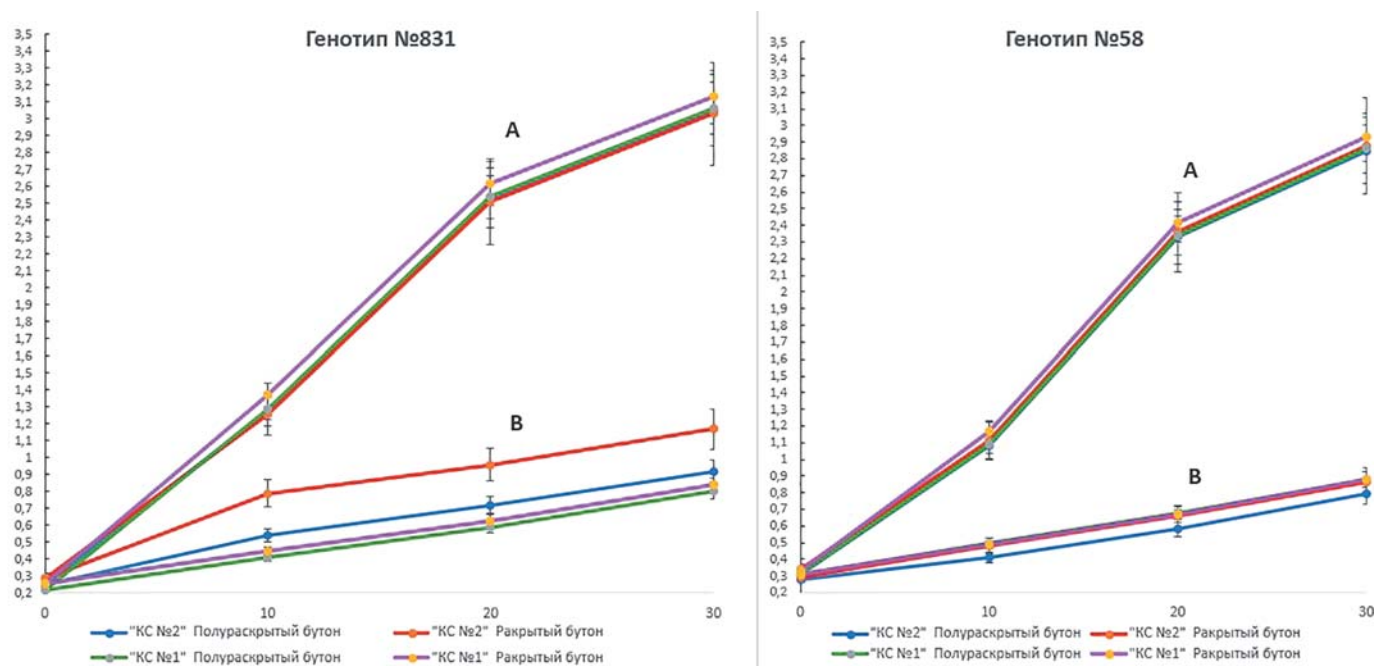


Рис.7. Влияние фазы раскрытия цветка и объема культурального сосуда на изменение площади (мм²) неопыленных семязпочек в зависимости от гелеобразующего агента в составе питательной среды: А) Phytigel™ В) Agar-agar
Fig.7. The effects of flower opening phase and culture vessel volume on unpollinated seed-buds area change (sq.mm) depending on gelling agents in culture medium: A) Phytigel™; B) agar-agar

сосуде – "КС №1". Однако в культуральном сосуде – "КС №2", количество зеленых семязпочек огурца на 10 день после введения в культуру было меньше на 4%, чем в культуральном сосуде – "КС №1".

С помощью однофакторного дисперсионного анализа, было показано, что для генотипа №831, объем культурального сосуда оказывает значимое влияние на изменение размеров семязпочек, а для генотипа №58 влияние данного фактора не подтвердилось (табл.2). Таким образом, в первые 30 дней культивирования, объем воздушной прослойки в культураль-

ном сосуде и концентрация образующихся при культивировании неопыленных семязпочек огурца газообразных веществ в данном эксперименте не оказало значимого влияния на индукцию гиногенного развития.

1.2.3. Влияние стадии развития цветка на изменение площади введенных в культуру неопыленных семязпочек огурца

Оптимальной стадией для введения в культуру *in vitro* является почти зрелый (восьмиклеточный), либо

Таблица 2. Влияние типа культурального сосуда на площадь неопыленных семязпочек (мм²) после 30 суток культивирования на питательной среде с агар-агаром
Table 2. The effect of culture vessels for genotypes No. 831 and No. 58 on unpollinated ovules area change in vitro on agar-agar culture medium after 30 days of cultivation, sq.mm

Фактор	Площадь неопыленных семязпочек огурца, мм ²	
	Генотип	
	№831	№58
"КС №1"	0,82±0,02a	0,88±0,16a
"КС №2"	1,05±0,07b	0,83±0,11a
HCP _{0,5}	0,19	0,43
Значимость влияния	F _ф =75,20 F ₀₅ = 4,30 F _ф > F ₀₅	F _ф = 0,29 F ₀₅ = 4,96 F _ф < F ₀₅

Примечание: представленные значения являются средними для трех независимых экспериментов с тремя повторами внутри каждого опыта ± SE (стандартная ошибка). Использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), а средние значения сравнивались с использованием t-критерия Стьюдента с вероятностью 95%. Значения, отмеченные одинаковой буквой, не имели достоверных различий при $p \leq 0.05$.

Note: The values presented are averages for three independent experiments with three replicates within each experiment ±SE (standard error). Within each genotype, one-way ANOVA was used and average values were compared using Student's t-test with 95% probability. Values marked with the same letter have no significant difference at $p \leq 0.05$.

Таблица 3. Влияние стадии развития цветка на площадь семяпочек (мм²) после 30 суток культивирования
Table 3. The effect of flower maturity factor on ovules area after 30 days of cultivation, sq.mm

Фактор	Генотип	
	№831	№58
Полузакрытый цветок	1,96±0,24b	1,85±0,18a
Раскрытый цветок	2,04±0,24a	1,89±0,27a
НСР _{0,5}	0,7	1,09
Значимость влияния	$F_{\phi} = 0,53$; $F_{05} = 4,96$ $F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} = 0,76$; $F_{05} = 4,36$ $F_{\phi} < F_{05}$

Примечание: представленные значения являются средними для трех независимых экспериментов с тремя повторами внутри каждого опыта ± SE (стандартная ошибка). Использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), а средние значения сравнивались с использованием t-критерий Стьюдента с вероятностью 95%. Значения, отмеченные одинаковой буквой, не имели достоверных различий при $p \leq 0.05$.

Note: The values presented are averages for three independent experiments with three replicates within each experiment ±SE (standard error). Within each genotype, one-way ANOVA was used and average values were compared using Student's t-test with 95% probability. Values marked with the same letter have no significant difference at $p \leq 0.05$.

зрелый зародышевый мешок (семиклеточный). Данные стадии соответствует цветку, который распусться через 6 часов (9). В этот период бутон имеет полураспустившийся цветок, и желтую окраску венчика. В данном опыте использовали цветки, которые уже полностью распустились (FL), и полураспустившиеся (FL-1).

В данном опыте, влияние стадии развития цветка оказалось не значимым, что подтвердили результаты статистической обработки, как двухфакторным, так и однофакторным дисперсионным анализом (табл.3). Данные результаты, возможно связаны с тем, что размеры самих завязей, используемых в опыте, были близки, как между генотипами, так и между стадиями раскрытия цветка и возможно содержали семяпочки на практически одинаковых стадиях развития. Кроме того, ранее нами было показано, что размер завязи, из которых выделяются семяпочки оказывает существенное влияние на индукцию гиногенного развития [11].

1.3. Влияние фазы раскрытия цветка, объема культурального сосуда и генотипа на индукцию гиногенеза в зависимости от гелеобразующего агента в составе питательной среды

На питательной среде, где гелеобразующим агентом являлся агар-агар, количество индуцированных семяпочек огурца после введения в культуру было больше на 2-12%, по сравнению с питательной средой, где использовался Phytigel™, в зависимости от варианта опыта (рис.8).

Максимальное количество индуцированных семяпочек на питательной среде с Phytigel™ на 30 день культивирования отмечалось у генотипа №58 из полураскрытого цветка при культивировании в культуральном сосуде – "КС №2" – 60%, а минимальное количество было получено у генотипа №831 из раскрытого цветка также при культивировании в культуральном сосуде – "КС №2" – 42%.

При использовании питательной среды с агар-агаром максимальное количество зеленых семяпочек было получено у генотипа №831, из раскрытого цветка, который вводили в культуральный сосуд – "КС №1" – 67%, минимальное

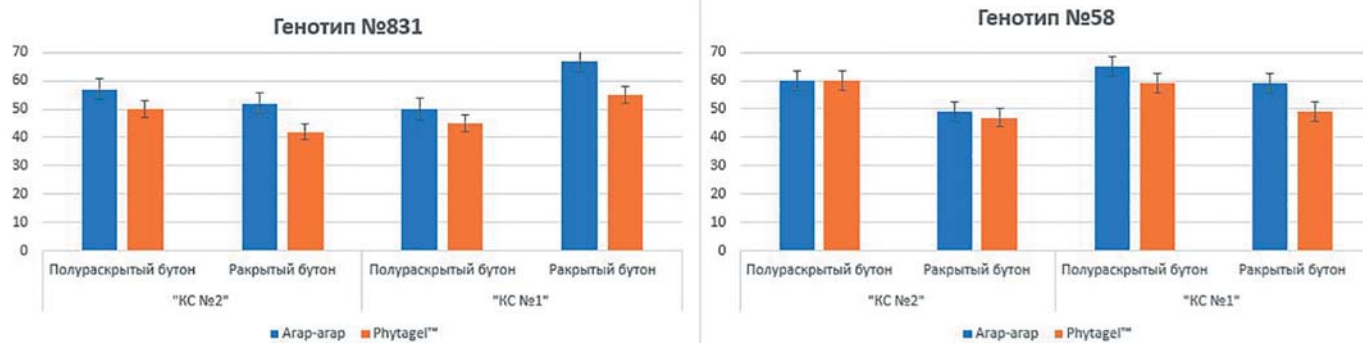


Рис. 8. Влияние фазы раскрытия цветка, объема культурального сосуда и генотипа на индукцию гиногенного развития в культуре неопыленных семяпочек (в %) в зависимости от используемого гелеобразующего агента в составе питательной среды

Fig. 8. The effect of flower opening phase, culture vessel volume, and genotype on induction of gynogenic development of unpollinated ovules depending on gelling agents in culture medium

количество было получено у генотипа №58 из раскрытого цветка, который вводили в культуральный сосуд – "КС №2" – 47%.

В исследовании, среднее значение индукции гиногенеза в культуре неопыленных семяпочек для двух генотипов составило 54%.

Заключение

На питательной среде, содержащей Phytigel™, в период от введения в культуру до 30 суток культивирования, средняя скорость увеличения семяпочек была быстрее чем на агар-агаре. Коэффициенты увеличения семяпочек между гелеобразующими агентами отличались от 1,7 до 2,6 раз.

Генотип и тип гелеобразующего агента являются значимыми факторами, влияющими на увеличение площади введенных в культуру неопыленных семяпочек огурца. При этом доля влияния гелеобразующего агента составляет 55,01%, а доля влияния генотипа составляет 14,53%.

У генотипа №831 значимое отличие увеличения площади наблюдалось только на среде с агар-агаром для семяпочек, выделенных из завязи с полностью распустившимся цветком (FL) и культивирующихся в "КС №2". Для остальных вариантов опыта и генотипов, данное влияние отмечено не было, как на агар-агаре, так и на Phytigel™.

Влияние стадии развития цветка оказалось не значимым, что подтвердили результаты статистической обработки, как двухфакторным, так и однофакторным дисперсионным анализом.

На питательной среде, где гелеобразующим агентом являлся агар-агар, количество индуцированных семяпочек огурца после введения в культуру было больше на 2-12%, по сравнению с питательной средой, где использовался Phytigel™, в зависимости от варианта опыта.

Максимальное количество индуцированных семяпочек на питательной среде с Phytigel™ на 30 день культивирования отмечалось у генотипа №58 из полураскрытого цветка при культивировании в культуральном сосуде – "КС №2" – 60%, а минимальное количество было получено у генотипа №831 из раскрытого цветка также при культивировании в культуральном сосуде – "КС №2" – 42%.

При использовании питательной среды с агар-агаром максимальное количество зеленых семяпочек было получено у генотипа №831, из раскрытого цветка, который вводили в культуральный сосуд – "КС №1" – 67%, минимальное количество было получено у генотипа №58 из раскрытого цветка, который вводили в культуральный сосуд – "КС №2" – 47%.

В исследовании, среднее значение индукции гиногенеза в культуре неопыленных семяпочек для двух генотипов составило 54%.

Об авторе:

Сергей Николаевич Белов – м.н.с. лаб. репродуктивной биотехнологии в селекции с.-х. растений,
<https://orcid.org/0000-0002-4387-9153>, belov@vniissok.com

About the author:

Sergey N. Belov – Junior Researcher of Laboratory of Reproductive Biotechnology in Crop Breeding,
<https://orcid.org/0000-0002-4387-9153>, belov@vniissok.com

• Литература / References

- Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio-Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiol Plant.* 1962;15:437–97. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Gémes-Juhász A., Balogh P., Ferenczy A., Kristóf Z. Effect of Optimal Stage of Female Gametophyte and Heat Treatment on *in Vitro* Gynogenesis Induction in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Cell Reports.* 2002;21(2):105–111. <https://doi.org/10.1007/s00299-002-0482-8>
- Tantasawat P.A., Sorntip A., Pornbungkerd P. Effects of Exogenous Application of Plant Growth Regulators on Growth, Yield, and *In Vitro* Gynogenesis in Cucumber. *HortScience.* 2015;50(3):374–82. <https://doi.org/10.21273/hortsci.50.3.374>
- Tantasawat P.A., Sorntip A., Poolsawat O., Chaowiset W., Pornbungkerd P. Evaluation of Factors Affecting Embryo-like Structure and Callus Formation in Unpollinated Ovary Culture of Cucumber (*Cucumis sativus*). *International Journal of Agriculture and Biology.* 2015;17(3):613–8. <https://doi.org/10.17957/ijab.17.3.14.257>
- Grigolava T.R., Monakhos G.F., Monakhos S.G. Nutrient medium gelling agent effect on embryo- and callusogenesis in isolated ovules of red beet (*Beta vulgaris* L.). *Izv Timirâzevsk s-h akad.* 2021;(6):32–41. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-6-32-41>
- Li J.W., Si S.W., Cheng J.Y., Li J.X., Liu J.Q. Thidiazuron and Silver Nitrate Enhanced Gynogenesis of Unfertilized Ovule Cultures of *Cucumis Sativus*. *Biologia Plantarum.* 2013;57(1):164–8. <https://doi.org/10.1007/s10535-012-0269-x>
- Raldugina G.N., Sobolkova G.I. The Genotype Dependent Effect of Absciscic Acid on Callus Cultures of *Brassica Napus* L. *Russ J Plant Physiol.* 1994;41:702–6.
- Белов С.Н. Улучшенный способ введения в культуру *in vitro* неопыленных семяпочек огурца (*Cucumis sativus* L.). ФГБНУ ФИЦ 'Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова'; 2022. (В печати) [Belov SN. An improved method for introducing unpollinated cucumber ovules (*Cucumis Sativus* L.) into *in vitro* culture. Federal State Budgetary Institution Federal Research Center "N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources"; 2022. (In press)]
- Masuda K., Kikuta Y., Okazawa Y. Instructions for Use a Revision of the Medium for Somatic Embryogenesis in Carrot. *Journal of the faculty of agriculture.* 1981.
- Lichter R. Induction of Haploid Plants From Isolated Pollen of *Brassica Napus*. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie.* 1982;105(5):427–34. [https://doi.org/10.1016/s0044-328x\(82\)80040-8](https://doi.org/10.1016/s0044-328x(82)80040-8)
- Domblides E.A., Shmykova N.A., Belov S.N., Korotseva I.B., Soldatenko A.V. DH-plant production in culture of unpollinated ovules of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Vegetable crops of Russia.* 2019;(6):3-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-3-9>

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-24-28>
УДК 635.25:631.523:575.224.234

Е.А. Чередниченко^{1,2*},
В.Ф. Пивоваров¹,
С.Ф. Гавриш³, А.Ф. Першин²,
М.В. Будылин³

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства»
143072, Россия, Московская обл., Одинцовский р-он, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

²ООО «Семеновод»
353380, Россия, Краснодарский край, г. Крымск, ул. Торговая, д. 5

³ООО «НИИССОК»,
127287, Россия, Москва, ул. 2-я Хуторская, д. 11, стр. 1

*Автор для переписки:
elena06031991@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Чередниченко Е.А., Пивоваров В.Ф., Гавриш С.Ф., Першин А.Ф., Будылин М.В. Эффективность использования удвоенных гаплоидов в селекции лука репчатого (*Allium cepa* L.). Овощи России. 2022;(5):24-28. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-24-28>

Поступила в редакцию: 14.07.2022

Принята к печати: 30.08.2022

Опубликована: 26.09.2022

Е.А. Cherednichenko^{1,2*},
V.F. Pivovarov¹,
S.F. Gavrish³,
A.F. Pershin², M.V. Budylin³

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

²Ltd "Semenovod"
5, Torgovaya st., Krymsk, Krasnodar Territory, 353380, Russia

³Ltd Research Institute of Vegetable Crop Selection
11, building 1, 2-Khutorskaya st., Moscow, 127287, Russia

*Corresponding author:
elena06031991@mail.ru

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

Author contribution: All authors confirm they have contributed to the design and performance of the experiment, the analysis of experimental data, and the writing of this paper.

For citations: Cherednichenko E.A., Pivovarov V.F., Gavrish S.F., Pershin A.F., Budylin M.V. Efficiency of the use for doubled haploids in onion breeding (*Allium cepa* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(5):24-28. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-24-28>

Received: 14.07.2022

Accepted for publication: 30.08.2022

Published: 26.09.2022

Эффективность использования удвоенных гаплоидов в селекции лука репчатого (*Allium cepa* L.)



Резюме

Актуальность. В селекции лука репчатого актуальной задачей является быстрое получение выровненного материала для создания родительских форм гетерозисных гибридов. Классическими методами с помощью беккроссов это достигается за 10-12 лет. Используя технологию удвоенных гаплоидов, можно в несколько раз сократить эти сроки, а также избежать проявления инбредной депрессии при получении линий путем самоопыления. При этом наиболее эффективным в производстве гаплоидов является использование целых цветочных бутонов в качестве экспланта, в отличие от семяпочек и завязей, получение которых более длительно и трудозатратно.

Методика. Удвоенные гаплоиды лука репчатого были получены методом культуры семяпочек на базе лаборатории биотехнологии Селекционного центра «Гавриш» на основе методических рекомендаций Монахоса С.Г. и др., 2014. ДН-растения лука репчатого с развитой корневой системой и листовым аппаратом были высажены в открытый грунт и выращены по общепринятой для зоны технологии на участках селекционного центра «Гавриш», г. Крымск, Краснодарский край. Полученные товарные луковичы оценивали согласно методике RTG/46/2.

Результаты. Удалось получить удвоенные гаплоиды, которые были проверены на плоидность методом проточной цитометрии. Создано 40 дигаплоидных растений лука репчатого. В результате дальнейшего развития после пересадки в открытый грунт, хранения, яровизации и селекционного отбора получены 3 маточные луковичы для последующего размножения и включения в селекционный процесс.

Ключевые слова: лук репчатый (*Allium cepa* L.), ДН-технологии, гиногенез, проточная цитометрия, гетерозисные гибриды

Efficiency of the use for doubled haploids in onion breeding (*Allium cepa* L.)

Abstract

Relevance. In onion breeding, quickly obtain aligned material is an urgent target for create parent forms of heterosis hybrids. Using classical methods with helping of backcrosses, this is achieved in 10-12 years. Using the technology of doubled haploids, it is possible to reduce these terms several times, and also to avoid the manifestation of inbred depression when obtaining lines by self-pollination. At the same time, the most effective in the production of haploids is the use of whole flower buds as an explant, unlike ovules and ovaries, the production of which is more time-consuming and labor-intensive.

Methods. The doubled onion haploids were obtained by the method of ovule culture on the basis of the biotechnology laboratory of the Gavrish Breeding Center using the technology that based on the methodological recommendations of Monakhos S.G. et al., 2014. DH-onion plants with a developed root system and leaf apparatus were planted in the open ground and grown according to the technology generally accepted for the zone at the sites of the Gavrish breeding center, Krymsk, Krasnodar Territory. The obtained commercial bulbs were evaluated according to the RTG/46/2 method.

Results. It was obtain doubled haploids, which were tested for ploidity by flow cytometry. 40 digaploid onion plants have been created. As a result of further development after transplantation into the open ground, storage, springization and selection, 3 uterine bulbs were obtained for further reproduction and inclusion in the breeding process.

Keywords: onion (*Allium cepa* L.), DH-technologies, gynogenesis, flow cytometry, heterosis hybrids

Введение

У лука репчатого при получении линий путем самоопыления проявляется сильная инбредная депрессия. Даже при 2-3 самоопылениях подряд наблюдается существенное снижение урожайности, массы луковицы и т.д. Одним из путей решения этой проблемы является технология получения удвоенных гаплоидов, так как полученные линии при этом имеют высокую генетическую однородность за счет полной гомозиготности всех генов. Другим преимуществом применения данной технологии является существенное сокращение времени, необходимого для создания родительских линий. Из-за того, что лук является двулетней культурой, требуется не менее 10 лет для создания гомозиготной линии путем инбридинга. При применении технологии удвоенных гаплоидов этот срок сокращается до двух лет или в 5-6 раз [1, 2, 3].

У лука репчатого наиболее разработанными являются методики культивирования неоплодотворенных семязпочек [4, 5, 6, 7, 8]. Универсальных протоколов для массового производства удвоенных гаплоидов нет, из-за межвидовых и внутривидовых различий [2, 9, 10] определены только основные требования к составу питательных сред [11]. Так, у лука репчатого используют цветковые бутоны за несколько дней до раскрытия, так как это самый эффективный и удобный способ. Оптимальный размер бутонов лука репчатого для высадки на питательную среду составляет 3,8-4,4 мм, так как в них уже содержатся зрелые зародышевые мешки [11, 12].

Подбору регуляторов роста и их концентрации для индукции эмбриогенеза посвящено множество работ. Так, для лука общепринятым является сочетание 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота) и 6-БАП (бензиламинопурина) в концентрации по 2 мг/л [13].

Для успешного продолжения селекционного процесса необходимо проводить процедуру искусственного удвоения хромосом у полученных гаплоидных растений [14], путем обработки на стадии эмбриоидов колхицином или другими антимитотическими препаратами, такими как оризалин, амипрофосметил и др. [11]. Но цитостатическое действие этих веществ сопряжено с низкой выживаемостью эксплантов и сильной токсичностью [3]. В результате большинство эмбриоидов не переживают данную процедуру, силь-

но ограничивая выход селекционных линий. Для решения этой проблемы сотрудники Селекционного центра «Гавриш» создали инновационный протокол, позволяющий повысить количество получаемых эмбриоидов и, соответственно ДН-линий, лука репчатого [14].

После получения растений, обработанных колхицином, необходимо определить их плоидность, так как они могут быть гаплоидными, диплоидными, химерными. Для этого можно использовать прямой подсчет хромосом, подсчет хлоропластов в замыкающих клетках устьиц, использовать молекулярные маркеры (сравнить исходное растение с регенерантом и определить их гетерозиготность и гомозиготность), использовать метод проточной цитометрии, учитывающий количество ДНК в каждой клетке [3, 11, 15].

Для дальнейшего развития удвоенные гаплоидные растения необходимо пересадить в открытый грунт. При этом они могут испытывать стресс, поэтому необходимо защитить их от попадания прямых солнечных лучей, болезней, вредителей и сквозняков [13].

Материалы и методы исследований

Удвоенные гаплоиды лука репчатого были получены методом культуры семязпочек на базе лаборатории биотехнологии Селекционного центра «Гавриш» с использованием усовершенствованной в центре технологии на основе методических рекомендаций Монахоса С.Г. и др., 2014.

Оценку плоидности проводили методом проточной цитометрии на приборе CytoFLEX (Beckman Coulter) [16]. ДН-растений лука репчатого с развитой корневой системой и листовым аппаратом были высажены в открытый грунт и выращены по общепринятым для зоны технологиям на участках селекционного центра «Гавриш», г. Крымск, Краснодарский край. Полученные товарные луковицы оценивали согласно методике RTG/46/2 «Оценка на отличимость, однородность и стабильность лука репчатого» [17].

Результаты исследований

Получение ДН-растений. В лаборатории биотехнологии Селекционного центра «Гавриш» были получены удвоенные гаплоиды лука репчатого методом культуры неопыленных семязпочек. Для их создания были подобраны 27 наиболее ценных селекционных образ-



Рис. 1. Распределение образцов по степени отзывчивости к эмбриогенезу при культивировании бутонов на питательной среде (метод гиногенеза) по всей совокупности образцов (А), в пределах групп по происхождению (Б) и в пределах групп образцов с разным типом популяции (В) за 2017-2018 годы
Fig. 1. Distribution of samples according to the degree of responsiveness to embryogenesis when cultivating buds on a nutrient medium (the method of gynogenesis) over the entire set of samples (А), within groups by origin (Б) and within groups of samples with different population types (С) for 2017-2018

цов (рис.1). Большая часть взятых в работу генотипов оказались неотзывчивыми и не формировали эмбриониды из бутонов на питательной среде, их доля составила 44%.

Остальные образцы разделились примерно поровну – на слабоотзывчивые, у которых средняя частота образования эмбрионидов на 100 бутонов (ЧОЭ) была меньше единицы, и отзывчивые с ЧОЭ более одного эмбрионид – от 1,17 до 3,33 штук на 100 бутонов. В целом отзывчивые были обнаружены среди образцов российской, итальянской и турецкой селекции и один образец из Азии. Образцы из Голландии все оказались неотзывчивыми (рис. 1Б). В пределах образцов с различным типом популяции наименьшее число отзывчивых было среди гибридов F₁ (рис.1В).

Всего в совместной работе лабораторий биотехнологии и селекции луковых культур (или в лаборатории биотехнологии) было получено 162 эмбрионид (0,6% от общего числа бутонов в 28 тыс. шт.), из которых 59 растений (36% от числа эмбрионидов) после обработки колхицином и пересадки в грунт сформировали развитую корневую систему и листовой аппарат. Анализ плоидности методом проточной цитометрии показал, что среди полученных растений только 40 растений являются удвоенными гаплоидами, остальные – гаплоиды или миксолоиды. Выделенные ДН-растения были переданы в отдел селекции для дальнейшей оценки и получения семенного потомства.

Выращивание ДН-растений и структура полученных луковиц на разных стадиях развития. Для дальнейшего роста и развития, полученные ДН-растения лука репчатого, выращивали в открытом грунте. Во время всего периода выращивания (от севка до уборки

семян) проводили стандартные технологические мероприятия: полив, подкормку минеральными удобрениями, рыхление, прополку, обработку инсектицидами и фунгицидами.

Исходно в апреле было высажено 40 ДН-растений, из них было собрано 35 луковиц севка, остальные поразились болезнями и полностью сгнили (табл.1). После селекционной оценки луковицы были досушены в течение семи суток в вентилируемом помещении, закрытом от прямых солнечных лучей и для лучшей сохранности в зимне-весенний период помещены в холодильник при температуре +4...6°C (табл.1). За весь период хранения полное усыхание луковиц было отмечено у 15 луковиц, вследствие развития болезней: шейковая (*Botrytis alli*) гниль и бактериоз (*Pectobacterium carotovorum*) сгнили 5 луковиц.

В апреле 2020 года все сохранившиеся растения были высажены в открытый грунт. К концу июля маточную луковицу, размером более 3 см, образовали только 9 образцов. Далее маточные луковицы после окончательного созревания и последующей сушки хранили в условиях с температурой +6...8 °C для прохождения стадии яровизации, стимуляции перехода к генеративной стадии развития. После яровизации сохранилось только шесть луковиц (табл.1).

Наибольшие потери после хранения произошли в результате усыхания луковиц, которому подверглись шесть образцов из семи. При этом высокие потери (40%) наблюдаются у образца «Галилео». Также в процессе хранения сгнили пять луковиц, относящиеся к генотипам: Spring joy, Polaks, Цефей, Elenka. Маточную луковицу сформировали только 9 образцов из 20 сохранившихся, общий выход маточных луковиц

Таблица 1. Структура ДН-растений лука репчатого различного происхождения по качеству луковиц на разных стадиях развития, г. Крымск, 2019-2021 годы
Table 1. Structure of onion DH-plants of various origins by bulb quality at different stages of development, Krymsk, 2019-2021

Название исходной популяции ДН-растений	Число луковиц севка, шт.						Число маточных луковиц, шт.					
	выращено, 2019 год			после хранения 2019-2020 годы			выращено, 2020 год			после яровизации 2020-2021 годы		
	всего высажено	больных	заложено на хранение	усохшие	больные	высажено	не сформировали луковицу нужного размера	больные	заложено на яровизацию	усохшие	больные	здоровые
Spring joy	4	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Цефей	3	0	3	0	1	2	1	1	0	0	0	0
Polaks	6	1	5	1	2	2	1	0	1	1	0	0
Галилео	5	0	5	2	1	2	1	1	0	0	0	0
Elenka	11	1	10	2	0	8	4	0	4	0	0	4
Super nova	6	0	6	2	0	4	0	1	3	0	1	2
Derek	5	1	4	2	0	2	1	0	1	0	1	0
Всего	40	5	35	10	5	20	8	3	9	1	2	6

Таблица 2. Сравнительная оценка маточных луковиц исходных образцов и полученных из них DH-линий, г. Крымск, 2020 год
Table 2. Comparative evaluation of the uterine bulbs of the initial samples and the DH-lines obtained from them, Krymsk, 2020

Название исходного образца DH-растений	Окраска сухих чешуй	Форма луковицы	Толщина сухих чешуй	Сцепление сухих чешуй	Масса луковицы, г
F ₁ Elenka	коричневая	округлая	средняя	сильное	136
DH-растение 1	коричневая	округлая	толстая	сильное	130
DH-растение 2	коричневая/желтая	округлая	толстая	сильное	92
DH-растение 3	коричневая	округлая	средняя	сильное	104
DH-растение 4	коричневая	поперечно эллиптическая	средняя	сильное	70
F ₁ Super nova	коричневая	округлая	толстая	сильное	115
DH-растение 5	коричневая/желтая	округлая	средняя	среднее	54
DH-растение 6	коричневая	округлая	средняя	сильное	62

составил 45%. Наибольший выход маточных луковиц отмечен у образца «Super nova» –75%, который также, как и «Elenka» успешно прошел стадию яровизации.

Характеристика полученных маточных луковиц DH-растений по селекционно ценным признакам. В 2021 году получено 6 маточных луковиц DH-растений в пределах двух исходных популяций. Так как каждая полученная луковица очень ценна для дальнейшего исследования, то в целях сохранения селекционного материала сравнительная оценка между исходными образцами и полученными из них DH-линиями была проведена только по ряду морфологических признаков, из биометрических признаков учитывалась только масса луковицы (табл. 2).

По всем параметрам исходному образцу (F₁ Elenka) больше всего соответствует DH-растение 1, меньшей

массой луковицы обладает DH-растение 3. Отличие по окраске сухих чешуй, их толщине и массе луковицы наблюдается у DH-растения 2. Из всех полученных образцов DH-растение 4 имеет самую низкую массу луковицы, а также выделяется по форме. У всех DH-растений, полученных из образца F₁ Super nova, масса луковицы в два раза меньше исходного образца, по остальным параметрам DH-растение 6 соответствует своему родоначальнику, DH-растение 5 отличается по окраске, а также имеет более низкие показатели по толщине сухих чешуй.

На рисунке 2А родоначальниками луковиц DH-растений под номерами 1-4 является «Elenka», под номерами 5 и 6 – «Super nova». Для дальнейшей работы были отобраны только те, которые имели округлую форму луковицы однородно темного цвета (рис.2 Б).

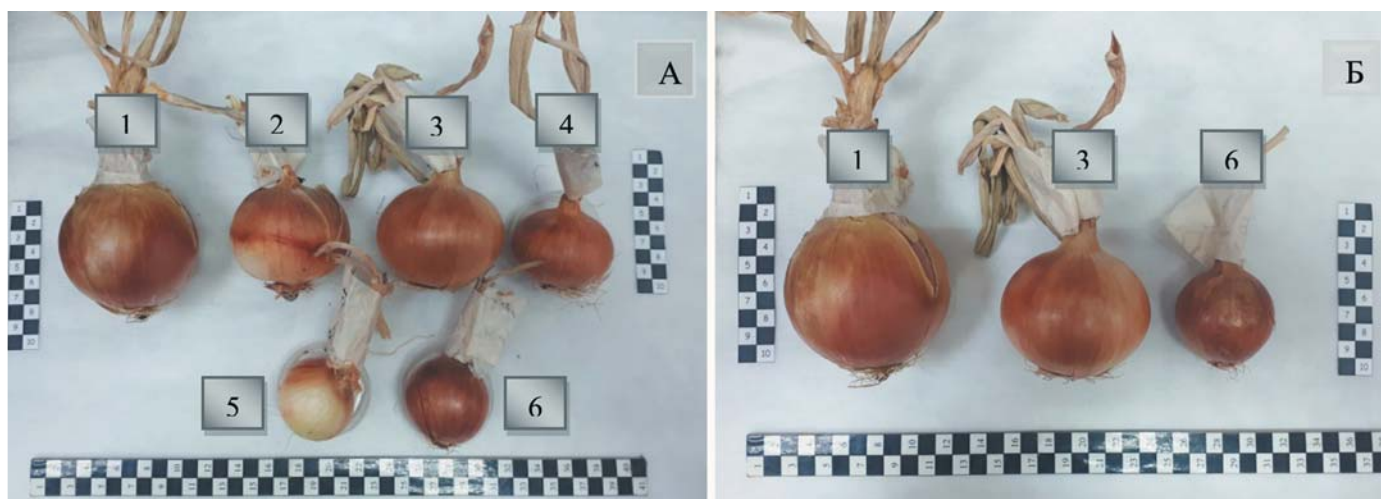


Рис. 2. Маточные луковицы DH-растений лука репчатого, прошедшие яровизацию (А) и маточные луковицы, отобранные для дальнейшего использования (Б), г. Крымск, 2020 год
Fig. 2. Uterine bulbs of DH-onion plants that have undergone vernalization (A) and uterine bulbs that selected for further use (B), Krymsk, 2020

Закключение

Таким образом, из 27 исходных образцов лука репчатого отзывчивыми на питательные среды оказались 56% растений (из которых только 26% растений с частотой образования эмбриоидов > 1%).

Всего из 28 тыс. бутонов получено 162 эмбриоида (0,6% от общего числа бутонов) из которых сформировалось, выращено 59 растений с развитой корневой системой и листовым аппаратом. Из них удвоенными гаплоидами являются 40 растений (68%).

Для дальнейшего размножения и включения в селекционный процесс после хранения, яровизации и

отбора получены 3 маточные луковицы (7,5% от общего числа DH-растений), которые относятся к 2 генотипам: «Elenka» и «Super nova».

Такой небольшой выход конечной продукции обусловлен самой природой удвоенных гаплоидов: при общем количестве генов у лука более 27000 создание гомозиготной линии, полностью лишенной летальных и полуметальных аллелей, происходит с частотой не более чем 1/5000 (отношение числа полученных линий к числу посаженных бутонов). Однако скорость создания гомозиготных отцовских форм гибридов при таком подходе повышается в 5-6 раз.

Об авторах:

Елена Александровна Чередниченко – аспирант, научный сотрудник лаборатории луковых культур ООО «Семеновод», автор для переписки, elena06031991@mail.ru

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

Сергей Федорович Гавриш – доктор с.-х. наук, профессор, научный руководитель НИИСОК, sf@gavrish.ru

Александр Федорович Першин – кандидат биол. наук, заведующий лабораторией биотехнологии, afpershin@mail.ru

Михаил Вячеславович Будылин – кандидат биол. наук, зам. директора НИИСОК по биотехнологии, budylinmw@gmail.com

About the authors:

Elena A. Cherednichenko – Postgraduate Student, Researcher of the Laboratory of Onion Crops of Semenovod LLC, Corresponding author, elena06031991@mail.ru

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

Sergey F. Gavrish – Doc. Sci. (Agriculture), professor, sf@gavrish.ru

Alexander F. Pershin – Cand. Sci. (Biology), Head of the Laboratory of Biotechnology, afpershin@mail.ru

Mikhail V. Budylin – Cand. Sci. (Biology), Deputy Director, budylinmw@gmail.com

• Литература

1. Монахос С.Г. Интеграция современных биотехнологических и классических методов в селекции овощных культур. Москва, 2016. 35 с.
2. Шмыкова Н.А., Супрунова Т.П., Пивоваров В.Ф. Биотехнологические и молекулярно-генетические методы в селекции овощных культур (к 95-летию ВНИИССОК). *Сельскохозяйственная биология*. 2015;50(5):561-570.
3. Khan P.S.S.V., Vijayalakshmi G., Raja M.M., Naik M.L., Germanà M.A., Terry R.G. Doubled haploid production in onion (*Allium cepa* L.): from gynogenesis to chromosome doubling. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 2020;142(1):1-22.
4. Bohanec B., Rabinowich H.D., Currah L. *Allium Crop Science: Recent Advances*. L: CABI. 2002;(7):145-157.
5. Bohanec B., Jakse M., Ihanb A., Javornik B. Studies of gynogenesis in onion (*Allium cepa* L.): induction procedures and genetic analysis of regenerants. *Plant Science*. 1995;(104):215-224.
6. Campion B., Azzimonti M.T., Vicini E. et al. Advances in haploid plant induction in onion (*Allium cepa* L.) through *in vitro* gynogenesis. *Plant Science*. 1992;(86):97-104.
7. Jakse M., Havey M.J., Bohanec B. Chromosome doubling procedures of onion (*Allium cepa* L.) gynogenic embryos. *Plant Cell Rep.* 2003;(21):905-910.
8. Sulistyaningsih E., Aoyagi Y., Tashiro Y. Flower bud culture of shallot (*Allium cepa* L. aggregatum group) with cytogenetic analysis of resulting gynogenic plants and somaclones. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2006;(86):249-255.
9. Пивоваров В.Ф., Шмыкова Н.А., Супрунова Т.П. Биотехнологические приемы в селекции овощных культур. *Овощи России*. 2011;(3):10-17. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2011-3-10-17>
10. Ferrie A.M.R., Caswell K.L. Isolated microspore culture techniques and recent progress for haploid and doubled haploid plant production. *Plant Cell Tissue Organ Culture*. 2011;104(3):301-309.
11. Монахос С.Г., Богданова В.Д., Ветчинкина Е.М. Создание чистых линий – удвоенных гаплоидов лука репчатого (*Allium cepa* L.) и селекция F₁ гибридов на основе современных методов биотехнологии. Методические указания. Москва, 2014. 44 с.
12. Dhatt A.S., Thakur P. Production of doubled haploids in onion: A review. *Journal of Horticultural Sciences*. 2014;9(2):107-112.
13. Коршунова А.Д., Будылин М.В., Першин А.Ф. Основные этапы получения ди гаплоидных линий овощных культур. *Гавриш*. 2017;(6):20-25.
14. Будылин М.В. Инновации внутри инноваций. *Вестник овощевода*. 2020;(5-6):2-5.
15. Dunwell J.M. Haploids in flowering plants: origins and exploitation. *Plant Biotechnology Journal*. 2010;(8):377-424.
16. Doležel J., Greilhuber J., Suda J. Flow cytometry with plants: an overview. *Flow cytometry with plant cells: analysis of genes, chromosomes and genomes*. 2007. P.41-65.
17. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Лук репчатый (*Allium cepa* L.) и лук шалот (*Allium ascalonicum* L.). *Офици. бюл. гос. комис. РФ по испытанию и охране селекционных достижений*. 2000;(7):528-547.

• References

1. Monakhos S.G. Integration of modern biotechnological and classical methods in the selection of vegetable crops. Moscow, 2016. 35 p. (In Russ.)
2. Shmykova N.A., Suprunova T.P., Pivovarov V.F. Biotechnological and molecular genetic methods in the selection of vegetable crops (to the 95th anniversary of VNISSOK). *Agricultural biology*. 2015;50(5):561-570. (In Russ.)
3. Khan P.S.S.V., Vijayalakshmi G., Raja M.M., Naik M.L., Germanà M.A., Terry R.G. Doubled haploid production in onion (*Allium cepa* L.): from gynogenesis to chromosome doubling. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 2020;142(1):1-22.
4. Bohanec B., Rabinowich H.D., Currah L. *Allium Crop Science: Recent Advances*. L: CABI. 2002;(7):145-157.
5. Bohanec B., Jakse M., Ihanb A., Javornik B. Studies of gynogenesis in onion (*Allium cepa* L.): induction procedures and genetic analysis of regenerants. *Plant Science*. 1995;(104):215-224.
6. Campion B., Azzimonti M.T., Vicini E. et al. Advances in haploid plant induction in onion (*Allium cepa* L.) through *in vitro* gynogenesis. *Plant Science*. 1992;(86):97-104.
7. Jakse M., Havey M.J., Bohanec B. Chromosome doubling procedures of onion (*Allium cepa* L.) gynogenic embryos. *Plant Cell Rep.* 2003;(21):905-910.
8. Sulistyaningsih E., Aoyagi Y., Tashiro Y. Flower bud culture of shallot (*Allium cepa* L. aggregatum group) with cytogenetic analysis of resulting gynogenic plants and somaclones. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2006;(86):249-255.
9. Pivovarov V.F., Shmykova N.A., Suprunova T.P. Biotechnological approaches to vegetable crop breeding. *Vegetable crops of Russia*. 2011;(3):10-17. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2011-3-10-17>
10. Ferrie A.M.R., Caswell K.L. Isolated microspore culture techniques and recent progress for haploid and doubled haploid plant production. *Plant Cell Tissue Organ Culture*. 2011;104(3):301-309.
11. Monakhos S.G., Bogdanova V.D., Vetchinkina E.M. Creation of pure lines - doubled onion haploids (*Allium cepa* L.) and selection of F₁ hybrids based on modern biotechnology methods. Methodical instructions. Moscow, 2014. 44 p. (In Russ.)
12. Dhatt A.S., Thakur P. Production of doubled haploids in onion: A review. *Journal of Horticultural Sciences*. 2014;9(2):107-112.
13. Korshunova A.D., Budylin M.V., Pershin A.F. The main stages of obtaining diploid lines of vegetable crops. *Gavrish*. 2017;(6):20-25. (In Russ.)
14. Budylin M.V. Innovations within innovations. *Bulletin of the vegetable grower*. 2020;(5-6):2-5. (In Russ.)
15. Dunwell J.M. Haploids in flowering plants: origins and exploitation. *Plant Biotechnology Journal*. 2010;(8):377-424.
16. Doležel J., Greilhuber J., Suda J. Flow cytometry with plants: an overview. *Flow cytometry with plant cells: analysis of genes, chromosomes and genomes*. 2007. P.41-65.
17. Methodology of testing for distinctness, uniformity and stability. Onion (*Allium cepa* L.) and shallot (*Allium ascalonicum* L.). *Official byul. gos. komis. RF on testing and protection of breeding achievements*. 2000;(7):528-547. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-29-34>
УДК 635.21:573.6:631.53

И.В. Ким*, Е.В. Шищенко,
П.В. Фисенко, А.С. Чибизова,
А.Г. Клыков

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

*Автор для переписки: kimira-80@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об
отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Ким И.В., Шищенко Е.В.,
Фисенко П.В., Чибизова А.С., Клыков А.Г.
Применение методов биотехнологии в без-
вирусном семеноводстве картофеля. *Овощи
России*. 2022;(5):29-34.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-29-34>

Поступила в редакцию: 09.08.2022

Принята к печати: 09.09.2022

Опубликована: 26.09.2022

Irina V. Kim*, Elena V. Shishchenko,
Petr V. Fisenko, Alena S. Chibizova,
Alexey G. Klykov

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

*Correspondence Author: kimira-80@mail.ru

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

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

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

For citations: Kim I.V., Shishchenko E.V.,
Fisenko P.V., Chibizova A.S., Klykov A.G.
Biotechnology methods in virus-free potato
seed production. *Vegetable crops of Russia*.
2022;(5):29-34. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-29-34>

Received: 09.08.2022

Accepted for publication: 09.09.2022

Published: 26.09.2022

Применение методов биотехнологии в безвирусном семеноводстве картофеля



Резюме

Актуальность. Растения сортов картофеля являются носителями вирусных патогенов в латентной форме, которые передаются клоновому потомству. Освобождение семенного картофеля от вирусной инфекции и сохранение высокопродуктивных качеств сортов обеспечивается системой безвирусного семеноводства картофеля. Цель исследований – разработать схему оздоровления картофеля с использованием методов биотехнологии и применить ее в безвирусном семеноводстве в условиях Приморского края.

Материал и методика. В качестве объекта исследования был взят перспективный сорт картофеля Морьяк (селекционный номер При-08-11-1), созданный в ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». Средняя урожайность нового генотипа – 34,1 т/га, потенциальная – 40,1 т/га. Содержание сухого вещества – 18,13...23,85 %, крахмала – 12,10...17,24%, витамина С – 17,46...23,12 мг/100 г. Обладает устойчивостью к переувлажнению почвы, характеризуется высокой лежкоспособностью (92,2...94,4%). В процессе оздоровления применяли метод культуры ткани *in vitro* с химиотерапией, используя противовирусные препараты рибавирин (концентрация 0,02...0,03 %) и хитозан (0,01...0,1%). Проростки исходных клубней и микрорастения тестировали методами ИФА и ПЦР анализа RQ/Ct на скрытую зараженность такими хозяйственно значимыми вирусами, как PVX, PVY, PVA, PVS, PVM, PLRV.

Результаты. Последовательное увеличение концентрации противовирусных препаратов рибавирина (с 0,02 до 0,03%) и хитозана (с 0,01 до 0,1%) и их чередование в разных пассажах – эффективный прием в оздоровлении микрорастений. В результате исследований разработана и применена схема по освобождению картофеля от хозяйственно значимых вирусов и получен оздоровленный материал.

Ключевые слова: картофель, сорт, оздоровление, ПЦР, культура ткани, *in vitro*

Biotechnology methods in virus-free potato seed production

Abstract

Relevance. Plants of potato varieties are carriers of viral pathogens in a latent form. These viruses can be transmitted to clonal progeny of the carriers. The system of virus-free seed production facilitates the elimination of the viruses in seed potatoes and preserves the high productivity of potato varieties. The research goal was to develop a scheme for virus elimination in potato using biotechnological methods and to introduce this scheme in the production of virus-free tubers under the conditions of Primorsky kraj.

Material and methods. New promising variety Moryak (breeding number Pri-08-11-1), which was created in FSBSI "FSC of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki", was used as the research object. The mean yield of the new genotype is 34.1 t/ha, the potential yield is 40.1 t/ha. The dry matter content is 18.13-23.85%, the starch content is 12.10-17.24%, and the content of vitamin C is 17.46-23.12 mg/100 g. This variety has a high keeping quality of tubers (92.2-94.4%) and resistance to excessive soil moisture. Tissue culture and chemotherapy in combination with ribavirin (a concentration of 0.02-0.03%) and chitosan (0.01-0.1%) were used for virus elimination. Sprouts from the original tubers and plantlets were tested by EIA and qPCR for latent infection (PVX, PVY, PVA, PVS, PVM, PLRV).

Results. A sequential increase in the concentration of ribavirin (from 0.02 to 0.03%) and chitosan (from 0.01 to 0.1%) and their alternation in different passages proved to be an effective method for virus elimination in plantlets. As the result of the research, the new scheme for the elimination of the most economically important potato viruses was developed and introduced, and virus-free seed material was obtained.

Keywords: potato, variety, virus elimination, PCR, tissue culture, *in vitro*

Введение

Качество семенного материала картофеля является одним из главных факторов, определяющих его урожайность. Распространенность инфекционных болезней вирусной природы в агроценозах приобретает все более широкий масштаб. Освобождение семенного картофеля от вирусной и бактериальной инфекций, а также от других болезней, сохранение высокопродуктивных качеств сортов обеспечивается системой безвирусного семеноводства картофеля. Основная её задача – это оздоровление и ускоренное размножение безвирусного материала с последующим включением в процесс репродуцирования [1].

Для обеспечения стабильного объема потребления картофеля в стране, в рамках реализации утвержденной Правительством Подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» предусматривается повышение урожайности картофеля за счет создания и быстрого продвижения новых высокопродуктивных сортов в производство на основе современных эффективных технологий выращивания качественно-семенного материала [2, 3].

На Дальнем Востоке пораженность картофеля вирусом отмечается в большинстве областей и краев региона, этому способствуют специфические погодные условия, изобилие различных насекомых – переносчиков [4]. Вирусные болезни обуславливают снижение урожайности, ухудшается качество клубней. На юге Приморского края более 40 лет ведется мониторинг основных фитопатогенных вирусов и вирусоподобных организмов на картофеле. Многолетняя оценка фитосанитарного состояния показала, что на рядовых посевах картофеля во многих хозяйствах распространен комплекс вирусов, виридов и фитоплазм, который влияет на качество, товарный вид и урожайность этой культуры. Последние десятилетние наблюдения показали, что наибольшее распространение имеет S-вирус картофеля (SBK). Достаточно велик уровень зараженности Y-вирусом картофеля (YBK), причем наблюдается значительное разнообразие штаммов. Процент зараженности вирусными заболеваниями в рядовых посевах картофеля колеблется в разные годы. Некоторые сорта могут служить резервуаром комплекса вирусных инфекций для окружающих посадок картофеля. Степень зараженности зависит от посадочного материала и может варьировать от 10-30% [5, 6]. Проблема усугубляется тем, что в настоящее время более 80% картофеля производится в личных подсобных хозяйствах, что усложняет возможность применения агротехнических приемов с элементами защиты растений от болезней и вредителей. В связи с этим крайне важно для Дальневосточного региона усовершенствовать процесс производства оригинальных семян на безвирусной основе и вести семеноводство с элементами оздоровления исходного материала.

Получение качественного исходного материала картофеля включает процесс освобождения сортов картофеля от вирусной инфекции с применением методов биотехнологии [7-9]. Зарубежные и отечественные коллеги рекомендуют использовать при оздоровлении картофеля биохимический метод с применением рибавирина [10-12].

В настоящее время в качестве способов оздоровления растений от вирусов используют различные методы терапии: культуры апикальных меристем, термотерапию, химиотерапию, криотерапию, электротерапию, а также комплексную (комбинированную) терапию, включающую

комбинацию приемов различных методов. При проведении исследований, основанных на методах культуры апикальных меристем и криотерапии выявлена их эффективность в отношении вирусов PVY, PVA, PVM, однако в случае множественной инфекции необходимо комбинировать элементы различных протоколов оздоровления для повышения эффективности процедуры оздоровления [13].

Термотерапия *in vivo* и *in vitro* растений основана на снижении титра вирусов в зараженных тканях вследствие нарушения синтеза вирусных РНК при повышенных температурах – 36...40 °C [14]. Способ менее эффективен в отношении сферических вирусов, поэтому при смешанных инфекциях его рекомендуют сочетать с другими технологиями [15].

Метод апикальных меристем в сочетании с химиотерапией позволяет оздоровить от вирусной инфекции растения регенеранты в культуре *in vitro*, полученные при оздоровлении методом апикальной меристемы в сочетании с термотерапией и имеющих положительную реакцию на вирусы по результатам ИФА, а также меристем, взятых с клубня растения, пораженного вирусами в латентной форме [16,17].

Метод электротерапии основан на пропускании электрического тока через растительные ткани, в результате чего происходит деградация вирусного нуклеопротеина и патоген утрачивает вирулентность [18, 19].

В Дальневосточном регионе в 2021 г. организован селекционно-семеноводческий центр по картофелю на базе ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в целях создания новых конкурентоспособных сортов, оздоровления их и включения в семеноводческий процесс.

В связи с этим исследования по этим направлениям имеют актуальность и первостепенное значение в развитии картофелеводства Дальнего Востока.

Цель исследований – разработать схему оздоровления картофеля с использованием методов биотехнологии и внедрить безвирусный материал в схему семеноводства.

Материал и методы

В качестве объекта исследования был взят перспективный сорт картофеля Моряк (селекционный номер При-08-11-1), полученный в ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». Сорт среднеспелый с физиологической спелостью (от посадки до уборки) 98-107 дней, столового назначения. Средняя урожайность – 34,1 т/га, потенциальная – 40,1 т/га. Содержание сухого вещества – 18,13-23,85%, крахмала – 12,10-17,24%, витамина С – 17,46-23,12 мг/100 г. Обладает устойчивостью к переувлажнению почвы, характеризуется высокой лежкоспособностью (92,2-94,4%).

Испытание клубневых репродукций сеянцев и сортоиспытание гибридов проводили в полевых условиях в селекционно-семеноводческом севообороте в с. Пуциловка Уссурийского района Приморского края. Картофель выращивали в соответствии с принятой для Приморского края технологией [20].

В эксперименте исходный материал клубней отбирался в полевых условиях из внешне здоровых кустов. Требования, предъявляемые к материалу, намеченному к отбору: растение – типичное по морфологическому строению для данного сорта, абсолютно здоровое по внешнему

виду, нормально развитое, с характерным для сорта количеством стеблей. Клубни – типичные по морфологическим признакам для данного сорта без признаков веретеновидности, здоровые, по визуальной оценке [7, 21].

Оздоровление сортообразцов картофеля и выявление скрытых вирусных инфекций. В процессе оздоровления сорта Моряк совмещали метод культуры ткани *in vitro* с химиотерапией, используя противовирусные препараты рибавирин (концентрация 0,02-0,03%) и хитозан (0,01-0,1%). Проростки исходных клубней и микрорастения тестировали методами ИФА [22, 23] и ПЦР анализа RQ/Ct (метод определения относительного количества в реальном времени) на скрытую зараженность хозяйственно значимыми вирусами: PVX, PVY, PVA, PVS, PVM, PLRV [24, 25].

В культуру *in vitro* изолировали верхушечные (апексы) и пазушные почки, взятые от клубней с наименьшей вирусной нагрузкой. Пробирки с эксплантатами культивировали в климатической камере MLR-352H (Sanyo) при температуре – $23 \pm 1^\circ\text{C}$, освещенности – 4000 лк, световом дне – 16 час, влажности воздуха – 60-70%. Питательную среду для культивирования растений картофеля готовили по прописи Мурасиге-Скуга (МС) с модификацией содержания компонентов [25], стерилизацию осуществляли при 0,9 атм в течение 20 минут в стерилизаторе паровом ГК-100-3. Инструменты (пинцеты и скальпели) стерилизовали сухим жаром в сушильном шкафу FD 240 (Binder) в течение 2 ч при температуре 200°C . Микрочлонирующее (микрочеренкование) пробирочных растений картофеля проводили в стерильных условиях ламинар-бокса (БАВнп-01-«Ламинар-С»)-1,5.

Результаты исследования

Современная система безвирусного семеноводства картофеля должна основываться на оздоровлении перспективных сортов. Передача в Государственное сортоиспытание оздоровленного от вирусов нового сорта ускоряет процесс сортосмены. При процедуре оздоровления растений картофеля широко распространено использование методов биотехнологии с химиотерапией, основанное на добавлении в питательную среду веществ ингибиторов

вирусов: рибавирин (виразол) [26] и хитозан [27]. Для усиления эффекта получило распространение включение в схему при оздоровлении сочетания нескольких ингибиторов вирусов, например, – виразол + интерферон + хитозан, интерферон + хитозан [1], ацетилсалициловая кислота + рибавирин [28].

Для выявления вирусов используют следующие методы тестирования: иммуноферментный анализ (ИФА), иммунохроматографический анализ (ИХА), ПЦР с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) и ПЦР в реальном времени (РТ-ПЦР) [29].

Для оздоровления картофеля перспективного сорта Моряк была применена схема, состоящая из 9 этапов с сопровождением иммуноферментного анализа (ИФА) и ПЦР в реальном времени (РТ-ПЦР/ RQ/Ct) (рис.).

На первом этапе с целью введения в безвирусное семеноводство сорта картофеля Моряк перед началом процесса оздоровления, по визуальной оценке, отбирали клубни здоровых растений, в количестве 16 шт. Исходные линии (клубни *in vivo* с этиолированными 2Т, 3Т, 4Т, 5Т и световыми ростками 1С, 2С, 4С, 5С, 8С) тестировали методом ИФА. В работе Е.С. Беспаловой, М.М. Агаханова, С.Б. Архимандритовой и др. (2020) при оздоровлении сортов картофеля из коллекции ВИР от вирусов были получены результаты тестирования полевых образцов, где установлено, что наиболее встречаемыми вирусами являются: PVX (100%), PVS (100%) и PVA (88,8%). Иммунохимические исследования на сортовых посадках картофеля, проведенные на юге Дальнего Востока показали, что зараженность SBK составила от 33 до 75%; MBK – от 3 до 41%; УБК – от 34 до 50%. Скручивание листьев (БСЛК) встречалось значительно реже (10-12%). Что свидетельствует о высоком инфекционном фоне в посадках картофеля в Приморском крае [6]. Проведенный нами ИФА-анализ показал наличие вирусной инфекции (PVY, PVS, PVM и PLRV) в различной степени. В результате анализа отобраны образцы с наименьшим количеством вирусов PVY (13,2 %), PVS (12,2 %), PVM (15,6 %) и PLRV (16,2%) для тестирования их методом ПЦР на последующих этапах оздоровления.



Рис. Схема оздоровления сорта картофеля Моряк с применением ИФА и ПЦР-анализа
Fig. Scheme of improvement of the Mariner potato variety with the use of ELISA and PCR analysis

Таблица 1. Результаты тестирования линий картофеля (*in vivo* и *in vitro*) после применения рибавирина (0,02%) ПЦР-анализом (RQ/Ct)
Table 1. Results of testing potato lines (*in vivo* and *in vitro*) after ribavirin administration (0.02%) by PCR analysis (RQ/Ct)

Линия	PVX		PVY		PVA		PVS		PVM		PLRV	
	<i>in vivo</i>	<i>in vitro</i>	<i>in vivo</i>	<i>in vitro</i>	<i>in vivo</i>	<i>in vitro</i>	<i>in vivo</i>	<i>in vitro</i>	<i>in vivo</i>	<i>in vitro</i>	<i>in vivo</i>	<i>in vitro</i>
1C	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-
2C	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-
4C	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-
5C	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
8C	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+
2T	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
3T	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-
4T	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-
5T	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+

Примечание. - вирус не обнаружен; + вирус обнаружен

С – клубни со световыми ростками

Т – клубни с этиолированными ростками

При проведении ПЦР-анализа выявили наличие в проростках исходных клубней вирусную инфекцию. Большинство из них были поражены вирусными комплексами PVY, PVS, PVM и PLRV.

На втором этапе работы использовали рибавирин (0,02%) на исходных образцах (*in vivo*) и микрорастениях (*in vitro*). Через 25 дней культивирования верхушечных изолятов проростков картофеля на питательной среде с рибавирином (0,02%) произвели микрочеренкование растений и перевели на стандартную среду МС без рибавирина. Эффективность применения рибавирина (0,02 %) после проведения повторного ПЦР-анализа подтверждена только против PVM и PLRV, кроме линий 8C и 5T. Не удалось получить побеги, полностью свободные от PVY и PVS

(табл. 1). На третьем этапе для размножения и поддержания растений произведено их микрочеренкование на стандартную среду МС без рибавирина.

На четвертом этапе процесса оздоровления использовали ингибитор вируса – хитозан (0,01 %) при выращивании микрорастений *in vitro*. В табл. 2 представлены результаты ПЦР-анализа и дана оценка вирусной нагрузки исследуемых линий.

ПЦР-анализ позволил выявить линии картофеля с относительно низкой вирусной нагрузкой. Наиболее зараженными оказались микрорастения 1.1 и 1.2, что составляло 33,3 % от линии 1C. С точки зрения вирусной нагрузки микрорастения линий 8C, 2T, 3T, 4T, 5T показали лучшие результаты – среднее значение RQ составило 0,076.

Таблица 2. Результаты тестирования микрорастений *in vitro* картофеля после применения хитозана (0,01%) ПЦР-анализом (RQ/Ct)
Table 2. Results of *in vitro* testing of potato micro-plants after chitosan application (0.01%) by PCR analysis (RQ/Ct)

Линия	микрорастения	PVY		PVS		PVM		PLRV	
		RQ	Ct	RQ	Ct	RQ	Ct	RQ	Ct
1C	1.1	153,785	20,4599	0,021	32,8576	0,006	32,6354	0,029	32,7301
	1.2	115,724	21,0639	0,014	33,5188	0,004	33,4761	0,025	33,2910
2C	1.3	0,135	33,5039	0,006	35,4422	0	0	0,006	36,1334
	1.4	0,319	31,8532	0,008	34,8405	0	0	0,026	33,5846
4C	1.5	0,079	34,6356	0,009	34,8043	0	0	0,005	35,8905
5C	1.6	0,117	33,6880	0	0	0,002	35,2812	0,008	35,5015
8C	1.7	0,121	33,4658	0,018	33,1980	0,001	35,8849	0,023	33,6356
2T	1.8	0,048	35,4256	0,004	35,8959	0	0	0,004	36,9644
	1.9	0,103	33,9941	0,014	33,8100	0,003	34,2647	0,017	34,1413
	1.10	0,085	34,3482	0,008	34,7594	0	0	0	0
3T	1.11	0,095	33,9827	0,030	32,0294	0	0	0,008	35,4287
	1.12	0,038	35,4120	0,035	31,8750	0,003	34,3529	0,014	34,4691
4T	1.13	0,087	34,2283	0,004	35,8505	0	0	0,013	34,5588
	1.14	0,075	34,2844	0,019	32,8186	0,002	35,3392	0,015	34,3770
5T	1.15	0,094	34,0481	0,013	33,3438	0	0	0,014	34,5673
	1.16	0,182	32,6048	0,008	34,6432	0	0	0,017	34,1860

Таблица 3. Результаты тестирования микрорастений *in vitro* картофеля после применения рибавирина (0,03 %) и хитозана (0,1%)
Table 3. Results of *in vitro* testing of potato micro-plants after the use of ribavirin (0.03%) and chitosan (0.1%)

Линия	Микрорастения	PVX	PVY	PVM	PLRV	PVS	PVA
рибавирин (0,03 %)							
2Т	1.8	-	+	+/-	-	+	-
	1.10	-	-	+	-	+	-
3Т	1.12	-	+	-	+	+/-	-
хитозан (0,1 %)							
2Т	1.8	-	-	-	-	-	-
3Т	1.12	-	-	-	-	-	-

Примечание: - вирус не обнаружен; + вирус обнаружен; +/- недостоверный результат (неправильная форма кривой/начало детекции сигнала на последних циклах амплификации)

Микрорастения 1.8, 1.10 и 1.12 показали самый низкий уровень выявленных инфекций и были отобраны для дальнейшего оздоровления. Вирусы PVM и PLRV в низких концентрациях вновь были обнаружены почти во всех линиях

Ранее проведенные исследования показали, что последовательное культивирование побегов картофеля сорта Моряк на средах с рибавирином в концентрации 0,02 % и хитозаном 0,01 % не позволило полностью устранить вирусные инфекции [24]. Поэтому, на шестом и восьмом этапах, процедуру оздоровления продолжили с применением противовирусных препаратов с увеличенной концентрацией – рибавирин (0,03 %) и хитозан (0,1 %). В результате для дальнейшего эксперимента были отобраны линии 2Т (микрорастения 1.8, 1.10) и 3Т (1.12), у которых отмечено самое низкое содержание исследуемых вирусов (табл. 3)..

Исследования по введению в питательную среду рибавирина в концентрации 0,03% не обеспечило полного освобождения материала от вирусов. Поэтому на 8-м этапе микрорастения 1.8 и 1.12 пассировали на среду с хитозаном в концентрации 0,1% в течение 25 дней. Результаты ПЦР-анализа исследуемых образцов сорта

картофеля Моряк показали, что последовательное применение ингибиторов вирусов рибавирина (0,03%) на 6-м этапе и хитозана (0,1%) на 8-м этапе позволило полностью освободить микрорастения картофеля от вирусов и завершить оздоровление сорта Моряк.

В результате исследований разработана схема по освобождению картофеля от хозяйственно значимых вирусов, состоящая из 9-ти этапов. Установлено, что последовательное увеличение концентрации противовирусных препаратов рибавирина (с 0,02 до 0,03%) и хитозана (с 0,01 до 0,1%) является эффективным приемом в оздоровлении микрорастений.

Выводы

Таким образом, применение методов биотехнологии (метод культуры тканей в комплексе с химиотерапией) и тестирование наличия вирусной нагрузки (ИФА и ПЦР анализами) на всех этапах работы позволяет эффективно проводить оздоровление перспективных сортов картофеля. Внедрена схема оздоровления картофеля в процесс производства безвирусных семян ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки».

Об авторах:

Ирина Вячеславовна Ким – ведущий научный сотрудник отдела картофелеводства и овощеводства, кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>, автор для переписки, kimira-80@mail.ru

Елена Васильевна Шищенко – младший научный сотрудник лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии, <https://orcid.org/0000-0002-1204-0515>

Петр Викторович Фисенко – ведущий научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, кандидат биологических наук, <https://orcid.org/0000-0003-1727-4641>

Алена Сергеевна Чибизова – младший научный сотрудник лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии, <https://orcid.org/0000-0003-2160-5589>

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

About the authors:

Irina V. Kim – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>, Correspondence Author, kimira-80@mail.ru

Elena V. Shischenko – Junior Researcher at the Laboratory of Agricultural Biotechnology, <https://orcid.org/0000-0002-1204-0515>

Petr V. Fisenko – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Acting Head of the Laboratory of Breeding and Genetic Research of Field Crops, <https://orcid.org/0000-0003-1727-4641>

Alena S. Chibizova – Junior Researcher at the Laboratory of Agricultural Biotechnology, <https://orcid.org/0000-0003-2160-5589>

Alexey G. Klykov – Head of the Department of Breeding and Biotechnology of Agricultural Crops, Doctor Sci. (Biology), Academician of the Russian Academy of Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-2390-3486>

• Литература

- Рябцева Т.В., Куликова В.И., Илькевич О.Г. Оздоровление картофеля методом химиотерапии в культуре *in vitro*. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015;10(41):3:66-68. <https://doi.org/10.18454/IRJ.2015.41.127>
- Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Митюшкин А.В., Гайзатулин А.С. Актуальные направления развития селекции и семеноводства картофеля в России. *Картофель и овощи*. 2020;12:22-26. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.49.70.005>

- Ким И.В., Клыков А.Г. Результаты и направления исследований по картофелеводству на Дальнем Востоке России. *Достижения науки и техники АПК*. 2017;10:36-39.

- Гнутова Р.В. Разнообразие вирусов растений в Восточно-азиатском регионе России: итоги 50-летнего изучения. *Сельскохозяйственная биология*. 2014;5:16-27. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2014.5.16rus>

- Volkov Y.G., Kakareka N.N., Kozlovskaya Z.N., Balabanova L.A., Sapotskij M.V. Characterization of a Novel Far Eastern Potato Virus Y. Isolates. *Plant Pathology Journal*. 2009;8(2):62-67.

- Плешакова Т.И. Мониторинг вирусных инфекций картофеля на юге

Приморского края / Материалы II Международной научной конференции «Современные исследования в естественных науках», Владивосток, 26–28 августа 2015 г. [Электронный ресурс] / под общ. ред. В.А. Семаль ; Электрон. дан. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2015. С.186-189. ISBN 978-5-906739-79-7

7. Овэс Е.В., Гаитова Н.А. Новые элементы технологии оздоровления и получения базовых клонов перспективных сортов и гибридов картофеля. *Достижения науки и техники АПК*. 2016;30(11):60-62.
8. Жевора С.В., Анисимов Б.В., Симаков Е.А., Овэс Е.В., Зебрин С.Н. Картофель: проблемы и перспективы. *Картофель и овощи*. 2019;(7):2-7.
9. Овэс Е.В., Гаитова Н.А., Шишкина О.А., Фенина Н.А. Результаты отбора базовых клонов картофеля в условиях европейского севера и высокогорья Северного Кавказа. *Земледелие*. 2020;(4):29-32.
10. Yang L., Nie B., Liu J., Song B. A Reexamination of the effectiveness of rib-avirin on eradication of viruses in potato plantlets *in vitro* using ELISA and quantitative RTPCR. *Am. J. Potato Res.* 8 p. (published online 15 November 2013).
11. Gong H., Igraneza C., Dusengemungu L. Major *In Vitro* Techniques for Potato Virus Elimination and Post Eradication Detection Methods. A Review. *Am. J. Potato Res.* 2019;(96):379–389. <https://doi.org/10.1007/s12230-019-09720->
12. Яловик А.В., Федорова Ю.Н., Яловик Л.И. Эффективность действия химиотерапии на растениях картофеля в условиях *in vitro*. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019;10(180):28-33. EDN SWVPLP.
13. Беспалова Е.С., Агаханов М.М., Архимандритова С.Б., Ерастенкова М.В., Ухатова Ю.В. Оздоровление сортов картофеля из коллекции ВИР от вирусов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020;181(4):164-172. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-164-172>
14. Cassells A.C., Long R.D. The elimination of potato viruses X, Y, S and M in meristem and explant cultures of potato in the presence of Virazole. *Potato Res.* 1982;(25):165-173.
15. Власов Ю.И., Ларина Э.И., Трускинов Э.В. Сельскохозяйственная фитовирусология СПб.- Пушкин: ВИЗР, 2016. 236 с.
16. Лапшинов Н.А., Куликова В.И., Рябцева Т.В. и др. Технология оздоровления и ускоренного размножения картофеля (методическое пособие). ФГБНУ «Кемеровский НИИСХ». Кемерово, 2014. 44 с.
17. Овэс Е.В., Гаитова Н.А. Новые элементы технологии оздоровления и получения базовых клонов перспективных сортов и гибридов картофеля. *Достижения науки и техники АПК*. 2016;30(11):60-62.
18. Mahmoud S.Y.M., Hosseny M.H., Abdel-Ghaffar M.H. Evaluation of some therapies to eliminate Potato Y potyvirus from potato plants. *Int. J. Virol.* 2009;5(2):64-76. <https://doi.org/10.3923/ijv.2009.64.76>
19. Bădăraș C.L., Chiru N. Effect of some therapies on potato plantlets infected with potato virus X (PVX). *Journal of EcoAgriTourism*. 2014;10(1/28):11-17.
20. Система ведения агропромышленного производства Приморского края. РАСХН, ДВ НМЦ, ПримНИИСХ. Новосибирск. 2001. 364 с.
21. ГОСТ 33996-2016 Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. Введ. 2018.01-01. М.: Стандартинформ. 2017. 41 с.
22. Диагностика вирусов и бактериозов в процессе оздоровления и размножения семенного картофеля в оригинальном семеноводстве: метод. рекомендации. сост. В.И. Куликова и др. ; Кемеровский НИИСХ. Кемерово, 2008. 36 с.
23. Bekesiova I., Nap J.-P., Mlynarova L. Isolation of high quality DNA and RNA from leaves of the carnivorous plant *Drosera rotundifolia*. *Plant Mol. Biol. Rep.* 1999;(17):269-277.
24. Барсукова Е.Н., Чекушкина Т.Н., Ким И.В. Оздоровление и микро размножение *in vitro* сортов картофеля для безвирусного семеноводства. *Дальневост. аграр. вестн.* 2018;4(48):20-26.
25. Юрьева Н.О., Воронкова Е.В., Терешонков Д.В. и др. Введение в асептическую культуру дигампоидов картофеля с использованием адвентивных побегов и химиотерапии. *Защита картофеля*. 2017;(2):23-27.
26. Рябцева Т.В., Куликова В.И., Ходаева В.П. Оценка питательных сред при размножении сортов картофеля в культуре *in vitro*. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2018;12(66)3:134-137. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.099>
27. Dhital S.P., Sakha B.M., Lim H.T. Utilization of shoot cuttings for elimination of PLRV and PVY by thermotherapy and chemotherapy from potato (*Solanum tuberosum* L.). *Nepal J. Sci. Technol.* 2006;(7):1-6.
28. Беспалова Е.С., Агаханов М.М., Архимандритова С.Б., Ерастенкова М.В., Ухатова Ю.В. Оздоровление сортов картофеля из коллекции ВИР от вирусов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020;181(4):164-172. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-164-172>
29. Kim I.V., Chibizova A.S., Shischenko E.V., Fisenko P.V., Chekushkina T.N.,

Barsukova E.N., Volkov D.I., Klykov A.G. Methods of biotechnology in the improvement of promising potato hybrids (*Solanum tuberosum* L.). *Research on Crops*. 2021;(22):96-99. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2021.023>.

• References (In Russ.)

1. Ryabtseva T.V., Kulikova V.I., Khilkevich O.G. Potato health improvement by chemotherapy in *in vitro* culture. *International Scientific Research Journal*. 2015;10(41)3:66-68. (In Russ.) <https://doi.org/10.18454/IRJ.2015.41.127>
2. Simakov E.A., Anisimov B.V., Zhevora S.V., Mityushkin A.V., Zhuravlev A.A., Mityushkin A.V., Gaizatulin A.S. Current trends in the development of potato breeding and seed production in Russia. *Potatoes and vegetables*. 2020;(12):22-26. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.49.70.005>
3. Kim I.V., Klykov A.G. Results and directions of research on potato growing in the Russian Far East. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2017;(10):36-39. (In Russ.)
4. Gnutova R.V. Diversity of plant viruses in the East Asian region of Russia: results of 50 years of study. *Agricultural biology*. 2014;(5):16-27. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2014.5.16rus>
6. Pleshakova T.I. Monitoring of potato viral infections in the south of Primorsky Krai / Proceedings of the II International Scientific Conference "Modern research in Natural Sciences", Vladivostok, August 26-28, 2015 [Electronic resource] / edited by V.A. Semal ; Electron. dan. Vladivostok: Publishing House of the Far East. 2015. pp. 186-189. ISBN 978-5-906739-79-7. (In Russ.)
7. Oves E.V., Gabitova N.A. New elements of technology for improving and obtaining basic clones of promising potato varieties and hybrids. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2016;30(11):60-62. (In Russ.)
8. Zhevora S.V., Anisimov B.V., Simakov E.A., Oves E.V., Zebrin S.N. Potatoes: problems and prospects. *Potatoes and vegetables*. 2019;(7):2-7. (In Russ.)
9. Oves E.V., Gaitova N.A., Shishkina O.A., Fenina N.A. Results of selection of basic potato clones in the conditions of the European North and the highlands of the North Caucasus. *Agriculture*. 2020;(4):29-32. (In Russ.)
12. Yalovik, A.V., Fedorova Yu. N., Yalovik L. I. The effectiveness of chemotherapy on potato plants under *in vitro* conditions. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2019;10(180):28-33. EDN SWVPLP. (In Russ.)
13. Bespalova E.S., Agakhanov M.M., Arkhimandritova S.B., Erastenkova M.V., Uhatova Yu.V. Sanitization of potato varieties from the VIR collection against viruses. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2020;181(4):164-172. (In Russ.) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-164-172>
15. Vlasov Yu.I., Larina E.I., Truskinov E.V. Agricultural phyto-virology St. Petersburg- Pushkin: VIZR, 2016. 236 p. (In Russ.)
16. Lapshinov N.A., Kulikova V.I., Ryabtseva T.V., etc. Technology of improvement and accelerated reproduction of potatoes (methodical manual). FGBNU "Kemerovo Research Institute". Kemerovo, 2014. 44 p. (In Russ.)
17. Oves E.V., Gabitova N.A. New elements of technology for improving and obtaining basic clones of promising potato varieties and hybrids. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2016;30(11):60-62. (In Russ.)
20. The system of conducting agro-industrial production of Primorsky Krai / RASKHN, DV NMC, PRIMNIISKH. Novosibirsk. 2001. 364 p. (In Russ.)
21. ГОСТ 33996-2016 Seed potatoes. Technical conditions and methods for determining quality. Introduction. 2018.01-01. Moscow: Standartinform. 2017. 41 p. (In Russ.)
22. Diagnostics of viruses and bacterioses in the process of improvement and reproduction of seed potatoes in the original seed production : method. recommendations. Comp. V.I. Kulikova et al. ; Kemerovo Research Institute. Kemerovo, 2008. 36 p. (In Russ.)
24. Barsukova E.N., Chekushkina T.N., Kim I.V. Improvement and micro-reproduction *in vitro* of potato varieties for virus-free seed production. *Far East. agrarian. vestn.* 2018;4(48):20-26. (In Russ.)
25. Yuryeva N.O., Voronkova E.V., Tereshonok D.V. et al. Introduction to the aseptic culture of potato digaploids using adventitious shoots and chemotherapy. *Potato protection*. 2017;(2):23-27. (In Russ.)
26. Ryabtseva T.V., Kulikova V.I., Khodaeva V.P. Evaluation of nutrient media during propagation of potato varieties in culture *in vitro*. *International Research Journal*. 2018;12(66)3:134-137. (In Russ.) <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.099>
28. Bespalova E.S., Agakhanov M.M., Arkhimandritova S.B., Erastenkova M.V., Uhatova Yu.V. Sanitization of potato varieties from the VIR collection against viruses. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2020;181(4):164-172. (In Russ.) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-164-172>

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-35-42>
УДК 635.21-021.66:631.526.32(571.63)

Д.И. Волков*, И.В. Ким,
А.А. Гисюк, А.Г. Клыков

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

*Автор для переписки: volkov_dima@inbox.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Благодарности. Авторы выражают признательность кандидату биол. наук, Мацишиной Н.В. за консультации в ходе написания статьи и статистическую обработку результатов.

Для цитирования: Волков Д.И., Ким И.В., Гисюк А.А., Клыков А.Г. Оценка сортов картофеля на пригодность к переработке на хрустящий картофель и фри в условиях Приморского края. *Овощи России*. 2022;(5):35-42. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-35-42>

Поступила в редакцию: 25.07.2022

Принята к печати: 30.08.2022

Опубликована: 26.09.2022

Dmitry I. Volkov*, Irina V. Kim,
Aleksandr A. Gisyuk, Aleksei G. Klykov

Federal State Budget Scientific Institution
“Federal Scientific Center of Agricultural
Biotechnology of the Far East
named after A.K. Chaiki”
30 b, Volozhenina str., Timiryazevsky stl.,
Ussuriysk, Primorsky krai, 692539, Russia

*Corresponding author: volkov_dima@inbox.ru

Conflicts of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

Author contribution: All authors confirm they have contributed to the design and performance of the experiment, the analysis of experimental data, and the writing of this paper.

Acknowledgements. The authors express their gratitude to candidate biol. sciences, N.V. Matsishina for consultations during the writing of the article and statistical processing of the results.

For citations: Volkov D.I., Kim I.V., Gisyuk A.A., Klykov A.G. Evaluating potato varieties for their suitability for processing into potato chips and french fries under the conditions of Primorsky kray. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(5):35-42. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-35-42>

Received: 25.07.2022

Accepted for publication: 30.08.2022

Published: 26.09.2022

Оценка сортов картофеля на пригодность к переработке на хрустящий картофель и фри в условиях Приморского края



Резюме

Актуальность. Производство картофелепродуктов в России приобретает всю большую популярность, особенно изготовление хрустящего картофеля и замороженного фри. Переработка картофеля на продукты питания позволяет сократить транспортные перевозки, потери при хранении и полнее использовать пищевую ценность картофеля. При этом в Приморском крае перерабатывается лишь незначительная часть картофеля небольшими предприятиями. Связано это в первую очередь с недостатком качественного сырья, отвечающего требованиям переработки. Целью исследований являлось изучение сортов картофеля коллекционного питомника по основным признакам, определяющим пригодность к переработке на хрустящий картофель и фри.

Материалы и методы. Работа выполнена на экспериментальной базе отдела картофелеводства и овощеводства ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в 2019-2021 годах. Объектом исследований являлись 180 образцов картофеля различного происхождения и срока созревания. Оценка выполняли в соответствии с методическими указаниями по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению с небольшими дополнениями.

Результаты. Наиболее благоприятным по формированию урожайности для среднеранних (32,3 т/га), среднеспелых (31,9 т/га) и среднепоздних (33,1 т/га) сортов являлся 2019 год. Максимальная средняя урожайность у сортообразцов раннего срока созревания (34,0 т/га) отмечена в 2021 году. По оптимальным биохимическим показателям (содержание сухого вещества (22-24%) и массовой доли редуцирующих сахаров (не более 0,26%)) выделены сорта: Вектар, Журавинка, Дарница, Памяти Рогачева, Леди Розетта, ВР 808. По морфологическим параметрам (форма клубня, количество и глубина залегания глазков) на хрустящий картофель: Северный, Брянский деликатес, Даная, Кураж, Сантэ, Дубрава, Няда; на картофель фри: Колетте, Нарка, Инноватор, Вдохновение. По комплексу морфологических и биохимических признаков выделены: для переработки на хрустящий картофель 29 сортов и для производства картофеля фри – 26, имеющих разную степень пригодности (8-6,4 балла). В условиях Приморского края наибольший интерес представляют сорта на хрустящий картофель (Сантэ, Танай, Няда, Аляска, Краса Мещеры, Казачок), картофель фри (Лига, Весна Белая, Удача, Утенок, Чародей, Очарование, Рикарда), имеющие высокий балл пригодности для переработки в послеуборочный период и хорошую урожайность.

Ключевые слова: картофель, оценка сортов, морфологические признаки, биохимический состав клубней, переработка, хрустящий картофель, фри

Evaluating potato varieties for their suitability for processing into potato chips and french fries under the conditions of Primorsky kray

Abstract

Significance. Potato products seem to be gaining popularity in Russia, especially potato chips and french fries. The processing of potato into food products reduces storage losses and the amount of transportation needed and allows the nutritional potential of potato to be harnessed fully. However, only a minor part of all produced potato is processed in Primorsky kray by small-scale enterprises. The lack of high quality raw material is the main reason for that. The research aim was to evaluate potato varieties from our collection nursery for the traits that determine potato suitability for the production of potato chips and french fries.

Materials and methods. The research was carried out in the experimental fields of the Department of potato breeding and horticulture, FSBS “Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki”, in 2019-2021. One hundred and eighty potato hybrids of various origin and from different maturity groups were used as the research object. The evaluation was conducted according to the guidelines on the assessment of potato varieties for their suitability for processing and storage with a few additions.

Results. The conditions in 2019 were the most favorable for yield formation in medium-early (32.3 t/ha), mid-season (31.9 t/ha) and medium-late (33.1 t/ha) varieties. Early varieties were observed to have the highest mean yield in 2021 (34.0 t/ha). Biochemical parameters (the dry matter content) and the content of reducing sugars were optimal (22-24 % and less than 0.26 %, respectively) in varieties Vektar, Zhuravinka, Darnitsa, Pamyati Rogacheva, Lady Rosetta, VR 808. The morphological parameters (the shape of tubers, the quantity and depth of potato eyes) of varieties Severnyi, Bryanskii delikates, Danaya, Kurazh, Sante, Dubrava, Nayada made them the most suitable for the production of potato chips. Varieties Kolette, Narka, Innovator, Vдохновение were determined to be the most suitable for processing into french fries. Based on the complex of morphological and biochemical parameters, 29 potato varieties were selected for the production of potato chips and 26 varieties were approved for the production of french fries. The degree of suitability varied from 6.4 to 8 points. Under the conditions of Primorsky kray, varieties Sante, Tanai, Nayada, Alyaska, Krasa Meshchery, Kazachok generate the most interest for the production of potato chips. Varieties Liga, Vesna Belaya, Udacha, Utenok, Charodei, Ocharovanie, Rikarda appear to be the most suitable for processing into french fries. These varieties have a high degree of suitability after harvest and good yield.

Keywords: potato, evaluation of varieties, morphological characteristics, biochemical composition of potato tubers, food processing, potato chips, french fries

Введение

Картофель является одним из важнейших продуктов питания. Производство картофеляпродуктов в России приобретает всю большую популярность, особенно изготовление хрустящего картофеля и замороженного фри. Связано это с увеличением ритма жизни: растет спрос населения на различные готовые продукты питания и полуфабрикаты, в том числе произведенные из картофеля. Переработка картофеля на продукты питания позволяет существенно сократить транспортные перевозки, затраты при хранении, значительно снизить потери производителей картофеля от сезонных колебаний цен и получить дополнительную добавленную стоимость [1, 2, 3].

В настоящее время к специализированным сортам картофеля для переработки на хрустящий картофель и фри предъявляются особые требования. Клубни должны иметь определенные анатомо-морфологические показатели (форма клубня, количество глазков и глубина их залегания, качество поверхности), обладать высоким содержанием сухого вещества (более 20%), низким содержанием редуцирующих сахаров (не более 0,4%), определяющих в первую очередь показатели качества и цвета готового продукта [4, 5]. Установлено, что на основные показатели качества продуктов переработки влияют различные факторы: генетические особенности сорта, тип почвы, климатические условия, продолжительность вегетационного периода, технология возделывания [6]. При подборе сортов для промышленной переработки помимо качественных показателей клубней важно иметь пластичные, адаптированные к природно-климатическим условиям региона генотипы, обладающие стабильно высоким уровнем урожайности, так как урожайность является одним из основных критериев, определяющих рентабельность производства картофеля и уровень обеспеченности предприятий сырьем необходимого объема [7].

Несмотря на то, что Приморский край является лидером по производству картофеля в ДФО, полученный урожай доходит до потребителя преимущественно в свежем виде, и лишь незначительная часть картофеля перерабатывается небольшими предприятиями, ресторанами, точками быстрого питания. При этом либо используется

вынуждены завозить из других стран и регионов. В первую очередь, это связано с отсутствием у производителей сведений о сортах картофеля, пригодных для переработки в природно-климатических условиях Приморского края. Поэтому возникает необходимость оценить перспективные сортообразцы картофеля отечественной и зарубежной селекции в агроклиматических условиях Приморского края по хозяйственно ценным признакам и биохимическому составу, выделить наиболее пригодные для производства хрустящего картофеля и фри.

Цель настоящей работы: оценить и выделить сорта картофеля, отвечающие по качеству для производства хрустящего картофеля и фри, адаптированные к условиям муссонного климата Приморского края.

Условия, материалы и методы

Исследования проведены в 2019-2021 годах в отделе картофелеводства и овощеводства, лаборатории агрохимических анализов ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». Исследовано 180 сортов отечественного и различного зарубежного происхождения, из них раннеспелые – 53; среднеранние – 53; среднеспелые – 47; среднепоздние – 27. В качестве стандартов были взяты сорта, рекомендуемые для производства хрустящего картофеля – Леди Розетта и картофеля фри – Инноватор. Посадку осуществляли в коллекционном питомнике, образцы располагались на двухрядковых делянках по 25 растений. Площадь опытных делянок составляла 13,5 м², схема посадки – 90х30 см.

Почва опытного участка аллювиальная, по механическому составу – средний суглинок с содержанием в пахотном слое: органическое вещество – 1,73±0,34%; подвижного фосфора – 148±30 мг/100 г почвы; обменного калия – 146±22 мг/100 г; легкогидролизуемого азота – 42±5 мг/100 г почвы; pH солевой вытяжки – 4,9±0,1.

Погодные условия в годы исследований (2019-2021 годы) были различные и отражали особенности муссонного климата Приморского края. Метеорологические условия 2019 года были относительно благоприятные для роста и развития картофеля. Температурный режим в период вегетации растений был в пределах среднегого-

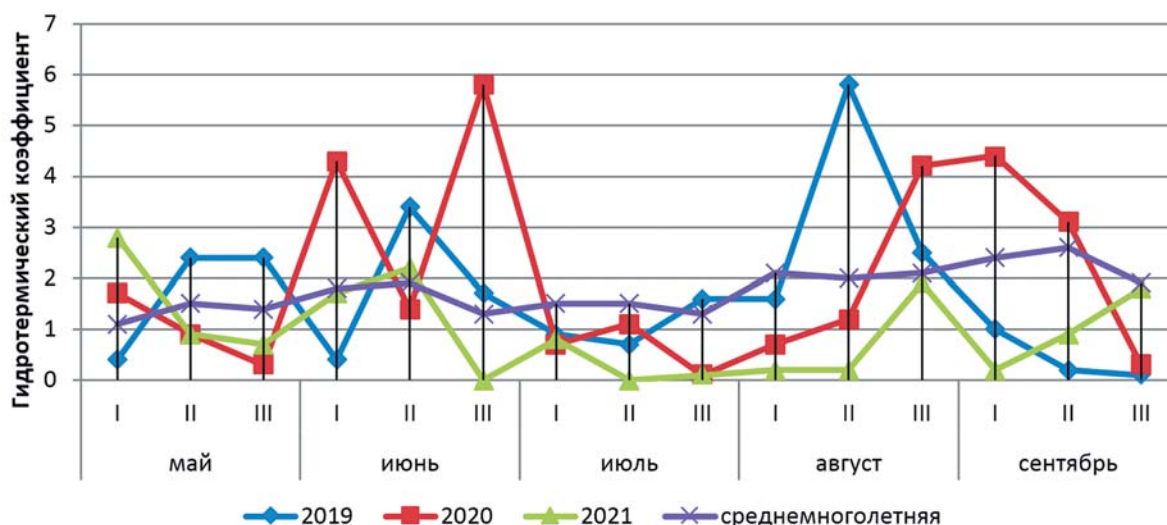
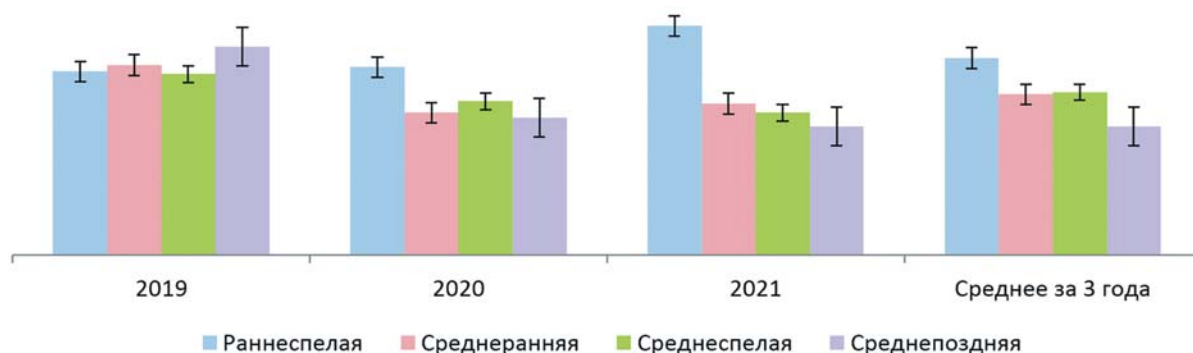


Рис. 1. Гидротермический коэффициент в вегетационный период за 2019-2021 годы
Fig. 1. The hydrothermal coefficient of Selyaninov (HTC) during the growing season in 2019-2021

местное сырье удовлетворительного качества, либо летних значений, что нельзя сказать об осадках. В период

уборки (августе) наблюдалось чрезмерное переувлажнение коллекционного питомника (ГТК составил 3,2). Вегетационный период 2020 года отличался неравномерным распределением атмосферных осадков. Значительное переувлажнение в июне (ГТК – 3,8) и августе (ГТК – 2,1) привело к уменьшению количества завязавшихся клубней и снижению урожайности к уборке. Средняя температура воздуха за май-август составила 18,2°C, что на 1,0°C больше нормы. Погодные условия в 2021 году отличались повышенными температурами воздуха и практически полным отсутствием атмосферных осадков. В период интенсивного клубнеобразования показатели температуры воздуха на 4,3-6,6°C превышали соответствующие среднееголетние значения, что отрицательно сказалось на развитии растений и их продуктивности (ГТК в июле был равен 0,2) (рис.1).

лей урожайности во всех группах спелости. Наиболее благоприятный по накоплению урожайности сортов среднеранней, среднеспелой и среднепоздней группы, несмотря на значительное переувлажнение оказался 2019 год. Средняя урожайность в 2020 году по всем группам спелости была ниже по отношению к аналогичным результатам в 2019 году, в первую очередь за счет увеличения суммы осадков в июне, на 239 % к среднееголетним показателям. В условиях Приморского края максимальная средняя урожайность у сортов раннего срока созревания отмечена в 2021 г. (34,0 т/га), это связано с оптимальными условиями в период цветения и клубнеобразования, достаточным количеством почвенной влаги. В то же время высокие температуры в сочетании с сильной засухой отрицательно сказались на урожайности сортов среднего и среднепозднего срока созревания (рис. 2).



Группа спелости	Количество образцов, шт.	Урожайность, т/га							V, %
		2019 год		2020 год		2021 год		среднее за 3 года	
		min-max	х	min-max	х	min-max	х		
Раннеспелая	53	12,9-57,6	32,0	16,0-51,3	32,2	16,8-54,3	34,0	32,6	17,7
Среднеранняя	53	11,7-69,6	32,3	20,0-43,4	30,2	12,8-49,8	30,6	31,0	19,2
Среднеспелая	47	10,5-53,2	31,9	14,6-46,6	30,7	18,5-48,3	30,2	31,1	15,5
Среднепоздняя	27	14,6-61,8	33,1	12,2-45,2	30,0	13,7-39,9	29,6	30,9	20,6

Рис. 2. Урожайность сортов картофеля различных групп спелости, 2019-2021 годы
Fig. 2. The productivity of potato varieties from different maturity groups, 2019-2021

Морфологические признаки (форму клубня, количество и глубину залегания глазков, качество поверхности) определяли в соответствии с методическими указаниями по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению с небольшими дополнениями [8]. Массовую долю сухого вещества устанавливали методом взвешивания удельного веса клубней в воздухе и воде цифровым весами РW-2050. Редуцирующие сахара определяли по ГОСТ 8756.13-87. При определении пригодности исследуемых сортов к переработке на хрустящий картофель и фри принята оценка 6 баллов как нижняя граница хорошего качества. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программы Microsoft Excel, PAST v.3.17.

Результаты и обсуждение

В годы исследований на урожайность сортов картофеля значительное влияние оказали метеорологические условия. Установлена широкая вариабельность показате-

Максимальное влияние условий в годы проведения исследований на урожайность картофеля отмечена в среднепоздней группе, коэффициент вариации составил 20,6%.

Морфологические признаки (форма клубня, количество и глубина залегания глазков) определяют направления использования сортов для конкретных видов картофелепродуктов, поскольку правильно подобранные сорта могут снизить количество отходов при механической очистке и повысить выход готовой продукции [9]. У большинства изучаемых образцов преобладает округлая и округло-овальная форма (98 шт. или 54%), наиболее пригодная для производства хрустящего картофеля. Среднепригодными, с индексом формы 1,41-1,49, признаны 32 сортообразца. При оценке количества глазков (6 и менее шт.) пригодными оказались 23 сорта картофеля, среднепригодными (6-7 шт.) – 45 сортообразцов. При определении формы клубня для производства картофеля

фри установлено, что индекс формы 1,7 и более имеют 18 изучаемых генотипов, среднепригодными (индекс формы – 1,50-1,69) являются 32 образца. Допустимое количество глазков на клубне для производства фри принято считать не более 10 шт. (7), по данной классификации пригодными (не более 7 шт.) считаются 68 анализируемых сортов, среднепригодными (7-10 шт.) – 106 шт. Глубина залегания глазков для клубней, предназначенных для переработки на хрустящий картофель и фри не должна превышать 1,6 мм (7), данному параметру соответствуют 150 изучаемых сортов (табл. 1).

Нами установлено, что морфологические признаки клубней определяются сортовыми особенностями и в меньшей степени зависят от влияния других факторов.

Содержание сухого вещества и редуцирующих сахаров является одним из основных факторов, влияющих на эффективность переработки и определяют качество хрустящего картофеля и фри. Оптимальное содержание сухого вещества в клубне картофеля, предназначенного для переработки на хрустящий картофель и фри,

составляет 22-24%. Низкая массовая доля сухого вещества (менее 20%) приводит к большим энергозатратам, повышенному расходу масла при обжаривании. Картофелепродукты, изготовленные из сырья с содержанием сухого вещества более 24%, имеют более жесткую консистенцию [7, 10].

Оценка разнообразного коллекционного материала в течении 3-х лет показала, что наибольшая доля сортов, отвечающих требованиям по содержанию сухого вещества, отмечена в среднеранней и среднеспелой группе: 30,2 и 29,6% соответственно. Сорта раннего срока созревания характеризуются наибольшим количеством образцов с низким содержанием сухого вещества - 32 шт. (60,4%) (рис. 3).

Известно, что редуцирующие сахара оказывают влияние на качество обжаренных продуктов, в первую очередь, отмечено потемнение цвета и появление горького привкуса. Заметное ухудшение качества производимых продуктов наступает при содержании редуцирующих сахаров более 0,5% [11-14].

Таблица 1. Оценка клубней картофеля по морфологическим признакам, 2019-2021 годы
Table 1. The evaluation of potato tubers for morphological characteristics, 2019-2021

Признак		Раннеспелые		Среднеранние		Среднеспелые		Среднепоздние	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
округло-овальная/	округлая/ 1,09 и менее	0	0	1	1,9	3	6,4	2	7,4
	округло-овальная/ 1,1-1,39	21	39,6	32	60,4	23	48,9	16	59,3
	овальная/ 1,41-1,49	14	26,4	6	11,3	10	21,2	2	7,4
	удлиненно-овальная/ 1,50-1,69	9	17,0	8	15,1	9	19,2	6	22,2
	длинная/ 1,7-1,99	9	17,0	5	9,4	2	4,3	1	3,7
	очень длинная/ 2 и более	0	0	1	1,9	0	0	0	0
Глубина глазков/ мм	очень мелкие/ 1,0 и менее	1	1,9	4	7,5	1	2,1	1	3,7
	мелкие/ 1,1-1,3	21	39,6	16	30,2	19	40,4	5	18,5
	средние/ 1,4-1,6	26	49,0	28	52,8	19	40,4	9	33,3
	глубокие/ 1,7-1,9	3	5,7	3	5,7	6	12,8	10	37,1
	очень глубокие/ (2 и более)	2	3,8	2	3,8	2	4,3	2	7,4
Количество глазков, шт.	6,0 и менее	5	9,4	9	17,0	5	10,6	4	14,8
	6,1-7,0	11	20,8	11	20,8	19	40,4	4	14,8
	7,1-10,0	35	66,0	31	58,4	23	49,0	17	63,0
	10,1 и более	2	3,8	2	3,8	0	0	2	7,4
Статистическая обработка	Критерий Шапиро-Уилка W	0,8767	0,877	0,7894	0,7896	0,8494	0,8499	0,826	0,8257
	Критерий Харке-Бера JB	2,103	2,1	3,02	3,018	1,782	1,78	3,414	3,42
	p-критерий p (normal)	0,3494	0,3499	0,2209	0,2212	0,4103	0,4107	0,1814	0,1808
	Метод Монте-Карло p (Monte Carlo)	0,0963	0,0968	0,0567	0,0554	0,1227	0,1283	0,0468	0,0512

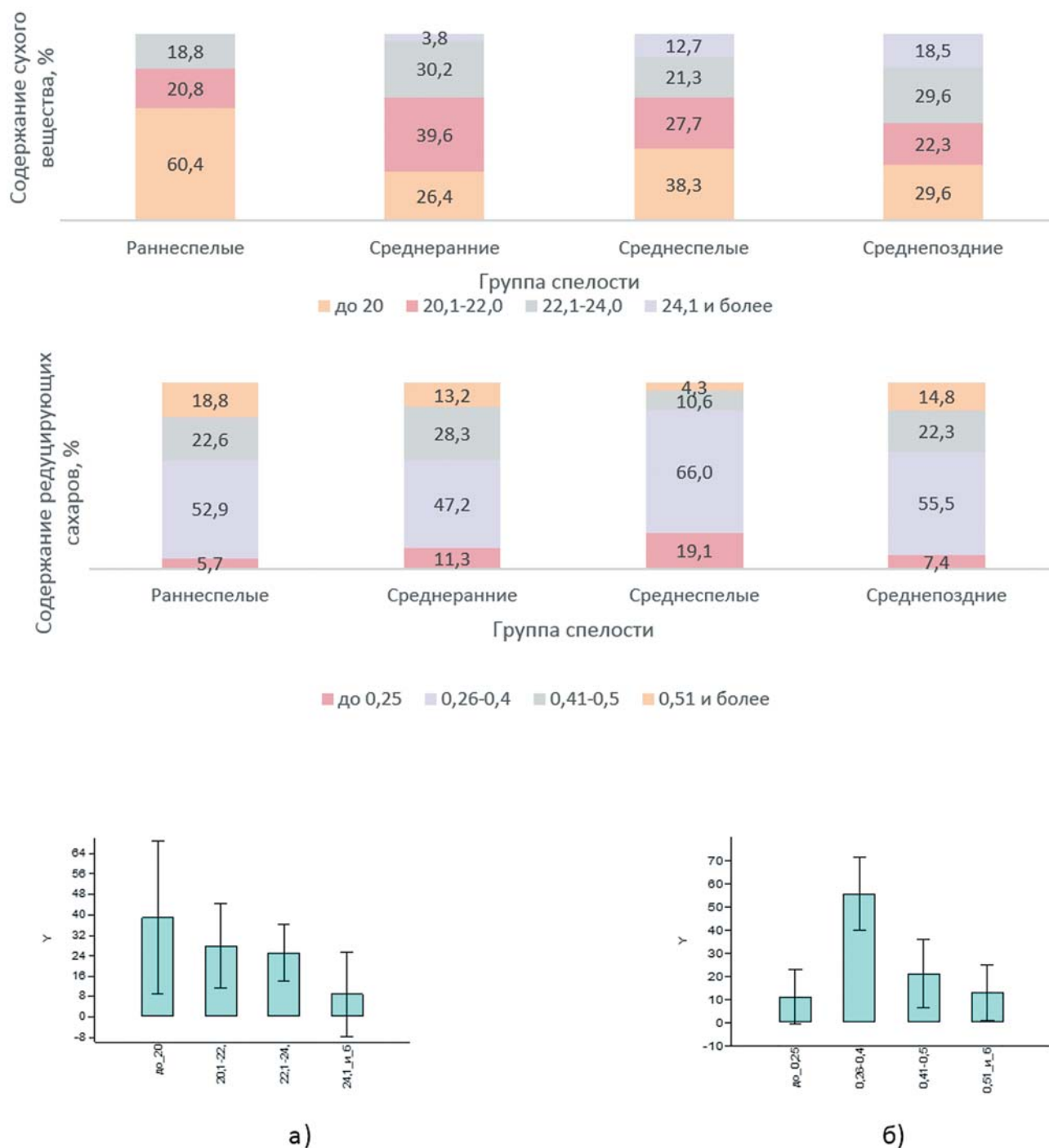


Рис 3. Содержание сухого вещества (%) и редуцирующих сахаров (%), 2019-2021 годы

Примечание: а) Среднее квадратичное отклонение с доверительным интервалом 95% для параметра «Содержание сухого вещества, %»; б) Среднее квадратичное отклонение с доверительным интервалом 95% для параметра «Содержание редуцирующих сахаров, %»

Fig. 3. The content of dry matter (%) and reducing sugars (%), 2019-2021

Note: а) Standard deviation with a confidence interval of 95% for the dry matter content, %;

б) Standard deviation with a confidence interval of 95% for the content of reducing sugars, %

Следует отметить, что большая часть изучаемых сортообразцов в послеуборочный период по данному признаку (менее 0,4%) соответствовала требованиям для производства хрустящего картофеля и фри. Максимальное количество сортов, имеющих долю редуцирующих сахаров до 0,4%, отмечено в среднеспелой группе (85 шт. или 85,1%).

Таким образом, по данным проведенного анализа морфологических и биохимических признаков установлено,

что из 180 коллекционных сортообразцов картофеля доля пригодных (7 и более баллов) для переработки на хрустящий картофель – 9 шт., фри – 11 шт., что составляет 5% и 6% соответственно. Со средней степенью пригодности (6-7 баллов) на хрустящий картофель выделились 20 образцов (11%), на картофель фри – 16 (9%) (рис.4).

Исследования показали, что пригодными для производства хрустящего картофеля являются сорта: ран-



Рис 4. Распределение сортообразцов картофеля по группам пригодности (a – хрустящий картофель, b – картофель фри)
Fig. 4. The distribution of potato varieties by suitability for the production of a) potato chips, b) french fries

Таблица 2. Характеристика пригодных и среднепригодных сортов картофеля для переработки на хрустящий картофель, среднее за 2019–2021 годы
Table 2. Characteristics of the potato varieties that are suitable and moderately suitable for processing into potato chips, mean for 2019–2021

Сорт	Индекс формы клубня	Глубина глазков, мм	Кол-во глазков, шт.	Сух. вещ-во, %	Ред. сахара, %	Урожайность, т/га	Степень пригод-ти, балл
раннеспелые							
Северный	1,15	1,5	5,5	22,91	0,29	32,96	7,4
Легенда	1,43	1,4	5,9	19,53	0,24	27,58	6,8
Люкс	1,18	1,4	7,0	22,50	0,34	34,78	6,8
Регги	1,45	1,3	6,9	21,90	0,26	31,53	6,6
Лена	1,30	1,5	6,7	21,86	0,42	33,82	6,4
Ломоносовский	1,44	1,6	7,0	20,82	0,35	33,78	6,4
среднеранние							
ВР 808	1,19	1,5	6,6	23,50	0,18	25,91	7,4
Брянский деликатес	1,28	1,6	5,1	23,74	0,28	27,53	7,2
Памяти Рогачева	1,27	1,3	6,3	23,12	0,26	28,53	7,2
Даная	1,30	1,1	5,1	19,40	0,50	22,14	6,8
Кураж	1,19	1,6	5,4	21,61	0,26	25,90	6,8
Горняк	1,30	1,4	7,0	20,02	0,27	34,19	6,6
Приморская заря	1,23	1,5	7,0	19,97	0,29	24,82	6,6
Сантэ	1,26	1,5	5,7	21,08	0,42	38,61	6,6
Танай	1,30	1,6	6,2	21,25	0,42	34,25	6,6
среднепоздние							
Дубрава	1,08	1,5	4,3	22,13	0,37	28,87	8,0
Ирбитский	1,20	1,5	7,0	22,39	0,29	26,25	7,4
Вектар	1,14	1,4	7,0	24,57	0,18	23,82	7,0
Наяда	1,37	1,2	5,3	24,12	0,28	29,46	7,0
Аврора	1,34	1,3	6,4	19,75	0,23	36,81	6,8
Марис Пайпер	1,40	1,3	6,1	20,41	0,22	27,06	6,8
Аляска	1,41	1,3	5,5	21,55	0,29	34,97	6,6
Валесинка	1,27	1,1	6,8	20,17	0,49	23,85	6,6
Гарант	1,28	1,4	6,7	25,84	0,32	25,96	6,6
Ибис	1,34	1,5	6,6	21,67	0,36	37,58	6,6
Краса Мещеры	1,49	1,4	6,6	20,20	0,34	29,56	6,4
среднепоздние							
Журавинка	1,20	1,5	6,7	23,04	0,19	30,27	7,4
Леди Розетта (стандарт)	1,09	1,6	7,0	25,07	0,26	33,15	6,6
Казачок	1,13	1,5	7,6	21,59	0,35	34,81	6,4
Статистическая обработка							
Критерий Шапиро-Уилка W	0,9732	0,8936	0,9132	0,9627	0,9485	0,9584	0,858
Критерий Харке-Бера JB	0,8877	2,741	2,782	1,391	1,723	1,564	7,123
p-критерий p (normal)	0,6416	0,254	0,2488	0,4988	0,4224	0,4576	0,0284
Метод Монте-Карло(Monte Carlo)	0,5333	0,092	0,0945	0,3109	0,215	0,2615	0,0223

ние – Северный; среднеранние – Брянский деликатес, Памяти Рогачева, ВР808; среднеспелые – Вектар, Дубрава, Ирбитский, Наяда; среднепоздние – Журавинка (7 и более балла). Среднепригодными: ранние – Легенда, Лена, Ломоносовский, Люкс, Регги; среднеранние – Горняк, Даная, Кураж, Приморская заря, Сантэ, Танай; среднеспелые – Аврора, Аляска, Валесинка, Гарант, Ибис, Марис Пипер, Краса Мещеры, среднепоздние – Казачок, Леди Розетта (6-7 баллов) (таблица 2).

Для производства картофеля фри являются пригодными: ранние – Матушка, среднеранние – Азарт, Инноватор, Маяк, Нарка, Чародей; среднеспелые – Барин, Очарование, Фридор; среднепоздние – Вдохновение, Дарница (7 и более баллов). Среднепригодные: ранние – Весна белая, Лабелла, Лига, Каменский, Колетте, Удача, Утенок, Чароит; среднеранние – Бриз, Гейзер, Манифест; среднеспелые – Надежда, Рикарда, Янка; среднепоздние – Рагнеда (6-7 баллов) (таблица 3)

Таблица 3. Характеристика пригодных и среднепригодных сортов картофеля для переработки на картофель фри, среднее за 2019-2021 годы
Table 3. Characteristics of the potato varieties that are suitable and moderately suitable for processing into french fries, mean for 2019-2021

Сорт	Индекс формы клубня	Глубина глазков, мм	Количество глазков, шт.	Сухое вещество, %	Редуцирующие сахара, %	Урожайность, т/га	Степень пригодности, балл
раннеспелые							
Матушка	1,68	1,1	5,4	22,70	0,34	36,68	7,6
Лига	1,57	1,5	5,7	20,55	0,31	32,33	6,8
Чароит	1,77	1,3	7,5	21,45	0,30	29,55	6,8
Весна белая	1,52	1,6	6,6	21,70	0,39	31,24	6,6
Каменский	1,50	1,2	8,6	20,30	0,42	30,47	6,4
Колетте	1,90	1,1	8,1	19,10	0,28	31,33	6,4
Лабелла	1,58	1,1	6,7	19,55	0,29	34,02	6,4
Удача	1,66	1,3	8,1	20,82	0,39	37,87	6,4
Утенок	1,78	1,1	9,9	19,96	0,49	27,36	6,2
среднеранние							
Азарт	1,66	1,0	5,8	22,49	0,43	26,07	7,8
Маяк	1,63	1,3	6,2	23,06	0,34	24,23	7,2
Нарка	1,80	1,0	6,1	20,12	0,27	29,51	7,2
Инноватор (стандарт)	1,75	1,1	8,9	20,41	0,24	23,64	7,0
Чародей	1,60	1,3	7,6	21,02	0,22	35,89	7,0
Бриз	1,51	1,3	7,9	22,01	0,41	31,58	6,8
Гейзер	1,65	1,3	7,3	20,12	0,30	37,40	6,4
Манифест	1,51	1,3	7,1	20,83	0,26	34,42	6,4
среднеспелые							
Очарование	1,50	1,3	6,5	23,58	0,30	31,25	7,2
Фридор	1,63	1,1	6,3	21,20	0,21	23,28	7,2
Барин	1,57	1,3	7,8	22,08	0,37	28,45	7,0
Надежда	1,82	1,2	7,4	26,43	0,28	33,21	6,8
Янка	1,69	1,3	8,7	20,88	0,23	30,42	6,8
Рикарда	1,55	1,6	6,1	20,21	0,44	35,99	6,2
среднепоздние							
Вдохновение	1,83	1,0	4,6	20,88	0,41	18,02	7,4
Дарница	1,62	1,2	8,7	23,79	0,17	23,46	7,4
Рагнеда	1,50	1,6	9,0	23,23	0,38	46,99	6,8
Статистическая обработка							
Критерий Шапиро-Уилка W	0,9326	0,8861	0,9844	0,9148	0,9759	0,9704	0,9468
Критерий Харке-Бера JB	1,739	1,521	0,5325	8,118	0,8471	0,8795	1,003
p-критерий p(normal)	0,4191	0,4674	0,7662	0,01727	0,6547	0,6442	0,6055
Тест Монте-Карло p (Monte Carlo)	0,2008	0,2468	0,7173	0,0158	0,5341	0,5181	0,4589

Закключение

В результате проведенных исследований в течение 3-х лет из 180 сортообразцов по морфологическим и биохимическим признакам выделены 55 сортообразов картофеля, условно пригодных к переработке на хрустящий картофель и фри в послеуборочный период.

Выделены сорта – источники ценных генов для селекционного процесса:

- с повышенным содержанием сухого вещества (более 22%) и низким содержанием редуцирующих сахаров (0,26% и менее) – Вектар, Журавинка, Дарница, Памяти Рогачева, Леди Розетта, ВР 808.

- с комплексом морфологических признаков для создания сортов, пригодных на хрустящий картофель, –

Северный, Брянский деликатес, Даная, Кураж, Сантэ, Дубрава, Наяда; на картофель фри – Колетте, Нарка, Инноватор, Вдохновение.

В условиях Приморского края, по мнению авторов, представляют наибольший интерес для возделывания в качестве сырья для перерабатывающей промышленности сорта, допущенные к использованию в 12-й Дальневосточной климатической зоне, имеющие высокий балл пригодности в сочетании с хорошей урожайностью:

- на хрустящий картофель – Сантэ, Танай, Наяда, Аляска, Краса Мещеры, Казачок.

- на фри – Лига, Весна Белая, Удача, Утенок, Чародей, Очарование, Рикарда.

Об авторах:

Дмитрий Игоревич Волков – аспирант, зав. отделом картофелеводства и овощеводства, автор для переписки, volkov_dima@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9364-9225>

Ирина Вячеславовна Ким – кандидат с.-х. наук, в.н.с. отдела картофелеводства и овощеводства, <https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>

Александр Александрович Гисюк – м.н.с. отдела картофелеводства и овощеводства

Алексей Григорьевич Клыков – академик РАН, доктор биол. наук, руководитель научного направления

About the authors:

Dmitry I. Volkov – Postgraduate Student, Head of the Department of Potato Breeding and Horticulture, Corresponding author, volkov_dima@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9364-9225>

Irina V. Kim – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, the Department of Potato Breeding and Horticulture, <https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>

Aleksandr A. Gisyuk – Junior Researcher, the Department of Potato Breeding and Horticulture

Aleksei G. Klykov – Doc. Sci. (Biology), Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of scientific direction

• Литература

1. Серпова О.С., Борченкова Л.А. Ресурсосберегающие технологии переработки картофеля: науч. аналит. обзор. Москва: Росинформагротех, 2009.
2. Сердеров В.К., Алилов М.М., Ханбабаев Т.Г. Подбор сортов картофеля для промышленной переработки. *Бюллетень науки и практики*. 2018;4(4):144-149.
3. Гайзатулин А.С., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Митюшкин А.В., Салюков С.С., Овечкин С.В., Симаков Е.А. Подбор и оценка исходного материала в селекции картофеля на пригодность к переработке. *Картофель и овощи*. 2019;7(7):36-40. DOI: 10.25630/PAV.2019.34.88.011.
4. Симаков Е.А., Митюшкин Ал-ей В., Митюшкин Ал-др В., Журавлев А.А. Современные требования к сортам картофеля различного целевого использования. *Достижения науки и техники АПК*. 2016;30(11):45-48.
5. Молявко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П., Белоус Н.М., Торилов В.Е. Пригодность сортов картофеля к промышленной переработке. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021;1(83):24-29.
6. Гольдштейн В.Г., Дегтярев В.А., Коваленок В.А., Семенова А.В., Морозова А.А. Определение пригодности различных сортов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) с белой и пигментированной мякотью для переработки на картофелепродукты. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022;23(1):98-109. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.1.98-109
7. Лапшинов Н.А., Гантимурова А.Н., Куликова В.И. Селекция картофеля на пригодность к переработке. *Достижения науки и техники АПК*. 2019;33(1):23-26. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10105
8. Пшеченков К.А., Давыденкова О.Н., Седова В.И., Мальцев С.В., Чулков Б.А. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению. Москва: ВНИИКС; 2008.
9. Козлова Л.Н., Незаконова О.Б., Рядинская Е.А. Потребительские качества новых сортов картофеля белорусской селекции. *Картофелеводство*. 2021;(29):24-29. DOI: <https://doi.org/10.47612/0134-9740-2021-29-24-29>
10. Magda S.S., Ghoneim I.M. Evaluation of Five Potato Varieties for Producing French fries. *Alex. J. Fd. Sci Technol*. 2015;12(2):1-9.
11. Wayumba B.O., Choi H.S., Seok L.Y. Selection and Evaluation of 21 Potato (*Solanum Tuberosum*) Breeding Clones for Cold Chip Processing. *Foods*. 2019;8(3):98. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8030098>
12. Дергачева Н.В., Кожевникова Л.М. Характеристика новых сортов картофеля селекции Сибирского НИИСХ по содержанию редуцирующих сахаров в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. *Защита картофеля*. 2016;(1):17-19.
13. Симаков Е.А., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Митюшкин Ал-р В., Жарова В.А. Совершенствование подбора компонентов скрещивания в селекции сортов картофеля с повышенной питательной ценностью клубней. *Земледелие*. 2018;(5):30-33. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10508
14. Семенова А.В., Морозова А.А. Оценка качественных показателей картофеля для промышленной переработки. *Пищевые системы*. 2021;4(3S):261-265. DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-3S-261-265>

• References

1. Serpova O.S., Borchenkova L.A. Resource saving technologies for potato processing: analytical review. Moscow: Rosinformagrotekh, 2009. (In Russ.)
2. Serderov V.K., Alilov M.M., Khanbabaev T.G. Selection of potatoes for industrial processing. *Bulletin of Science and Practice*. 2018;4(4):144-149. (In Russ.)
3. Gaizatulina A.S., Mityushkin A.V., Zhuravlev A.A., Mityushkin A.V., Salyukov S.S., Ovechkin S.V., Simakov E.A. Selection and evaluation of the initial material in potato breeding for processing. *Potato and vegetables*. 2019;7:36-40. (In Russ.) DOI: 10.25630/PAV.2019.34.88.011.
4. Simakov E.A., Mityushkin Al-ei V., Mityushkin Al-dr V., Zhuravlev A.A. Modern requirements to potato varieties of different target use. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016;30(11):45-48. (In Russ.)
5. Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Borisova N.P., Belous N.M., Torikov V.E. Availability of potato varieties for industrial processing. *Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2021;1(83):24-29. (In Russ.)
6. Goldshtein V.G., Degtyarev V.A., Kovalenok V.A., Semenova A.V., Morozova A.A. Determination of suitability of different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties with white and pigmented pulp for processing into potato products *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022;23(1):98-109. (In Russ.) DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.1.98-109
7. Lapshinov N.A., Gantimurova A.N., Kulikova V.I. Potato breeding for suitability to processing. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2019;33(1):23-26. (In Russ.) DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10105
8. Pshechenkov K.A., Davydenkova O.N., Sedova V.I., Mal'tsev S.V., Chulkov B.A. Guidelines on the evaluation of potato for suitability for processing. Moscow: VNIISKH; 2008. (In Russ.)
9. Kozlova L.N., Nezakonova O.B., Ryadinskaya E.A. Consumer properties of new potato varieties of Belarusian selective breeding. *Potato Growing*. 2021;29:24-29. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.47612/0134-9740-2021-29-24-29>
10. Magda S.S., Ghoneim I.M. Evaluation of five potato varieties for producing french fries. *Alex. J. Fd. Sci Technol*. 2015;12(2):1-9.
11. Wayumba B.O., Choi H.S., Seok L.Y. Selection and evaluation of 21 potato (*Solanum Tuberosum*) breeding clones for cold chip processing. *Foods*. 2019;8(3):98. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8030098>
12. Dergacheva N.V., Kozhevnikova L.M. Evaluation of new potato varieties of Sibirsky SRIA for the content of reducing sugars under the conditions of the forest steppe zone of Western Siberia. *Zashchita kartofelya*. 2016;1:17-19. (In Russ.)
13. Simakov E.A., Mityushkin A.V., Zhuravlev A.A., Mityushkin Al-r V., Zharova V.A. Improvement of selection of crossing components in potato breeding on higher nutritional value of tubers. *Zemledelie*. 2018;5:30-33. (In Russ.) DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10508
14. Semenova A.V., Morozova A.A. Evaluation of quality indicators of potatoes for industrial processing. *Food systems*. 2021;4(3S):261-265. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-3S-261-265>

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-43-49>
УДК 635.25:631.526.325

В.С. Романов

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

***Автор для переписки:**

romanov_valera@mail.ru

Конфликт интересов. Автор заявляет
об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Романов В.С.

Биоразнообразие межвидовых гибридов
рода *Allium* L. Овощи России. 2022;(5):43-49.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-43-49>

Поступила в редакцию: 17.08.2022

Принята к печати: 09.09.2022

Опубликована: 26.09.2022

Valeriy S. Romanov

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

***Correspondence Author:**

romanov_valera@mail.ru

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

For citations: Romanov V.S. Biodiversity
of interspecific hybrids of the genus *Allium* L.
Vegetable crops of Russia. 2022;(5):43-49. (In
Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-43-49>

Received: 17.08.2022

Accepted for publication: 09.09.2022

Published: 26.09.2022

Биоразнообразие межвидовых гибридов рода *Allium* L.



Резюме

Актуальность. Межвидовая гибридизация в роде *Allium* L. – лучший способ увеличения биоразнообразия за счет интрогрессии желаемых признаков внутри рода. Это ценно для таких признаков, как устойчивость к болезням и вредителям, накопление важных метаболитов, получения новых источников цитоплазматической мужской стерильности. Создание на основе межвидовой гибридизации принципиально новых форм растений с уникальным генетическим материалом позволяет расширить отбор ценных в практическом отношении генотипов.

Материал и методы. Для характеристики селекционного материала проводилась оценка растений межвидовых гибридов лука методами морфологического и фитопатологического анализов. Проводили анализ растений межвидовых гибридов рода *Allium* L. из различных инбредных потомств от BC1-2 комбинаций скрещивания видов *A. cepa* × *A. vavilovii* и *A. cepa* × *A. fistulosum* по селекционным признакам. Изучали растения по массе, окраске, форме луковицы, числу, высоте стрелок, семенной продуктивности и устойчивости к пероноспорозу. Выявляли биоразнообразие растений: по массе, форме, окраске луковицы; по устойчивости к пероноспорозу растений первого года вегетации и семенных растений; по числу, высоте стрелки; по семенной продуктивности.

Результаты. Растения межвидовых гибридов лука сформировали луковицы массой до 120 г, белой, жёлтой, коричневой и красной окраски, эллиптической, широкоэллиптической, круглой и поперечно-эллиптической формой луковицы. Фитопатологическая оценка растений лука первого года вегетации и семенных растений выявила разнообразие в инбредных потомствах по устойчивости к пероноспорозу. В комбинации скрещивания *A. cepa* × *A. vavilovii* у растений первого года вегетации наблюдалось наибольшее число устойчивых растений к пероноспорозу (до 66,7%). По семенной продуктивности растений в зависимости от комбинации скрещивания, поколения инбридинга и беккрасса выделены высоко фертильные растения с повышенной завязываемостью семян (до 2,0 г/растение). Проведенные исследования продемонстрировали увеличение биоразнообразия растений лука, полученных на основе межвидовой гибридизации, насыщающих скрещиваний и инбридинга.

Ключевые слова: межвидовая гибридизация, биоразнообразие, *Allium cepa* L., *Allium fistulosum* L., *Allium vavilovii* M.Pop et Vved., селекционный признак

Biodiversity of interspecific hybrids of the genus *Allium* L.

Abstract

Relevance. Interspecific hybridization in the genus *Allium* L. is the best way to increase biodiversity by introgression of desired traits within the genus. This is valuable for signs such as resistance to diseases and pests, accumulation of important metabolites, obtaining new sources of cytoplasmic male sterility. The creation based on interspecific hybridization of fundamentally new plant forms with unique genetic material makes it possible to expand the selection of genotypes that are valuable in practical terms.

Methods. To characterize the breeding material, the plants of interspecific *allium* hybrids were evaluated using morphological and phytopathological analyses. The analysis of plants of interspecific hybrids of the genus *Allium* L. from various inbred offspring from BC1-2 combinations of crossing species *A. cepa* × *A. vavilovii* and *A. cepa* × *A. fistulosum* by breeding characteristics was carried out. Plants were studied by weight, color, bulb shape, number, height of seed stalks, seed productivity and resistance to downy mildew.

Results. The biodiversity of plants was revealed: by weight, shape, color of the bulb; by resistance to downy mildew of plants of the first year of vegetation and seed plants; by the number, height of seed stalk; by seed productivity. Plants of interspecific *allium* hybrids formed bulbs weighing up to 120 g, white, yellow, brown and red, elliptical, broadly elliptical, round and transversely elliptical bulb shape. Phytopathological assessment of *allium* plants of the first year of vegetation and seed plants revealed diversity in inbred offspring with resistance to peronosporosis. In the combination of crossing species *A. cepa* × *A. vavilovii* plants of the first year of vegetation had the largest number of resistant plants to downy mildew (up to 66.7%). According to the seed productivity of plants, depending on the combination of crossing, inbreeding generation and backcross, highly fertile plants with increased seed setability (up to 2.0 g /plant) were identified. The conducted studies have demonstrated an increase in the biodiversity of *allium* plants obtained based on interspecific hybridization, backcrosses and inbreeding.

Keywords: interspecific hybridization, biodiversity, *Allium cepa* L., *Allium fistulosum* L., *Allium vavilovii* M.Pop et Vved., breeding trait

Введение

Род *Allium* L. самый большой из семейства Луковых (*Alliaceae* J.K. Agardh.) класса Однодольных растений (*Monocotyledineae*) с огромным разнообразием морфологических признаков, адаптированных к различным климатическим условиям. Он включает около 1000 видов [1]. Лук репчатый (*Allium cepa* L.) – наиболее важный вид и ценная овощная культура в мире. Это перекрестноопыляющийся диплоидный вид ($2n=2x=16$) с сильной инбредной депрессией. Из-за двух-, трехлетнего жизненного цикла селекция лука репчатого очень продолжительная.

Окультуривание лука репчатого улучшило его хозяйственные признаки, но при этом снизило его биоразнообразие, а также адаптацию к изменяющимся биотическим и абиотическим факторам среды. Гибридизация между дикорастущими и культурными видами рода *Allium* L. – лучший способ увеличения биоразнообразия за счет интрогрессии желаемых признаков внутри рода. Это ценно для таких признаков, как устойчивость к болезням и вредителям, накопление важных метаболитов, а также получения новых источников цитоплазматической мужской стерильности у селекционных линий. А создание на основе межвидовой гибридизации принципиально новых форм растений с уникальным генетическим материалом позволяет расширить рамки генотипической и фенотипической изменчивости. Благодаря этому увеличивается возможность отбора ценных в практическом отношении генотипов.

При межвидовой гибридизации лука создание новых форм возможно в двух основных направлениях. С одной стороны, можно получать гаплоидные растения из-за элиминации хромосом, затем методом полиплоидизации удвоенные гаплоидные растения и далее селекционные линии и сорта. С другой стороны, межвидовые гибриды могут быть рекомбинантами, амфи-диплоидами, миксополоидами, анеуплоидами и др. Эти растения в зависимости от их генетической природы подвергаются инбридингу, кроссбридингу, беккроссированию [2], полиплоидизации, скрещиванию с промежуточным видом [3].

Межвидовая гибридизация является эффективным методом получения новых форм растений внутри рода *Allium* L. При скрещиваниях между *A. fistulosum* L. и *A. schoenoprasum* L. создан новый межвидовой гибрид богатый каротином [4]. Скрещивание лука репчатого с *A. roylei* Stearn обеспечило полную устойчивость к ложной мучнистой росе и контроль устойчивости одним доминантным геном (Pd1). И это способствовало развитию устойчивых гомозиготных линий лука (ILs) [5, 6, 7, 8].

Однако межвидовая гибридизация часто сопровождается множеством барьеров до и после оплодотворения, что приводит к ограниченному числу растений межвидовых гибридов F_1 и дополнительные трудности при беккроссировании. Изучение мейоза гибридов *Allium* L. и потомков от беккроссов выявили новые знания интрогрессии и лучшее понимание передачи чужеродного хроматина в *A. cepa* L. [9].

Созданные во ВНИИССОК (ныне ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства») популяции от скрещивания лука репчатого с многолетними луками (*A. vavilovii* M.Pop et Vved., *A. fistulosum* L., *A.*

altaicum Pall.) по морфологическим признакам занимали промежуточное положение между родительскими видами [10]. Последовательное использование преодоления несовместимости в культуре *in vitro*, беккроссирование, инбридинг, кроссбридинг и индивидуального отбора позволило получить многолетние и луковичные формы лука [11]. У этих форм высокое разнообразие и потенциал при отборе для создания сортов с благоприятными селекционно ценными признаками (окраска, форма луковицы, содержание высоко растворимых и сухих веществ, устойчивость к грибным болезням).

Для разносторонней характеристики исходного материала проводилась комплексная оценка исходных видов и форм межвидовых гибридов лука методами морфологического, фитопатологического, цитологического и молекулярного анализов.

Межвидовая гибридизация внутри рода *Allium* L. имеет древнюю историю и может стать основой для увеличения биоразнообразия. Цель данной работы – роль межвидовой гибридизации для увеличения биоразнообразия у основных видов лука.

Материал и методы

Селекционно-генетические исследования проводили на растениях инбредных потомств I_{1-5} от BC_{1-2} межвидовых гибридов лука комбинаций скрещивания F_{3-5} (*A. cepa* x *A. vavilovii*), F_5 (*A. cepa* x *A. fistulosum*). Морфологические признаки у растений межвидовых гибридов лука оценивали согласно «Методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность лук репчатый (*Allium cepa* L.) и лук шалот (*Allium ascalonicum* L.)» [12]. В качестве стандарта использовали растения сорта Одинцовец. Растительный материал предоставлен УНУ «Генетическая коллекция растительных ресурсов ВНИИССОК».

Растения оценивали по признакам: у растений первого года вегетации – основная окраска сухих чешуй луковицы, масса луковицы, форма луковицы; у растений-семенников – высота стрелки, число стрелок, диаметр стрелки, семенная продуктивность. Окраску сухих покровных чешуй луковицы, массу луковицы определяли после уборки и подсушивания луковиц. Высоту стрелки, число стрелок и диаметр стрелки учитывали в фазу цветения. Диаметр стрелки измеряли ниже вздутия цветоноса лука. Семенную продуктивность определяли путём взвешивания сухих очищенных семян. Уборку семян производили в фазу технической спелости отдельно с каждого растения.

Растения первого года вегетации и семенные растения выращивали в полевых условиях по технологии возделывания культуры лука репчатого для данной почвенно-климатической зоны [13]. Для оценки на устойчивость к ложной мучнистой росе (ЛМР) или пероноспорозу использовали инфекционный фон на изолированном плохо проветриваемом орошаемом участке с искусственным заражением путём посадки растений лука многоярусного и маточных луковиц лука репчатого, заражённых водной суспензией конидий гриба (10-15 конидий в поле зрения микроскопа). Фитопатологическая оценка включала выявление характера устойчивости межвидовых гибридов лука к пероноспорозу по 5-балльной шкале [14].

Статистическую обработку результатов проводили согласно «Методике полевого опыта» [15] и с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Данное изучение межвидовых гибридов лука направлено на выявление биоразнообразия растений по форме и окраске луковицы, устойчивости к пероноспорозу, а также по морфометрическим признакам семенных растений. При анализе межвидовых гибридов лука F_{3-5} (*A. cepa* x *A. vavilovii*) и F_5 (*A. cepa* x *A. fistulosum*) был установлен ряд особенностей в зависимости от поколения инбридинга и беккрасса.

Растения межвидовых гибридов лука образовывали луковицы от 20 до 120 г (табл. 1). В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* растения сформиро-

вали луковицы массой не менее 20 г. С увеличением инбредного поколения увеличивался процент растений с массой луковицы более 50,0 г. Растения в потомствах $I_4BC_1(F_5(A. cepa \times A. vavilovii))$ и $I_3BC_1(F_5(A. cepa \times A. vavilovii))$ образовали луковицы свыше 50 г (88,9 и 64,7%, соответственно). У растений $I_5BC_1(F_5(A. cepa \times A. vavilovii))$ с луковицей более 100 г было 50,0%.

У растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* разнообразие форм по массе луковицы было выше: отмечали луковицы как менее 20 г, так и более 100 г. Здесь также с увеличением инбредного поколения увеличивался процент растений от BC_1 массой луковицы более 50,0 г. Однако у растений от BC_2 с увеличением инбредного поколения наблюдали наоборот снижение процента растений с массой луковицы более 50,0 г. В этом случае сказывалось сильней дей-

Таблица 1. Разнообразие растений у межвидовых гибридов лука по массе луковицы, %
Table 1. Plant diversity in interspecific allium hybrids on the bulb weight, %

Комбинация скрещивания	Масса луковицы, г				
	<20	20-50	51-80	81-100	101-140
$I_5BC_1(F_5(A. cepa \times A. vavilovii))$	0	21,4	21,4	7,2	50,0
$I_4BC_1(F_5(A. cepa \times A. vavilovii))$	0	11,1	88,9	0	0
$I_3BC_1(F_5(A. cepa \times A. vavilovii))$	0	35,3	24,9	39,8	0
$I_2BC_1(F_3(A. cepa \times A. vavilovii))$	0	86,7	13,3	0	0
$I_1(F_4(A. cepa \times A. vavilovii))$	0	50,0	50,0	0	0
$I_1BC_1(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	80,0	20,0	0	0
$I_1BC_2(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	3,8	46,1	50,1	0	0
$I_2BC_1(F_3(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	11,8	33,5	17,6	37,1
$I_2BC_2(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	28,9	37,8	24,4	8,9
$I_3BC_1(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	40,0	26,7	26,7	6,6
$I_3BC_2(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	53,3	26,7	20,0	0
$I_4BC_1(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	0	37,5	25,0	37,5
$I_4BC_2(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	3,4	79,3	17,3	0	0
Одинцовец (<i>A. cepa</i> L.)	0	34,5	48,6	16,9	0

Таблица 2. Разнообразие окрасок луковицы у растений межвидовых гибридов лука, %
Table 2. Diversity of bulb colors in plants of interspecific allium hybrids, %

Комбинация скрещивания	Основная краска сухих чешуй луковицы			
	белая	желтая	коричневая	красная
$I_5BC_1(F_5(A. cepa \times A. vavilovii))$	0	100,0	0	0
$I_4BC_1(F_5(A. cepa \times A. vavilovii))$	0	88,9	11,1	0
$I_3BC_1(F_5(A. cepa \times A. vavilovii))$	0	100,0	0	0
$I_2BC_1(F_3(A. cepa \times A. vavilovii))$	6,6	93,4	0	0
$I_1(F_4(A. cepa \times A. vavilovii))$	0	100,0	0	0
$I_1BC_1(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	88,3	0	16,7
$I_1BC_2(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	100,0	0	0
$I_2BC_1(F_3(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	100,0	0	0
$I_2BC_2(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	100,0	0	0
$I_3BC_1(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	100,0	0	0
$I_3BC_2(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	53,3	46,7	0
$I_4BC_1(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	37,5	62,5	0
$I_4BC_2(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$	0	100,0	0	0
Одинцовец (<i>A. cepa</i> L.)	0	100,0	0	0

ствии инбредной депрессии. Растения $I_4BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$ и $I_2BC_1(F_3(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$ имели более 37,0% луковиц 50-80 г. Кроме того, у растений $I_4BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$ отсутствовали луковицы с массой меньше 50 г. Наименьшая изменчивость по массе луковицы наблюдалась у растений $I_1BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$ и $I_4BC_2(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$, у которых 80,0 и 82,7% луковиц имели массу менее 50 г. Напротив, наибольшее разнообразие растений по массе луковицы отмечали у $I_2BC_2(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$ и $I_3BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$. Растения стандарта (сорт Одинцовец) характеризовались массой луковицы от 20 до 100 г.

У растений межвидовых гибридов лука наблюдали разнообразную основную окраску сухих чешуй луковицы: белую, жёлтую, коричневатую и красную (табл. 2). У растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* преобладала жёлтая (от 88,9 до 100,0%) окраска луковицы. Однако 11,1% растений $I_4BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$ имела коричневатую окраску луковицы, а 6,6% растений $I_2BC_1(F_3(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$ – белую. Появление новых окрасок луковицы можно объяснить генотипической изменчивостью при инбридинге.

Среди растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* также преобладала жёлтая (53,3-100,0%) окраска луковицы. Исключение составили растения $I_3BC_2(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$, $I_4BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$ с коричневой и $I_1BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$ с красной окраской с частотой появления 46,7, 62,5 и 16,7%, соответственно. В стандарте же все растения образовали луковицы жёлтой окраски.

Межвидовые гибриды лука имели эллиптическую ($I=0,6-0,7$), широкоэллиптическую ($I=0,8-0,9$), круглую

($I=1,0$) и поперечно-эллиптическую ($I=1,1-1,3$) форму луковицы (табл. 3).

В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* растения характеризовались эллиптической и широкоэллиптической формой луковицы с частотой встречаемости от 10,0 до 90,0%. Исключение составляют растения $I_4BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$, у которых 44,4% имели широкоэллиптические луковицы, а 55,6% растений – луковицы круглой формы.

Растения комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* характеризовались эллиптической, широкоэллиптической, круглой и поперечно-эллиптической формой луковицы. У растений $I_3BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$ и $I_1BC_2(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$ сформировались эллиптические (93,3%), круглые (6,7%) и круглые (61,5%), поперечно-эллиптические (38,5%) луковицы. Растения стандарта в большей массе образовали луковицы широкоэллиптической и круглой формы с частотой встречаемости 25,4% и 74,6%, соответственно.

Фитопатологическая оценка межвидовых гибридов лука первого года вегетации показала, что в зависимости от поколения инбридинга и беккрасса растения обладали различной устойчивостью к пероноспорозу (табл. 4). В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* у растений $I_2BC_1(F_3(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$, $I_4BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$ и $I_5BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$ наблюдалось наибольшее число устойчивых растений к пероноспорозу (до 66,7%). Остальные растения данной комбинации скрещивания оказались неустойчивыми к болезни.

У растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* количество устойчивых растений к ЛМР варьировала от 26,7 до 55,0%. У растений

Таблица 3. Разнообразие растений межвидовых гибридов лука по форме луковицы, (I), %
Table 3. Diversity of plants of interspecific allium hybrids by bulb shape, I, %

Комбинация скрещивания	Форма луковицы (I)*			
	эллиптическая ($<0,7$)	широко- эллиптическая ($0,8-0,9$)	круглая ($1,0$)	поперечно- эллиптическая ($1,1-1,3$)
$I_5BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$	57,1	42,9	0	0
$I_4BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$	0	44,4	55,6	0
$I_3BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$	52,9	47,1	0	0
$I_2BC_1(F_3(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$	10,0	90,0	0	0
$I_1(F_4(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$	90,0	10,0	0	0
$I_1BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$	90,0	10,0	0	0
$I_1BC_2(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$	0	0	61,5	38,5
$I_2BC_1(F_3(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$	87,8	12,2	0	0
$I_2BC_2(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$	88,3	11,7	0	0
$I_3BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$	93,3	0	6,7	0
$I_3BC_2(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$	6,7	93,3	0	0
$I_4BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$	87,5	12,5	0	0
$I_4BC_2(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$	6,9	93,1	0	0
Одинцовец (<i>A. cepa</i> L.)	0	25,4	74,6	0

*I – индекс формы луковицы.

Таблица 4. Разнообразие растений межвидовых гибридов лука первого года, пораженных ложной мучнистой росой, %
Table 4. Diversity of plants of interspecific hybrids of allium of the first year affected by downy mildew, %

Комбинация скрещивания	Поражение пероноспорозом	
	устойчивые	неустойчивые
I ₅ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	64,2	35,8
I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	66,7	33,3
I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	47,0	53,0
I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa × A. vavilovii))	66,7	33,3
I ₁ (F ₄ (A. cepa × A. vavilovii))	50,0	50,0
I ₁ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	55,0	45,0
I ₁ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	30,7	69,3
I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa × A. fistulosum))	35,2	64,8
I ₂ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	42,3	57,7
I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	46,7	53,3
I ₃ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	26,7	73,3
I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	42,5	57,5
I ₄ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	43,3	57,7
Одинцовец (A. cepa L.)	16,7	83,3

Таблица 5. Разнообразие семенных растений межвидовых гибридов лука, пораженных ложной мучнистой росой, %
Table 5. Diversity of seed plants of interspecific allium hybrids affected by downy mildew, %

Комбинация скрещивания	Поражение пероноспорозом	
	устойчивые	неустойчивые
I ₅ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	14,3	85,7
I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	44,3	55,7
I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	50,0	50,0
I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa × A. vavilovii))	100,0	0,0
I ₁ (F ₄ (A. cepa × A. vavilovii))	90,0	10,0
I ₁ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	66,7	33,3
I ₁ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	22,2	77,8
I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa × A. fistulosum))	66,7	33,3
I ₂ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	95,0	5,0
I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	70,0	30,0
I ₃ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	40,0	60,0
I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	25,0	75,0
I ₄ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	11,1	88,9
Одинцовец (A. cepa L.)	12,4	87,6

I₁BC₁(F₅(A. cepa × A. fistulosum)) и I₃BC₁(F₅(A. cepa × A. fistulosum)) относительно устойчивые формы составили 55,0 и 46,7%, соответственно. У остальных растений отмечали сильную дифференциацию неустойчивых растений к поражению пероноспорозом от 45,0 до 73,3%. В контроле отмечали 83,3% неустойчивых растений, а также их гибель.

Фитопатологическая оценка семенных растений межвидовых гибридов лука показала распределение форм по частоте появления растений, относительно устойчивых к пероноспорозу, в зависимости от комбинации скрещивания видов (табл. 5).

Семенные растения комбинации скрещивания видов A. cepa × A. vavilovii в основном характеризовались высокой долей устойчивых растений до 100,0%, что превосходило показатели комбинации скрещивания видов A. cepa × A. fistulosum и контроля. Растения I₂BC₁(F₃(A. cepa × A. vavilovii)) и I₁(F₄(A. cepa × A. vavilovii)) показали высокую устойчивость к пероноспорозу 100,0 и 90,0%, соответственно.

В комбинации скрещивания видов A. cepa × A. fistulosum наблюдалось сильное варьирование семенных растений по поражению пероноспорозом. Следует отметить растения I₁BC₁(F₅(A. cepa × A. fistulosum)), I₂BC₁(F₃(A. cepa × A. fistulosum)) и I₃BC₁(F₅(A. cepa × A. fistulosum)), у которых наблюдали высокую частоту появления устойчивых растений (66,7, 66,7 и 70,0%, соответственно). Растения I₂BC₂(F₅(A. cepa ×

Таблица 6. Разнообразие семенных растений межвидовых гибридов лука по числу стрелок, %
Table 6. Diversity of seed plants of interspecific allium hybrids by the number of seed stalk, %

Комбинация скрещивания	Число стрелок, шт.			
	0-1	2-3	4-5	6-7
I ₅ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	0	14,3	57,1	28,6
I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	0	64,2	35,8	0
I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	50,0	33,3	16,7	0
I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa × A. vavilovii))	50,0	50,0	0	0
I ₁ (F ₄ (A. cepa × A. vavilovii))	10,0	70,0	20,0	0
I ₁ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	16,7	83,3	0	0
I ₁ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	11,1	88,9	0	0
I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa × A. fistulosum))	0	55,6	11,1	33,3
I ₂ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	10,0	45,0	35,0	10,0
I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	0	90,0	10,0	0
I ₃ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	0	80,0	0	20,0
I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	50,0	25,0	25,0	0
I ₄ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	4,4	95,6	0	0
Одинцовец (A. cepa L.)	15,3	53,8	30,9	0

Таблица 7. Разнообразие семенных растений межвидовых гибридов лука по высоте стрелки, %
Table 7. Diversity of seed plants of interspecific allium hybrids by height seed stalk, %

Комбинация скрещивания	Высота стрелки, см		
	20-50	51-100	101-150
I ₅ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	0	100,0	0
I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	0	100,0	0
I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	0	100,0	0
I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa × A. vavilovii))	16,7	83,3	0
I ₁ (F ₄ (A. cepa × A. vavilovii))	0	100,0	0
I ₁ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	0	100,0	0
I ₁ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	0	100,0	0
I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa × A. fistulosum))	0	100,0	0
I ₂ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	0	100,0	0
I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	0	100,0	0
I ₃ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	0	100,0	0
I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	0	100,0	0
I ₄ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	0	100,0	0
Одинцовец (A. cepa L.)	0	100,0	0

Таблица 8. Разнообразие семенных растений межвидовых гибридов лука по семенной продуктивности, %
Table 8. Diversity of seed plants of interspecific allium hybrids by seed productivity, %

Комбинация скрещивания	Семенная продуктивность, г/растения				
	<0,1	0,2-0,5	0,6-1,0	1,1-2,0	>2,0
I ₅ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	7,1	35,8	50,0	7,1	0
I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	13,3	26,7	53,3	6,7	0
I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. vavilovii))	16,7	16,7	33,3	33,3	0
I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa × A. vavilovii))	33,3	66,7	0	0	0
I ₁ (F ₄ (A. cepa × A. vavilovii))	30,0	50,0	0	20,0	0
I ₁ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	66,7	33,3	0	0	0
I ₁ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	0	11,1	22,2	55,6	11,1
I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa × A. fistulosum))	0	22,2	22,2	22,2	33,4
I ₂ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	5,0	5,0	15,0	20,0	55,0
I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	40,0	30,0	30,0	0	0
I ₃ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	60,0	40,0	0	0	0
I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	50,0	50,0	0	0	0
I ₄ BC ₂ (F ₅ (A. cepa × A. fistulosum))	22,2	44,4	33,4	0	0
Одинцовец (A. cepa L.)	13,3	33,3	46,7	6,7	0

A. fistulosum)) характеризовались наличием относительно высокоустойчивых 85%. У сорта Одинцовец (стандарт) 87,6% семенных растений были поражены пероноспорозом.

Подсчет числа стрелок у семенных растений межвидовых гибридов лука показал их варьирование от 2 до 5 шт (табл. 6). У сорта Одинцовец (стандарт) наблюдали растения с 2-3 и 4-5 числом стрелок (53,8 и 30,9%, соответственно). В комбинации скрещивания видов A. cepa × A. vavilovii у большинства растений отмечали не более 3 стрелок (14,3-70,0%). У растений I₅BC₁(F₅(A. cepa × A. vavilovii)) 28,6% имели 6-7 стрелок. У комбинации скрещивания видов A. cepa × A. fistulosum растения I₃BC₂(F₅(A. cepa × A. fistulosum)), I₂BC₂(F₅(A. cepa × A. fistulosum)) и I₂BC₁(F₃(A. cepa × A. fistulosum)) сформировали 6-7 стрелок (20,0, 10,0 и 33,3%, соответственно).

Измерение высоты семенных растений межвидовых гибридов лука показало, что высота стрелки находилась на среднем уровне в обеих комбинациях скрещивания видов (табл. 7). У семенных растений комбинации скрещивания видов A. cepa × A. vavilovii высота стрелки варьировала от 51 до 100 см. Однако 16,7% растений I₂BC₁(F₃(A. cepa × A. vavilovii)) имели короткую стрелку (20-50 см).

Комбинация скрещивания видов A. cepa × A. fistulosum характеризовалась растениями со средней высотой стрелки, как и стандарт.

Семенная продуктивность растений межвидовых гибридов лука зависела от комбинации скрещивания, поколения инбридинга и беккросса (табл. 8).

Комбинация скрещивания видов A. cepa × A. vavilovii в основном характеризовалась низкой семенной продуктивностью с растения. Самые высокие показатели по анализируемому признаку отмечали у растений I₃BC₁(F₅(A. cepa × A. vavilovii)) и I₁(F₄(A. cepa × A. vavilovii)), у которых 33,3 и 20,0% растений, имели массу семян от 1,1 до 2,0 г с растения.

В комбинации скрещивания видов A. cepa × A. fistulosum растения I₁BC₁(F₅(A. cepa × A. fistulosum)) характеризовались очень низкой массой семян – 66,7% растений имели менее 0,1 г с растения. А растения I₁BC₂(F₅(A. cepa × A. fistulosum)), I₂BC₂(F₅(A. cepa × A. fistulosum)) и I₂BC₁(F₃(A. cepa × A. fistulosum)) выделялись относительно высокой семенной продуктивностью по сравнению с остальными данной комбинации скрещивания с частотой появления растений с массой семян более 2,0 г – 11,1, 55,0 и 33,4%, соответственно. Растения контроля имели низкие и средние показатели семенной продуктивности – до 2,0 г из-за поражения пероноспорозом.

Заключение

Анализ растений межвидовых гибридов лука из различных инбредных потомств комбинаций скрещивания видов A. cepa × A. vavilovii и A. cepa × A. fistulosum позволил показать биоразнообразие растений:

- по массе луковицы – растения I₅BC₁(F₅(A. cepa × A. vavilovii)), I₂BC₁(F₃(A. cepa × A. fistulosum)) и I₄BC₁(F₅(A. cepa × A. fistulosum)), имеющие луковицы более 100 г;

- по основной окраске сухих чешуй луковицы – растения I₁BC₁(F₅(A. cepa × A. fistulosum)),

$I_2BC_1(F_3(A. \textit{cepa} \times A. \textit{vavilovii}))$, $I_3BC_2(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$, $I_4BC_1(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$ и $I_4BC_1(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{vavilovii}))$ с различной окраской луковицы;

- по форме луковицы – растения $I_1BC_1(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$, $I_2BC_1(F_3(A. \textit{cepa} \times A. \textit{vavilovii}))$, $I_1(F_4(A. \textit{cepa} \times A. \textit{vavilovii}))$, $I_3BC_1(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$, $I_3BC_2(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$ и $I_4BC_2(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$ многообразной по форме луковицы;

- по устойчивости к пероноспорозу растений первого года вегетации – растения $I_1BC_1(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$, $I_2BC_1(F_3(A. \textit{cepa} \times A. \textit{vavilovii}))$, $I_1BC_2(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$ и $I_5BC_1(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{vavilovii}))$ с высоким количеством устойчивых растений;

- по устойчивости семенных растений к пероноспорозу – растения $I_1BC_1(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$, $I_2BC_1(F_3(A. \textit{cepa} \times A. \textit{vavilovii}))$, $I_1(F_4(A. \textit{cepa} \times A. \textit{vavilovii}))$, $I_3BC_1(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$, $I_2BC_2(F_5(A. \textit{cepa} \times$

$A. \textit{fistulosum}))$ и $I_2BC_1(F_3(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$ с низким числом неустойчивых растений в потомстве;

- по числу стрелок – растения $I_3BC_2(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$, $I_5BC_1(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{vavilovii}))$, $I_2BC_2(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$ и $I_2BC_1(F_3(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$ с самыми высокими значениями растений с большим числом стрелок;

- по высоте стрелки – растения $I_3BC_1(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{vavilovii}))$ с короткой стрелкой;

- по семенной продуктивности – растения $I_3BC_1(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{vavilovii}))$, $I_2BC_2(F_5(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$ и $I_2BC_1(F_3(A. \textit{cepa} \times A. \textit{fistulosum}))$ с высоким процентом фертильных растений.

Проведенные исследования продемонстрировали увеличение биоразнообразия у растений лука, полученных с помощью межвидовой гибридизации, насыщающих скрещиваний и инбридинга.

Об авторе:

Валерий Станиславович Романов – кандидат с.-х. наук, с.н.с., <https://orcid.org/0000-0002-3287-1914>, romanov_valera@mail.ru

About the author:

Valeriy S. Romanov – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-3287-1914>, romanov_valera@mail.ru

• Литература

- Govaerts R, Kington S, Friesen N, Fritsch R, Snijman DA, Marcucci R, Silverstone-Sopkin PA, Brullo S (2005–2019) World checklist of *Amaryllidaceae* Available from: <https://apps.kew.org/wcsp/> accessed on 25th April 2019.
- Романов В.С. Селекционно-генетические особенности форм межвидовых гибридов лука (создание и оценка). М., 2008. 166 с.
- Khrustaleva L.I., Kik C. Introgression of *Allium fistulosum* into *A. cepa* mediated by *A. roylei*. *Theor. Appl. Genet.* 2000;(100):17-26.
- Umehara M., Sueyoshi T., Shimomura K., Iwai M., Shigyo M., Hirashima K., Nakahara T. Interspecific hybrids between *Allium fistulosum* L. and *Allium schoenoprasum* L. reveal carotene-rich phenotype. *Euphytica*. 2006;(148):295-301.
- Scholten O.E., Van Heusden A.W., Khrustaleva L.I., Burgermeijer K., Mank R.A., Antonise R.G.C., Harrewijn J.L., Van Haecke W., Oost E.H., Peters R.J., Kik C. The long and winding road leading to the successful introgression of downy mildew resistance into onion. *Euphytica*. 2007;(156):345-353.
- Chuda A., Adamus A. Hybridization and molecular characterization of F_1 (*Allium cepa* L. x *Allium roylei* Stearn) plants. *Acta. Biol. Cracov. Ser. Bot.* 2012;54(2):25-31.
- Chuda A., Grzebelus E., Adamus A. Experiments of backcrossing of interspecific F_1 (*Allium cepa* L. x *Allium roylei* Stearn) hybrids with *Allium cepa* L. *Acta. Hort.* 2012;(969):113-116.
- Chuda A., Grzebelus E., Adamus A. Morphological cytological and embryological characterization of F_1 (*A. cepa* L. x *Allium roylei* Stearn) hybrids. *Acta. Biol. Cracov. Ser. Bot.* 2015;54(2):25-31.
- Kik C. Exploitation of wild relatives for the breeding of cultivated *Allium* species. In: Rabinowitch H.D., Currah L. (eds) *Allium crop science: recent advances*. CABI Publishing, UK, 2002. pp 81-100.
- Титова И.В., Тимин Н.И., Юрьева Н.А. Межвидовая гибридизация луков с целью получения форм, устойчивых к ложной мучнистой росе. *Докл. ВАСХНИЛ*. 1983;(8):190.
- Титова И.В., Тимин Н.И., Юрьева Н.А. Межвидовая гибридизация лука: Науч. тр. По селекции и семеноводству. М., 1995. С. 91-101.
- Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность лук репчатый (*Allium cepa* L.) и лук шалот (*Allium ascalonicum* L.). RTG/46/2, UPOV, 2000. С.528-547.
- Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. М. ВНИИССОК. 2001. 500 с.
- Методические указания по селекции луковых культур. М., ВНИИССОК, 1997. 125 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

• References

- Govaerts R, Kington S, Friesen N, Fritsch R, Snijman DA, Marcucci R, Silverstone-Sopkin PA, Brullo S (2005–2019) World checklist of *Amaryllidaceae* Available from: <https://apps.kew.org/wcsp/> accessed on 25th April 2019.
- Romanov V.S. Breeding and genetic features of forms of interspecific allium hybrids (creation and evaluation). M., 2008. 166 p. (In Russ.)
- Khrustaleva L.I., Kik C. Introgression of *Allium fistulosum* into *A. cepa* mediated by *A. roylei*. *Theor. Appl. Genet.* 2000;(100):17-26.
- Umehara M., Sueyoshi T., Shimomura K., Iwai M., Shigyo M., Hirashima K., Nakahara T. Interspecific hybrids between *Allium fistulosum* L. and *Allium schoenoprasum* L. reveal carotene-rich phenotype. *Euphytica*. 2006;(148):295-301.
- Scholten O.E., Van Heusden A.W., Khrustaleva L.I., Burgermeijer K., Mank R.A., Antonise R.G.C., Harrewijn J.L., Van Haecke W., Oost E.H., Peters R.J., Kik C. The long and winding road leading to the successful introgression of downy mildew resistance into onion. *Euphytica*. 2007;(156):345-353.
- Chuda A., Adamus A. Hybridization and molecular characterization of F_1 (*Allium cepa* L. x *Allium roylei* Stearn) plants. *Acta. Biol. Cracov. Ser. Bot.* 2012;54(2):25-31.
- Chuda A., Grzebelus E., Adamus A. Experiments of backcrossing of interspecific F_1 (*Allium cepa* L. x *Allium roylei* Stearn) hybrids with *Allium cepa* L. *Acta. Hort.* 2012;(969):113-116.
- Chuda A., Grzebelus E., Adamus A. Morphological cytological and embryological characterization of F_1 (*A. cepa* L. x *Allium roylei* Stearn) hybrids. *Acta. Biol. Cracov. Ser. Bot.* 2015;54(2):25-31.
- Kik C. Exploitation of wild relatives for the breeding of cultivated *Allium* species. In: Rabinowitch H.D., Currah L. (eds) *Allium crop science: recent advances*. CABI Publishing, UK, 2002. pp 81-100.
- Titova I.V., Timin N.I., Yuryeva N.A. Interspecific hybridization of alliums in order to obtain forms resistant to downy mildew. *Dokl. VASHNIL*. 1983;(8):190. (In Russ.)
- Titova I.V., Timin N.I., Yuryeva N.A. Interspecific hybridization of alliums: Nauch. tr. On selection and seed-growing. M., 1995. P.91-101. (In Russ.)
- Methods of testing for distinctness, uniformity and stability of onions (*Allium cepa* L.) and shallots (*Allium ascalonicum* L.). RTG/46/2, UPOV, 2000. pp. 528-547. (In Russ.)
- Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion crops. M. VNISSOK. 2001. 500 p. (In Russ.)
- Methodological guidelines for the selection of onion crops. M., VNISSOK, 1997. 125 p. (In Russ.)
- Dosphehov B.A. Methodology of field experience. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-50-53>
УДК 635.615:631.526.32(470.45)

И.Н. Бочерова*, Н.Б. Рябчикова

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

*Автор для переписки: BBSOS34@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Бочерова И.Н., Рябчикова Н.Б. Результаты испытания новых сортов и перспективных селекционных образцов арбуза столового в условиях Волгоградского Заволжья. *Овощи России*. 2022;(5):50-53. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-50-53>

Поступила в редакцию: 28.04.2022

Принята к печати: 18.07.2022

Опубликована: 26.09.2022

Irina N. Bocherova*, Natalya B. Ryabchikova

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

*Corresponding author: BBSOS34@yandex.ru

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

Author contribution: All authors confirm they have contributed to the design and performance of the experiment, the analysis of experimental data, and the writing of this paper.

For citations: Bocherova I.N., Ryabchikova N.B. Study of varieties and promising varieties of table watermelon in the conditions of the Volgograd Volga region. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(5):50-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-50-53>

Received: 28.04.2022

Accepted for publication: 18.07.2022

Published: 26.09.2022

Результаты испытания новых сортов и перспективных селекционных образцов арбуза столового в условиях Волгоградского Заволжья



Резюме

Актуальность. Важной задачей селекции арбуза столового является подбор и анализ исходного материала для скрещивания сортов с индивидуальной способностью передавать потомству хозяйственно ценные признаки. Селекционеры нашей станции проводили исследования, направленные на получения высокопродуктивных сортов и гибридов арбуза столового различных групп спелости, устойчивых к неблагоприятным условиям внешней среды и обладающих высокими вкусовыми качествами в сравнении со стандартами. При изучении сортов и селекционных образцов арбуза столового отобраны образцы по следующим признакам: период вегетации, урожайность, яркая окраска мякоти, отличные вкусовые качества, содержание сухого вещества.

Материалы и методы. Научные исследования проводили в 2019-2020 годах в селекционном питомнике и питомнике размножения на полях Быковской бахчевой селекционной опытной станции расположенной в Быковском районе Волгоградской области. Изучено 2 сорта арбуза Малахит, Тимоша и 3 сортообразца 697, 728, 750, имеющие преимущество по ценным хозяйственным признакам перед лучшими районированными сортами: в среднеспелой группе – Синчевский, а в позднеспелой группе – Холодок.

Результаты. Исследования показали, что в среднеспелой группе наиболее урожайным является новый сорт Тимоша (27,3 т/га), также сорт выделился высоким содержанием сухих веществ (13,4-14,8 %). В позднеспелой группе по урожайности выделился сортообразец 750 (27,5 т/га). Показатели сухого вещества, выше у сортообразца 728, процент сухого вещества колебался от 13,8 до 14,8%. Проведенные испытания подтвердили актуальность дальнейшего изучения в селекционном питомнике отобранных сортовых образцов, выделенных по комплексу хозяйственно ценных признаков, для создания новых перспективных сортов арбуза. Работа в этом направлении будет способствовать увеличению объема и качества производимой продукции, содействовать дальнейшему развитию отрасли бахчеводства.

Ключевые слова: арбуз, сортообразец, урожайность, исходный материал, селекция, вегетационный период

Study of varieties and promising varieties of table watermelon in the conditions of the Volgograd Volga region

Abstract

Relevance. Selection and analysis of the source material for crossing varieties with an individual ability to transmit economically valuable traits to offspring is an important breeding task. Breeders conducted research aimed at obtaining highly productive varieties and hybrids of table watermelon of various ripeness groups, resistant to adverse environmental conditions and having high taste qualities in comparison with standards. When studying the varieties and varieties of table watermelon, samples were selected according to the following characteristics: the growing season, yield, bright color of the pulp, excellent taste, dry matter content.

Materials and methods. Scientific research was carried out in 2019-2020 in the breeding nursery and breeding nursery in the fields of the Bykovskaya melon breeding experimental station located in the Bykovsky district of the Volgograd region. 2 varieties of Malachite, Timosha and 3 cultivars 697, 728, 750 having an advantage in valuable economic characteristics over the best zoned varieties in the middle-ripening group – Sinchevsky, and in the late-ripening group – Kholodok were studied.

Results. Studies have shown that in the middle-ripening group, the new Timosha variety is the most productive (27.3 t/ha), and the variety also stood out with a high dry matter content (13.4 - 14.8%). In the late-maturing group, a variety of 750 (27.5 t/ha) was distinguished by yield. Indicators of dry matter, the percentage of dry matter higher in the cultivar 728 ranged from 13.8 to 14.8%. The tests proved the relevance of further study in the breeding nursery of selected cultivars isolated by a complex of economically valuable traits to create new promising varieties of watermelon. Work in this direction will contribute to an increase in the volume and quality of manufactured products, contribute to the further development of the melon industry.

Keywords: watermelon, variety type, yield, source material, selection, growing season

Введение

Сорт был и остаётся главным фактором в управлении урожайностью сельскохозяйственных культур. Во всём мире селекция является наиболее эффективным и экологически безопасным способом повышения урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур [1].

В современных условиях иностранные фирмы создают серьёзную конкуренцию в реализации селекционных достижений. В связи с этим наиболее важной задачей является создание конкурентоспособных сортов и гибридов арбуза столового с высокой продуктивностью и качественными показателями, устойчивых к комплексу болезней и основным стрессовым факторам среды [2].

Сорта арбуза столового селекции Быковской станции различаются по срокам созревания, окраски мякоти, высоким вкусовым качествам. Согласно результатам сравнительной оценки, они значительно превосходят сорта арбуза иностранной селекции по урожайности и качеству плодов [3].

Отечественные и зарубежные селекционные центры в лице селекционеров, проводят большую работу по улучшению столового арбуза, придают ему новые свойства, отвечающие современным требованиям товаропроизводителя [4].

В условиях большого разнообразия современных сортов и гибридов необходимо правильно оценить и выявить лучшие из них и рекомендовать их производителю товарной продукции [5].

Основными проблемами, на решение которых направлены усилия сегодняшней селекции – это полноценное питание людей, их здоровье. В России существенным процентом среди сельскохозяйственных культур являются семейство Тыквенные (Cucurbitaceae). Наибольшее хозяйственное значение среди них имеют бахчевые культуры, в том числе арбуз. Плоды данной культуры отличаются высокими вкусовыми и целебными свойствами. Их выращивают во всех субъектах Российской Федерации, как в открытом, так и защищённом грунте. В условиях современного рынка потребительский спрос на бахчевую продукцию регулярно растёт и меняется. Это создаёт потребность, в том, чтобы селекционер имел генотипически разнообразный и стабильный материал, который позволит быстро удовлетворять требования современного производства [6].

Начало селекционной работы – это подбор, анализ и исследование исходного материала, его генетического потенциала, что обеспечивает успех селекционной задачи. При подборе и создании нового исходного материала, отвечающего поставленной задаче, селекционер отбирает образцы, которые обладают теми признаками, которые необходимы в данной экологической зоне [7].

Для получения источников хозяйственно полезных признаков селекция целенаправленно проходила в несколько этапов, что как раз и способствовало повышению надёжности сорта [8].

На 2021 год в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории России включено арбуза столового: сортов 101, гибридов 200. Из них иностранной селекции: 151

гибрид F₁ и 3 сорта; отечественной селекции: 49 гибридов F₁ и 98 сортов [9].

Основным методом в создании исходного селекционного материала арбуза столового является межсортовая гибридизация с последующим индивидуальным и массовым отбором, при этом применяется принцип подбора эколого-географической отдалённости родительских сортов, дополняющих друг друга по хозяйственно полезным признакам [10].

В ходе гибридизации эффективность селекционной работы во многом определяется правильным подбором родительских форм. Поэтому для селекционера очень важно изучить коллекции образцов для выявления источников как отдельных, так и комплексных хозяйственно-полезных признаков [11].

Целью нашей работы является изучение сортов и селекционных образцов арбуза столового для использования их в производстве как высокопродуктивных, с высокими вкусовыми качествами плодов, устойчивых к био- и абиотическим условиям произрастания, в условиях Нижнего Поволжья.

Материалы и методы

Научные исследования проводили в 2019-2020 годах в селекционном питомнике и питомнике размножения на полях Быковской бахчевой селекционной опытной станции расположенной в Быковском районе Волгоградской области.

Отбор лучших семей арбуза, обладающих комплексом хозяйственно полезных признаков, осуществлялся на основании проведенных учетов, наблюдений, оценки качества и высокой урожайности плодов. Описание морфологических и оценку хозяйственно полезных признаков проводили в соответствии с методическими указаниями по селекции бахчевых культур [12,13].

Исследования проводили в сравнении с лучшими районированными сортами (стандартами) Синчевский, Холодок.

Синчевский (st) – сорт среднего срока созревания. Вегетационный период составил 78 суток. Плоды шаровидной формы, массой 6,0-8,0 кг. Окраска плода светло-зелёная, рисунок – тёмно-зелёные зубчатые полосы средней ширины. Мякоть ярко-розовая, зернистая. Содержание сухого вещества 11,0-12,0%. Семена чёрные, крупные. Урожайность – 16,0 т/га.

Холодок (st) – сорт позднего срока созревания. Вегетационный период составил 90 суток. Плоды короткоэллипсоидальной формы, массой 8,0-11,0 кг. Окраска плода зелёная, рисунок – чёрно-зелёные полосы средней ширины. Мякоть ярко-розовая, зернистая средней плотности консистенции. Содержание сухого вещества 8,0-11,2%. Семена светло-коричневые, крапчатые, шероховатые, крупные. Урожайность – 20,3 т/га.

Результаты исследований

В результате поставленной селекционной задачи на Быковской бахчевой опытной станции создан ряд новых сортов и селекционных образцов арбуза столового с комплексом ценных признаков: высокой продуктивностью, хорошими вкусовыми качествами плодов, высоким содержанием сухого вещества, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды.

Оценка результатов показала, что в среднеспелой группе в 2019 году у сортов Малахит, Тимоша и сортообразца 697 урожайность выше стандарта Синчевский на 4,4 т/га, 7,7 т/га и 4,7 т/га соответственно. В 2020 году образцы также превысили стандарт на 0,6 т/га (Малахит), на 7,4 т/га (Тимоша) и на 2 т/га (сортообразец 697). В целом за 2019 и 2020 годы самая высокая урожайность отмечена у нового сорта Тимоша – 23,1 т/га и 31,5 т/га (таблица).

По содержанию сухого вещества в 2019 и 2020 годах сорта Малахит, Тимоша и сортообразец 697 превысили стандартный сорт Синчевский. Анализ содержания общего сахара за два испытываемых года у изучаемых сортов Малахит, Тимоша и сортообразца 697 выше, чем у стандарта Синчевский.

В позднеспелой группе урожайность у сортообразцов 750 и 728 выше, чем у стандартного сорта Холодок. В 2019 году на 13,2 т/га (сортообразец 728) и 15,8 т/га (сортообразец 750), в 2020 году на 2,0 т/га и 5,6 т/га соответственно. Содержание сухого вещества выше у изучаемых образцов, чем у стандарта Холодок и составила от 13,0 до 14,8%. Содержание общего сахара у сортообразца 728 в 2019 и 2020 годах составило 10,65%. у сортообразца 750 – 10,0%, что выше, чем у стандартного сорта Холодок.

Новые сорта и выделенные перспективные селекционные образцы характеризуются следующими основными признаками плодов:

Малахит – плоды цилиндрической формы, массой 10-14 кг. Фон плода зеленый с зубчатыми темно-зелеными полосами средней ширины. Мякоть ярко-розовая, нежная. Отличительная особенность сорта: отличные вкусовые качества, высокая урожайность.

Тимоша – плоды шаровидной формы, массой 6,0-15,0 кг. Фон плода темно-зеленый, рисунок – узкие шиповатые черные полосы. Мякоть красная, зернистая. Семена черные, мелкие. Отличительная особенность: яркая окраска мякоти, отличные вкусовые качества.

Сортообразец 697. Плоды овальной формы, массой 10,0-12,0 кг. Фон плода зеленый, рисунок – шиповатые темно-зеленые полосы средней ширины. Мякоть розовая, зернистая. Семена черные, среднего размера. Отличительная особенность: устойчивость к засухе, отличные вкусовые качества.

Сортообразец 750. Плоды удлиненной формы, массой 5,0-9,0 кг. Фон плода зеленый, рисунок – шиповатые темно-зеленые полосы средней ширины. Мякоть красная, зернистая, плотная. Семена черные, крупные. Отличительная особенность: форма плода, яркая окраска мякоти, отличные вкусовые качества.

Таблица. Характеристика новых сортов арбуза Малахит, Тимоша, сортообразцов 750, 728, 697 за 2019-2020 годы
Table. Characteristics of new varieties of watermelon Malahit, Timosha, varieties 750, 728, 697 for 2019-2020

Название образцов	Вегетационный период, сут.	Урожайность, т/га	Сухое вещество, %	Общий сахар, %
2019 год				
Среднеспелая группа				
Синчевский St	80	15,4	12,0	9,15
Малахит	80	19,8	13,6	10,00
Тимоша	82	23,1	13,4	10,65
Сортообразец 697	79	20,1	12,6	10,65
Позднеспелая группа				
Холодок St	95	14,0	8,8	8,40
Сортообразец 728	99	27,2	14,8	10,65
Сортообразец 750	98	29,8	14,0	10,00
2020 год				
Среднеспелая группа				
Синчевский St	75	24,1	11,0	9,75
Малахит	83	24,7	13,0	10,00
Тимоша	89	31,5	14,8	10,65
Сортообразец 697	79	26,1	12,0	10,65
Позднеспелая группа				
Холодок St	93	19,5	9,8	8,85
Сортообразец 728	93	21,5	13,8	10,65
Сортообразец 750	92	25,1	13,0	10,00
среднее				
Среднеспелая группа				
Синчевский St	78	19,8	11,5	9,45
Малахит	82	22,3	13,3	10,00
Тимоша	86	27,3	14,1	10,65
Сортообразец 697	79	23,1	12,3	10,65
		HCP ₀₅	HCP ₀₅	
Позднеспелая группа				
Холодок St	94	16,8	9,3	8,63
Сортообразец 728	96	24,4	14,3	10,65
Сортообразец 750	95	27,5	13,5	10,00
		HCP ₀₅ – 0,69 т/га	HCP _{cp} – 0,64%	HCP _{cp} – 0,42%

Сортообразец 728. Плоды шаровидной формы, массой 7,0-12,5 кг. Фон плода тёмно-зелёный, рисунок – зубчатые чёрные полосы средней ширины. Мякоть яркорозовая, зернистая. Семена чёрные, крупные. Отличительная особенность: устойчивость к неблагоприятным условиям и отличные вкусовые качества.

Выводы

В результате селекционной работы получены новые сорта арбуза: Малахит среднего срока созревания, урожайный, с отличными вкусовыми качествами отвечающий требованиям современного товаропроизводителя, новый сорт Тимоша среднего срока созревания, высокоурожайный, обладает хорошими хозяйственно ценными признаками. Сорт Тимоша 2022 году прошел экспертную оценку и включен в Государственный реестр селекцион-

ных достижений, допущенных к использованию на территории России.

Сортообразец 750 позднего срока созревания, урожайный, имеет яркий окрас мякоти, обладает хорошими хозяйственно – ценными признаками. Готовится к передаче на экспертную оценку.

Сортообразцы 697 и 728 будут использованы в селекционном процессе для создания новых сортов арбуза с высокой потенциальной урожайностью, хорошими вкусовыми качествами, ярким окрасом мякоти. Все сорта и сортообразцы устойчивы к неблагоприятным условиям произрастания.

Полученные сорта и сортообразцы превысили стандарты по основным показателям: содержание сухого вещества, общего сахара и урожайности, что позволяет составить конкуренцию иностранным гибридам.

Об авторах:

Ирина Николаевна Бочерова – научный сотрудник отдела селекции, автор для переписки, BBSOS34@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2823-5701>

Наталья Борисовна Рябчикова – научный сотрудник отдела агротехники и первичного семеноводства, <https://orcid.org/0000-0002-2428-1391>

About the authors:

Irina N. Bocherova – Researcher, Correspondence Author, BBSOS34@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2823-5701>

Natalya B. Ryabchikova – Researcher, Department of Agrotechnics and Primary Seed Production, <https://orcid.org/0000-0002-2428-1391>

• Литература

1. Коротцева И.Б. Направления работы и основные достижения лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур ВНИИССОК. *Овощи России*. 2015;(3-4):54-57. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-54-57>
2. Теханович Г.А., Елацкова А.Г., Елацков Ю.А. Новые источники генетической коллекции бахчевых культур. Научное обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: Международная научно-практическая конференция. Краснодар. 2016. Р.198-203.
3. Колешова Т.Г. Новые сорта арбуза, дыни и тыквы для товарного бахчеводства России, их конкурентоспособность в условиях современного рынка. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2015;(55):115-119.
4. Wu S., Wang X., Reddy U., Sun H.H., Bao K., Gao L., Mao L.Y., Patel T., Ortiz C., Abburi V.L. et al. Genome of 'Charleston Gray', the principal American watermelon cultivar, and genetic characterization of 1,365 accessions in the US National Plant Germplasm System watermelon collection. *Plant Biotechnol. J.* 2019;(17):2246–2258.
5. Федоров Д.А., Богданова В.Д., Фильцина Ю.Г., Воробьев М.В. Сортоиспытание огурца F₁ Киборг, F₁ Баварец при выращивании в защищенном грунте на светокультуре. *Овощи России*. 2021;(2):45-50. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-45-50>
6. Шмыкова Н.А., Химич Г.А., Коротцева И.Б., Домблидес Е.А. Перспективы получения удвоенных гаплоидов растений семейства Cucurbitaceae. *Овощи России*. 2015;(3-4):28-31. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-28-31>
7. Козловская Е.А., Пышная О.Н., Мамедов М.И., Джос Е.А., Митрофанова О.А. Внутрисортное скрещивание как метод повышения адаптивного потенциала исходного материала. *Овощи России*. 2017;(5):18-20. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-18-20>
8. Котляр И.П., Ушаков В.А., Кайгородова И.М., Пронина Е.П. Селекция гороха овощного на технологичность. *Овощи России*. 2019;(2):34-38. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-34-38>
9. <https://www.fao.org/faostat/en>
10. Guo S., Zhao S., Sun H., Wang X., Wu S., Lin T., Ren Y., Gao L., Deng Y., Zhang J. et al. Resequencing of 414 cultivated and wild watermelon accessions identifies selection for fruit quality traits. *Nat. Genet.* 2019;(51):616–623.
11. Радюкевич Т.Н., Бондарева Л.М., Картасева Л.И., Анисимова А.В. Изучение основных элементов структуры урожая ярового ячменя с целью создания ценного исходного селекционного материала. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2017;3(66):216-218. DOI 10.21515/1999-1703-66-216-218
12. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Россельхозакадемия. 2011.
13. Фурса Т.Т. Селекция бахчевых культур. Методические указания. Л., 1988. 78 с.

• References

1. Korotseva I.B. Aspects of work and main achievements of the laboratory of breeding and seed production of cucurbit crops. *Vegetable crops of Russia*. 2015;(3-4):54-57. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-54-57>
2. Tehanovich G.A., Yelatskova A.G., Yelatskov Yu.A. New sources of the genetic collection of melon crops. Scientific support of crop production in modern conditions: International Scientific and Practical Conference - Krasnodar. 2016. P.198-203. (In Russ.)
3. Koleshova T.G. New varieties of watermelon, melon and pumpkin for commercial melon production in Russia, their competitiveness in the conditions of the modern market. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2015;(55):115-119. (In Russ.)
4. Wu S., Wang X., Reddy U., Sun H.H., Bao K., Gao L., Mao L.Y., Patel T., Ortiz C., Abburi V.L. et al. Genome of 'Charleston Gray', the principal American watermelon cultivar, and genetic characterization of 1,365 accessions in the US National Plant Germplasm System watermelon collection. *Plant Biotechnol. J.* 2019;(17):2246–2258.
5. Fedorov D.A., Bogdanova V.D., Filtsyna Yu.G., Vorobyev M.V. Testing variety of cucumber F₁ Ciborg, F₁ Bavarets in LIT crop culture. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):45-50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-45-50>
6. Shmykova N.A., Khimich G.A., Korotseva I.B., Domblides E.A. Prospective of development of doubled haploid plants of Cucurbitaceae family. *Vegetable crops of Russia*. 2015;(3-4):28-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-28-31>
7. Kozlovskaya E.A., Pyshnaya O.N., Mamedov M.I., Djos E.A., Mitrofanova O.A. Intra-varietal crossing as method to improve adaptation characteristics in initial breeding accessions. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(5):18-20. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-18-20>
8. Kotlyar I.P., Ushakov V.A., Kaygorodova I.M., Pronina E.P. Vegetable pea breeding on technology. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(2):34-38. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-34-38>
9. According to FAO stat. <https://www.fao.org/faostat/en>
10. Guo S., Zhao S., Sun H., Wang X., Wu S., Lin T., Ren Y., Gao L., Deng Y., Zhang J. et al. Resequencing of 414 cultivated and wild watermelon accessions identifies selection for fruit quality traits. *Nat. Genet.* 2019;(51):616–623.
11. Radyukovich T.N., Bondareva L.M., Kartasheva L.I., Anisimova A.V. Study of the basic elements of the structure of the spring barley crop in order to create a valuable source breeding material // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2017;3(66):216-218. (In Russ.) DOI 10.21515/1999-1703-66-216-218
12. Litvinov S.S. Methodology of field experience in vegetable growing. M.: Russian Agricultural Academy. 2011. (In Russ.)
13. Fursa T.T. Selection of melon crops. Methodical instructions. L., 1988. 78 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-54-57>
УДК (635.624+635.625):631.526.325

Е.С. Масленникова, Е.А. Варивода*

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

*Автор для переписки:
elena-varivoda@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Масленникова Е.С., Варивода Е.А. Изучение селекционно значимых признаков межсортовых гибридов тыквы крупноплодной *Cucurbita maxima* и тыквы мускатной *Cucurbita moschata*. Овощи России. 2022;(5):54-57.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-54-57>

Поступила в редакцию: 31.05.2022

Принята к печати: 20.07.2022

Опубликована: 26.09.2022

Ekaterina S. Maslennikova, Elena A. Varivoda*

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

*Corresponding author: elena-varivoda@mail.ru

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

Author contribution: All authors confirm they have contributed to the design and performance of the experiment, the analysis of experimental data, and the writing of this paper.

For citations: Maslennikova E.S., Varivoda E.A. The study of selection significant traits of intervarietal hybrids of large-fruited pumpkin *Cucurbita maxima* and nutmeg pumpkin *Cucurbita moschata*. Vegetable crops of Russia. 2022;(5):54-57. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-54-57>

Received: 31.05.2022

Accepted for publication: 20.07.2022

Published: 26.09.2022

Изучение селекционно значимых признаков межсортовых гибридов тыквы крупноплодной *Cucurbita maxima* и тыквы мускатной *Cucurbita moschata*



Резюме

Актуальность. Селекция на устойчивость к заболеваниям является одним из актуальных направлений в бахчеводстве. Работа Быковской бахчевой селекционной опытной станции включает в себя выведение сортов тыквы не уступающим районированным сортам по хозяйственно ценным признакам, устойчивости к болезням.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлись гибридные комбинации тыквы крупноплодной и тыквы мускатной, полученные в результате межсортовой гибридизации. Исследования проводили в Быковском районе Волгоградской области.

Результаты исследований. В результате проведенной работы дана характеристика полученных гибридных комбинаций тыквы по основным хозяйственно-ценным признакам: продолжительность вегетационного периода, средняя масса плода, толщина мякоти, содержание сухого вещества, урожайность, а также по устойчивости к антракнозу и мучнистой росе. Проведена оценка в сравнении со стандартами и родительскими формами. В результате исследований выявлено, что самая короткая продолжительность вегетационного периода, 115-117 суток, у комбинаций тыквы крупноплодной Рай – Ви х Изящная, Изящная х Рай – Ви, Marina di Ch x Зорька. Среди мускатной тыквы все образцы по длине вегетационного периода находятся на одном уровне 119-120 суток. Средняя масса плода и толщина мякоти наследуются промежуточно. По урожайности среди гибридных комбинаций крупноплодной тыквы выделились образцы Marina di Chioggia x Зорька и Рай – Ви х Изящная. Все гибридные комбинации мускатной тыквы превысили по урожайности родительские формы, их урожайность составила от 17,0 до 22,0 т/га. По устойчивости к мучнистой росе и антракнозу выделились комбинации Элия х Испанка (Узбекистан) и Мускатная прованская х Витаминная.

Выводы. Таким образом в результате гибридизации получены две новые гибридные комбинации тыквы крупноплодной и тыквы мускатной обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков и устойчивостью к мучнистой росе и антракнозу.

Ключевые слова: тыква, мучнистая роса, антракноз, устойчивость, гибридная комбинация

The study of selection significant traits of intervarietal hybrids of large-fruited pumpkin *Cucurbita maxima* and nutmeg pumpkin *Cucurbita moschata*

Abstract

Relevance. Breeding for resistance to diseases is one of the current trends in melon growing. The work of the Bykovskaya melon selection experimental station includes breeding pumpkin varieties that are not inferior to zoned varieties in terms of economically valuable traits, disease resistance and taste.

Materials and methods. The object of the study was hybrid combinations of large-fruited pumpkin and nutmeg pumpkin, obtained as a result of intervarietal hybridization. The research was carried out in the Bykovsky district of the Volgograd region.

Results As a result of the work carried out, the characteristics of the obtained hybrid combinations of pumpkin were given according to the main economically valuable traits: the duration of the growing season, the average weight of the fruit, the thickness of the pulp, the dry matter content, the yield, as well as the resistance to anthracnose and powdery mildew. An assessment was made in comparison with the standards and parental forms. As a result of the research, it was revealed that the shortest duration of the growing season, 115-117 days, is in combinations of large-fruited pumpkin Paradise - Vi x Graceful, Graceful x Paradise - Vi, Marina di Ch x Dawn. Among the nutmeg pumpkin, all samples along the length of the growing season are at the same level of 119-120 days. Average fruit weight and pulp thickness are inherited intermediately. In terms of yield, among the hybrid combinations of large-fruited pumpkin, samples of Marina di Chioggia x Zorka and Paradise - Vi x Graceful stood out. All hybrid combinations of nutmeg pumpkin exceeded parental forms in terms of yield, their yield ranged from 17.0 to 22.0 t/ha. In terms of resistance to powdery mildew and anthracnose, the combinations "Elia x Spaniard" (Uzbekistan) and "Muscat Provence x Vitamin" stood out.

Conclusions. Thus, as a result of hybridization, two new hybrid combinations of large-fruited pumpkin and Muscat pumpkin were obtained, which have a complex of economically valuable traits and resistance to powdery mildew and anthracnose.

Keywords: pumpkin, powdery mildew, anthracnose, resistance, hybrid combination

Введение

Тыкву выращивают во всех регионах Российской Федерации. Она очень популярна среди овощных культур и является неотъемлемым компонентом диетического питания, обеспечивающим поступление в организм человека жизненно важных полисахаридов, прежде всего, пектина, а также витаминов и каротиноидов [1,2]. В условиях современного рынка потребительский спрос на овощную продукцию постоянно растет и меняется. Это создает необходимость наличия у селекционера генотипически разнообразного и стабильного материала, который позволит быстро удовлетворять требования современного производства [3]. Современным производителям требуются сорта и гибриды ранних сроков созревания обладающих способностью адаптироваться к изменяющимся климатическим условиям и устойчивые к заболеваниям. Использование таких сортов обеспечивает получение высококачественной продукции без применения средств химической защиты, способствует защите окружающей среды [4]. Виды *Cucurbita* несут потери от бактериальных и грибковых заболеваний, такие как мучнистая роса (*Podosphaera xanthii* и *Golovinomyces cichoracearum*), ложная мучнистая роса (*Pseudoperonospora cubensis*), стеблевая фитофтора (*Phytophthora capsici*) и антракноз (*Colletotrichum lagenarium*) [5,6]. В Юго-восточной зоне РФ основными заболеваниями тыквы являются мучнистая роса и антракноз, из чего следует, что селекционная работа на Быковской опытной станции направлена на устойчивость именно к этим заболеваниям.

Ранее проведенными исследованиями установлено, что при скрещивании иммунных и восприимчивых сортов устойчивость к возбудителям доминирует и подчиняется законам Менделя [7]. Поэтому основой при выборе пар для гибридизации является устойчивость к распространенным заболеваниям зоны исследований, при этом выбор устойчивой материнской формы позволяет получить большее количество устойчивых гибридов, чем при использовании только устойчивой отцовской формы [8].

Целью настоящей работы является оценка исходного материала тыквы двух видов: крупноплодной (*Cucurbita maxima* Duch.) и мускатной (*Curcubita moschata* Duch.).

Материалы и методы исследований

Работа проводилась на Быковской опытной станции в лабораторных и полевых условиях в 2021 году. Объектом исследований являлись 10 образцов F_1 тыквы крупноплодной и тыквы мускатной. Оценка на устойчивость к мучнистой росе сортов и гибридов тыквы проводили при искусственном заражении по методикам [9,10,11]. В качестве стандартов использовали районированные сорта тыквы крупноплодной – Романтика, мускатной – Жемчужина.

Заражение растений проводили в фазе «шатрика», опрыскивая свежеприготовленной суспензией гриба (50-70 спор в поле зрения микроскопа при увеличении 7х40). С целью создания оптимальных условий растения закрывали полиэтиленовой пленкой, которую снимали после обильного развития мучнистой росы. Степень поражения оценивали по балльной шкале.

$$B_{cp} = \frac{Sx(r \times b)}{n};$$

где S – сумма произведений, r – число пораженных растений, b – балл поражения, n – число учитываемых растений.

Оценку по устойчивости к антракнозу проводили в лабораторных условиях при искусственном заражении растений в

фазе 2-3 настоящих листьев. Инфекцию смывали с арбузных корок дистиллированной водой, фильтровали. Концентрация суспензии составляла не менее 50-100 тыс. конидий в 1 мл. Растения опрыскивали суспензией конидий гриба и накрывали пленкой для поддержания высокой влажности и температуры. Через 2-3 суток пленку снимали.

Болезнь начала проявляться на 5-6-й день после обработки. Степень поражения оценивали по балльной шкале.

В полевых условиях опыты закладывались согласно методикам [12], агротехника в опытах общепринятая для выращивания бахчевых культур. Проводились все сопутствующие наблюдения и учеты.

Результаты исследования

Для селекционеров в настоящее время стоит вопрос создания сортов тыквы отвечающей следующей модели:

1. Скороспелость, сроки созревания до 120 суток.
2. Порционность, плоды не более 3-4 кг.
3. Толстая мякоть, не менее 4 см.
4. Высокое содержание сухого вещества, не менее 11%.
5. Высокая урожайность – не менее 20,0 т/га.

Использование при гибридизации диких видов, полукультурных и примитивных форм, местных сортов с высокой степенью адаптации приводит к созданию высокопродуктивных сортов и гибридов растений [13]. Поэтому в скрещивании использовали образцы тыквы, отобранные в коллекционном питомнике и сорта местной селекции. Ниже приведена краткая характеристика родительских форм.

В результате гибридизации образцов, отобранных в коллекционном питомнике, с сортами селекции филиала получено 10 гибридных комбинаций тыквы, в т.ч. 6 комбинаций тыквы крупноплодной и 4 комбинации тыквы мускатной. Краткая характеристика полученных образцов представлена в таблице 1.

Анализируя данные таблицы 1, мы видим, продолжительность вегетационного периода наследуется промежуточно. Самый короткий вегетационный период, 115-117 суток, у комбинаций тыквы крупноплодной Рай – Ви х Изящная, Изящная х Рай – Ви, Marina di Ch х Зорька. Среди образцов мускатной тыквы наблюдается такая же тенденция.

Средняя масса плода также наследуется промежуточно, с уклоном в сторону более мелкоплодного родителя. Так у гибридных комбинаций тыквы крупноплодной средняя масса плода колебалась от 2,4 до 4,1 кг, тогда как у родительских форм этот показатель составлял от 2,1 до 5,5 кг. У образцов тыквы мускатной самый низкий показатель массы плода был у комбинации Прикубанская х Ананасная – 2,8 кг, у родительских форм тыквы мускатной самыми мелкими плодами отличился сорт Перехватка – 1,8 кг. Самые крупные плоды среди родительских форм мускатной тыквы были у образца Мускат Прованса – 9,0 кг, средняя масса плода у комбинации Мускат Прованса х Витаминная составила 3,7 кг.

Показатель толщина мякоти у гибридных комбинаций тыквы крупноплодной колебался от 3,5 до 5,0 см, у родительских форм этот показатель составлял от 3,2 до 5,2 см. Толщина мякоти у образцов мускатной тыквы имеет ту же тенденцию, что и образцов крупноплодной тыквы.

Содержание сухого вещества у гибридной комбинации тыквы крупноплодной занимает промежуточное положение между родительскими формами, колебание этого показателя составило от 12,2 до 14,0%. У родительских форм минимальный показатель сухого вещества был у образца Marina di Chioggia – 10,5%, максимальный показатель у сорта Зорька –

Таблица 1. Краткая характеристика изучаемых гибридных комбинаций и родительских форм тыквы
Table 1. Brief description of the studied hybrid combinations and parental forms of pumpkin

Название образца	Вегетационный период, сут.	Средняя масса плода, кг	Толщина мякоти, см	Содержание сухого вещества, %	Урожайность, т/га
Тыква крупноплодная					
Зорька	112	5,5	3,2	18,0	20,5
Marina di Chioggia	125	4,2	5,2	10,5	29,8
Marina di Chioggia x Зорька	117	4,1	5,0	12,3	23,4
Красный чемпион	120	2,1	5,0	11,5	9,0
Зорька x Красный чемпион	120	2,4	4,0	14,0	19,2
Элия	120	5,4	4,0	15,0	20,1
Испанка	120	2,1	3,7	11,9	11,6
Испанка (Узбекистан) x Элия	120	3,1	4,0	12,0	18,6
Элия x Испанка (Узбекистан)	120	3,6	4,0	12,2	20,1
Изящная	112	5,5	5,0	12,3	23,0
Рай - Ви	117	3,1	4,7	14,5	18,5
Изящная x Рай - Ви	115	3,7	3,5	12,6	18,1
Рай – Ви x Изящная	115	3,5	3,5	12,4	22,4
НСР ₀₅					0,9
Тыква мускатная					
Прикубанская	121	5,6	5,0	9,0	7,3
Ананасная	122	3,4	1,7	9,0	9,7
Прикубанская x Ананасная	120	2,8	2,0	9,5	17,0
Мускат Прованса	130	9,0	5,5	7,2	15,0
Витаминная	118	4,0	7,2	10,7	15,0
Мускат прованса x Витаминная	120	3,7	5,0	12,4	17,0
Дыво	120	3,8	2,5	10,5	17,0
Дыво x Витаминная	120	3,2	3,5	11,5	19,0
Жемчужина	120	4,5	2,5	9,0	14,6
Перехватка	119	1,8	3,2	9,2	11,5
Жемчужина x Перехватка	119	3,5	3,0	10,0	22,0
НСР ₀₅					1,1

18,0%. У всех гибридных комбинаций мускатной тыквы показатель сухого вещества превышает лучшие родительские формы на 0,5-1,7%.

По урожайности среди гибридных комбинаций крупноплодной тыквы выделились образцы Marina di Chioggia x Зорька и Рай – Ви x Изящная, 23,4 т/га и 22,4 т/га, соответственно. По отношению к родительским формам все комбинации занимают промежуточное положение. Все гибридные комбинации мускатной тыквы превысили по урожайности

родительские формы, их урожайность составила от 17,0 до 22,0 т/га.

На устойчивость к мучнистой росе и антракнозу было испытано 10 образцов тыквы. Результаты приведены в таблице 2.

Из образцов крупноплодной тыквы наиболее устойчивым как к мучнистой росе, так и к антракнозу была комбинация Элия x Испанка (Узбекистан), поразила на 40% мучнистой росой при балле 1,2 антракнозом на 33,3% при балле 0,9, стандарт сорт Романтика поразила на 81,2% мучнистой

Таблица 2. Устойчивость к мучнистой росе и антракнозу у гибридов тыквы при искусственном заражении
Table 2. Resistance to powdery mildew and anthracnose in pumpkin hybrids under artificial infection

Название образца	Мучнистая роса		Антракноз	
	% поражения	средний балл поражения	% поражения	средний балл поражения
Тыква крупноплодная				
Романтика, стандарт	81,2	1,8	80,1	1,8
Испанка (Узбекистан) x Элия	76,8	1,6	64,4	1,7
Элия x Испанка (Узбекистан)	40,0	1,2	33,3	0,9
Изящная x Рай-Ви	80,1	1,0	60,8	1,3
Рай – Ви x Изящная	80,0	1,8	78,0	1,5
Marina di Chioggia x Зорька	80,8	1,4	88,8	2,5
Зорька x Красный чемпион	78,0	2,5	77,9	1,6
Тыква мускатная				
Жемчужина - стандарт	100	1,9	56,0	1,2
Прикубанская x Ананасная	83,9	2,0	75,6	1,9
Мускат прованса x Витаминная	41,0	1,2	33,3	0,9
Дыво x Витаминная	83,9	2,0	60,8	1,3
Жемчужина x Перехватка	70,0	1,1	67,6	1,7

росой при балле поражения 1,8 антракнозом на 80,1% при среднем балле поражения 1,8. Устойчивость к антракнозу проявили комбинации Изящная х Рай – Ви – 60,8%, балл поражения – 1,3 и Испанка (Узбекистан) х Элия – 64,4%, балл поражения – 1,7. Более высокое развитие антракноза по сравнению со стандартом было у Marina di Ch х Зорька, доля пораженных растений на 8,7% выше стандарта (табл.2).

Среди образцов тыквы мускатной высокую устойчивость к двум заболеваниям проявила комбинация Мускат прованса х Витаминная, которая поразились значительно меньше стандарта – мучнистой росой на 41,0% при балле 1,2 антракнозом 33,3% при балле 0,9. Менее устойчивыми к антракнозу были три комбинации тыквы мускатной: Дыво х Витаминная, Жемчужина х Перехватка и Прикубанская х Ананасная, они поразились антракнозом на 4,8-19,6% сильнее стандарта.

Выводы

В результате проведенных исследований были получены гибридные комбинации тыквы крупноплодной и тыквы мускатной, обладающие ценными хозяйственными признаками, а также устойчивостью к мучнистой росе и антракнозу. Из образцов тыквы крупноплодной по комплексу хозяйственно

ценных признаков выделилась комбинация Элия х Испанка (Узбекистан), обладающая скороспелостью, мякотью средней толщины, высокой урожайностью и устойчивостью к мучнистой росе и антракнозу. Среди мускатной тыквы комбинация Мускатная прованская х Витаминная отличалась по массе плода, толстой мякоти и высокому содержанию сухого вещества. Выделенные комбинации являются ценным исходным материалом для дальнейшей селекционной работы и создания новых сортов тыквы.



Об авторах:

Екатерина Сергеевна Масленникова – научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-5211-557X>

Елена Александровна Варивода – старший научный сотрудник, автор для переписки, elena-varivoda@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5580-4813>, Researcher ID U-7561-2018, Scopus ID 57216612595

About the authors:

Ekatrina S. Maslennikova – Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-5211-557X>

Elena A. Varivoda – Senior Researcher, Correspondence Author, elena-varivoda@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5580-4813>, Researcher ID U-7561-2018, Scopus ID 57216612595

• Литература

1. Zhou T., King Q., Huang J., Dai R., Li Q. Characterization of nutritional components and utilization of pumpkin. *Food. Global Science books*.2007;1(2):313-321.
2. Корнилова М.С., Курунина Д.П., Варивода Г.В. Создание конкурентоспособных сортов дыни и тыквы с ценными хозяйственными признаками. *Овощи России*. 2021;(6):36-41. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-36-41>
3. Шмыкова Н.А., Химич Г.А., Коротцева И.Б., Домблидес Е.А. Перспективы получения удвоенных гаплоидов растений семейства *Cucurbitaceae*. *Овощи России*. 2015;(3-4):28-31.
4. Варивода Е.А., Колебошина Т.Г., Фомин С.Д., Масленникова Е.С. Оценка и отбор коллекционных образцов арбуза для использования в селекционном процессе. *Известия НВ АУК*. 2021;2(62):222-231. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-23
5. Grumet R., McCreight J.D., McGregor C., Weng Y., Mazourek M., Reitsma K., Labate J., Davis A., Fei Zh. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. *Genes*. 2021, doi.org/10.3390/genes12081222
6. Котова В.В., Кунгурцева О.В. Антракноз сельскохозяйственных растений. *Приложения к журналу «Вестник защиты растений»*. С.-Пб. 2014;(11):89-90.
7. Boyhan G.E., Norton J.D., Abrahams B.R., Wen H.H. A New Source of Resistance to Anthracnose (Race 2) in Watermelon. *Hortscience*. 1994;29(2):111-112.
8. McGregor C. *Citrullus lanatus* germplasm of southern Africa. *Israel Journal of Plant Sciences*. 2012;60(4):83-96. <https://doi.org/10.1560/ijps.60.1.403>
9. Дютин К.Е. Методические указания по селекции бахчевых культур. М., 1979. С.37.
10. Дютин К.Е. Методические указания по селекции арбуза на устойчивость к антракнозу. М., 1980. С.14.
11. Горленко М.В. Краткий курс иммунитета растений к инфекционным болезням. М., 1973. С.299.
12. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М: Россельхозакадемия, 2011.
13. Артемьева А.М., Пискунова Т.М., Гашкова И.В., Хмелинская Т.В., Храпалова И.А., Агеева Т.Т., Тайпакова А.А., Киселева Н.А., Мамырбеков Ж.Ж. Местные сорта овощных и бахчевых культур Казахстана в коллекции ВИР как источники для селекции. *Овощи России*. 2018;(3):60-66. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-60-66>

• References

1. Zhou T., King Q., Huang J., Dai R., Li Q. Characterization of nutritional components and utilization of pumpkin. *Food. Global Science books*.2007;1(2):313-321.
2. Kornilova M.S., Kurunina D.P., Varivoda G.V. Creation of competitive varieties of melon and pumpkin with valuable economic trends. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):36-41. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-36-41>
3. Shmykova N.A., Khimich G.A., Korotseva I.B., Domblides E.A. Prospective of development of doubled haploid plants of *Cucurbitaceae* family. *Vegetable crops of Russia*. 2015;(3-4):28-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-28-31>
4. Varivoda E.A., Kobileshina T.G., Fomin S.D., Maslennikova E.S. Evaluation and selection of watermelon collection samples for use in the breeding process. *Izvestiya NV AUK*. 2021;2(62):222-231. (In Russ.) DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-23
5. Grumet R., McCreight J.D., McGregor C., Weng Y., Mazourek M., Reitsma K., Labate J., Davis A., Fei Zh. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. *Genes*. 2021, doi.org/10.3390/genes12081222
6. Kotova V.V., Kungurtseva O.V. Anthracnose of agricultural plants. S.-Pb. *Appendices to the journal "Plant Protection Bulletin"*. 2014;(11):89-90. (In Russ.)
7. Boyhan G.E., Norton J.D., Abrahams B.R., Wen H.H. A New Source of Resistance to Anthracnose (Race 2) in Watermelon. *Hortscience*. 1994;29(2):111-112.
8. McGregor C. *Citrullus lanatus* germplasm of southern Africa. *Israel Journal of Plant Sciences*. 2012;60(4):83-96. <https://doi.org/10.1560/ijps.60.1.403>
9. Dyutin K.E. Guidelines for the selection of gourds. M., 1979. P.37. (In Russ.)
10. Dyutin K.E. Guidelines for the selection of watermelon for resistance to anthracnose. M., 1980. P.14. (In Russ.)
11. Gorlenko M.V. A short course of plant immunity to infectious diseases. M., 1973. P.299. (In Russ.)
12. Litvinov S.S. Methods of field experience in vegetable growing. M: Russian Agricultural Academy, 2011. (In Russ.)
13. Artemyeva A.M., Piskunova T.M., Gashkova I.V., Khmelinskaya T.V., Khrapalova I.A., Ageeva T.T., Taipakova A.A., Kiseleva N.A., Mamyrbekov J.J. Landraces of vegetables and cucurbits from Kazakhstan into VIR collection as initial material for the breeding. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(3):60-66. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-60-66>

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-58-62>
УДК 635.132:631.526.32-048.24(571.61)

О.А. Косицына

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»

675000, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Ленина, 104

Автор для переписки: ivanolga2005@mail.ru

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Косицына О.А. Результаты испытания моркови в условиях юга Амурской области. *Овощи России*. 2022;(5):58-62. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-58-62>

Поступила в редакцию: 14.07.2022

Принята к печати: 07.09.2022

Опубликована: 26.09.2022

Olga A. Kositsyna

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Blagoveshchensk State Pedagogical University»
104, Lenin str. Blagoveshchensk, Amur region, Russia, 675000

*Corresponding author: ivanolga2005@mail.ru

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

For citations: Kositsyna O.A. Results of carrot cultivation test under the conditions of the south of the Amur Region. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(5):58-62. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-58-62>

Received: 14.07.2022

Accepted for publication: 07.09.2022

Published: 26.09.2022

Результаты испытания моркови в условиях юга Амурской области



Резюме

Морковь является одной из главных овощных культур благодаря высокой урожайности и длительной сохранности в период зимнего хранения. В Амурской области районированием овощных культур занимаются слабо в результате ассортимента районированных сортов и гибридов моркови давно устарел и не пополняется новинками. В рамках выполнения НИР ФГБОУ ВО «БГПУ» на агробиостанции ведётся оценка коллекции овощных культур, в том числе моркови столовой. Цель исследования: выявить высокопродуктивные сортообразцы моркови столовой, пригодные для выращивания в агроклиматических условиях юга Амурской области. Полевой опыт закладывали по методикам Б.А. Доспехова (1972) и государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Овощные, бахчевые культуры, картофель и кормовые корнеплоды (1956). Агротехника выращивания моркови столовой общепринятая в регионе. Объектом исследования явились 15 сортообразцов моркови зарубежной селекции. За стандарт был взят гибрид F₁ Абако, длительность время выращиваемый на агробиостанции. Вегетационный период изученных сортообразцов в условиях региона составляет 92...110 сут. Высокую урожайностью показали Нанко F₁ и Силвано F₁ формирующие 41,0 и 47,0 т/га товарных корнеплодов, средней массой 110,1 и 120,9 г соответственно. Товарность убранных корнеплодов у Нанко F₁ составила 89,0%, Силвано F₁ – 94,0%. Овощеводам региона рекомендуем организовать конвейер по выращиванию моркови столовой с использованием средне-раннего гибрида F₁ Престо для реализации на ранний пучок и высокоурожайных гибридов F₁ Нанко и Силвано для осеннего использования.

Ключевые слова: морковь, гибриды F₁, сорт, фенологические наблюдения, скороспелость, урожайность

Results of carrot cultivation test under the conditions of the south of the Amur Region

Abstract

Carrot is one of the main vegetable crops due to its high yield and long-term preservation during winter storage. In the Amur Region, the vegetable crop zoning is underdeveloped. As a result, the assortment of recognized varieties and hybrids of carrot has long been outdated and is not replenished with new items. As part of the research work of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "BGPU" at its agrobiological station, the specialists perform testing and assessment of various vegetable crops, including carrot. The purpose of the study is to identify high-yielding varieties of garden carrots suitable for cultivating in the agricultural and climatic conditions of the south of the Amur Region. The field trial was performed in accordance with the methods developed by B.A. Dospekhov (1985) and the state variety testing of agricultural crops described in "Vegetable and Cucurbit Crops, Potato, and Fodder Root Crops" (1956). The researchers applied agricultural technology that is commonly used in the region. Fifteen carrot samples of foreign selection were the object of the study. The hybrid F₁ Abaco that had been grown at the agrobiological station for a long time was set as a standard. The vegetative period of the studied varieties under the regional conditions is 92-110 days. Nanco F₁ and Sylvano F₁ showed high yields, producing 41.0 and 47.0 tons of marketable roots per ha, with an average root weight of 110.1 and 120.9 g, respectively. The marketability of harvested root crops was 89.0% for Nanco F₁ and 94.0% for Sylvano F₁. We recommend vegetable growers in the region to establish a cultivation conveyor for garden carrots using the mid-early Presto F₁ hybrid for sale in an early bunch and high-yielding F₁ hybrids Nanco and Sylvano for fall use.

Keywords: carrots, F₁ hybrids, variety, phenological observations, precocity, yields

Введение

Амурская область относится к зоне рискованного земледелия, природно-климатический потенциал которой накладывает свой специфический фактор на ведение овощеводства в этой части России. Почвы региона характеризуются низкой биологической продуктивностью, слабо оструктурены, большей частью средне- и тяжелосуглинистые с кислой реакцией почвенного раствора, требующие известкования. В период июль-август выпадает максимальное количество осадков, что приводит к переувлажнению почвы и как следствие их уплотнению. Высокая влажность и температура воздуха способствуют активному развитию болезней [1].

Столовая морковь является одной из основных овощных культур, широкому распространению которой способствует ряд ценных хозяйственных свойств: высокая урожайность, вкусовые качества, сохранность при длительном зимнем хранении.

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в 2021 году, зарегистрировано 355 сортов и гибридов F_1 моркови, из них 83 рекомендованы для выращивания на территории дальневосточного региона. В основном это образцы российской селекции и чуть больше четверти образцов моркови являются результатом зарубежной селекции [2].

Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур возможно не только при соблюдении высокой культуры земледелия, но и выращивание сортов и гибридов, наиболее приспособленных к местным условиям. К сожалению, в Амурской области отсутствуют селекционные центры овощных культур, а ближайшие находятся на территории Приморского края, где ведется селекционная работа по выведению новых сортов и гибридов F_1 овощных культур, в том числе столовых корнеплодов [3, 4, 5, 6, 7].

Овощеводство региона находится на этапе динамичного развития. Увеличиваются посевные площади, применяются интенсивные технологии возделывания, одной из составляющей которой является использование высокоурожайных сортов и гибридов. Однако на наш взгляд главным слабым звеном овощеводства региона являются низкие темпы внедрения сортов и гибридов овощных культур, и как результат устаревший, не пополняющийся новинками ассортимент районированных сортов и гибридов. В

рамках выполнения НИР ФГБОУ ВО «БГПУ» на агробиостанции ведётся оценка коллекции овощных культур, в том числе моркови столовой [8, 9].

Цель исследования: выявить высокопродуктивные сорта и гибриды F_1 моркови столовой, пригодные для выращивания в агроклиматических условиях юга Амурской области.

Объекты и методика исследования

Исследования проведены в 2019-2021 годах на агробиологической станции БГПУ, расположенной на западной окраине г. Благовещенска. Объектами для изучения послужили 15 сортообразцов моркови столовой зарубежной селекции [2] (табл. 1, рис. 1).

Размещение вариантов систематическое. Площадь учетной делянки 2 м² [10].

Таблица 1. Объекты исследования
Table 1. The objects of the study

Вариант опыта	Год включения в реестр	Оригинатор
Абако F_1 – st.	2009	Monsanto Holland B.V. Нидерланды.
Колтан F_1	2009	Nunhems B.V. Нидерланды.
Концерто F_1	2010	Vilmorin S.A. Франция.
Мазэстро F_1	2009	Vilmorin S.A. Франция.
Намдал F_1	2014	Vilmorin S.A. Франция.
Нанко F_1	2010	Vilmorin S.A. Франция.
Ниланд F_1	2011	BejoZaden B.V. Голландия.
Олиμπο F_1	2017	Vilmorin S.A. Франция.
Престо F_1	2010	Vilmorin S.A. Франция.
Романс F_1	2011	Nunhems B.V. Нидерланды.
Силвано F_1	2014	Vilmorin S.A. Франция.
Сопрано F_1	2010	Vilmorin S.A. Франция.
Шантеклер F_1	2019	Sakata Vegetables Europe S.A.S. Япония.
Шантенэ-Комет	2009	NickersonZwaan B.V. Нидерланды.
Эмперор F_1	2019	Mikado Kyowa Seed CO., LTD. Япония



Рис. 1. Объекты исследования (фото О.А. Косицыной)
Fig 1. Objects of research (photo by O.A. Kositsyna)

Учеты и наблюдения в опыте

Фенологические наблюдения – отмечали фазы начала и полных всходов, пучковой и технической спелости. Группу спелости корнеплодов моркови столовой определяли по шкале, представленной в таблице 2 [11].

Таблица 2. Шкала оценки на скороспелость корнеплодов моркови
Table 2. Assessment scale for the precocity of carrot root crops

Группа	Группа спелости	Вегетационный период, дни
1	Скороспелые	до 70
2	Раннеспелые	71-90
3	Среднеспелые	91-120
4	Позднеспелые	121 и выше

Уборку урожая проводили сплошным методом. Убранные корнеплоды делили на товарные и нетоварные (поврежденные механически, вредителями, болезнями, недоразвитые). Учитывали массу стандартных корнеплодов с делянки, рассчитывали среднюю массу корнеплода [11].

Полевой опыт закладывали на аллювиально-буроземно-дерновой почве. Пахотный слой 18-20 см. Агрохимические показатели следующие: сумма обменных оснований 9,7-10,5 мг/экв. 100 г почвы; содержание гумуса 2,1-2,4%; $pH_{\text{сол}}=5,0-5,1$; $pH_{\text{вод}}=5,6-5,8$; гидролитическая кислотность 4,1-3,8; фосфора содержится 168,0-133,3 мг/кг, калия 156,3-129,2 мг/кг; NO_3 10,2-3,0 мг/кг; NH_4 8,7-3,4 мг/кг. Климат юга Амурской области характеризуется как резко континентальный с признаками муссонности в летний период. Агротехника общепринятая в области [1].

Результаты и их обсуждение

Семена моркови высевали в конце третьей декады апреля во всех вариантах опыта одновременно. Фаза полных всходов наступила в середине второй декады мая. Так, у гибрида F_1 Намдал фаза полных всходов отмечена на 13 сутки после посева. На двое суток позже наступала фаза полных всходов у гибридов F_1 Колтан, Нанко,

Ниланд, Олимп, Романс, Шантеклер, Эмперор и сорта Шантенэ-Комет. У остальных гибридов фаза полных всходов нами отмечена на 14 сутки после посева.

Фаза пучковой спелости моркови наступает через 45-50 суток после всходов при достижении диаметра корнеплода 1,0-1,5 см [11]. В опыте фаза пучковой спелости моркови наступила в среднем через 49 суток после массовых всходов и пришлась на начало или середину первой декады июля, за исключением гибрида F_1 Престо, у которого корнеплоды пучковой спелости сформировались уже в конце третьей декады июня, что говорит о его раннеспелости. Фаза пучковой спелости у гибрида F_1 Престо наступила на 44 сутки после массовых всходов, что на пять суток раньше, чем у стандарта. Гибриды F_1 Шантеклер, Колтан, Намдал и Концерто формируют корнеплоды пучковой спелости на 2-3 суток позже, чем гибрид F_1 Абако, через 51-52 суток после наступления фазы массовых всходов. У остальных образцов моркови столовой не выявлено существенной разницы в наступлении фазы пучковой спелости корнеплода относительно стандарта.

В среднем по опыту продолжительность периода от пучковой спелости до технической составляла 54 сут. Фаза технической спелости корнеплодов пришлась на конец третьей декады августа начало первой декады сентября, за исключением гибрида F_1 Престо, у которого корнеплоды в технической спелости сформировались в середине второй декады августа, что на неделю раньше при сравнении с гибридом F_1 Абако. У гибридов F_1 Колтан, Концерто и Шантеклер фаза технической спелости корнеплодов наступила на четыре дня позже по сравнению со стандартом (табл. 3, 4).

В среднем по вариантам опыта период от полных всходов до технической спелости составил 103 дня, что соответствует среднеспелой группе. Следует отметить, что среди изучаемых коллекционных образцов техническая спелость корнеплодов наступает раньше на 11 дней у гибрида F_1 Престо. Вегетационный период у него составил 92 дня. Более позднеспелыми являются гибриды F_1 Колтан и Концерто, сорт Шантеклер-Комет, у которых техническая спелость корнеплодов наступила на неделю позже (см. табл.1, 4).

Таблица 3. Даты наступления основных фенофаз роста и формирования корнеплода
Table 3. Dates of the onset of the main phases of growth and formation of the root crop

Вариант	Даты				
	посева	полных всходов	пучковой спелости	технической спелости	уборки
Абако F_1 – ст.	30.04	14.05	02.07	25.08	19.09
Колтан F_1	30.04	15.05	05.07	01.09	19.09
Концерто F_1	30.04	14.05	05.07	01.09	19.09
Маэстро F_1	30.04	14.05	02.07	25.08	19.09
Намдал F_1	30.04	13.05	02.07	25.08	19.09
Нанко F_1	30.04	15.05	02.07	25.08	19.09
Ниланд F_1	30.04	15.05	02.07	25.08	19.09
Олимп F_1	30.04	15.05	02.07	23.08	19.09
Престо F_1	30.04	14.05	27.06	14.08	19.09
Романс F_1	30.04	15.05	02.07	25.08	19.09
Силвано F_1	30.04	14.05	02.07	25.08	19.09
Сопрано F_1	30.04	14.05	05.07	23.08	19.09
Шантеклер F_1	30.04	15.05	05.07	01.09	19.09
Шантенэ-Комет	30.04	15.05	02.07	25.08	19.09
Эмперор F_1	30.04	15.05	02.07	25.08	19.09

Таблица 4. Продолжительность межфазных периодов образцов моркови
Table 4. Duration of interphase periods of carrot samples

Вариант	Продолжительность периода от ..., сутки			
	посева до полных всходов	полных всходов до пучковой спелости	пучковой до технической спелости	полных всходов до технической спелости
Абако F ₁ – st.	14	49	54	103
Колтан F ₁	15	51	58	109
Концерто F ₁	14	52	58	110
Маэстро F ₁	14	49	54	103
Намдал F ₁	13	50	54	104
Нанко F ₁	15	48	54	102
Ниланд F ₁	15	48	54	102
Олимп F ₁	15	48	52	100
Престо F ₁	14	44	48	92
Романс F ₁	15	48	54	102
Силвано F ₁	14	49	54	103
Сопрано F ₁	14	49	52	101
Шантеклер F ₁	15	51	58	109
Шантенэ-Комет	15	48	54	102
Эмперор F ₁	15	48	54	102

Таблица 5. Структура и урожайность образцов моркови
Table 5. Structure and yields of carrot samples

Вариант опыта	Общая урожайность, т/га	Товарность, %	Средняя масса корнеплода, г	Товарная урожайность, т/га	Прибавка в урожай, %
Абако F ₁ – st.	43,0	83,6	97,1	36,0	-
Колтан F ₁	40,0	95,0	102,1	38,0	+5,0
Концерто F ₁	42,0	86,0	98,6	36,0	+1,3
Маэстро F ₁	41,0	94,0	104,8	39,0	+7,7
Намдал F ₁	39,0	88,0	92,9	34,0	4,5
Нанко F ₁	46,0	89,0	110,1	41,0	+13,1
Ниланд F ₁	40,0	94,0	102,5	38,0	-5,3
Олимп F ₁	38,0	95,0	98,4	36,0	+1,2
Престо F ₁	30,0	86,0	70,9	26,0	-27,2
Романс F ₁	39,0	89,0	94,4	35,0	-3,0
Силвано F ₁	48,0	94,0	120,9	45,0	+24,2
Сопрано F ₁	38,0	88,0	89,6	33,0	-8,0
Шантеклер F ₁	38,0	94,0	97,4	36,0	+0,1
Шантенэ-Комет	35,0	91,0	87,0	32,0	-10,6
Эмперор F ₁	34,0	86,0	79,7	29,0	-18,1
НСР ₀₅				3,1	



Рис.2. Морковь Нанко F₁, Силвано F₁ (фото О.А. Косицыной)
Fig.2. Carrot Nanko F₁, Silvano F₁ (photo by O.A. Kositsyna)

Корнеплоды моркови убирали в начале третьей декады сентября, когда заканчивался их рост, они соответствовали форме, характерной для сорта или гибрида и до наступления заморозков. Выход товарной продукции в среднем по опыту составил 90%. Наибольшее количество товарных корнеплодов с единицы площади получено у гибридов F₁ Колтан, Маэстро, Ниланд, Олимпо, Силвано и сорта Шантеклер-Комет, превышение относительно стандарта составило в среднем 12,8%.

По массе корнеплоды моркови подразделяются на мелкие (до 80 г), средние (80-150 г), крупные (свыше 150 г) [11]. Среди образцов изучаемой коллекции мелкие корнеплоды сформировались у гибрида F₁ Престо снижение по сравнению со стандартом составило 27,0%. Гибриды F₁ Нанко и Силванов в условиях юга региона формируют крупные по массе корнеплоды. У этих гибридов в среднем масса товарного корнеплода превышает стандарт на 18,9%.

Наиболее урожайным по сравнению со стандартом является гибрид F₁ Силвано, превышение урожайности относительно стандарта у которого составило 24,5%. Высокой урожайностью характеризуется гибрид F₁

Нанко, у которого прибавка в урожай составил 13,4%. Более высокая урожайность гибрида F₁ Нанко объясняется тем, что он в условиях региона формирует крупные корнеплоды, при том что выход товарных корнеплодов между гибридами F₁ Абако и Нанко существенно не различается. У остальных образцов изучаемой коллекции урожайность товарных корнеплодов существенно не отличается от стандарта (табл. 5, рис. 2).

Заключение

Вегетационный период изученных сортообразцов в условиях региона составляет 92...110 сут. Высокую урожайностью показали Нанко F₁ и Силвано F₁ формирующие 41,0 и 47,0 т/га товарных корнеплодов, средней массой 110,1 и 120,9 г соответственно. Товарность убранных корнеплодов у Нанко F₁ составила 89,0%, Силвано F₁ – 94,0%.

Овощеводам региона рекомендуем организовать конвейер по выращиванию моркови столовой с использованием среднераннего гибрида F₁ Престо для реализации на ранний пучок и высокоурожайных гибридов F₁ Нанко и Силвано для осеннего использования.

Об авторе:

Ольга Александровна Косицына – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры биологии и методики обучения биологии; автор для переписки, ivanola2005@mail.ru

About the author:

Olga A. Kositsyna – Cand. Sci. (Agriculture), Assistant Professor of Biology and Methods of Biology Teaching, Correspondence Author, ivanola2005@mail.ru

• Литература

1. Система земледелия Амурской области. Агропромышленный ком. Администрации Амурской области; Всероссийский научно-исслед. ин-т сои; ДальГАУ; отв. ред. В.А. Тильба. Благовещенск, 2003. 302 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений. URL: <https://reestr.gossortrf.ru/search/vegetable/> (дата обращения: 10.04.2022).
3. Леунов В.И., Михеев Ю.Г. Селекция и семеноводство моркови столовой в условиях Дальнего Востока. *Картофель и овощи*. 2017;5:37-39. URL: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2018/07/5_2017.pdf (дата обращения: 22.04.2022).
4. Леунов В.И. Создание высокопродуктивных сортов и гибридов столовых корнеплодов для условий муссонного климата юга Дальнего Востока. Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур, сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной VII Квасниковским чтениям. Рязань, 2016. С.214-218. URL: <http://vniioh.ru/sb2016/> (дата обращения: 10.05.2022).
5. Михеев Ю.Г., Леунов В.И. Гетерозисные гибриды моркови. *Картофель и овощи*. 2013;(6):32. URL: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2014/07/kio_6_2013-.pdf (дата обращения: 19.05.2022).
6. Михеев Ю.Г., Леунов В.И. Гетерозисные гибриды моркови для Приморья. *Картофель и овощи*. 2015;(4):39-40. URL: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2016/04/kio_4_2015.pdf (дата обращения: 22.04.2022).
7. Михеев, Ю.Г. Селекция моркови столовой в условиях муссонного климата. *Картофель и овощи*. 2012;(7):24-25. URL: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2013/03/кио_7_2012.pdf (дата обращения: 20.05.2022).
8. Кирсанова В.Ф., Косицына О.А. Результаты испытания гибридов столовой моркови в условиях Верхнего Приамурья. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2013;6(104):24-28.
9. Косицына, О.А. Новые гибриды столовой моркови для условий открытого грунта юга Амурской области. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2014;2(30):7-11.
10. Доспехов А.Б. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 1985. 416 с.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Овощные, бахчевые культуры, картофель и кормовые корнеплоды/ под ред. П.Е. Мароинича, Е.И. Ушаковой. М., 1956: 203-212.

• References

1. Farming System of the Amur Region. Agro-industrial Committee of the Administration of the Amur Region; All-Russian Research Institute of Soybean; DalGAU; responsible editor V.A. Tilba. Blagoveshchensk, 2003, 302 p. (In Russ.)
2. State Register of Selection Achievements Authorized for Use for Production Purposes. Volume 1. Plant Varieties. URL: <https://reestr.gossortrf.ru/search/vegetable/> (accessed on April 10, 2022). (In Russ.)
3. Leunov V.I., Mikheev Yu.G. Selection and Seed Farming of Garden Carrot under the Conditions of the Far East. *Potato and Vegetables*. 2017;(5):37-39. URL: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2018/07/5_2017.pdf (accessed on April 22, 2022). (In Russ.)
4. Leunov V.I. Development of High-Yielding Varieties and Hybrids of Edible Roots under the Monsoon Climate of the South of the Far East. Selection, Seed Farming, and Varietal Agricultural Technology for Vegetable, Cucurbit, and Flower Crops. Collection of Scholarly Works Based on the Materials of the International Research-to-Practice Conference dedicated to the VII Kvasnikov Readings. Ryazan, 2016; 214-218. URL: <http://vniioh.ru/sb2016/> (accessed on May 10, 2022). (In Russ.)
5. Mikheev Yu.G., Leunov V.I. Heterotic Carrot Hybrids. *Potato and Vegetables*. 2013;(6):32. URL: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2014/07/kio_6_2013-.pdf (accessed on May 19, 2022). (In Russ.)
6. Mikheev Yu.G., Leunov V.I. Heterotic Carrot Hybrids for the Primorsky Krai. *Potato and Vegetables*. 2015;(4):39-40. URL: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2016/04/kio_4_2015.pdf (accessed on April 22, 2022). (In Russ.)
7. Mikheev Yu.G. Selection of Garden Carrot under the Monsoon Climate Conditions. *Potato and Vegetables*. 2012;(7):24-25. URL: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2013/03/кио_7_2012.pdf (accessed on May 20, 2022). (In Russ.)
8. Kirsanova V.F., Kositsyna O.A. Results of Cultivation Test of Garden Carrot Hybrids under the Conditions of the Upper Amur Region. *Bulletin of Altai State Agrarian University*. 2013;6(104):24-28. (In Russ.)
9. Kositsyna O.A. New Hybrids of Garden Carrot for Outdoor Cultivation in the South of the Amur Region. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2014;2(30):7-11. (In Russ.)
10. Dospekhov A.B. Methods of Field Experience (with the Fundamentals of Statistical Processing of the Key Research Results). Moscow, 1985. 416 p. (In Russ.)
11. Methodology of State Variety Testing of Agricultural Crops. Vegetable and Cucurbit Crops, Potato, and Fodder Root Crops / edited by P.E. Maroinich, E.I. Ushakova. Moscow, 1956. P.203-212. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-63-67>
УДК 635.132:631.526.32-048.24(470.61)

Л.А. Юсупова^{1*}, А.Н. Ховрин²,
О.В. Котлярова¹

¹ Бирючукская овощная селекционная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (Бирючукская ОСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО)
346414, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Селекционная, д. 19

² Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства»
140153, Россия, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр.500

*Автор для переписки:
yusupova.lyuda88@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Юсупова Л.А., Ховрин А.Н., Котлярова О.В. Экологическое сортоиспытание моркови столовой селекции ФГБНУ ФНЦО в условиях юга Ростовской области. *Овощи России*. 2022;(5):63-67.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-63-67>

Поступила в редакцию: 20.05.2022

Принята к печати: 26.07.2022

Опубликована: 26.09.2022

Ludmila A. Yusupova^{1*}, Alexander N. Khovrin²,
Oksana V. Kotlyarova¹

¹ Biryuchekutsky vegetable breeding experimental station – branch of the Federal state budgetary scientific institution «Federal scientific vegetable center» (BVBES – branch of the FSBSI FSVS)
19, Selektionsnaya str., Novocherkassk, Rostov region, 346414, Russia

² All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center
500, Vereya, Ramenskiy district, Moscow region, 140153, Russia

*Corresponding author:
yusupova.lyuda88@mail.ru

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

Author contribution: All authors confirm they have contributed to the design and performance of the experiment, the analysis of experimental data, and the writing of this paper.

For citations: Yusupova L.A., Khovrin A.N., Kotlyarova O.V. Ecological study of carrots of the canteen selection of the Federal scientific vegetable center in the conditions of the south of the Rostov region. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(5):63-67. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-63-67>

Received: 20.05.2022

Accepted for publication: 26.07.2022

Published: 26.09.2022

Экологическое сортоиспытание моркови столовой селекции ФГБНУ ФНЦО в условиях юга Ростовской области



Резюме

Представлены результаты экологического сортоиспытания образцов моркови столовой в почвенно-климатических условиях юга Ростовской области. Опыты закладывались в период 2020 и 2021 годов на полях Бирючукской ОСОС – филиале ФГБНУ ФНЦО в городе Новочеркасск Ростовской области. Изучено 12 образцов моркови столовой. Наиболее урожайными были образцы Марлинка – 59,7 т/га, Аксинья – 55,3 т/га и стандарт Абако F₁ – 51,9 т/га. Товарность корнеплодов была более высокой у образцов Шантенэ 2461 – 82%, Аксинья – 78,9%, Боярыня – 74,2% и Приморская 22 – 72,9%. Проведенные исследования вносят вклад в процесс подбора исходного материала для создания новых сортов и гибридов моркови столовой. Выделившиеся образцы могут быть рекомендованы для товарного производства в Ростовской области и использованы в селекционной работе в качестве исходного материала.

Ключевые слова: морковь столовая, сорт, экологическое испытание, урожайность, качество, Ростовская область

Ecological study of carrots of the canteen selection of the Federal scientific vegetable center in the conditions of the south of the Rostov region

Abstract

The results of ecological variety testing of table carrot samples in soil and climatic conditions of the south of the Rostov region are presented. The experiments were laid in the period 2020 and 2021 in the fields of the Biryuchekut OSOS branch of the FSBI FVCO in the city of Novocherkassk, Rostov region. 12 samples of carrot plants from the first year of life were studied. The most productive samples were Marlinka – 59.7 t/ha Aksinya – 55.3 t/ha and Abaco F₁ standard – 51.9 t/ha. The marketability of root crops was higher in the samples of Shantane 2461-82%, Aksinya – 78.9%, Boyar – 74.2% and Primorskaya 22-72.9%. The conducted research makes a great contribution to the process of selecting the source material for the creation of new varieties and hybrids of table carrots. The isolated samples can be recommended for commercial cultivation in the Rostov region and used in breeding work as a starting material.

Keywords: carrot table, variety, environmental testing, yield, quality, Rostov region

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



Введение

Морковь – одно из древнейших культурных растений. Исходные формы современных сортов выделялись уже в XIX веке. Они имели непривычную нам окраску корнеплода от красно – фиолетовой до белой. В России первые воспоминания о ней относятся к XVI веку. В настоящее время популярны сорта и гибриды с оранжевой окраской корнеплода из-за высокого содержания в них каротина, который в организме превращается в витамин А. Помимо этого в ней содержится много витамина С, а также пектины, сахара, калий и эфирные масла. Морковь употребляется в пищу в свежем виде, используется для приготовления большого количества блюд, ее консервируют, сушат. Регулярное употребление моркови способствует повышению иммунитета, улучшает состояние кожных покровов, повышает сопротивляемость организма к инфекциям. Ее применяют для профилактики и лечения авитаминозов, используют в детском питании, а так же, как лечебное средство при малокровии и гипертонии. Особая ценность ее заключается в том, что она хорошо хранится, благодаря чему этот овощ можно употреблять в пищу в свежем виде круглый год [1,2,3,4].

Морковь выращивают во всем мире на площади около 600 тыс. га. Наибольшее число посевных площадей сосредоточены в Азии. В России она составляет около 50 тыс. га. Основными регионами производителями являются Волгоградская и Московская области [5]. Наиболее благоприятными для нее считается умеренный климат, рыхлые почвы с мощным пахотным слоем, обладающие высокой влагоемкостью, не склонные к образованию почвенной корки. Избыток влаги приводит к снижению полевой всхожести и увеличивает долю корнеплодов с низкими товарными качествами. Морковь переносит низкие температуры и страдает от жары и засухи. На плотных и тяжелых почвах корнеплоды моркови деформируются и приобретают уродливый вильчатый вид. Получения высоких товарных урожаев в засушливых почвенно-климатических условиях во многом зависит от высокого уровня агротехники, наличия орошения, а также важно правильно подобрать районированные сорта, адаптированные к этим условиям [1,2,3,4].



Рис. 1. Морковь Риф F₁
Fig 1. Carrot Reef F₁

Современный рынок требователен к высокому уровню товарности корнеплодов моркови. В первую очередь это выравнивание корнеплодов по форме и окраске, гладкая поверхность, устойчивость к комплексу болезней, а также пригодность к зимнему хранению. В России районировано более 300 сортов и гибридов моркови столовой, отечественного и зарубежного происхождения. Широкое распространение во всех зонах нашей страны получили сорта отечественной селекции Нантская 4, Лосиноостровская 13, Витаминная 6, Московская зимняя А515, Бирючукская 415, Шантенэ 2461. В последнее время в Госреестре все больше появляется гибридов F₁. Они отличаются хорошей выравниваемостью корнеплодов, привлекательным внешним видом, нежным вкусом в сочетании с устойчивостью к комплексу болезней и хорошей лежкостью.

Условия Ростовской области отличаются довольно жарким, засушливым летним периодом, плотными почвами со склонностью образования почвенной корки. В связи с этим необходимо проводить экологическое сортоизучение моркови столовой, позволяющее выбирать наиболее подходящие сорта, способные давать высокие товарные урожаи в данной почвенно-климатической зоне [6,7]

Целью исследований являлось экологическое сортоиспытание моркови столовой из коллекции ФГБНУ ФНЦО в условиях юга Ростовской области для выявления образцов с высокими показателями урожайности, способных расти в засушливом климате на плотных почвах с сохранением высокой товарности корнеплодов.

Материал и методика проведения исследований

Проведена оценка 12 образцов селекции ФГБНУ ФНЦО, в том числе трех образцов из Федерального научного центра овощеводства и трех образцов Западно-Сибирской овощной селекционной опытной станции-филиала ФНЦО, двух образцов Приморской овощной селекционной опытной станции-филиала ФНЦО, одного образца Бирючукской овощной селекционной опытной станции-филиала ФНЦО и одного – Воронежской овощной селекционной опытной станции-филиала ФНЦО. За стандарт были приняты местный районированный сорт –

Таблица 1. Происхождение изученных сортообразцов моркови столовой
Table 1. Origin of the studied samples of canteen carrots

Номер п/п	Название сортообразца	Происхождение
1	Несравненная St	ФГБНУ ФНЦО
2	Абако F ₁ St	MONSANTO HOLLAND
3	Аксинья	БОСОС филиал ФНЦО
4	Маргоша	ФГБНУ ФНЦО
5	Минор	ФГБНУ ФНЦО
6	Марлинка	ФГБНУ ФНЦО
7	Шантенэ 2461	ЗСОСОС филиал ФНЦО
8	Боярыня	ЗСОСОС филиал ФНЦО
9	Черноземочка	ЗСОСОС филиал ФНЦО
10	Рогнеда	ВОСОС филиал ФНЦО
11	Приморская 22	ПОСОС филиал ФНЦО
12	Тайфун	ПОСОС филиал ФНЦО

Несравненная (оригинаторы ФГБНУ ФНЦО, ОАО РОСТОВ-СОПТЦЕМОБОЩ) и зарубежный гибрид Абако F₁ (оригинатор – MONSANTO HOLLAND). Перечень образцов, изучаемых в экологическом сортоиспытании в условиях Ростовской области, представлен в таблице 1.

Научные исследования по экологическому сортоизучению моркови столовой проводили в 2020 и 2021 годах на территории Бирючукской ОСОС – филиале ФГБНУ ФНЦО, расположенной в городе Новочеркасске Ростовской области. Почвы в хозяйстве представлены североприазовской разновидностью чернозема обыкновенного, характеризующегося как весьма плодородной. Мощность гумусового горизонта до 70 см. Пахотный слой имеет нейтральную реакцию, характеризуется высоким

содержанием гумуса, достаточной обеспеченностью подвижным фосфором и обменным калием. Климат носит континентальный характер. Продолжительность теплого периода (периода с температурой воздуха выше 0°C) на территории составляет 230-260 дней. Безморозный период длится 160-170 дней. Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход. Наименьшие ее значения отмечаются в июле – 50-60%, минимальные в отдельные дни могут быть 25-30%. Годовое количество осадков колеблется от 300 до 500 мм [6,7].

Сортообразцы были высеваны 28 мая вручную по однострочной схеме с междурядьем 70 см. Площадь учетной делянки 4 м², повторность четырехкратная, расположение

Таблица 2. Характеристика листовой розетки изученных образцов
Table 2. Characteristics of the leaf socket of the studied samples

Номер п/п	Название образца	Положение	Рассе́ченность	Высота, см.	Количество листьев, шт.
1	Несравненная St	Полустоячее	Крупная	47	9
2	Абако F ₁ St	Раскидистое	Средняя	38	8
3	Аксинья	Полустоячее	Крупная	45	10
4	Маргоша	Полустоячее	Сильная	36	12
5	Минор	Раскидистое	Средняя	37	11
6	Марлинка	Раскидистое	Средняя	38	11
7	Шантенэ 2461	Раскидистое	Сильная	25	9
8	Боярыня	Полустоячее	Средняя	32	9
9	Черноземочка	Раскидистое	Средняя	39	9
10	Рогнеда	Полустоячее	Сильная	30	9
11	Приморская 22	Полустоячее	Средняя	45	11
12	Тайфун	Полустоячее	Средняя	47	10

Таблица 3. Характеристика корнеплода изученных сортов образцов
Table 3. Characteristics of the root crops of the studied samples

Номер п/п	Название образца	Форма	Цвет	Поверхность	Средняя масса корнеплода, г	Содержание сухого вещества
1	Несравненная St	конусовидная	светло-оранжевая	ребристая	122	11,1
2	Абако F ₁ St	конусовидная	оранжевая	слабо ребристая.	114	11,3
3	Аксинья	конусовидная	светло-оранжевая	ребристая	107	13
4	Маргоша	конусовидная, удлинённо-конусовидная	оранжевая	ребристая	74	11,8
5	Минор	цилиндрическая	оранжевая	сильно ребристая	70	13,7
6	Марлинка	конусовидная, веретеновидная	оранжевая	ребристая	65	11
7	Шантенэ 2461	конусовидная	оранжевая	слаборебристая	48	15,5
8	Боярыня	конусовидная, веретеновидная	оранжевая	слаборебристая	61	11,3
9	Черноземочка	цилиндрическая	оранжевая	слаборебристая	85	11
10	Рогнеда	конусовидная, удлинённо-конусовидная	оранжевая	сильно ребристая	81	13,3
11	Приморская 22	конусовидная	оранжевая	ребристая	185	14,3
12	Тайфун	конусовидная, удлинённо-конусовидная	оранжевая	слаборебристая	126	11,5

Таблица 4. Урожайность корнеплодов изученных образцов моркови столовой
Table 4. The yield of root crops of the studied samples of canteen carrots

Номер п/п	Название образца	Общая урожайность, т/га	Товарная урожайность, т/га	Товарность, %
1	Несравненная St	39,1	25,4	64,9
2	Абако F ₁ St	51,9	35,7	68,7
3	Аксинья	55,3	43,6	78,9
4	Маргоша	31,9	18,6	58,3
5	Минор	37,4	13,0	34,7
6	Марлинка	59,7	39,9	66,9
7	Шантенэ 2461	16,2	13,3	82
8	Боярыня	26,8	19,9	74,2
9	Черноземочка	34,0	16,7	49,2
10	Рогнеда	29,5	18,7	63,5
11	Приморская 22	25,4	18,5	72,9
12	Тайфун	49,8	32,4	65,1
НСР ₀₅		4.13	-	-

вариантов опыта систематическое, ярусное, форма деленок прямоугольная. Учеты и наблюдения проводились в соответствии со стандартными методиками [8,9,10].

Все агротехнические приемы проводили согласно утвержденным на станции технологическим картам. Основная обработка почвы состояла из лущения, зяблевой вспашки на глубину 25 см после уборки предшественника. Весенняя предпосевная обработка почвы состояла из боронования в два следа, сплошной культивации на глубину 6-8 см. Уход за растениями включал междурядные обработки КРН-2,8, ручные прополки в рядах. Орошение проводили с помощью капельного полива.

Результаты и их обсуждение

В опыте изучаемые образцы оценивали по комплексу морфологических признаков и биометрических показателей. Учеты и наблюдения проводили на полностью сформировавшихся апробационных признаках растений в момент уборки.

В процессе роста и развития растений листовая розетка имеет большое значение. Лист является главным фотосинтезирующим органом. От его размера зависит уровень накопления органического вещества в растениях и соответственно количество урожая.

Изучаемые образцы характеризовались полустоячей и раскидистой листовой розеткой. Рассеченность листа была



Рис.2. Морковь сорт Минор
Fig. 2. Carrot cv. Minor

крупной у двух образцов – у стандарта Несравненная и сорта Аксинья, сильная у трех – Маргоша, Шантенэ 2461 и Рогнеда, остальные образцы имели среднюю рассеченность. Высота листовой розетки варьировала от 25 см – у сорта Шантенэ 2461 до 47 см – у сортов Несравненная и Тайфун. Наименьшее количество листьев было у образца Абако F₁ – 8 шт., наибольшее у Маргоша – 12 шт. (табл. 2).

Форма корнеплодов у образцов была различной. Образцы Минор и Черноземочка имели цилиндрическую форму корнеплода; Несравненная, Абако F₁ и Аксинья – конусовидную; Тайфун, Рогнеда и Маргоша – коническую и удлинненно-коническую; Марлинка и Боярыня – коническую и веретеновидную. Окраска корнеплода была преимущественно оранжевой, только у двух образцов корнеплоды имели светло-оранжевую окраску – Несравненная St и Аксинья. Слаборебристую поверхность корнеплода имели образцы Абако F₁ St, Шантенэ 2461, Боярыня, Черноземочка и Тайфун; ребристую – Несравненная, Аксинья, Маргоша, Приморская 22, Марлинка; сильно ребристую – Минор и Рогнеда.

Наибольшая средняя масса одного корнеплода была у образца Приморская 22 – 185 г, наименьшая у Боярыня – 61 г. Содержание сухого вещества по рефрактометру варьировало от 11 – Марлинка и Черноземочка до 15,5% – Шантенэ 2461 (табл. 3).

Важным показателем при выращивании моркови является общая и товарная урожайность (табл. 4). Общая урожайность у стандарта Несравненная составляла 39,1 т/га, у

Абако F₁ St – 51,9 т/га, при этом товарность – 64,9% и 68,7% соответственно. Наибольшая общая урожайность была у образца Аксинья – 55,3 т/га, что на 16,2-3,4 т/га выше стандартов, при этом товарность его составляла 78,9%. Наименьшую общую урожайность имел образец Шантенэ 2461 – 16,2 т/га, что на 22,9-35,7 т/га ниже стандартов, при товарности 82%. Высокий выход товарных корнеплодов (выше стандартов) имели образцы Аксинья – 78,9%, Шантенэ 2461 – 82%, Боярыня – 74,2% и Приморская 22 – 72,9%, низкий – Маргоша – 58,3%, Черноземочка – 49,2% и Минор – 34,7%.

Закключение

По итогам экологического сортоиспытания моркови столовой из коллекции ФГБНУ ФНЦО в условиях юга Ростовской области изучено 12 образцов, включая стандарты. Изученные образцы имели различия по форме, массе и качеству корнеплодов. Наиболее урожайными были сортообразцы Марлинка – 59,7 т/га Аксинья – 55,3 т/га и стандарт гибрид Абако F₁ – 51,9 т/га. Товарность корнеплодов была более высокой у сортообразцов Шантенэ 2461 – 82%, Аксинья – 78,9%, Боярыня – 74,2% и Приморская 22 – 72,9%.

В результате проведенных исследований выделены наиболее конкурентоспособные сорта и гибриды моркови столовой в условиях Ростовской области, их можно использовать как исходный материал для создания новых сортов и гибридов моркови столовой, отличающийся высокими урожайными и товарными качествами, для условий Юга России.

Об авторах:

Людмила Александровна Юсупова – младший научный сотрудник, автор для переписки, yusupova.lyuda88@mail.ru

Александр Николаевич Ховрин – кандидат с.-х. наук, доцент, зав. отделом селекции, <https://orcid.org/0000-0003-4297-2687>

Оксана Валерьевна Котлярова – старший научный сотрудник

About the authors:

Ludmila A. Yusupova – Junior Researcher, Correspondence Author, yusupova.lyuda88@mail.ru

Alexander N. Khovrin – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Head of the Breeding Department, <https://orcid.org/0000-0003-4297-2687>

Oksana V. Kotlyarova – Senior Researcher

• Литература

1. Юсупова Л.А. Результаты сортоиспытания нового сорта моркови столовой в условиях Ростовской области. *Овощи России*. 2021;(5):27-31. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-27-31>
2. Корнев А.В., Соколова Л.М., Ховрин А.Н., Леунов В.И., Косенко М.А. Создание линий-опылителей моркови столовой. *Картофель и овощи*. 2020;(9):37-40. DOI 10.25630/PAV.2020.27.11.007
3. Буренин В.И., Хмелинская Т.В., Ермолаева Л.В. Комплексная оценка генофонда моркови. *Овощи России*. 2015;(3-4):32-35. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-32-35>
4. Гасанов С.Р., Мамедова С.А. Последствия предпосевного воздействия низких и переменных температур на семена моркови и редиса. *Овощи России*. 2019;(3):62-64. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-62-64>
5. Российский рынок моркови – тенденции и прогнозы [Электронный ресурс] <https://agrovesti.net/lib/industries/vegetables/rossijskij-rynok-morkovi-tendentsii-i-prognozy-2019-2021-gg.html> Дата обращения: 2.04.2022г
6. Мельник Е.В., Калечак И.М. Мелиорация и водное хозяйство. Пути повышения эффективности и экологической безопасности мелиораций земель юга России. *Материалы Всероссийского научно-практического конференции (Шумаковские чтения)*. 2017. С.137-143.
7. Хрусталева Ю.П., Василенко В.Н., Свилюк И.В., Панов В.Д., Ларионов Ю.А. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области. Ростов-на-Дону: Батайское книжное издательство, 2002.
8. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: РАСХН-ВНИИО, 2011. 648 с.
9. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. М.: Агропромиздат, 1985. С. 351.
10. Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. М.: Агропромиздат, 1992. 319 с.

References

• References

1. Yusupova L.A. Results of testing the new variety of carrots in the conditions of the Rostov region. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(5):27-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-27-31>
2. Kornev A.V., Sokolova L.M., Khovrin A.N., Leunov V.I., Kosenko M.A. Creation of carrot pollinator lines. *Potatoes and vegetables*. 2020;(9):37-40. (In Russ.) DOI 10.25630/PAV.2020.27.11.007
3. Burenin V.I., Khmelinskaya T.V., Ermolaeva L.V. Comprehensive assessment of gene pool of carrot. *Vegetable crops of Russia*. 2015;(3-4):32-35. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-32-35>
4. Gasanov S.R., Mammadova S.A. Consequences of presowing influence of low and variable temperatures on carrot and radish seeds. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(3):62-64. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-62-64>
5. The Russian carrot market – trends and forecasts [Electronic resource] <https://agrovesti.net/lib/industries/vegetables/rossijskij-rynok-morkovi-tendentsii-i-prognozy-2019-2021-gg.html> Date of application: 02.04.2022
6. Melnik E.V., Kalechak I.M. Melioration and water management. Ways to improve the efficiency and environmental safety of land reclamation in the South of Russia. *Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (Shumakov readings)*. 2017. Pp.137-143. (In Russ.)
7. Khrustalev Yu.P., Vasilenko V.N., Svisyuk I.V., Panov V.D., Larionov Yu.A. Climate and agro-climatic resources of the Rostov region. Rostov-on-Don: Batay Book Publishing House, 2002. (In Russ.)
8. Litvinov S.S. Methodology of field experience in vegetable growing. M., 2011. 648 p. (In Russ.)
9. Dospekhov B.A. Methodology of experimental work. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)
10. Belik V.F. Methods of experimental business in vegetable growing and melon growing. M.: Agropromizdat, 1992. 319 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-68-75>
УДК 635.611:631.53:631.816.12

В.Э. Лазько¹, Е.Н. Благородова²,
О.В. Якимова¹, Е.В. Ковалева^{1*}

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр риса» 350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

² ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет» (ФГБОУ КубГАУ имени И.Т. Трубилина) 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

*Автор для переписки:
evik22041976@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Лазько В.Э., Благородова Е.Н., Якимова О.В., Ковалева Е.В. Применение листовой подкормки удобрением Agrochelate на семеноводческом посеве дыни. *Овощи России*. 2022;(5):68-75. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-68-75>

Поступила в редакцию: 27.06.2022

Принята к печати: 18.07.2022

Опубликована: 26.09.2022

Victor E. Lazko¹, Elena N. Blagorodova²,
Olga V. Yakimova¹, Ekaterina V. Kovaleva^{1*}

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Rice" 3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

² KubSAU named after I.T. Trubilin 13, Kalinina st., Krasnodar, 350044, Russia

*Corresponding author: evik22041976@mail.ru

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

Author contribution: All authors confirm they have contributed to the design and performance of the experiment, the analysis of experimental data, and the writing of this paper.

For citations: Lazko V.E., Blagorodova E.N., Yakimova O.V., Kovaleva E.V. Application of foliar fertilization with Agrochelate fertilizer on melon seed crops. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(5):68-75. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-68-75>

Received: 27.06.2022

Accepted for publication: 18.07.2022

Published: 26.09.2022

Применение листовой подкормки удобрением Agrochelate на семеноводческом посеве дыни



Резюме

Отражены результаты, которые подтверждают эффективность применения листовой подкормки органическим удобрением Agrochelate растений дыни ранних сортов Таманская и Стрельчанка. Однократная обработка растений на семеноводческих участках в фазу цветения и начало роста первой завязи способствовала лучшему опылению. Более половины плодов с типичными сортовыми признаками были отобраны для выделения семян: сорта Таманская - 51,4% и сорта Стрельчанка - 51,0%. Заметно увеличилась масса плодов у сорта Таманская в среднем на 0,16...0,23 кг, у сорта Стрельчанка - на 0,12...0,42 кг. Приведены данные по увеличению содержания сухих растворимых веществ в мякоти плодов первых двух сборов дыни сорта Стрельчанка на 0,8...1,6%. В мякоти плодов дыни сорта Таманская отмечена тенденция к увеличению содержания сухих растворимых веществ. Удобрение Agrochelate оказало влияние на семенную продуктивность сортов дыни. В плодах сорта Таманская созрело семян на 122...145 шт. больше, а количество щуплых и недозревших семян было на 5,5...7,2% меньше, чем в плодах контрольного варианта. Количество щуплых и невызревших семян в плодах дыни сорта Стрельчанка было на 10% меньше. В весовом выражении в среднем с каждого плода сорта Таманская было выделено на 2,6 г семян больше, чем в варианте без обработки. Заметного увеличения выхода семян у сорта Стрельчанка отмечено не было. Применение листовой подкормки органоминеральным удобрением Agrochelate не повлияла на массу семян. Показатели посевных качеств семян были высокие по всем вариантам опыта: энергия прорастания - от 58,1 до 81,5% и всхожести - от 90,7 до 97,3%. Анализ полученных результатов обосновывает целесообразность применения подкормки органическим удобрением Agrochelate.

Ключевые слова: дыня, семеноводство, летний посев, органическое удобрение, листовая подкормка, фаза цветения, семена

Application of foliar fertilization with Agrochelate fertilizer on melon seed crops

Abstract

The results are reflected, which confirm the effectiveness of foliar fertilizing with organic fertilizer Agrochelate for melon plants of early varieties Tamanskaya and Strelchanka. A single treatment of plants in the seed plots in the flowering phase and the beginning of the growth of the first ovary contributed to better pollination. More than half of the fruits with typical varietal characteristics were selected for seed extraction: Tamanskaya varieties - 51.4% and Strelchanka varieties - 51.0%. The mass of fruits in the Tamanskaya variety increased noticeably by 0.16...0.23 kg on average, in the Strelchanka variety - by 0.12...0.42 kg. The data on the increase in the content of dry soluble substances in the pulp of the fruits of the first two harvests of melon variety Strelchanka by 0.8 ... 1.6% are given. In the pulp of Tamanskaya melon fruits, there was a tendency to increase the content of dry soluble substances. Fertilizer Agrochelate had an impact on the seed productivity of melon varieties. In the fruits of the Tamanskaya variety, 122-145 more seeds were ripened, and the number of feeble and unripe seeds was 5.5-7.2% less than in the fruits of the control variant. The number of puny and unripened seeds in the fruits of Strelchanka melon variety was 10% less. In weight terms, on average, 2.6 g more seeds were isolated from each fruit of the Tamanskaya variety than in the variant without treatment. A noticeable increase in the yield of seeds in the variety Strelchanka was not observed. Application of foliar application with organic mineral fertilizer Agrochelate did not affect the mass of seeds. The indicators of sowing qualities of seeds were high in all variants of the experiment: germination energy - from 58.1 to 81.5% and germination - from 90.7 to 97.3%. The analysis of the obtained results substantiates the feasibility of applying top dressing with Agrochelate organic fertilizer.

Keywords: melon, seed production, summer sowing, organic fertilizers, foliar feeding, flowering phase, seeds

Введение

Дыня – однодомное перекрестноопыляемое энтомофильное растение. Предъявляет высокие требования к условиям среды, развивает меньшую по объему корневую систему и более требовательна к влаге, чем арбуз [1,2,3]. Особое значение для оплодотворения семян, развитие плодов и семян оказывает благоприятный воздушно-почвенный температурный и водный баланс, наличие насекомых опылителей и обеспеченность растений элементами минерального питания. Нарушение, одного из этих условий приводит к снижению урожайности, биологического потенциала семенной продуктивности или опадению завязей [4,5,6,7]

При летнем посеве основными факторами, влияющими на рост и развитие растений, являются водный баланс и температура воздуха. Недостаток или избыток влаги в почве, высокие температуры ухудшают корневое питание растений на всех этапах роста и развития, дестабилизируют физиологическое состояние, понижают устойчивость к абиотическим стрессам и продуктивность [8,9,10]. Применение листовых подкормок сложными комплексами, в состав которых входит физиологически активные вещества и органоминеральные удобрения, является неразрывной составной частью мероприятий по повышению урожайности сельскохозяйственных культур [11,12,13]. Фолиарная обработка комплексными препаратами ускоряет рост и развитие растений, повышает их иммунитет и устойчивость к всевозможным стрессам, увеличивает усвояемость питательных веществ и сокращает потребность в удобрениях и повышает активность микрофлоры почвы [7,11,10,14].

Сегодня на рынке присутствует огромное количество препаратов, однако часто в рекомендациях отсутствует или дана ограниченная информация по их применению. Результаты, полученные в ходе исследования, дают возможность получить объективную оценку эффективности препарата при использовании на конкретной культуре.

Цель исследований – определить эффективность применения листовой подкормки органоминеральным удобрением Agrochelate для максимального использования биологического потенциала сортов дыни на семеноводческих участках при летнем посеве.

Материалы и методы

Объектом исследований выбраны сорта дыни селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» Таманская с вегетационным периодом 52...55 дней и Стрельчанка с вегетационным периодом 55...58 дней от всходов до уборки. Опыты были заложены на селекционно-семеноводческом участке. Площадь делянок – 40 м², повторность опыта – трехкратная. Схема посева – 2,0х1,0 м. Норма высева семян – 1,0 кг/га. Летний посев 08.07.2021 на участке после уборки ранней капусты. Перед посевом участок фрезерован на глубину 15...18 см. Для обработки листовой поверхности растений использовали органоминеральное удобрение Agrochelate, в состав которого входят микроэлементы в хелатной форме органические кислоты, пептиды, природные антибиотики и витамины с нормой расхода препарата – 100 мл/га. Расход рабочего раствора – 250 л/га. Применяли однократное опрыскивание в фазу цветения растений и начало роста первой завязи (рис. 1,2). Делянки в контрольном варианте одновременно опрыскивали водой – 250 л/га. Агротехнику выращивания дыни выполняли в соответствии с разработанными рекомендациями в отделе овощекртофелеводства ФГБНУ «ФНЦ риса» [4,15]. При закладке опытов и проведении исследований руководствовались методикой полевого опыта в овощеводстве [16]. Анализ результатов и статистическая обработка полученных данных проведена согласно методике В.А. Дзюбы и А.Х. Шеуджена [2,17].

Результаты и их обсуждение

Весна в 2021 году была короткая. Лето наступило рано с интенсивным нарастанием высоких температур. Температуры июня и июля превышали на 1,5...3,7 °С среднемесячные значения. В отдельные дни пиковые значения дневной температуры воздуха поднимались до 39...41°C, что отразилось на качестве опыления завязей и развитии плодов. Период цветения и роста плодов дыни летнего посева на семеноводческих участках совпал с высокими температурами и низкой влажностью воздуха, с факторами негативно влияющие на оплодотворение семян. Высокие температуры и выпавшие осадки в первой декаде июля (66 мм) обеспечили дружные всходы на четвертый день после посева. В период роста, начиная с середины июля и до конца августа, осадков выпало 201 мм, что в два

Таблица 1. Метеорологические условия в период вегетации (данные АМП, п. Краснодар - Круглик, г. Краснодар, 2021 год)
Table 1. Meteorological conditions during the growing season (AMP data, Krasnodar - Kruglik, Krasnodar, 2021)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С		Осадки, мм	
		2021 год	средняя многолетняя	2021 год	среднее многолетнее
Июль	1	24,9	22,5	66	21
	2	29,2	23,2	2	20
	3	26,6	23,8	20	19
За месяц		26,9	23,2	88,0	60,0
Август	1	29,2	23,7	24	17
	2	24,7	22,7	85	15
	3	27,1	21,6	4	15
За месяц		27,0	22,7	113	47,0
Сентябрь	1	20,0	19,3	7	13
	2	21,4	17,4	2	12
	3	15,4	15,6	13	13
За месяц		18,9	17,4	22,0	38,0

Таблица 2. Гидротермический коэффициент летнего периода вегетации (ГТК), 2021 год
Table 2. Hydrothermal coefficient of the summer growing season (HTC), 2021

Месяц	Сумма активных температур, °С	Сумма осадков, мм	ГТК (гидротермический коэффициент)	Примечание
Июль	965,5	88	0,91	слабо-засушливый
Август	968,5	113	1,17	удовлетворительный
Сентябрь	681,5	22	0,32	очень засушливый
За период вегетации 2021 года	2615,0	223	1,10	удовлетворительный
За период вегетации (среднее по годам)	2550,0	239	1,07	удовлетворительный

раза превышало среднемноголетнее значение – 107 мм. Сентябрь по количеству осадков и сумме активных температур был очень засушливый (табл. 1).

Сложившиеся погодные условия с лимитированным по влагообеспеченности периодом вегетации на фоне высокого теплового баланса, характеризуются как удовлетворительные и в целом были благоприятные для роста растений дыни (табл. 2).

Начинали уборку дыни при самостоятельном отделении плодоножки от плодов. При первом сборе с контрольного варианта было больше убрано созревших плодов на 0,73 т/га. Было отобрано для выделения семян плодов на 0,31 т/га больше. Через пять дней ко второму сбору разницы по срокам созревания не было заметно. В последующие сборы применение подкормки позволило, не зависимо от общей урожайности, отбирать плодов на 0,05...0,4 т/га больше, чем с растений без обработки. Одноразовая подкормка органоминеральным удобрением увеличила валовой сбор плодов на 0,14 т/га (+3,1%). Из общего урожая более половины плодов (51,4%) были отобраны для выделения семян (табл. 3). На урожай семян влияет количество плодов. После обработ-

ки с участка было отобрано плодов для выделения семян на 752 шт. больше, чем с контрольного варианта.

Листовая обработка удобрением Agrochelate растений дыни сорта Стрельчанка не повлияла на увеличение урожайности и количество плодов. Всего было собрано на 0,18 т/га и на 208 шт./га плодов меньше, чем с контроля (табл. 4). Отмечено, что обработка повлияла на качество опыления. Из общего количества на выделение семян было отобрано на 2,7% плодов больше.

Из-за короткого периода вегетации характерной особенностью дыни сорта Таманская формировать плоды небольшого размера. Листовая обработка органоминеральным удобрением Agrochelate способствовала увеличению массы плодов в среднем от 0,16 до 0,23 кг. Существенного влияния на накопление сухого растворимого вещества в мякоти плодов подкормка не оказала (табл. 5).

Применение листовой подкормки на посевах дыни сорта Стрельчанка способствовало увеличению массы плодов в среднем до 0,12...0,42 кг. В плодах первого и второго сборов отмечено увеличение на 0,8...1,6% содержание СРВ в мякоти плодов. В последующих сборах показатель СРВ

Таблица 3. Влияние листовой подкормки на урожайность и количество плодов дыни сорта Таманская при летнем посеве на богаре
Table 3. The effect of foliar feeding on the yield and number of fruits of the Tamanskaya melon variety during summer sowing on a rainfed land

Вариант	Урожайность с га			Количество плодов на га		
	всего, т	отобранных плодов		всего, шт.	отобранных плодов	
		т	%		шт.	%
1-й сбор плодов (25.08)						
Агрохелат	1,06	0,63	58,6	2262	952	42,3
контроль	1,79	0,94	52,5	3118	1047	34,7
2-й сбор плодов (30.08)						
Агрохелат	2,08	1.28	61,7	2642	1478	55,9
контроль	1,77	0,88	49,7	2478	807	32,6
3-й сбор плодов (31.08)						
Агрохелат	0,43	0,23	53,5	645	193	29,9
контроль	0,49	0,17	34,7	736	164	22,3
4-й сбор плодов (02.09)						
Агрохелат	1,16	0,29	26,7	976	314	32,2
контроль	0,54	0,21	26,5	620	167	27,0
Всего						
Агрохелат	4,73	2,43	51,4	6525	2937	45,0
контроль	4,59	2,20	47,9	6952	2185	31,4

Урожайность $F_{\text{факт.}} 53,12 > F_{\text{теор.}} 5,19$
 Масса отобранных плодов $F_{\text{факт.}} 46,35 > F_{\text{теор.}} 5,19$
 Всего плодов $F_{\text{факт.}} 111,35 > F_{\text{теор.}} 5,19$
 Количество отобранных плодов, $F_{\text{факт.}} 17,69 > F_{\text{теор.}} 5,19$

$HCP_{05} = 0,12$, т/га
 $HCP_{05} = 0,21$, т/га
 $HCP_{05} = 245$, шт./га
 $HCP_{05} = 189$, шт./га

Таблица 4. Влияние листовой подкормки на урожайность и количество плодов дыни сорта Стрельчанка при летнем посеве на богаре

Table 4. The effect of foliar feeding on the yield and number of fruits of Strelchanka melon variety during summer sowing on a rainfed land

Вариант	Урожайность с га			Количество плодов на га		
	всего, т	отобранных плодов		всего, шт.	отобранных плодов	
		т	%		шт.	%
1-й сбор плодов (30,08,2021)						
Агрохелат	0,42	0,17	40,5	404	143	35,4
контроль	0,58	0,35	60,3	427	214	50,1
2-й сбор плодов (09,09,2021)						
Агрохелат	2,60	1,24	47,7	1714	642	37,5
контроль	2,71	1,17	53,9	1628	607	37,3
3-й сбор плодов (14,09,2021)						
Агрохелат	1,69	0,99	58,6	1357	649	47,8
контроль	1,72	1,27	73,8	1500	807	53,8
4-й сбор плодов (20,09,2021)						
Агрохелат	0,92	0,55	60,0	715	378	52,8
контроль	0,79	0,51	64,2	628	392	62,4
Итого:						
Агрохелат	5,62	2,95	53,0	3550	1812	51,0
контроль	5,80	3,29	56,7	4183	2020	48,3

Урожайность $F_{\text{факт.}} 155,67 > F_{\text{теор.}} 5,19$
 Масса отобранных плодов $F_{\text{факт.}} 107,59 > F_{\text{теор.}} 5,19$
 Всего плодов $F_{\text{факт.}} 85,15 > F_{\text{теор.}} 5,19$
 Количество отобранных плодов, $F_{\text{факт.}} 122,79 > F_{\text{теор.}} 5,19$
 $HCP_{05} - 0,12, \text{ т/га}$
 $HCP_{05} - 0,21, \text{ т/га}$
 $HCP_{05} - 245, \text{ шт./га}$
 $HCP_{05} - 189, \text{ шт./га}$

заметно снизился на 2,0...3,1%, но оставался в пределах сортовых параметров (табл.6).

Одна листовая подкормка органоминеральными удобрениями способствовала улучшению завязываемости и повышению семенной продуктивности дыни сорта Таманская. В среднем в каждом плоду качественных семян было на 122...145 штук больше, а щуплых и недозрелых на 5,5...7,2% меньше, чем в плодах контрольного варианта. Только в плодах последнего сбора в 1,5 раза увеличилось количество пустых невыполненных семян (табл.7).

Семенная продуктивность дыни сорта Стрельчанка выше, чем у сорта Таманская. В плодах может завязываться до 700 шт. семян. Обработка растений удобрением только в плодах

второго сбора способствовала формированию большего количества семян. В плодах остальных сборов семенная продуктивность была ниже, чем в контроле. Подкормка повлияла на качество опыления и развитие семян. Количество пустых и щуплых семян в плодах было меньше (табл.8).

В среднем в одном плоде дыни сорта Таманская созревает от 6,2 до 15,5 г семян, что составляет 0,5...0,9% от массы плодов. Одна листовая обработка Agrochelat обеспечила в среднем прибавку семенной продуктивности на 2,6 г в каждом плоде. С одного гектара семян было выделено на 4,6 кг больше. Масса семян не зависела от применения подкормки. Полученные семена имели высокие посевные характери-

Таблица 5. Влияние листовой подкормки на массу плодов и содержание сухого растворимого вещества (СРВ) дыни сорта Таманская при летнем посеве

Table 5. Influence of foliar feeding on fruit weight and content of dry soluble matter (DS) of Tamanskaya melon during summer sowing

Вариант	Масса плода, кг			СРВ, %		
	мах.	min.	средняя	мах.	min.	среднее
1-й сбор плодов						
Агрохелат	1,46	0,97	1,26	9,0	4,5	6,8
контроль	1,36	0,83	1,03	8,5	7,5	8,0
2-й сбор плодов						
Агрохелат	1,85	1,31	1,56	10,0	8,7	9,2
контроль	1,69	1,25	1,40	10,4	6,5	8,9
3-й сбор плодов						
Агрохелат	2,30	0,68	1,32	9,0	6,0	7,3
контроль	1,45	0,78	1,12	11,3	7,6	8,9
4-й сбор плодов						
Агрохелат	1,90	1,30	1,61	10,4	7,9	9,4
контроль	1,49	0,84	1,17	8,5	7,2	7,7

Масса плода $F_{\text{факт.}} 4,74 > F_{\text{теор.}} 4,17$
 СРВ $F_{\text{факт.}} 1,96 < F_{\text{теор.}} 4,03$
 $HCP_{05} - 0,12 \text{ кг}$

Таблица 6. Влияние листовой подкормки на массу плодов и содержание сухого растворимого вещества (СРВ) дыни сорта Стрельчанка при летнем посеве

Table 6. Influence of foliar feeding on fruit weight and content of dry soluble matter (DS) of Strelchanka melon variety during summer sowing

Вариант	Масса плода, кг			СРВ, %		
	мах.	min.	средняя	мах.	min.	среднее
1-й сбор плодов						
Агрохелат	1,79	1,06	1,38	9,5	8,2	8,9
контроль	2,15	1,66	1,80	11,5	9,0	10,5
2-й сбор плодов						
Агрохелат	2,87	1,64	2,34	11,0	6,0	9,3
контроль	3,27	2,01	2,23	11,2	8,5	10,1
3-й сбор плодов						
Агрохелат	2,46	1,91	2,12	6,3	7,0	6,7
контроль	2,23	1,37	1,99	11,1	8,0	9,8
4-й сбор плодов						
Агрохелат	2,24	1,46	1,73	7,5	5,2	6,7
контроль	2,83	1,18	1,94	10,7	5,5	8,7

Масса плода $F_{\text{факт.}} 14,74 > F_{\text{теор.}} 2,17$
 СРВ $F_{\text{факт.}} 5,61 > F_{\text{теор.}} 2,17$

$HCP_{05} - 0,19 \text{ кг}$
 $HCP_{05} - 0,8 \%$

стики и по качеству соответствовали категории элитных семян (табл.9). Однако семена из плодов, собранных с растений, обработанных Agrochelate, имели всхожесть на 2,8% ниже.

Семенная продуктивность дыни сорта Стрельчанка выше, чем у сорта Таманская. В среднем в плодах формируется от

9,5 г до 15,7 г, что составляет от 0,6 до 1,0% от массы плодов. Обработка растений удобрением Agrochelate не способствовала увеличению урожайности семян и была ниже на 3,9 кг/га, чем в контрольном варианте. Не оказала влияние на размер семян. По энергии прорастания и всхожести относятся к категории элитных семян. Применение подкорм-

Таблица 7. Семенная продуктивность дыни летнего посева сорта Таманская
Table 7. Seed productivity of melon summer sowing variety Tamanskaya

Вариант	Количество семян в одном плоду, шт.						Пустых семян от общего количества, %		
	нормальные			пустые					
	мах	min	среднее	мах	min	среднее	мах	min	среднее
1-й сбор									
Агрохелат	306	257	334	72	16	35	14,6	4,9	8,6
контроль	250	162	212	47	29	39	22,5	11,5	15,8
2-й сбор									
Агрохелат	574	297	474	35	25	29	8,1	4,4	6,1
контроль	206	358	329	49	30	43	19,2	7,7	12,2
3-й сбор									
Агрохелат	419	130	268	30	15	24	17,7	3,4	8,2
контроль	515	235	355	75	32	50	24,2	5,8	13,7
4-й сбор									
Агрохелат	602	377	495	196	74	126	27,9	15,3	19,9
контроль	560	236	371	150	9	82	21,1	2,8	18,2

Количество нормальных семян $F_{\text{факт.}} 3,63 > F_{\text{теор.}} 2,65$
 Количество пустых семян $F_{\text{факт.}} 14,75 > F_{\text{теор.}} 2,65$

$HCP_{05} - 49 \text{ шт.}$
 $HCP_{05} - 22 \text{ шт.}$

Таблица 8. Семенная продуктивность дыни летнего посева сорта Стрельчанка
Table 8. Seed productivity of summer sowing melon variety Strelchanka

Вариант	Количество семян в одном плоду, шт						Пустых семян от общего количества, %		
	нормальные			пустые					
	мах	мін	среднее	мах	мін	среднее	мах	мін	среднее
1-й сбор плодов									
Агрохелат	456	174	317	113	31	69	24,8	17,8	21,5
контроль	491	175	363	122	70	83	40,0	22,7	29,1
2-й сбор									
Агрохелат	548	426	501	164	89	116	29,9	20,9	24,7
контроль	561	172	446	322	57	141	57,4	31,6	40,7
3-й сбор									
Агрохелат	695	138	330	81	37	52	26,8	11,7	18,1
контроль	559	352	462	72	32	54	12,9	9,1	11,7
4-й сбор									
Агрохелат	469	221	354	157	21	96	33,5	9,5	27,1
контроль	625	241	374	264	101	141	42,2	30,3	37,7

Количество нормальных семян $F_{\text{факт.}} 3,63 > F_{\text{теор}} 2,65$
Количество пустых семян $F_{\text{факт.}} 14,75 > F_{\text{теор}} 2,65$

НСР05 – 38 шт.
НСР05 – 19 шт.

ки понизило показатели; энергию прорастания на 3,6% и всхожесть на 3,0% (табл.10). Важное условие в производстве семян дыни ранних сортов: на семена отбирают только первую и вторую завязь, чтобы не снизить скороспелость сорта.

По результатам исследований видно, что одной обработки для достижения эффекта недостаточно, кратность обработки рекомендуется увеличивать, особенно на сортах с более продолжительным периодом вегетации. Подкормку органоминеральным удобрением Agrochelat применять каждые 15 дней

Таблица 9. Семенная продуктивность, урожайность и посевные качества семян при летнем посеве дыни сорта Таманская
Table 9. Seed productivity, yield and sowing qualities of seeds during summer sowing of melon variety Tamanskaya

Вариант	Масса семян в одном плоде, г			Урожайность семян		Масса 1000 семян, г	Посевные качества семян, %	
	max	min	средняя	кг/га	% от массы плодов		энергия	всхожесть
1-й сбор								
Агрохелат	11,9	7,6	9,2	4,4	0,7	27,6	64,2	97,1
контроль	8,0	4,4	6,2	5,6	0,6	30,4	81,5	97,3
2-й сбор								
Агрохелат	20,6	10,4	15,5	11,5	0,9	33,2	58,1	92,3
контроль	12,6	6,6	9,7	6,2	0,7	29,8	78,7	96,7
3-й сбор								
Агрохелат	10,7	3,4	7,3	1,2	0,5	27,5	67,3	90,7
контроль	14,7	7,9	10,5	1,4	0,8	30,2	70,1	94,1
4-й сбор								
Агрохелат	15,1	11,4	13,9	2,6	0,9	28,4	68,3	92,1
контроль	14,3	5,3	9,4	1,3	0,6	24,9	76,1	95,3
Всего								
Агрохелат	20,6'	3,4'	11,5*	19,7	0,8*	29,2*	64,5*	93,1*
контроль	14,7'	4,4'	8,9*	15,1	0,7*	28,8*	76,6*	95,9*

Масса семян в одном плоде $F_{\text{факт.}} 12,33 > F_{\text{теор}} 5,32$
Семенная продуктивность $F_{\text{факт.}} 16,55 > F_{\text{теор}} 5,19$
Масса 1000 семян $F_{\text{факт.}} 0,06 < F_{\text{теор}} 5,32$
Всхожесть семян $F_{\text{факт.}} 5,68 > F_{\text{теор}} 5,32$

НСР05 – 1,5 г
НСР05 – 1,9 кг/га
НСР05 – 2,7 %

* – среднее значение для всех сборов плодов

' – максимальное и минимальное количество семян в одном плоде для всех сборов

Таблица 10. Семенная продуктивность, урожайность и посевные качества семян при летнем посеве дыни сорта Стрельчанка
Table 10. Seed productivity, yield and sowing qualities of seeds during summer sowing of melon variety Strelchanka

Вариант	Масса семян в одном плоду, г			Урожайность семян		Масса 1000 семян, г	Посевные качества семян, %	
	max	min	средняя	кг/га	% от массы плодов		энергия	всхожесть
1-й сбор								
Агрохелат	11,7	5,8	9,5	1,4	0,7	31,4	78,1	92,0
контроль	17,4	6,7	12,0	2,6	0,7	32,3	82,3	94,2
2-й сбор								
Агрохелат	18,9	11,8	15,7	10,1	0,7	31,0	80,2	94,5
контроль	21,6	8,4	15,8	9,6	0,7	35,1	83,4	96,1
3-й сбор								
Агрохелат	23,0	6,3	13,6	8,8	1,0	34,3	79,1	96,6
контроль	18,3	10,7	14,9	12,0	0,7	32,1	81,0	98,1
4-й сбор								
Агрохелат	12,2	7,0	10,4	3,9	0,6	32,0	69,2	92,2
контроль	21,0	7,5	12,7	4,9	0,6	27,6	74,4	94,1
Всего								
Агрохелат	23,0'	5,8'	12,3*	24,2	0,7*	32,2*	76,5*	92,4*
контроль	21,0'	6,7'	13,9*	28,1	0,7*	31,8*	80,1*	95,5*

Масса семян в одном плоду $F_{\text{факт.}} 12,33 > F_{\text{теор.}} 5,32$ НСР₀₅ – 1,6 г
 Семенная продуктивность $F_{\text{факт.}} 16,55 > F_{\text{теор.}} 5,19$ НСР₀₅ – 2,5 кг/га
 Масса 1000 семян $F_{\text{факт.}} 0,06 < F_{\text{теор.}} 5,32$ НСР₀₅ – 3,0 %
 Всхожесть семян $F_{\text{факт.}} 5,68 > F_{\text{теор.}} 5,32$

* – среднее значение для всех сборов

' – максимальное и минимальное количество семян в одном плоде для всех сборов

особенно в период восстановления после стрессов, когда растению необходимы доступные элементы питания. Листовая подкормка Agrochelat в этом случае может оказаться эффективным агроприемом – «скорой помощью», восполняющей потребности в элементах питания, сглаживающей стрессовое воздействие негативных факторов и даст возможность реализовать биологический потенциал продуктивности растений дыни.

Можно предположить, что повышение жизнеспособности и продуктивности растений дыни под воздействием Agrochelat объясняется тем, что входящие в его состав мик-

роэлементы, ферментный и витаминный комплекс усилили способность выдерживать повышенные температуры за счет увеличения количества прочносвязанной воды, повышения концентрации клеточного сока, увеличения температурного порога коагуляции белков и стабилизации транспирации.

Управляя элементами технологии выращивания, можно минимизировать существующие риски потери урожая дыни. Таким образом, листовую подкормку Agrochelat можно рассматривать как перспективный агроприем, позволяющий управлять урожаем и существенно увеличить рентабельность семеноводства дыни при летнем посеве.



Рис.1. Фаза начала цветения
Fig 1. Bloom phase



Рис.2. Начало роста первой завязи
Fig 2. The beginning of the growth of the first ovary

Выводы

На четвертый день после обработки удобрением Agrochelate отмечен эффект «зеленой лужайки», который косвенно подтверждал улучшение физиологического состояния растений. Анализ полученных результатов показал положительное воздействие удобрения на развитие и продуктивность сортов дыни Таманская и Стрельчанка:

- по результатам первого сбора плодов видно, что применение обработки растений препаратом Agrochelate заметно сдерживало начало наступления созревания плодов дыни сорта Таманская.

- у дыни сорта Таманская подкормка органоминеральным удобрением увеличила валовой сбор плодов на 0,14 т/га (+3,1%). Способствовала лучшему опылению завязей. Из общего урожая более половины плодов (51,4%) были отобраны для выделения семян.

- повлияла на качество опыления дыни сорта Стрельчанка. Из общего количества на выделение семян было отобрано на 2,7% больше типичных для сорта плодов.

- способствовала увеличению массы плодов сорта Таманская в среднем от 0,16 до 0,23 кг и оказала существен-

ное влияния на накопление сухого растворимого вещества в мякоти плодов до 1,6% больше.

- подкормка способствовала увеличению массы плодов дыни сорта Стрельчанка в среднем на 0,12...0,42 кг

- обеспечила лучшее опыление завязей и повышение семенной продуктивности. У дыни сорта Таманская в среднем в каждом плоде сформировалось качественных семян на 122...145 шт. больше, а щуплых и недозрелых семян на 5,5...7,2% меньше, чем в плодах контрольного варианта.

- у сорта Стрельчанка в плодах было меньше недозрелых семян на 14...45 шт. (7,6...16,0%).

- применение листовой подкормки на дыне сорта Стрельчанка не оказало влияние на семенную продуктивность и посевные качества семян.

- способствовала повышению урожайности семян дыни сорта Таманская на 4,6 кг/га.

- масса семян не зависела от применения подкормки.

- полученные семена имели высокие показатели энергии прорастания от 58,1 до 81,5% и всхожести семян от 90,7 до 97,3% по всем вариантам опыта.

Об авторах:

Виктор Эдуардович Лазко – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории бахчевых и луковых культур, lazko62@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9742-2634>

Елена Николаевна Благородова – доцент кафедры овощеводства

Ольга Владимировна Якимова – научный сотрудник лаборатории бахчевых и луковых культур, belyaeva12092013@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1726-6580>

Екатерина Викторовна Ковалева – младший научный сотрудник лаборатории бахчевых и луковых культур, автор для переписки, evik22041976@mail.ru

About the authors:

Victor E. Lazko – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Laboratory of Melon and Onion Crops, lazko62@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9742-2634>

Elena N. Blagorodova – Associate professor

Olga V. Yakimova – Researcher of the Laboratory of Melon and Onion Crops, belyaeva12092013@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1726-6580>

Ekaterina V. Kovaleva – Junior Researcher of the Laboratory of Melons and Onion Crops, Correspondence Author, evik22041976@mail.ru

• Литература

1. Лудилев В.А., Быковский Ю.А. Апробация бахчевых культур: справочное пособие. М.: 2007. 181 с.
2. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Кизинек С.В. Агрохимические основы применения удобрений. Майкоп: ОАО Полиграф-ЮГ, 2013. 572 с.
3. Shaoqui G., Jianguo Zh. et al. The draft genome of watermelon (*Citrullus lanatus*) and resequencing of 20 diverse accessions. *Nature Genetics*. 2013;(45):51–58. <https://doi.org/10.1038/ng.2470>
4. Благородова Е.Н., Лазко В.Э. Основы семеноводства бахчевых культур. Краснодар: КубГАУ, 2021. 148 с.
5. Верховодов П.А. Пособие бахчеводству. Ростов-на-Дону, 2009. 100 с.
6. Лазко В.Э., Якимова О.В., Благородова Е.Н. Агрономическая эффективность препарата ЗЕРОМИКС 3000 PPM на семеноводческих посевах дыни сорта Славия. *Рисоводство*. 2021;(150):70-75.
7. Лазко В.Э., Якимова О.В. Листовые подкормки тыквы сложными удобрениями. *Вестник овощевода*. 2021;(1):14-17.
8. Вальков В.Ф., Штомпель Ю.А., Тюльпанов В.И. Почвоведение (почвы северного Кавказа): учеб. для вузов. Краснодар: Сов. Кубань, 2002. 728 с.: ил.
9. Лазко В.Э., Якимова О.В. Использование летних посевов в семеноводстве бахчевых культур. Сб. материалов Современное состояние, проблемы и перспективы развития науки. 2019. С.176-178.
10. Якимова О.В., Лазко В.Э., Благородова Е.Н. Эффективность применения листовой подкормки органическим удобрением Agrochelate на семеноводческих участках арбуза летнего посева. *Овощи России*. 2022;(1):67-71. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-67-71>
11. Васюков Г.А. Внекорневая подкормка овощей. *Настоящий хозяин*. 2012;7-9(105):30-34.
12. Якимова О.В., Лазко В.Э., Благородова Е.Н. Эффективность применения листовых подкормок органоминеральным удобрением Арксоил КНЭ на тыкве. *Рисоводство*. 2018;4(41):83-86.
13. Яковлева Л.А., Великанова А.А., Крехов А.А., Ермаков П.И. Влияние биопрепаратов фитоспарин и гумми на урожайность, качество и сохранность томатов. *Проблемы селекции, технологии возделывания и маркетинга овощебахчевых культур: Материалы международных научно-практических конференций в рамках I-II фестивалей «Синьор помидор» и VII-VIII «Российский арбуз»*. Астрахань: «Новая линия», 2010. С.94-100.
14. Grumet R., McCreight J.D., McGregor C. et al. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. *Genes*. 2021;12(8):12-22. doi.org/10.3390/genes12081222
15. Цыбулевский Н.И., Кулиш Е.М., Шевченко Л.А. Бахчевые культуры (рекомендации). Краснодар, 2009. 34 с.
16. Литвинов С.С. Методика опытного дела в овощеводстве. М.: ВНИИ овощеводства, 2011. 650 с.
17. Дзюба В.А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. пособие. Краснодар, 2010, 475 с.

• References

1. Ludilov V.A., Bykovsky Yu.A. Approbation of gourds: a reference guide. M.: 2007. 181 p. (In Russ.)
2. Sheudjen A.Kh., Bondareva T.N., Kizinec S.V. Agrochemical bases for the use of fertilizers. Maykop, 2013. 572 p. (In Russ.)
3. Shaoqui G., Jianguo Zh. et al. The draft genome of watermelon (*Citrullus lanatus*) and resequencing of 20 diverse accessions. *Nature Genetics*. 2013;(45):51–58. <https://doi.org/10.1038/ng.2470>
4. Blagorodova E.N., Lazko V.E. Fundamentals of seed production of gourds. Krasnodar: KubGAU, 2021. 148 p. (In Russ.)
5. Verkhovodov P.A. Benefit to melon growing. Rostov-on-Don, 2009. 100 p. (In Russ.)
6. Lazko V.E., Yakimova O.V., Blagorodova E.N. Agronomic efficiency of ZEROMIX 3000 PPM on seed crops of Slavia melon variety. *Rice farming*. 2021;(150):70-75. (In Russ.)
7. Lazko V.E., Yakimova O.V. Foliar feeding of pumpkin with complex fertilizers. *Bulletin of the vegetable grower*. 2021;(1):14-17. (In Russ.)
8. Valtkov V.F., Shtompel Yu.A., Tulpanov V.I. Soil science (soils of the North Caucasus): textbook for universities. Krasnodar: Sov. Kuban, 2002. 728 p.: ill. (In Russ.)
9. Lazko V.E., Yakimova O.V. Use of summer crops in seed production of gourds. *Sat. materials Current state, problems and prospects for the development of science*. 2019. P.176-178. (In Russ.)
10. Yakimova O.V., Lazko V.E., Blagorodova E.N. Efficiency of foliar application with organic fertilizer agrochelate on seed plots of summer sowing watermelon. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):67-71. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-67-71>
11. Vasyukov G.A. Foliar nutrition of vegetables. *The real owner*. 2012;7-9(105):30-34. (In Russ.)
12. Yakimova O.V., Lazko V.E., Blagorodova E.N. Efficiency of application of foliar fertilizing with organomineral fertilizer Arksoil KNE on pumpkin. *Rice farming*. 2018;4(41):83-86. (In Russ.)
13. Yakovleva L.A., Velikanova A.A., Krekhov A.A., Ermakov P.I. Influence of biopreparations phytosparin and gum on the yield, quality and safety of tomatoes. *Problems of breeding, cultivation technology and marketing of vegetable and melon crops: Materials of international scientific and practical conferences within the framework of I-II festivals "Signor tomato" and VII-VIII "Russian watermelon"*. Astrakhan: "New Line", 2010. P.94-100. (In Russ.)
14. Grumet R., McCreight J.D., McGregor C. et al. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. *Genes*. 2021;12(8):12-22. doi.org/10.3390/genes12081222
15. Tsybulevsky N.I., Kulish E.M., Shevchenko L.A. Melons (recommendations). Krasnodar, 2009. 34 p. (In Russ.)
16. Litvinov S.S. Experimental technique in vegetable growing. M., 2011. 650 p. (In Russ.)
17. Dzyuba V.A. Theoretical and applied plant growing: on the example of wheat, barley and rice: scientific method. allowance. Krasnodar, 2010, 475 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-76-81>
УДК 635.751-02:631.811.98:(631.559+665.5)

П.В. Почуев¹, Н.Г. Романова²,
Е.Л. Маланкина^{1,3*}

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

² Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Департамента здравоохранения города Москвы «Медицинский Колледж №2» (ГБПОУ ДЗМ «МК № 2») 129366, Россия, Москва, ул. Ярославская, д. 17, корп. 2

³ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» 117216, Россия, Москва, ул. Грина, д. 7

*Автор для переписки: gandurina@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Почуев П.В., Романова Н.Г., Маланкина Е.Л. Эффективность комбинированной внекорневой обработки кориандра посевного глицином и ауксинподобными препаратами на урожайность плодов и сбор эфирного масла. *Овощи России*. 2022;(5):76-81. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-76-81>

Поступила в редакцию: 28.07.2022

Принята к печати: 30.08.2022

Опубликована: 26.09.2022

Petr V. Pochuev¹, Natalya G. Romanova²,
Elena L. Malankina^{1,3*}

¹ Russian State Agricultural University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy 49, Timiryazevskaya Street, Moscow, 127550, Russia

² The state budgetary professional education institution of the health care department of Moscow «Medical College №2» (SBPEI HDM «MC №2») 17, bldg. 2., Yaroslavskaia str., Moscow, 129366, Russia

³ All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants 7, Grin str., Moscow, 117216, Russia

*Corresponding author: gandurina@mail.ru

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

Author contribution: All authors confirm they have contributed to the design and performance of the experiment, the analysis of experimental data, and the writing of this paper.

For citations: Pochuev P.V., Romanova N.G., Malankina E.L. Efficiency of joint glycine and auxin analogs foliar treatment on coriander seeds yield and essential oil quality. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(5):76-81. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-76-81>

Received: 28.07.2022

Accepted for publication: 30.08.2022

Published: 26.09.2022

Эффективность комбинированной внекорневой обработки кориандра посевного глицином и ауксинподобными препаратами на урожайность плодов и сбор эфирного масла



Резюме

Актуальность. Кориандр посевной является ведущей эфиромасличной культурой и занимает обширные площади, как в нашей стране, так и за рубежом и используется для получения линалола, с последующей переработкой в другие ароматические вещества. Повышение его урожайности и качества сырья с помощью современных препаратов является актуальной проблемой эфиромасличного производства.

Цель работы: разработка приёмов повышения продуктивности кориандра при помощи комбинированного применения некорневых обработок глицином и ауксинсодержащих препаратов для направленного управления продукционным процессом кориандра посевного.

Материалы и методы. В качестве объектов для изучения действия препарата были выбраны сорта кориандра посевного Янтарь и Авангард. Посев растений проводили в первой-третьей декаде апреля в зависимости от условий года, сеялкой СЗТ-3,6 с междурядьями 15 см. Норма высева составляла 25 кг/га, глубина заделки семян – 2 см. Обработку растений раствором глицина проводили в фазе розетки в концентрации 10 мг/л. Концентрации препаратов: ИУК-гликольфосфат – 25, 50 и 100 мг/л, ДваУ – 2 мл/л. Обработку раствором ИУК-ГФ и ДваУ проводили в фазе бутонизации-начала цветения. Срезку проводили в период побурения семян на центральном зонтике. Содержание эфирного масла определяли по ФФ XIV методом 1.

Результаты. В результате исследований выявлено положительное влияние внекорневых обработок глицином, как на урожайность, так и на содержание эфирного масла в сырье кориандра посевного сортов Янтарь и Авангард. Исходя из полученных результатов, эффективная концентрация препарата определяется не только особенностями сорта, но и погодными условиями, когда в зависимости от условий в период обработки и предшествующей уборке проявляются разные аспекты действия препарата. Максимальная прибавка сбора эфирного масла кориандра сорта Янтарь (11,1 кг/га) отмечена при комбинированной обработке растений глицином нормой 10 мг/л в фазе розетки листьев и ИУК-ГФ нормой 50 мг/л в фазе бутонизации; сорта Авангард (8,6 кг/га) – при комбинированной обработке растений глицином нормой 10 мг/л в фазе розетки листьев и ДваУ нормой 2 мл/л в фазе бутонизации.

Ключевые слова: кориандр посевной, ауксины, ИУК, глицин, *Coriandrum sativum*, эфирное масло

Efficiency of joint glycine and auxin analogs foliar treatment on coriander seeds yield and essential oil quality

Abstract

Coriander is the leading essential oil crop and occupies vast areas, both in our country and abroad, and is used to produce linalool, with subsequent processing into other aromatic substances. Increasing its yield and quality of raw materials with the help of modern preparations is an urgent problem of essential oil production.

Purpose of the work: increasing the productivity of coriander with combined use of foliar treatments with glycine and auxin-containing preparations for directed control production process in coriander seed.

Material and methods. As objects for studying the effect of the drug, varieties of coriander sowing Yantar and Avangard were chosen. Plants were sown in the first or third decade of April, depending on the conditions of the year, using a SZT-3.6 seeder with row spacing of 15 cm. The seeding rate was 25 kg/ha, the seeding depth was 2 cm. concentration 10 mg/l. Drug concentrations: IAA-glycol phosphate – 25, 50 and 100 mg/l, DvaU – 2 ml/l. Treatment with a solution of IUK-GF and DvaU was carried out in the phase of budding-beginning of flowering. The cutting was carried out during the period of browning of seeds on the central umbrella. The content of essential oil was determined according to SP XIV method 1.

Results. As a result of the research, a positive effect of foliar treatments with glycine was revealed, both on the yield and on the content of essential oil in the raw material of coriander seed varieties Yantar and Avangard. Based on the results obtained, the effective concentration of the drug is determined not only by the characteristics of the variety, but also by weather conditions, when, depending on the conditions during the processing period and the previous harvest, different aspects of the drug action appear. The maximum increase in the collection of essential oil of coriander variety Yantar (11.1 kg/ha) was noted during the combined treatment of plants with glycine at a rate of 10 mg/l in the leaf rosette phase and IAA-GF at a rate of 50 mg/l in the budding phase; varieties Avangard (8.6 kg/ha) - with combined treatment of plants with glycine at a rate of 10 mg/l in the leaf rosette phase and DvaU at a rate of 2 ml/l in the budding phase.

Keywords: coriander, auxins, IAA, glycine, *Coriandrum sativum*, essential oil

Введение

Применение фитогормонов и рострегулирующих и физиологически активных препаратов стало приобретать массовый характер в растениеводстве, в частности в ряде зарубежных стран используют различные фитогормоны для обработки от 50 до 80 % посевов всех сельскохозяйственных культур [1].

Некорневые обработки регуляторами роста различной направленности действия являются перспективным и эффективным приёмом повышения содержания вторичных метаболитов в растениях. Высокую эффективность показали предуборочные обработки лекарственных и эфирномасличных растений ретардантами [2]. Работ по применению ауксинов для повышения продуктивности эфирномасличных культур относительно мало. Отмечен их положительный эффект на кориандре посевном и укропе огородном [3, 4]. Ещё меньше работ по применению на этих культурах аминокислот [5, 6], но вместе с тем, многие авторы отмечают эффективность аминокислот на сельскохозяйственных растениях [7, 8]. Существенным преимуществом некорневых обработок является быстрое попадание препаратов непосредственно в клетки растений и включение в метаболизм, а также экономия препаратов.

Из аминокислот часто применяется глицин – клеточный метаболит, с низкой молекулярной массой и высокой степенью усвояемости, быстро используется растениями для синтеза белков. Низкомолекулярные пептиды являются запасом медленно освобождающегося азота. Перемещаясь по растению, эти вещества стимулируют синтез белка и регулируют выработку растением собственных гормонов роста. Глицин существенно улучшает состояние посевов после действия стрессовых факторов (засуха, низкая или высокая температура, последствие пестицидов, интоксикация) [9]. Ауксины используют в сельском хозяйстве в основном для улучшения укореняемости черенков. Однако их физиологический эффект гораздо шире, в частности они способствуют притоку ассимилятов к формирующимся семенам [10].

Изучаемый в работе кориандр посевной является ведущей эфирномасличной культурой и занимает обширные площади, как в нашей стране, так и за рубежом [11] и используется для получения линалоола, с последующей переработкой в другие ароматические вещества.

Цель работы: разработка приёмов повышения продуктивности кориандра при помощи комбинированного применения обработок глицином и ауксинсодержащих препаратов для направленного управления продукционным процессом кориандра посевного.

Методы и материалы

Опыты проводили в 2019-2021 годах в Липецкой области, Данковском районе, село Баловнево (географические координаты 53.215521, 39.035931).

Характеристика почв опытного участка. Почвы опытного участка – чернозем выщелоченный, сильно окультуренный, среднегумусовый тяжелосуглинистый, с содержанием гумуса 5,0%. Обеспеченность почв подвижным фосфором 6,80 мг/100 г, калием – от 6,26 мг/100 г, азотом – 13,35 мг/кг. Значение pH почвы – 5,1. Подготовка почвы и основные агротехнические операции соответствовали зональным особенностям и требованиям культуры. Внесение удобрений на протяжении опытов не предусматривалось. Погодные условия существенно отличались.

2019 год характеризовался тёплой весной и повышенной влажностью в период созревания урожая, 2020 год, и в ещё большей степени 2021 год, характеризовались более поздним наступлением весны и соответственно более поздними сроками сева. В июле – августе 2020 года, то есть в период образования соцветий и уборки созревания урожая наблюдалась температура 32...34°C при практически полном отсутствии осадков.

Сорта

Янтарь (оригинатор ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» является основным эфирномасличным сортом, выращиваемым на территории РФ. Среднеспелый, эфиромасличный. Устойчив к полеганию и осыпанию плодов. Урожайность плодов – 1,4-1,8 т/га. Включен в Госреестр (1976) по Российской Федерации.

Авангард (оригинатор ООО «Агрофирма Поиск» – среднеспелый, овощной сорт. Растение низкорослое. Розетка листьев приподнятая. Лист средний, гладкий, зеленый. Волнистость края отсутствует. Масса розетки листьев 16-18 г. Урожайность зелени 1,3-1,5 кг/м². Включен в Госреестр (2012) по Российской Федерации [12].

Характеристика препаратов:

Глицин – (аминоуксусная кислота, аминокснатовая кислота, химическая формула – $C_2H_5NO_2$) – простейшая органическая алифатическая аминокислота, относящаяся к классу карбоновых кислот. Глицин приобретали в аптеке в виде таблеток по 100 мг (Биотики МНПК, РФ).

Индолилуксусная кислота (ИУК, гетероауксин, химическая формула – $C_{10}H_9NO_2$) – органическое соединение, производное индола.

ИУК гликофосфата (ИУК-ГФ) – ауксиновый регулятор роста, полученный на основе 3-индолилуксусной кислоты [13]. В состав синтезированного ИУК-ГФ входят, помимо калиевой соли индолилуксусной кислоты, хлорид калия, гликолят калия и дигидрофосфат калия (масс. %): калиевая соль 3-индолилуксусной кислоты – 4,5-4,7; хлорид калия – 2,4-2,6; калиевая соль гликолевой кислоты – 1,2-1,4; дигидрофосфат калия – 11,1-11,5; вода – остальное. Количество и соотношение побочных веществ (относительно ИУК), а именно, хлорида калия, гликолята калия и дигидрофосфата калия, обусловлены материальным балансом химической реакции, по которой синтезирован стимулятор.

ДваУ – регулятор роста – корнеобразователь, действующими веществами являются индолилмасляная кислота и гидроксикоричные кислоты. Комплекс биологических веществ препарата ингибирует ауксиноксидазу – фермент, разрушающий ауксины, и стимулирует корнеобразовательные процессы в растениях. Правообладатель: АНО «Научно-производственный центр НЭСТ-М».

Закладка полевых опытов. Посев семян проводили в ранневесенние сроки (12 апреля в 2019 году и 5 апреля в 2020 году). Посев осуществляли сеялкой СЗТ-3,6 с междурядьями 15 см. Норма высева составляла 25 кг/га, глубина заделки – 2 см. Уход за растениями включал дождевое применение гербицида для защиты от сорняков Гезагард (Syngenta AG, Switzerland) в дозе 4 л/га сразу после посева. Обработку растений проводили растворами глицина в фазе розетки и в фазе бутонизации в концентрациях 10 мг/л. Таблетку препарата (100 мг) раство-

ряли в литре воды и далее довели концентрацию до необходимой в опыте. Обработку растений ауксинсодержащими препаратами осуществляли в следующих концентрациях: ИУК-гликольфосфат – 25, 50 и 100 мг/л, ДваУ – 2 мл/л. Обработку раствором ИУК-ГФ и ДваУ проводили в фазе бутонизации-начала цветения. Уборку сырья проводили в соответствии с требованиями культуры, то есть при побурении центрального зонтика, что позволяло избежать осыпания плодов. Размер учётной делянки 4 м², повторность опыта 4-х кратная. После уборки высушивали образцы. Сушку проводили в хорошо проветриваемом помещении при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния и обмолачивали ворох, отделяя грубые стебли и далее просеивая ворох через сита диаметром 0,5, 1, 2, 3 и 5 мм. Подсчёт массы тысячи семян проводили в 6-ти кратной повторности. Для определения эфирного масла использовали метод гидродистилляции, способ 1 Государственной Фармакопеи XIV издание [14].

Статистическую обработку результатов проводили с применением пакета Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Урожайность кориандра зависит от таких факторов, как размер семян, характерный для сорта, масса 1000 плодов в конкретных условиях в зависимости от погодных условий и агротехнических мероприятий, уровня минерального питания, потерь при уборке [15]. В целом следует отметить, что масса 1000 штук семян сорта Янтарь в полтора раза меньше, чем у сорта Авангард.

В наших исследованиях в среднем за 3 года исследования максимальный показатель массы 1000 плодов отме-

чен у сорта Янтарь (8,48 г против 8,01 г в контроле) в варианте комбинированного применения глицина 10 мг/л в фазе розетки листьев и ИУК-ГФ 10 мг/л в фазе бутонизации, у сорта Авангард (10,5 г против 10,33 г в контроле) – при применении глицина 10 мг/л в фазе розетки листьев и ИУК-ГФ 25 мг/л в фазе бутонизации (табл. 1).

Статистическая обработка экспериментальных данных показала, что в формировании массы 1000 плодов кориандра посевного определяющую роль играли генотип и погодные условия. На их долю приходилось соответственно 43 и 23 % от общего варьирования массы 1000 плодов. На долю взаимодействия изучаемых факторов приходилось 30 %, случайного фактора – 3 % изменчивости показателя урожайности семян (рис. 1).

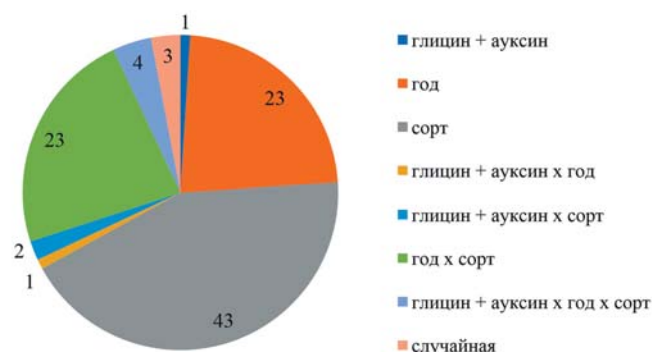


Рис. 1. Доля влияния факторов на показатель массы 1000 плодов кориандра посевного при комбинированной обработке растений глицином и ауксинсодержащими препаратами, % (2019-2021 годы)

Fig. 1. The significance of the factors influence on the weight index of 1000 coriander fruits with combined treatment of plants with glycine and auxin-containing preparations, % (2019-2021)

Таблица 1. Масса 1000 плодов кориандра посевного в зависимости от комбинированной фоллиарной обработки растений глицином и ауксинподобными препаратами, г (2019-2021 гг., Липецкая область)
Table 1. Weight 1000 coriander fruits depending on the combined foliar treatment of plants with glycine and auxin-like preparations, g (2019-2021, Lipetsk region)

Вариант опыта – фактор А				Год – фактор В	Сорт – фактор С	
препарат, норма расхода	фаза растения	препарат, норма расхода	фаза растения		Янтарь	Авангард
Контроль – без обработки				2019	6,77	9,37
				2020	8,63	12,35
				2021	8,63	9,27
				среднее	8,01	10,33
Глицин, 10 мг/л	розетка листьев	ИУК-ГФ, 10 мг/л	бутонизация	2019	7,87	8,95
				2020	8,72	11,92
				2021	8,85	9,35
				среднее	8,48	10,07
		ИУК-ГФ, 25 мг/л		2019	7,90	9,58
				2020	8,87	12,20
				2021	7,95	9,72
				среднее	8,24	10,50
		ИУК-ГФ, 50 мг/л		2019	8,40	8,38
				2020	8,38	11,58
				2021	8,15	8,72
				среднее	8,31	9,56
		ДваУ, 2 мл/л		2019	7,92	9,18
				2020	8,03	12,53
				2021	8,25	9,43
				среднее	8,07	10,38
НСР ₀₅	Фактор А				0,26	
	Фактор В				0,17	
	Фактор С				0,12	
	Взаимодействие АВ				0,55	
	Взаимодействие АС				0,42	
	Взаимодействие ВС				0,29	
	Взаимодействие ABC				0,83	

Таблица 2. Урожайность плодов кориандра посевного в зависимости от комбинированной фоллиарной обработки растений глицином и ауксинподобными препаратами, г (2019-2021 гг., Липецкая область)
Table 2. Fruit yield of coriander seeds depending on the combined foliar plants treatment with glycine and auxin-containing preparations, g (2019-2021, Lipetsk region)

Вариант опыта – фактор А				Год – фактор В	Сорт – фактор С	
препарат, норма расхода	фаза растения	препарат, норма расхода	фаза растения		Янтарь	Авангард
Контроль – без обработки				2019	1,56	1,81
				2020	1,50	1,80
				2021	1,04	1,21
				среднее	1,13	1,61
Глицин, 10 мг/л	розетка листьев	ИУК-ГФ, 10 мг/л	бутонизация	2019	1,76	1,99
				2020	1,76	1,99
				2021	1,16	1,31
				среднее	1,56	1,76
		ИУК-ГФ, 25 мг/л		2019	1,61	2,01
				2020	1,61	2,01
				2021	1,10	1,18
				среднее	1,44	1,73
		ИУК-ГФ, 50 мг/л		2019	1,61	1,93
				2020	1,61	1,93
				2021	1,04	1,09
				среднее	1,42	1,65
		ДваУ, 2 мл/л		2019	1,69	2,04
				2020	1,69	2,04
				2021	1,09	1,14
				среднее	1,49	1,74
НСР ₀₅	Фактор А				0,08	
	Фактор В				0,05	
	Фактор С				0,03	
	Взаимодействие АВ				0	
	Взаимодействие АС				0	
	Взаимодействие ВС				0,08	
	Взаимодействие ABC				0	

Урожайность плодов кориандра значительно различалась между тремя годами исследований (табл. 2), что указывает на сильное влияние погодных факторов. На высокую зависимость урожайности плодов кориандра от этого фактора также указывали другие исследователи [16, 17]. В контроле самая высокая урожайность плодов получена в 2019 г.: у сорта Янтарь – 1,56 т/га, Авангард – 1,81 т/га. В два других сезона урожайность плодов кориандра была значительно ниже: 1,50 и 1,80 т/га в 2020 г. и 1,04 и 1,21 т/га в 2021 г. соответственно. Современные исследования показывают, что кориандр реагирует на влажность и условия влажности во время роста, что сказывается на урожайности плодов. Rzekanowski et al. (2008) указывают на максимальную урожайность кориандра (1,75 т/га) при сумме естественных осадков и сезонной поливной нормы, равной от 350 до 450 мм [18]. Однако, по нашему мнению, важнейшую роль играет и их распределение в течение сезона.

Максимальная урожайность плодов кориандра у обоих изученных сортов отмечена при комбинированной фоллиарной обработке растений глицином нормой 10 мг/л в фазе розетки листьев и ИУК-ГФ нормой 10 мг/л в фазе бутонизации: сорта Янтарь – 1,56 т/га, Авангард – 1,76 т/га, что существенно выше на 0,43 т/га и на 0,15 т/га соответственно по сравнению с контролем. Также у сорта

Авангард максимальную урожайность плодов обеспечил вариант глицин нормой 10 мг/л в фазе розетки листьев и ИУК-ГФ нормой 25 мг/л в фазе бутонизации (1,73 т/га), а также глицин нормой 10 мг/л в фазе розетки листьев и ДваУ нормой 2 мл/л в фазе бутонизации (1,74 т/га).

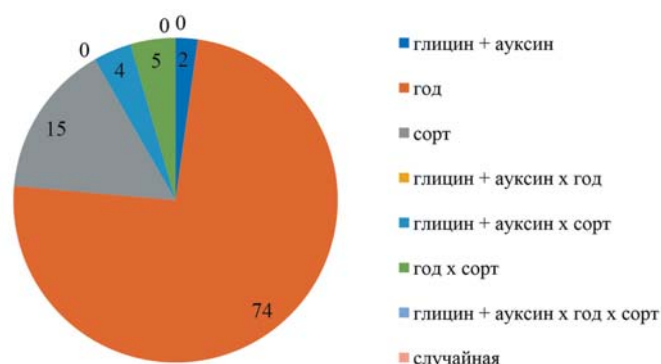


Рис. 2. Доля влияния факторов на показатель урожайности плодов кориандра посевного при комбинированной фоллиарной обработке растений глицином и ауксинподобными препаратами, % (2019-2021 годы)
Fig. 2. The significance of factors for the coriander fruits yield with combined foliar treatment of plants with glycine and auxin-containing preparations, % (2019-2021)

В среднем за годы исследований влияние изучаемых факторов на урожайность плодов кориандра определялось в основном их действием. Вклад фактора год в изменчивость показателя урожайности плодов составил 74 %, сорта – 15 % (рис. 2). Взаимодействие выявлено у факторов год x сорт (5 %) и глицин + ауксиновый препарат x сорт (4 %).

В целом, у укропа максимальный вклад в изменчивость показателя урожайности внес генотип (44 %), доля влияния фактора года составила 8 %. Не выявлено влияния взаимодействия факторов на изменчивость показателя урожайности семян. У кориандра вклад фактора год в изменчивость показателя урожайности составил 74 %, сорта – 15 %. Взаимодействие выявлено у факторов год x сорт (5 %) и глицин + ауксин x сорт (4 %).

Ценность плодов кориандра для переработки зависит от содержания и химического состава эфирного масла и доли в нём линалоола [19]. В нашем исследовании содержание масла кориандра в семенах варьировало от года к году, что, очевидно, было связано с изменением погодных условий и распределением осадков, на что указывают и другие авторы [9,17].

На кориандре сорта Янтарь при комбинированной некорневой обработке растений глицином нормой 10 мг/л в фазе розетки листьев и ИУК-ГФ нормой 50 мг/л в фазе бутонизации содержание эфирного масла в плодах составила 2,04 % против 1,58 % в контроле (прибавка на 0,46 %). На сорте Авангард при комбинированной фоллиарной обработке растений глицином нормой 10 мг/л в фазе розетки листьев и ДваУ нормой 2 мл/л в фазе бутонизации этот показатель был на уровне 1,43 % против 1,01 % в контроле (прибавка на 0,42%) (рис. 3). Эти различия могли быть связаны с разными генотипами семян кориандра, использованными в экспериментах.

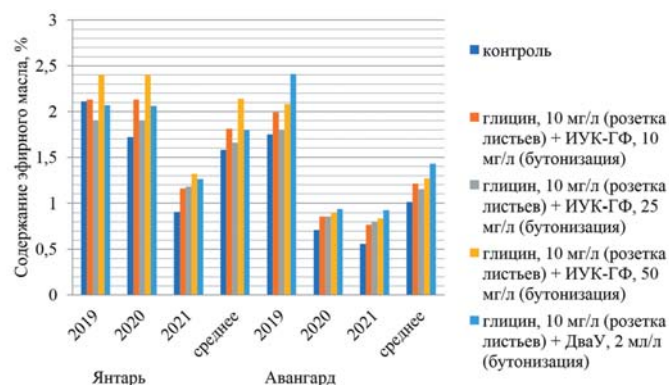


Рис. 3. Содержание эфирного масла в плодах кориандра посевного в зависимости от некорневой обработки растений глицином и ауксинсодержащими препаратами, % (2019-2021 годы, Липецкая область)
Fig. 3. The content of essential oil in the coriander fruits, depending on the foliar plants treatment with glycine and auxin-containing preparations, % (2019-2021, Lipetsk region)

Проведенный трехфакторный дисперсионный анализ показал, что на изменение содержания эфирного масла существенный вклад внес фактор года (44 %). Доля влияния фактора генотипа составила 23 %, глицин + ауксин – 3 %. Отмечен существенный вклад взаимодействия факторов глицин + ауксин x сорт (23 %) в изменчивость содержания эфирного масла. Суммарный вклад всех форм взаимодействия факторов составил 29 % (рис. 4).

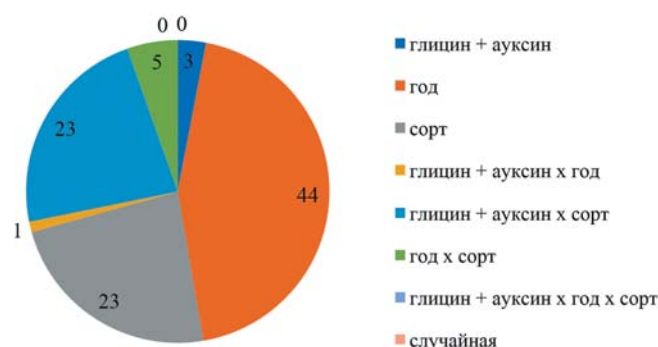


Рис. 4. Доля влияния факторов на показатель сбора эфирных масел кориандра посевного при комбинированной некорневой обработке растений глицином и ауксинсодержащими препаратами, % (2019-2021 годы)
Fig. 4. The significance of factors on the rate of collection of essential oils of coriander seed during combined foliar treatment of plants with glycine and auxin-containing preparations, % (2019-2021)

У сорта Янтарь при комбинированной некорневой обработке растений глицином нормой 10 мг/л в фазе розетки листьев и ИУК-ГФ нормой 50 мг/л в фазе бутонизации сбор эфирного масла составила 29,0 кг/га против 17,9 кг/га в контроле (прибавка на 11,1 кг/га). Также в варианте ИУК-ГФ нормой 10 мг/л прибавка была на уровне 10,3 кг/га. На сорте Авангард при комбинированной некорневой обработке растений глицином нормой 10 мг/л в фазе розетки листьев и ДваУ нормой 2 мл/л в фазе бутонизации этот показатель был на уровне 24,9 кг/га против 16,3 кг/га в контроле (прибавка на 8,6 кг/га). Следует отметить, что на этом сорте эффект между другими вариантами равнозначен (рис. 5).

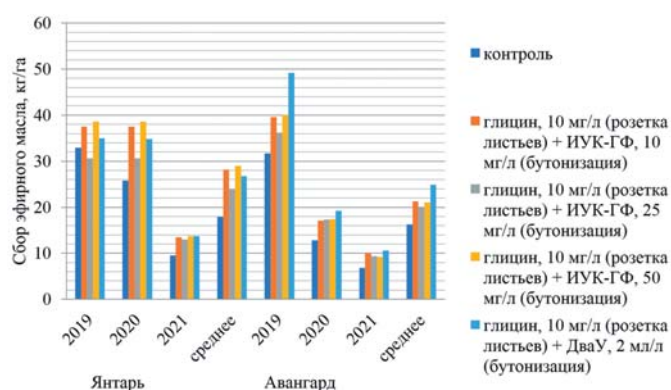


Рис. 5. Сбор эфирного масла в плодах кориандра посевного в зависимости от варианта обработки растений глицином и ауксинсодержащими препаратами, кг/га (2019-2021 годы, Липецкая область)
Fig. 5. The collection of coriander essential oil, depending on the treating option with glycine and auxin-containing preparations, kg/ha (2019-2021, Lipetsk region)

Заключение

Максимальная прибавка сбора эфирного масла кориандра сорта Янтарь (11,1 кг/га) отмечена при комбинированной обработке растений глицином нормой 10 мг/л в фазе розетки листьев и ИУК-ГФ нормой 50 мг/л в фазе бутонизации; сорта Авангард (8,6 кг/га) – при комбинированной обработке растений глицином в концентрации 10 мг/л в фазе розетки листьев и ДваУ в концентрации 2 мл/л в фазе бутонизации.

Об авторах:

Петр Викторович Почуев – аспирант кафедры овощеводства,
Pochuev1977@mail.ru

Наталья Геннадиевна Романова – кандидат с.-х. наук,
доцент, начальник отдела организации методической работы и
контроля качества ГБПОУ ДЗМ «МК №2»

Елена Львовна Маланкина – доктор с.-х. н., профессор кафедры
овощеводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, гл.н.с. лаборатории
Ботанический сад, автор для переписки, gandurina@mail.ru

About the authors:

Petr V. Pochuev – Graduate Student,
Department of Vegetable Growing, Pochuev1977@mail.ru

Natalya G. Romanova – Cand. Sci. (Agriculture),
Associate Professor, Head of the Department
for Organization of Methodological Work and Quality Control

Elena L. Malankina – Dr. Sci. (Agriculture), Prof.,
Department of Vegetable Growing,
Correspondence Author, gandurina@mail.ru

• Литература

1. Чумикина Л.В., Арабова Л.И., Колпакова В.В., Топунов А.Ф. Фитогормоны и абиотические стрессы (обзор). *Химия растительного сырья*. 2021;(4): 5-30.
2. Маланкина Е.Л. Агробиологическое обоснование повышения продуктивности эфиромасличных растений из семейства Яснотковые (*Lamiaceae* L.) в Нечерноземной зоне Российской Федерации. Москва, 2007. 343 с.
3. Mohammadipour N., Souri M.K. Effects of different levels of glycine in the nutrient solution on the growth, nutrient composition, and antioxidant activity of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Acta Agrobotanica*. 2019;72(1):1759-1768. DOI: 10.5586/aa.1759.
4. Malankina E., Potschuev P., Malankin G., Zaitchik B., Ruzhitskiy A. Aminosäuren für Arzneipflanzen aus Doldenblütler Familie (*Apiaceae*). *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 2021;25(2):10-16.
5. Почуев П.В., Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н. Перспективы некорневой обработки раствором глицина для повышения продуктивности укропа огородного. *Овощи России*. 2021;(5):64-68. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-64-68>
6. Souri M.K., Hatamian M. Aminocheates in plant nutrition: a review. *J. Plant Nutr.* 2019;42(1):67-78.
7. Shoostari F.Z., Souri M.K., Hasandokht M.R. and Jari S.K. Glycine mitigates fertilizer requirements of agricultural crops: case study with cucumber as a high fertilizer demanding crop. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 2020;19(7):1-10.
8. Aghaye Noroozlo A., Souri M.K., Delshad M. Stimulation effects of foliar applied glycine and glutamine amino acids on lettuce growth. *Open Agric.* 2019;4(1):164-172.
9. Szempliński W., Nowak J. Nitrogen fertilization versus the yield and quality of coriander fruit (*Coriandrum sativum* L.). *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 2015;14(3):37-50.
10. Маланкина Е.Л., Пржевальский Н.М., Кузнецов Н.И., Денисов П.Д., Грязнов А.П. Использование ауксиновых регуляторов роста для повышения продуктивности кориандра посевного (*Coriandrum sativum* L.) в условиях нечерноземной зоны РФ. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2013;(3):146-150.
11. Паштетский В.С., Вердыш М.В., Полякова Н.Ю. Значение эфиромасличных и лекарственных растений в социально-экономическом развитии стран и регионов. В книге: *Научный и инновационный потенциал развития производства и переработки эфиромасличных и лекарственных растений Евразийского экономического союза*. Симферополь, 2021. С.12-22.
12. Государственный реестр селекционных достижений, 2021.
13. Пржевальский Н.М., Грязнов А.П. Стимулятор роста растений на основе 3-индолилуксусной кислоты и способ его получения: заявка. 04.12.2009 пат. № 2 430 513 РФ; опубл. 10.10.2011. Бюлл. №28. 2 с.
14. Государственная Фармакопея Российской Федерации. М.: Медицина, 2018, XIV издание, том IV, ФС.2.5.0045.15. С.6515-6520.
15. Anwar F., Sulman M., Hussain A.I., Saari N., Iqbal S., Rashid U. Physicochemical composition of hydro-distilled essential oil from coriander (*Coriandrum sativum* L.) seeds cultivated in Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2011;5(15):3537-3544.
16. Carrubba A., Torre R., Saiano F., Alonzo G. Effect of sowing time on coriander performance in a semiarid Mediterranean environment. *Crop Sci.* 2006;(46):437-447.
17. Zheljazkov V.D., Pickett K.M., Caldwell C.D., Pincock J.A., Roberts J.C., Mapplebeck L. Cultivar and sowing date effects on seed field and oil composition of coriander in Atlantik Canada. *Indust. Crops Prod.* 2008;(28):88-94.
18. Rzekanowski C., Marynowska K., Rolbiecki S., Rolbiecki R. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on the yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Herba Pol.* 2007;53(3):163-170.
19. Burdock G.A., Carabin I.G. Safety assessment of coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil as a food ingredient. *Food Chem. Toxicol.* 2009;(47):22-34.

• References

1. Chumikina L.V., Arabova L.I., Kolpakova V.V., Topunov A.F. Phytohormones and abiotic stresses (review). *Chemistry of plant raw materials*. 2021;(4):5-30. (In Russ.)
2. Malankina E.L. Agrobiological justification for increasing the productivity of essential oil plants from the *Lamiaceae* L. family in the Nonchernozem zone of the Russian Federation. Moscow, 2007. 343 pp. (In Russ.)
3. Mohammadipour N., Souri M.K. Effects of different levels of glycine in the nutrient solution on the growth, nutrient composition, and antioxidant activity of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Acta Agrobotanica*. 2019;72(1):1759-1768. DOI: 10.5586/aa.1759.
4. Malankina E., Potschuev P., Malankin G., Zaitchik B., Ruzhitskiy A. Aminosäuren für Arzneipflanzen aus Doldenblütler Familie (*Apiaceae*). *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 2021;25(2):10-16.
5. Pochuev P.V., Malankina E.L., Kozlovskaya L.N. Prospects of foliar treatments with glycine solution to increase the productivity of dill. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(5):64-68. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-64-68>
6. Souri M.K., Hatamian M. Aminocheates in plant nutrition: a review. *J. Plant Nutr.* 2019;42(1):67-78.
7. Shoostari F.Z., Souri M.K., Hasandokht M.R. and Jari S.K. Glycine mitigates fertilizer requirements of agricultural crops: case study with cucumber as a high fertilizer demanding crop. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 2020;19(7):1-10.
8. Aghaye Noroozlo A., Souri M.K., Delshad M. Stimulation effects of foliar applied glycine and glutamine amino acids on lettuce growth. *Open Agric.* 2019;4(1):164-172.
9. Szempliński W., Nowak J. Nitrogen fertilization versus the yield and quality of coriander fruit (*Coriandrum sativum* L.). *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 2015;14(3):37-50.
10. Malankina E.L., Przhevalsky N.M., Kuznetsov N.I., Denisov P.D., Gryaznov A.P. The use of auxin growth regulators to increase the productivity of coriander (*Coriandrum sativum* L.) in the non-chernozem zone of the Russian Federation. *News of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2013;(3):146-150. (In Russ.)
11. Pashtetsky V.S., Verdysh M.V., Polyakova N.Yu. The importance of essential oil and medicinal plants in the socio-economic development of countries and regions. In the book: *Scientific and innovative potential for the development of production and processing essential oil and medicinal plants of the Eurasian Economic Union*. Simferopol, 2021. P.12-22. (In Russ.)
12. State Register of Breeding Achievements. (In Russ.)
13. Przhevalsky N.M., Gryaznov A.P. Plant growth stimulator based on 3-indolylacetic acid and method for its production: application. 04.12.2009 Pat. №2 430 513 RF; publ. 10.10.2011. Bull. No. 28. 2 p. (In Russ.)
14. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. M.: Medicine, 2018, XIV edition, volume IV, FS.2.5.0045.15. P.6515-6520. (In Russ.)
15. Anwar F., Sulman M., Hussain A.I., Saari N., Iqbal S., Rashid U. Physicochemical composition of hydro-distilled essential oil from coriander (*Coriandrum sativum* L.) seeds cultivated in Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2011;5(15):3537-3544.
16. Carrubba A., Torre R., Saiano F., Alonzo G. Effect of sowing time on coriander performance in a semiarid Mediterranean environment. *Crop Sci.* 2006;(46):437-447.
17. Zheljazkov V.D., Pickett K.M., Caldwell C.D., Pincock J.A., Roberts J.C., Mapplebeck L. Cultivar and sowing date effects on seed field and oil composition of coriander in Atlantik Canada. *Indust. Crops Prod.* 2008;(28):88-94.
18. Rzekanowski C., Marynowska K., Rolbiecki S., Rolbiecki R. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on the yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Herba Pol.* 2007;53(3):163-170.
19. Burdock G.A., Carabin I.G. Safety assessment of coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil as a food ingredient. *Food Chem. Toxicol.* 2009;(47):22-34.

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-82-87>
УДК 635.64:631.811.98:631.544.71

Н.В. Филиппова*, Г.Б. Демьянова-Рой

ФГБОУ ВО Костромская ГСХА
156530, Россия, Костромская обл.,
Костромской р-н, п. Караваево,
п. Караваевская с/а,
Учебный городок, дом 34

Автор для переписки:

natacha14071979@gmail.com

Благодарности. Выражаем глубокую признательность генеральному директору ООО «Цветы Высоково Корнилову Алексею Владимировичу за помощь, оказанную при подготовке и проведении исследований на территории тепличного комбината

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Филиппова Н.В., Демьянова-Рой Г.Б. Применение биологически активных веществ в технологии выращивания томата F₁ Шерами в условиях защищенного грунта. *Овощи России*. 2022;(5):82-87. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-82-87>

Поступила в редакцию: 23.08.2022

Принята к печати: 07.09.2022

Опубликована: 26.09.2022

Natalia V. Filippova*, Galina B. Demyanova-Roy

Kostroma State Agricultural Academy
Training campus, house 34,
Karavaevskaya village, v. Karavaevo,
Kostroma district, Kostroma region,
156530, Russia

*Corresponding author:

natacha14071979@gmail.com

Acknowledgments. We express our deep gratitude to Alexey Vladimirovich Kornilov, General Director of Flowers Vysokovo LLC, for the assistance provided during the preparation and conduct of research on the territory of the greenhouse complex.

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

Author contributions: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Filippova N.V., Demyanova-Roy G.B. The use of biologically active substances in the technology of growing tomato F₁ Sherami in protected ground conditions. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(5):82-87. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-82-87>

Received: 23.08.2022

Accepted for publication: 07.09.2022

Published: 26.09.2022

Применение биологически активных веществ в технологии выращивания томата F₁ Шерами в условиях защищенного грунта



Резюме

Актуальность. Интерес производителей овощей к мелкоплодным гибридам томата в последние годы возрастает. Обусловлено это высокими товарными качествами плодов, которые не растрескиваются, содержат в 3 раза больше сахаров, чем крупноплодные томаты, также расширен их ассортимент использования для консервирования и салатов.

Цель: выявить эффективные варианты применения биологически активных веществ в условиях продленного оборота зимних теплиц на посадках томата F₁ Шерами.

Методы. Исследования были направлены на изучение влияния биологически активных веществ – Селенат натрия в концентрации 10-5, концентрат хвойный натуральный (2 мг/л), Эпин-Экстра (0,2 мг/л) и их двойных и тройных сочетаний на продуктивность томата черри F₁ Шерами. Обработку растений проводили 4 раза за вегетацию – после пикировки, при высадке рассады на постоянное место, при наливе первой кисти и в период массового сбора урожая.

Результаты. В результате исследований установлено, что применение вышеперечисленных препаратов увеличивают продуктивность растений томата гибрида F₁ Шерами. Максимальная урожайность по результатам 2018 и 2019 годов получена в варианте с применением Селената натрия + КХН + Эпин-экстра и составила в среднем 288,1 т/га. Также применение БАВ оказывало влияние и на содержание сухого вещества, сахаров и макроэлементов.

Заключение. Действие препаратов биологически активных веществ положительно повлияло на рост и развитие растений. Варьирование прибавки урожайности по сравнению с контролем составило от 5,2 до 17,2 т/га. Максимальная величина урожая томата гибрида F₁ Шерами получена в варианте с применением Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра, прибавка составила 19 т/га, что позволило получить соответствующий уровень дохода более 272 тыс. руб./га.

Ключевые слова: томат, защищенный грунт, гибрид F₁ Шерами, БАВ, урожайность

The use of biologically active substances in the technology of growing tomato F₁ Sherami in protected ground conditions

Abstract

Relevance. The interest of vegetable producers in small-fruited tomato hybrids has been increasing in recent years. This is due to the high commercial qualities of fruits that do not crack, contain 3 times more sugars than large-fruited tomatoes, and their range of use for canning and salads has also been expanded.

Goal: to identify effective options for the use of biologically active substances in conditions of extended turnover of winter greenhouses on tomato plantings F₁ Sherami.

Methods. Research was aimed at studying the effect of biologically active substances – sodium selenate at a concentration of 10-5, natural coniferous concentrate (2 mg/l), Epin-Extra (0.2 mg/l) and their double and triple combinations on the productivity of cherry tomatoes F₁ Sherami. The treatment of plants was carried out 4 times during the growing season – after picking, when planting seedlings in a permanent place, when pouring the first brush and during the mass harvest.

Results. As a result of research, it was found that the use of the above drugs increases the productivity of tomato plants of the Sherami hybrid. The maximum yield according to the results of 2018 and 2019 was obtained on the variant using sodium Selenate + KHN + Epin-extra and averaged 288.1 t/ha. Also, the use of BAS had an effect on the content of dry matter, sugars and macronutrients.

Conclusion. The effect of preparations of biologically active substances positively affected the growth and development of plants. The variation of the yield increase compared to the control ranged from 5.2 to 17.2 t/ha. The maximum yield of the Sherami hybrid tomato was obtained on the variant using sodium Selenate + KHN + Epin-extra, the increase was 19 t/ha, which made it possible to obtain an appropriate income level of more than 272 thousand rubles/ha.

Keywords: tomato, closed ground, hybrid Sherami, BAS, yield

Введение

Российский рынок тепличного овощеводства заметно расширяется в первую очередь за счет достижений селекционеров в создании мелкоплодных гибридов томата с различной формой и окраской плодов для защищенного грунта [1,2].

Первые результаты селекции черри и коктейль томатов получены в 90-х годах минувшего века во ВНИИ овощеводства совместно с селекционно-семеноводческой агрофирмой «Ильинична». Созданные ими гибриды отличаются высокой урожайностью до 35 кг/м².

Важной составляющей производства овощей остается производство экологически безопасной продукции, поэтому использование биологически активных веществ (БАВ) для стимуляции роста и повышения уровня адаптации к климатическим условиям является одним из приоритетных направлений в повышении продуктивности томатов. БАВ оптимизируют питание растений, повышают устойчивость к неблагоприятным факторам среды и способствуют повышению продуктивности культуры. Для Костромской области, относящейся ко 2 климатической зоне, очень важно ежегодное получение экологически безопасной продукции защищенного грунта.

Материалы и методы

Исследования проводили в тепличном комбинате ООО «Цветы Высоково» Костромской области в продленном обороте выращивания культуры в условиях защищенного грунта.

Объектом исследования в опыте являлся среднеспелый, салатный гибрид томата черри селекции Rijk Zwaan F₁ Шерами, с очень плотными нерастрескивающимися плодами красного цвета массой 15-16 г.

Исследования осуществляли в производственных условиях, опыт закладывали в 3-кратной повторности с систематическим размещением делянок. Общая площадь опыта составляла 200 м², учетная площадь делянки – 35 м². Число растений на делянке – 14 шт. Плотность посадки – 2,5 растения на 1 м², с увеличением густоты стояния стеблей до 3,75 шт./м² [3].

Схема опыта включала следующие варианты: опрыскивание растений томата на протяжении всего периода вегетации (после пикировки, при посадке рассады в теплицу, при цветении первой кисти, в период массового сбора плодов):

1. Контроль – вода
2. Раствор Селената натрия в концентрации 10⁻⁵
3. Раствор КХН 2 мг/л
4. Раствор Эпин-экстра 0,2 мг/л
5. Раствор Селената натрия + КХН
6. Раствор Селената натрия + Эпин-экстра
7. Раствор КХН + Эпин-экстра
8. Раствор Селената натрия + КХН + Эпин-экстра

В опыте применяли следующие препараты:

Концентрат хвойный натуральный (КХН) – включает активные вещества хвои сосны и ели, содержащие витамины, минералы, фитонциды, белки, аминокислоты, сахара, флавоноиды. Препарат стимулирует рост и развитие растений, укрепляет корневую систему, создает устойчивость к вирусам, микробам, некоторым насекомым вредителям, повышает урожайность культуры.

Селенат натрия – это неорганическое соединение, соль щелочного металла натрия и селеновой кислоты с

формулой Na₂SeO₄. Вопрос о способности соединений селена влиять на рост и развитие растений самостоятельно ставился в исследованиях очень редко. Чаще всего он выяснялся попутно в экспериментах, целью которых было обогащение сельскохозяйственных растений селеном для решения проблем его дефицита в кормах [4]. Ранее, в условиях Костромской области [5] изучали способность накопления селена при внесении селената и селенита натрия в условиях капельного орошения, динамику его накопления в плодах, а также влияние солей селена на урожайность культуры. Также в работе Шакури (1974) [6] было отмечено, что растворы Селената натрия обладают ростостимулирующим эффектом.

Эпин-Экстра – регулятор роста растений, антистрессовый адаптоген, стимулятор иммунной системы. Относится к группе брассинолидов. Препарат регулирует все защитные функции клетки. Снижает стресс при пересадке, стимулирует устойчивость к фитофторозу и другим заболеваниям, повышает устойчивость к засухе, холоду, ожогам и воздействию других неблагоприятных внешних факторов.

Посев семян томата F₁ Шерами проводили в начале января (в 2018 году – 4 января, в 2019 году – 6 января), в кассеты, набитые торфяной смесью. 24 января 2018 года и 21 января 2019 года использовали прием пикировки сеянцев под семядольные листочки (с оборотом пробки). Высадку растений в теплицу на постоянное место проводили 12-14 февраля в оба года наблюдений. В конце апреля наступили первые сроки сбора урожая.

Наблюдения в опыте включали учет биометрических, фотосинтетических показателей, урожайности томата в зависимости от применяемых БАВ.

При изучении биометрических параметров с использованием методики Белика В.Ф. (1970) [7] определяли: длину стебля в см, число листьев в шт., количество плодonoсящих соцветий и количество плодов в кисти

В показателях фотосинтетической деятельности определяли площадь листовой поверхности весовым методом [7], фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывали, руководствуясь методикой Ничипоровича А.А. [8,9].

Сбор плодов проводили три раза в неделю по «Методике опытного дела в овощеводстве и плодоводстве» [3].

Учет общего урожая проводили согласно ГОСТ 34298-2017 Томаты свежие.

Биохимические анализы выполняли в ФГБУ ГСАС «Костромская»: определение сухого вещества, сахаров, содержание азота, фосфора и калия в плодах (%).

Содержание сухого вещества определяли по ГОСТ 31640-2012 методом высушивания при температуре 105°C, азота – титриметрическим методом по Кьельдалю согласно ГОСТ 13496.4-93, фосфора – фотометрическим методом по ГОСТ 26657-97, калия – пламенно-фотометрическим методом по ГОСТ 30504-97, сахаров – по ГОСТ 26175-91 методом определения массовых долей растворимых и легкогидролизуемых углеводов с антроновым реактивом.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа [10] с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Индетерминантный гибрид томата F₁ Шерами в продленном обороте выращивали по голландской техноло-

гии, предусматривающей оставление дополнительного пасынка для формирования второго стебля [11]. Соотношение растений с одним и двумя стеблями составляло 1:1. Формирование растений на 2 стебля начинали в марте месяце после формирования третьей кисти.

Результаты и их обсуждение

В продленном обороте в зимней теплице, обустроенной по голландской технологии, применение биологически активных веществ (БАВ) в соответствии со схемой опыта оказывало различное влияние на морфометрические показатели растений томата гибрида F₁ Шерами.

Формирование длины стебля и количества листьев на одностебельных растениях томата гибрида F₁ Шерами в течение вегетационного периода имели общие закономерности экспоненциального роста по вариантам опыта. Существенного влияния действия препаратов на эти показатели не отмечено (табл. 1).

На двухстебельных растениях гибрида томата F₁ Шерами в период начала сбора урожая отмечено существенное влияние препаратов на формирование длины стебля и количество листьев на растении. При этом максимальная длина стебля установлена на варианте с обработкой тройным сочетанием исследуемых препаратов (+5,5% к контролю) (табл. 2).

По общему количеству листьев, сформированных одно- и двухстебельными растениями к моменту первых сборов, все варианты применения БАВ превышали контроль, в репродуктивный период развития растений все показатели были в пределах ошибки опыта.

В продленном обороте производят уплотнение фитоценоза за счет формирования дополнительных побегов на каждом втором растении томата гибрида F₁ Шерами.

Возделывание томата F₁ Шерами в опыте предусматривало регулирование числа листьев путем обрезки. Поэтому, фактически к моменту начала сбора урожая, на

Таблица 1. Биометрические показатели одностебельных растений томата гибрида F₁ Шерами (на 1 растение)
Table 1. Biometric parameters of single stem tomato plants of the hybrid F₁ Sherami (per 1 plant)

Вариант	Вегетативный период		Репродуктивный период			
	длина стебля, м	количество листьев, шт.*	начало сбора урожая		окончание сбора	
			длина стебля, м	количество листьев, шт.*	длина стебля, м	количество листьев, шт.*
контроль	0,4	25,9	2,1	36,3	7,6	83,6
Селенат натрия	0,4	25,2	2,0	36,6	7,4	83,0
КХН	0,5	24,3	2,0	36,7	7,5	82,2
Эпин-экстра	0,4	24,6	1,9	37,2	7,4	81,6
Селенат натрия + КХН	0,4	24,6	2,0	36,8	7,4	82,4
Селенат натрия + Эпин-экстра	0,4	24,5	1,9	37,2	7,4	82,1
КХН + Эпин-экстра	0,5	24,3	2,0	38,4	7,4	83,3
Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра	0,5	24,8	2,0	38,5	7,4	81,4
НСР ₀₅	0,06	0,31	0,06	-	0,02	0,51

* количество листьев, сформированное растением томата за период вегетации

Таблица 2. Биометрические показатели двухстебельных растений томата гибрида F₁ Шерами (на 1 растение)
Table 2. Biometric indicators of two-stemmed tomato plants of the hybrid F₁ Sherami (per 1 plant)

Вариант	Вегетативный период		Репродуктивный период			
	длина стебля, м	количество листьев, шт.*	начало сбора урожая		окончание сбора	
			длина стебля, м	количество листьев, шт.*	длина стебля, м	количество листьев, шт.*
Контроль	0,4	32,4	2,7	52,9	13,8	143,4
Селенат натрия	0,4	32,9	2,7	53,5	13,4	139,6
КХН	0,5	31,1	2,6	54,8	13,7	141,7
Эпин-экстра	0,4	31,8	2,6	56,0	13,5	139,9
Селенат натрия + КХН	0,4	31,9	2,6	54,9	13,6	141,4
Селенат натрия + Эпин-экстра	0,4	31,0	2,6	55,0	13,4	138,7
КХН + Эпин-экстра	0,5	31,6	2,6	58,4	14,0	143,9
Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра	0,5	32,4	2,7	58,3	13,4	139,2
НСР ₀₅	0,06	0,97	0,05	0,67	0,31	1,53

* количество листьев, сформированное растением томата за период вегетации

Таблица 3. Показатели фотосинтетической деятельности, урожайность и коэффициент хозяйственной эффективности томата F₁ Шерами
Table 3. Indicators of photosynthetic activity, yield and coefficient of economic efficiency of tomato F₁ Sherami

Вариант	Площадь листьев м ² /м ²	ФП м ² /м ²	ЧПФ, г/м ² сутки	Урожайность, кг/м ²		K _{хоз}
				ранняя	общая	
контроль	345,7	4827,0	0,7	5,1	26,9	63,5
Селенат натрия	333,2	4650,1	0,7	5,3	28,5	62,3
КХН	341,4	4764,2	0,8	5,9	28,3	67,2
Эпин-экстра	337,7	4712,6	0,8	5,7	27,6	64,3
Селенат натрия + КХН	341,1	4760,7	0,7	5,5	28,1	63,2
Селенат натрия + Эпин-экстра	336,5	4696,9	0,7	5,2	27,4	62,1
КХН + Эпин-экстра	346,4	4834,6	0,7	6,1	28,6	60,9
Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра	336,3	4693,9	0,8	5,4	28,8	64,1
НСР ₀₅	4,69			0,11	0,36	
Коэффициент корреляции, r	-0,254 обратная, лабая		0,014 прямая, слабая			
Критерий существенности фактический, tr	-0.640		0.034			
Критерий существенности табличный, tr табл.			2,447			

растения оставляли 10-15 листьев, в репродуктивный период – 19-20 листьев на одностебельных и 39-40 шт. на двухстебельных растениях [11,12,13].

Фотосинтетическая деятельность растений в посадках томата характеризуется такими основными показателями как величина площади листьев и фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза, интенсивностью работы ассимиляционного аппарата и эффективностью формирования урожая (табл. 3).

Площадь листовой поверхности растений томата гибрида F₁ Шерами, находящаяся в пределах от 333 до 346 м²/м², приводит к существенному увеличению урожайности культуры по всем вариантам опыта.

Максимальная площадь ассимиляционного аппарата отмечена в варианте с применением КХН + Эпин-Экстра и составила 346,4 м²/м², в этом же варианте отмечен максимальный показатель фотосинтетического потенциала и урожайности.

Урожай растений является функцией фотосинтеза. Коэффициент хозяйственной деятельности показывает, насколько эффективно растение тратит органические соединения, источником образования которых был фотосинтез на формирование хозяйственно ценной части урожая. Максимальный коэффициент хозяйственной деятельности получен нами в варианте с применением КХН и составил 67,2%.

Величина чистой продуктивности фотосинтеза на уровне 0,7-0,8 г/м² очевидно является эффективным показателем фотосинтетической деятельности посевов, обеспечивающим формирование урожайности, существенно превышающее контроль по всем вариантам опыта. При этом применение сочетания исследуемых препаратов привело к максимальному увеличению урожайности до 28,8 кг/м². Применение БАВ положительно влияло на получение раннего урожая, все варианты значительно превосходили контроль. Максимальный ранний урожай получен на варианте с обработкой КХН + Эпин-Экстра и составил 6,12 кг/м².

На следующем графике показаны особенности формирования ценоза томата гибрида Шерами в зимних теплицах. От первоначальной густоты стояния в 2,5 растения/м² к периоду формирования 2-3 кисти количество стеблей увеличивается до 3,75 шт./м². В посадках получают одностебельные и двух стебельные растения томата гибрида F₁ Шерами.

Увеличение числа стеблей на единицу площади позволяет получить прибавку урожайности от 19,9% на варианте с применением Эпин-Экстра до 35,8% в варианте с обработкой Селенат натрия + Эпин-Экстра.

Как известно плоды томата отличаются высокими вкусовыми свойствами, которые зависят от биохимического состава плодов (табл. 4)

По литературным источникам содержание макроэлементов в плодах томатов Черри составляет в среднем 2,5% калия, 0,8% фосфора, количество сахаров в два – три

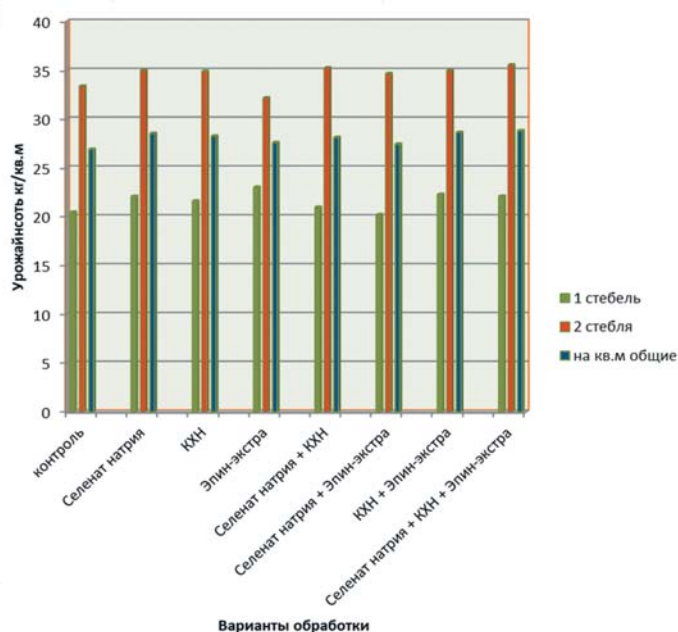


Рис. 1. Урожайность томата F₁ Шерами, кг/м²
Fig. 1. Productivity of tomato F₁ Sherami, kg/m²

Таблица 4. Содержание макроэлементов и сахаров в плодах томата гибрида F₁ Шерами
Table 4. The content of macronutrients and sugars in the fruits of the tomato hybrid F₁ Sherami

Вариант	Сухое вещество, %		Азот*, %		Фосфор*, %		Калий*, %		Сахара (общее)*, %	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
контроль	8,34	7,56	2,16	1,90	0,81	0,61	3,27	4,19	44,91	39,58
Селенат натрия	7,25	6,48	1,51	2,88	0,66	0,71	2,50	4,47	35,92	28,90
КХН	9,23	6,39	2,34	2,68	0,90	0,71	3,72	4,46	39,10	32,26
Эпин-экстра	8,22	6,25	2,07	3,02	0,69	0,74	2,72	4,51	38,81	31,49
Селенат натрия + КХН	7,77	6,84	2,62	2,88	0,95	0,72	3,96	4,21	38,34	33,33
Селенат натрия + Эпин-экстра	7,51	6,84	1,74	2,91	0,93	0,69	2,72	4,33	34,78	28,13
КХН + Эпин-экстра	7,07	8,91	2,42	2,58	0,83	0,57	3,76	4,53	35,24	39,77
Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра	7,79	7,24	1,67	2,87	0,70	0,38	2,90	4,38	39,97	26,96

*- в пересчете на сухое вещество

раза больше, чем в крупных помидорах и колеблется в пределах 8,5-12,8%. Содержание сухого вещества в плодах находится, как правило, в пределах 4-7,5%.

Анализируя показатели, отмечаем, что содержание сухого вещества по вариантам изменялось в пределах от 7,07 до 9,23% в 2018 году и от 6,25 до 8,91% – в 2019 году. Максимальное содержание сухого вещества отмечали в первый год исследований в варианте с применением КХН (9,23%), во второй год – КХН + Эпин-Экстра (8,91%).

Содержание сахаров в плодах томата гибрида F₁ Шерами было выше среднего уровня более чем в 3-5 раз.

Содержание калия в оба года наблюдений было выше нормы и колебалось от 2,72% до 4,53%, при этом в 2019 году его величина была на 30-50% больше, чем в предыдущем. На увеличение содержания калия сказались высокие среднемесячные температуры воздуха с мая по сентябрь

2019 года, которые на 21,7°C превышали аналогичный период 2018 года. Содержание фосфора в 2018 году было в пределах нормы, в 2019 году наблюдали небольшое снижение его содержания в плодах (20-25%).

Согласно табл. 5, применение каждого препарата обеспечивало существенную прибавку урожайности по сравнению с контролем.

Из вышеизложенного можно сделать заключение, что в производстве для получения наибольшего дохода лучше всего использовать варианты КХН + Эпин-Экстра и Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра.

Заключение

Применение биологически активных веществ на посадках томата F₁ Шерами позволило установить их положительное влияние на весь цикл роста и развития растений.

Таблица 5. Урожайность и сумма реализации продукции томата гибрида F₁ Шерами (2018-2019 годы)
Table 5. Yield and sales amount of tomato hybrid F₁ Sherami (2018-2019)

Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс. руб/га*	+/- к контролю
контроль	269,1	254440,5	
Селенат натрия	285,3	269763,0	15322,5
КХН	282,5	267103,8	12663,3
Эпин-экстра	275,9	260839,8	6399,4
Селенат натрия + КХН	281,1	265744,6	11304,1
Селенат натрия + Эпин-экстра	274,3	259303,4	4862,9
КХН + Эпин-экстра	286,3	270649,4	16208,9
Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра	288,1	272422,2	17981,7

*- цена реализации 1 т томатов – 94550 рублей

Действие исследуемых препаратов было положительным с варьированием прибавки урожайности по сравнению с контролем от 5,2 до 17,2 т/га. Максимальная прибавка урожайности томата гибрида F₁ Шерами получена

на варианте с применением Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра, которая составила 19 т/га, и позволила получить соответствующий уровень дохода более 272 тыс. руб./га.



Рис. 2. Кисть томата F₁ Шерами



Рис. 3. Посадки томата F₁ Шерами



Рис. 4. Томат F₁ Шерами, начало созревания плодов

Об авторах:

Наталья Владимировна Филиппова – аспирант кафедры земледелия, растениеводства и селекции, natacha14071979@gmail.com

Галина Борисовна Демьянова-Рой – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и селекции, gdemjan@yandex.ru

About the authors:

Natalia V. Filippova – Postgraduate Student of the Department of Agriculture, Plant Breeding and Breeding, Kostroma State Agricultural Academy, natacha14071979@gmail.com

Galina B. Demyanova-Roy – Doc. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing and Breeding, gdemjan@yandex.ru

• Литература

1. Ситников А. Рекордные показатели, несмотря на пандемию. Perfect Agriculture. Защищенный грунт. Специальный проект. 2020. 2-й квартал.
2. В России выросло потребление овощей защищенного грунта. *Гавриш*. 2020;(5):22-25.
3. Моисейченко В.Ф., Заверюха А.Х., Трифонова М.Ф. Основы научных исследований в плодородии, овощеводстве и виноградарстве. М.: Колос, 1994. 383 с.
4. Блинохватов А.Ф., Вихрева В.А., Хрянин В.Н. и др. Селен в биосфере. Пенза: РИО ПГСХА, 2001. 324 с.
5. Демьянова-Рой Г.Б., Голубкина Н.А., Жумаев А.Д. Эффективность применения селената и селенита натрия при выращивании томата в защищенном грунте. *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2003;(2):11-13.
6. Шакури Б.К. Влияние солей селена на рост и развитие пшеницы на горно-лесных коричневых оподзоленных почвах. Селен в биологии. Баку: Элм, 1974. С.154-160.
7. Белик В.Ф. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве. М., Колос, 1970.
8. Ничипорович А.А. Фотосинтез и пути повышения урожайности растений. *Вестник с.-х. науки*. 1966;(2):1-12.
9. Ничипорович А.А. Световое и углеродное питание растений (фотосинтез). М.: Изд. АН СССР, 1955. 286 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: «Колос», 1979. 415 с.
11. Король В.Г. Разрыв тканей у плодов томата в защищенном грунте. *Овощи России*. 2020;(1):45-49. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-45-49>
12. Король В.Г. Формирование дополнительных побегов у растений томата в продленном обороте. *Теплицы России*. 2000;(3):26-28.
13. <https://proogorodik.ru/gollandskaya-texnologiya-vyrashhivaniya-tomatov.html>

• References

1. Sitnikov A. Record performance despite the pandemic. perfect agriculture. protected ground. Special project. 2020. 2nd quarter. (In Russ.)
2. Consumption of greenhouse vegetables has increased in Russia. *Gavrish*. 2020;(5):22-25. (In Russ.)
3. Moiseichenko V.F., Zaveryukha A.Kh., Trifonova M.F. Fundamentals of scientific research in fruit growing, vegetable growing and viticulture. M.: Kolos, 1994. 383 p. (In Russ.)
4. Blinokhvato A.F., Vikhreva V.A., Khryanin V.N. and others. Selenium in the biosphere. Penza, 2001. 324 p. (In Russ.)
5. Demyanova-Roy G.B., Golubkina N.A., Zhumaev A.D. The effectiveness of the use of sodium selenate and selenite in the cultivation of tomato in protected ground. *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2003;(2):11-13. (In Russ.)
6. Shakuri B.K. Influence of selenium salts on the growth and development of wheat on mountain-forest brown steppe soils. *Selenium in biology*. Baku: Elm, 1974. P.154-160. (In Russ.)
7. Belik V.F. Methods of physiological research in vegetable growing and melon growing. M., Kolos, 1970. (In Russ.)
8. Nichiporovich A.A. Photosynthesis and ways to increase plant productivity. *Vestnik agric. science*. 1966;(2):1-12. (In Russ.)
9. Nichiporovich A.A. Light and carbon nutrition of plants (photosynthesis). M., 1955. 286 p. (In Russ.)
10. Dospekhov B.A. Methods of field experience. M.: Kolos, 1979. 415 p. (In Russ.)
11. Korol V.G. Tissue rupture in tomato fruits in protected ground. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(1):45-49. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-45-49>
12. Korol V.G. Formation of additional shoots in tomato plants in extended circulation. *Greenhouses of Russia*. 2000;(3):26-28. (In Russ.)
13. <https://proogorodik.ru/gollandskaya-texnologiya-vyrashhivaniya-tomatov.html>

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-88-93>
УДК 635.25-03:631.563

М.И. Иванова*, Е.В. Янченко, А.И. Кашлева

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

*Автор для переписки: ivanova_170@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Иванова М.И., Янченко Е.В., Кашлева А.И. Урожайность и качество зеленых листьев съедобных видов *Allium* L. в зависимости от видов упаковки, срока и температуры хранения. *Овощи России*. 2022;(5):88-93. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-88-93>

Поступила в редакцию: 28.08.2022

Принята к печати: 13.09.2022

Опубликована: 26.09.2022

Maria I. Ivanova*, Elena V. Yanchenko,
Anna I. Kashleva

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

*Correspondence Author: ivanova_170@mail.ru

Acknowledgments. We express our deep gratitude to Alexey Vladimirovich Kornilov, General Director of Flowers Vysokovo LLC, for the assistance provided during the preparation and conduct of research on the territory of the greenhouse complex.

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

Author contributions: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Ivanova M.I., Yanchenko E.V., Kashleva A.I. Yield and quality of green leaves of edible species of *Allium* L. depending on the type of packaging, storage time and temperature. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(5):88-93. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-88-93>

Received: 28.08.2022

Accepted for publication: 13.09.2022

Published: 26.09.2022

Урожайность и качество зеленых листьев съедобных видов *Allium* L. в зависимости от видов упаковки, срока и температуры хранения



Резюме

Актуальность. Род *Allium* L. привлекает внимание исследователей вследствие наличия у его представителей ценных лекарственных, пищевых и декоративных свойств, приспособительных возможностей, устойчивости к вредителям и болезням, экологической пластичности, что способствует конкурентоспособности видов и проявлению высокой степени адаптации за пределами естественных ареалов и широким географическим распространением. Ресурсы *Allium* в России являются потенциальным источником генов для расширения генетической базы сельскохозяйственных культур.

Цель работы состояла в установлении урожайности и изменения качества зеленых листьев интродуцированных в Московскую область видов *Allium* в процессе кратковременного хранения в зависимости от вида упаковки, срока и температуры хранения. 4-5-летние растения 4-х видов (*A. altynolicum*, *A. chyatophorum*, *A. nutans* и *A. turkestanicum*) выращивали на коллекционном участке луков многолетних ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО.

Результаты. В условиях Московской области урожайность за одну генерацию листьев варьировала от 2,7 кг/м² (*A. altynolicum*) до 4,9 кг/м² (*A. cyathophorum*). Максимальный выход товарной продукции отмечен в герметично закрытых полиэтиленовых пакетах при хранении в течение 10 суток при температуре +6...+8°C в холодильной камере с контролируемыми условиями: *A. turkestanicum* – 70,0 %, *A. cyathophorum* – 75,5%, *A. altynolicum* – 84,9%, *A. nutans* – 92,9%. Однако увеличение содержания сухого вещества (10,1-15,5 %) выявлено при хранении в открытом полимерном ящике у всех испытанных видов. Максимальное содержание витамина С при хранении в герметично закрытых пакетах плотностью 100 мкм выявлено у *A. altynolicum* (37,1 мг%) и у *A. nutans* (42 мг%). У других видов максимальное значение данного показателя отмечено до закладки на хранение. Небольшое увеличение суммы сахаров после хранения в течение 10 суток отмечено у видов с линейной формой листа при хранении в полимерном ящике.

Ключевые слова: съедобные виды *Allium* L., урожайность, биохимический состав, сохранность

Yield and quality of green leaves of edible species of *Allium* L. depending on the type of packaging, storage time and temperature

Abstract

Relevance. The genus *Allium* L. attracts the attention of researchers due to the presence of valuable medicinal, nutritional and decorative properties, adaptive capabilities, resistance to pests and diseases, ecological plasticity in its representatives, which contributes to the competitiveness of species and the manifestation of a high degree of adaptation outside natural areas and wide geographical distribution. *Allium* resources in Russia are a potential source of genes for expanding the genetic base of agricultural crops.

The aim of the work was to establish the yield and change in the quality of green leaves of *Allium* species introduced into the Moscow region during short-term storage, depending on the type of packaging, storage period and temperature. 4-5-year-old plants of 4 species (*A. altynolicum*, *A. chyatophorum*, *A. nutans* and *A. turkestanicum*) were grown on the collection plot of perennial onions of All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of the FSBSI FSVC.

Results. In the conditions of the Moscow region, the yield per leaf generation varied from 2.7 kg/m² (*A. altynolicum*) to 4.9 kg/m² (*A. cyathophorum*). The maximum yield of marketable products was noted in hermetically sealed plastic bags when stored for 10 days at a temperature of +6...+8°C in a refrigerator with controlled conditions: *A. turkestanicum* – 70.0%, *A. cyathophorum* – 75.5%, *A. altynolicum* – 84.9%, *A. nutans* – 92.9%. However, an increase in the dry matter content (10.1-15.5%) was found during storage in an open polymer box in all tested species. The maximum content of vitamin C during storage in hermetically sealed bags with a density of 100 µm was found in *A. altynolicum* (37.1 mg%) and *A. nutans* (42 mg%). In other species, the maximum value of this indicator was noted before storage. A slight increase in the amount of sugars after storage for 10 days was noted in species with a linear leaf shape when stored in a polymer box.

Keywords: edible species of *Allium* L., productivity, biochemical composition, keeping quality

Введение

Ускоренный образ жизни, неправильное и неполноценное питание и рост ожирения – вот некоторые из отрицательных черт образа жизни современного человечества. Именно по этой причине потребители все больше осознают необходимость потребления сезонно доступных, новых источников пищи, характеризующихся богатым питательным составом и значительным содержанием фитохимических веществ с высокой антиоксидантной способностью [1]. Фактически, многочисленные исследования показывают, что здоровое питание и профилактика различных дегенеративных заболеваний тесно связаны, и что, потребляя продукты, богатые биологически активными соединениями, фитонутриентами, мы можем оказать значительное положительное влияние на здоровье. Одним из важных компонентов здорового питания сегодня является минимальное воздействие на окружающую среду. Это означает, что здоровая диета включает продукты, богатые питательными веществами, а также те, которые менее вредны для окружающей среды, такие как фрукты, овощи и лекарственные растения [2]. Поэтому при планировании здорового ежедневного питания важно включать те продукты, которые характеризуются богатым составом специализированных, экологически чистых метаболитов. Одним из забытых видов растений, особенно с точки зрения питания, являются представители рода *Allium* L.

Род *Allium*, насчитывающий более 920 видов [3], является одним из самых разнообразных и крупнейших родов однодольных [4,5]. Ресурсы *Allium* L. в России являются потенциальным источником генов для расширения генетической базы сельскохозяйственных культур [1].

Род *Allium* привлекает внимание исследователей вследствие наличия у его представителей ценных лекарственных, пищевых и декоративных свойств, приспособительных возможностей, устойчивости к вредителям и болезням, экологической пластичности, что способствует конкурентоспособности видов и проявлению высокой степени адаптации за пределами естественных ареалов и широким географическим распространением. Именно благодаря богатому питательному составу и содержанию фитохимических веществ с высоким терапевтическим потенциалом и диапазону

биологической активности, от антиоксидантной до антимикробной, этот вид растений можно считать функциональным продуктом питания с высоким производственным потенциалом для различных функциональных продуктов и продуктов питания натурального происхождения [6,7].

Листья лука относятся к скоропортящейся продукции, которые быстро теряют свои товарные качества. Для продления срока хранения листьев необходим альтернативный способ хранения.

Цель исследования – определить урожайность и изучить изменения качества зеленых листьев интродуцированных в Московскую область видов *Allium* L. в процессе кратковременного хранения в зависимости от вида упаковки, длительности и температуры хранения.

Методика исследований

В связи с исследованием и поддержанием зародышевой плазмы во ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО создана коллекция *Allium* L. из 12 подродов, 34 секций, 80 видов *ex situ*: а) семян; б) полевые «живые» коллекции.

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

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

Растения выращивали на коллекционном участке луков многолетних ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО (Московская область, N 55°36' E 38°1'). Почва опытного участка аллювиальная луговая, имеет высокий уровень естественного плодородия; pH солевой вытяжки – 5,8-6,01, содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 2,71 до 3,34%, общего азота – от 0,19 до 0,24%, нитратного азота – 4,21-6,98 мг/100 г, содержание фосфора в почве – 15,27-22,15 мг/100 г, обеспеченность калием – 6,95-12,5 мг/100 г. Гидролитическая кислотность низкая (0,7-0,8 мг-экв./100 г), сумма поглощенных оснований средняя (35,65-36,42 мг-экв./100 г), степень насыщенности почвы основаниями высокая (97,8-98,9 %).

Таблица 1. Комплекс видов рода *Allium* L. пищевого направления из биокolleкции ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО
Table 1. Complex of species of the genus *Allium* L. of the food direction from the biocollection of VNIIO - a branch of the Federal State Budget Scientific Institution Federal Scientific Center for Ecology

Секция Section	Секция Section	Вид Species		Форма листа Leaf shape
		латинское название latin name	русское название russian name	
Сера	<i>Schoenoprasum</i> Dum.	<i>A. altynolicum</i> N. Friesen	Л. алтынкольский	дудчатая
Cyathophora	<i>Cyathophora</i> R.M. Fritsch	<i>A. chyatophorum</i> Bureau & Franch	Л. бокальценосный	линейная
Rhizirideum	<i>Rhizirideum</i> G. Don ex Koch	<i>A. nutans</i> L.	Л. слизун	линейная
Allium	<i>Mediasia</i> F.O.Khass., Yengalycheva & N. Friesen	<i>A. turkestanicum</i> Regel	Л. туркестанский	линейная

Отбор стандартной продукции для закладки на хранение проводили в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта ГОСТ 34214-2017 "Лук свежий зеленый. Технические условия". Пробы листьев отбирали в утренние часы в фазу массового отрастания растений у взрослых генеративных особей, 3 года произрастающих в условиях интродукции. Свежие листья зеленого лука упаковали в полиэтиленовые пакеты плотностью 100 мкм размером 35 × 50 см массой 900 г. Контролем служили образцы, уложенные в открытый полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой.

Образцы взвешивали в день постановки опыта, на 5-е и 10-е сутки для сбора данных. Эксперимент заложен в однофакторном полностью рандомизированном опыте с тремя повторностями. Хранение осуществляли в течение 5 суток при температуре +10...+12°C, 10 суток при температуре +6...+8°C в холодильной камере с контролируемыми условиями хранения. Относительная влажность воздуха 90±3 %. Относительную влажность и температуру контролировали регистратором температуры и влажности DT-171 (Китай).

Сравнительную оценку продукции проводили по показателям естественной убыли массы, отделению абсолютного отхода и изменению химического состава. Пожелтевшие или сгнившие листья отделяли и взвешивали. Определение массовой доли зеленого лука, не соответствующего требованиям по качеству, рассчитывали согласно ГОСТ 34214-2017 "Лук свежий зеленый. Технические условия".

Полученные данные анализировали на предмет статистической значимости с использованием программы Microsoft Excel.

Биохимические анализы проводили перед и после окончания срока хранения: сухого вещества – термостатно-весовым методом (высушивание при 105°C); сахаров – по Бертрону; витамина С – по Мурри; нитратов – ионометрически по методу ЦИНАО.

Результаты исследования

A. altynolicum произрастает в Южном Алтае, узко-локальный эндемик, мезогигрофит [8,9].

A. chathophorum – эндемик Китая. Растёт в горных лугах и по склонам на высоте 2700-4600 м [10].

A. nutans является эндемиком степных сообществ Южной Сибири, Северного Казахстана и Южного Урала. Произрастает на каменистых степных и луговых склонах, на выходах коренных пород [11].

В природе ареал *A. turkestanicum* охватывает Среднюю Азию от Аральского моря до Балхаша и Тянь-Шаня. Эндемик. Произрастает на выходах пестроцветных пород [12].

В условиях интродукции Московской области максимальная урожайность листьев зафиксирована у *A. cyathophorum* – 4,9 кг/м² за одну генерацию листьев. Увеличение урожая обусловлено высокой продуктивностью (1,2 кг/растение) и большим числом листьев (469 шт.). Листья плоские, длиной 43,3 см и шириной 1,2 см (табл. 2). У *A. nutans* сорта Широколистый продуктивность за одну генерацию листьев составила 0,98 кг, при этом урожайность зафиксирована на уровне 3,9 кг/м². Увеличение урожая связано с большим числом листьев (240 шт./растение) и шириной листа (1,5 см). Продуктивность у *A. turkestanicum* отмечена на уровне 0,8 кг/растение, урожайность – 3,2 кг/м².

Листья после срезки закладывали на хранение в регулирующую холодильную камеру на 5 суток при температуре +6...8°C и на 10 суток при температуре +6...8°C. Изучали 2 варианта хранения листьев: открытый полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой, и герметично закрытый полиэтиленовый пакет плотностью 100 мкм (табл. 3).

Зеленый лук быстро портится и имеет короткий период реализации в торговой сети. Свежесрезанные листья зеленого лука, хранящиеся при температуре 0°C, могут храниться до 4 недель. В настоящее время зеленый лук хранится в супермаркетах и сетях, как правило, при температуре +6...8°C и выше. Для сохранения качества и продления сроков хранения зелени

Таблица 2. Структура урожая луков многолетних пищевого направления (растения 3 года жизни) в фазу потребительской спелости в условиях Московской области
Table 2. The structure of the crop of perennial food onions (plants 3 years old) in the phase of consumer ripeness in the conditions of the Moscow region

Показатели Indicators	<i>A. nutans</i>	<i>A. cyathophorum</i>	<i>A. altynolicum</i>	<i>A. turkestanicum</i>	НСП ₀₅
Высота растения перед срезкой, см Plant height before cutting, cm	40,0	50,6	74,6	37,4	-
Число монокарпических побегов, шт./растение Number of monocarpic shoots, pieces/plant	30	67	95	36	-
Число листьев, шт. Number of leaves, pcs.	240	469	285	180	-
Длина листа, см Sheet length, cm	32,4	43,3	52,0	36,5	-
Ширина листа, см Sheet width, cm	1,5	1,2	0,5	1,3	-
Продуктивность, г/растение Productivity, g/plant	983	1235	668	820	197
Урожайность, кг/м ² Yield, kg/m ²	3,9	4,9	2,7	3,2	0,9

необходимо, в первую очередь, снизить потери воды. Этого можно достигнуть, используя различные виды упаковки, в том числе полиэтиленовый пакет.

Из всех изученных видов у *A. nutans* показатели сохранности были выше. Хуже всех хранился *A. turkestanicum*. Этот вид в большей степени был подвержен гниению, потере цвета (пожелтению листьев). Из исследованных нами способов упаковки максимальный выход зеленого лука после хранения был в герметично закрытых пакетах, так как в них практически отсутствовала естественная убыль массы. В полимерном ящике, выстланном пленкой, естественная убыль массы была высокой.

В герметично закрытых полиэтиленовых пакетах плотностью 100 мкм при хранении продукции отмечена конденсация влаги. Причина в том, что высокая влажность воздуха и низкий уровень O_2 внутри полиэтиленовых пакетов привели к накоплению влаги, побочного продукта дыхания, что привело к конденсации, которая способствует благоприятной среде для роста микро-

организмов, вызывающих гниение. Это же явление отмечалось при хранении зелени кориандра овощного в полиэтиленовых пакетах [13].

Более высокие температуры существенно повышают загнивание и потерю тургора, укорачивают период реализации. Так, температурный режим хранения $+10...+12^{\circ}C$ в течение 5 суток в среднем был хуже по всем показателям по сравнению с температурным режимом $+6...+8^{\circ}C$ в течение 10 суток.

У *A. altynolicum* в свежесрезанных листьях отмечено больше всего сухих веществ (14,3%), моно- (2,92%), ди- (2,11%) и суммы (5,035%) сахаров, а витамина С – у *A. nutans* (37,6 мг%) (табл. 4). Это свидетельствует о высокой биологической ценности данных образцов для рационального питания человека.

После хранения биохимический анализ листьев лука зеленого проводили на лучшем варианте хранения (10 суток при температуре $+6...+8^{\circ}C$) (табл.4). Содержание показателей качества зеленых листьев представите-

Таблица 3. Сохраняемость зеленых листьев представителей рода *Allium* в зависимости от видов упаковки, температуры и длительности хранения
Table 3. Preservation of green leaves of representatives of the genus *Allium*, depending on the types of packaging, temperature and duration of storage

Температура, срок хранения Temperature, shelf life	Вид Species	Тип упаковки Type of packaging	Выход товарной продукции, % Marketable output, %	Потери, % Losses, %	
				убыль массы, % weight loss, %	абсолютный отход, % absolute waste, %
+10...+12°C, 5 суток +10...+12°C, 5 days	A. nutans	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	73,1	11,5	15,4
		герметично закрытый полиэтиленовый пакет	84,2	0,0	15,8
	A. cyathophorum	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	69,6	10,3	20,1
		герметично закрытый полиэтиленовый пакет	80,4	0,0	19,6
	A. altynolicum	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	65,8	11,8	22,4
		герметично закрытый полиэтиленовый пакет	70,6	0,0	29,4
	A. turkestanicum	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	59,7	11,5	28,8
		герметично закрытый полиэтиленовый пакет	69,1	0,0	30,9
	Среднее	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	67,1	11,3	21,7
		герметично закрытый полиэтиленовый пакет	76,1	0,0	23,9
HCP ₀₅		-	2,9	-	-
+6...+8°C, 10 суток +6...+8°C, 10 days	A. nutans	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	83,2	9,3	7,5
		герметично закрытый полиэтиленовый пакет	92,9	0,0	7,1
	A. cyathophorum	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	65,2	8,9	25,9
		герметично закрытый полиэтиленовый пакет	75,5	0,0	24,5
	A. altynolicum	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	72,0	10,2	17,8
		герметично закрытый полиэтиленовый пакет	84,9	0,0	15,1
	A. turkestanicum	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	70,0	10,4	19,6
		герметично закрытый полиэтиленовый пакет	79,3	0,0	20,7
	Среднее	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	72,6	9,7	17,7
		герметично закрытый полиэтиленовый пакет	83,2	0,0	16,9
HCP ₀₅		-	3,1	-	-

Таблица 4. Биохимический состав зеленых листьев представителей *Allium* в зависимости от видов упаковки до и после хранения в течение 10 суток в холодильной камере при температуре +6...8°C
 Table 4. Biochemical composition of green leaves of *Allium* representatives, depending on the types of packaging, before and after storage for 10 days in a refrigerator at a temperature of +6...8°C

Вид Species	Тип упаковки Type of packaging	Сухое вещество, % Dry matter, %	Витамин С, мг% Vitamin C, mg%	Сахара, % Sugar, %			Нитраты, мг/кг Nitrates, mg/kg
				моно- моно-	ди- ди-	сумма total	
<i>A. nutans</i>	до хранения	11,0	37,6	2,42	0,66	3,08	88
	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	12,5	35,3	3,61	1,42	5,03	77
	герметично закрытый полиэтиленовый пакет	11,0	42,0	2,57	0,91	3,48	92
<i>A. cyathophorum</i>	до хранения	9,9	30,8	2,29	1,37	3,65	88
	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	10,1	20,2	4,47	0,47	4,94	86
	герметично закрытый полиэтиленовый пакет	9,4	21,3	2,62	0,07	2,69	91
<i>A. altynolicum</i>	до хранения	14,3	34,7	2,92	2,11	5,03	89
	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	15,5	16,5	2,37	1,57	3,99	78
	герметично закрытый полиэтиленовый пакет	15,1	37,1	2,95	1,96	4,91	92
<i>A. turkestanicum</i>	до хранения	11,2	35,0	2,13	1,52	3,65	92
	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	12,4	15,7	3,93	0,65	4,58	78
	герметично закрытый полиэтиленовый пакет	11,2	25,6	3,04	0,33	3,37	91
Среднее	до хранения	11,6	34,5	2,44	1,42	3,85	89
	полимерный ящик, выстланный полиэтиленовой пленкой	12,6	21,9	3,60	1,03	4,64	80
	герметично закрытый полиэтиленовый пакет	11,7	31,5	2,80	0,82	3,61	92
Стандартное отклонение		2,04	9,05	0,72	0,66	0,83	5,84

лей *Allium* после хранения рассчитывали с учетом убыли массы продукции.

У всех представителей *Allium* при хранении в регулируемой холодильной камере в течение 10 суток при температуре +6+8°C в полимерном ящике, выстланном полиэтиленовой пленкой, отмечено повышение сухого вещества в зеленых листьях, что связано с подвяданием растений.

Увеличение содержания витамина С при хранении в герметично закрытых пакетах выявлено у *A. altynolicum* (37,1 мг%) и у *A. nutans* (42,0 мг%). У других видов максимальное значение данного показателя отмечено до закладки на хранение.

У видов с линейной формой листа при хранении в течение 10 суток в полимерном ящике отмечена тенденция повышения суммы сахаров после хранения, но у лука алтынкольского с дудчатыми листьями зафиксировано незначительное снижение этого показателя по сравнению с данными до закладки на хранение.

Установлено незначительное увеличение содержания нитратов в листьях на 3-4 мг/кг при хранении герметично закрытом полиэтиленовом пакете, а при хранении в полимерном ящике, выстланном полиэтиленовой пленкой, содержание нитратов снижалось в среднем на 9 мг/кг.

Выводы

В условиях Московской области урожайность за одну генерацию листьев варьировала от 2,7 кг/м² (*A. altynolicum*) до 4,9 кг/м² (*A. cyathophorum*). Максимальный выход товарной продукции у всех испытанных видов отмечен в герметически закрытых полиэтиленовых пакетах плотностью 100 мкм при хранении в течение 10 суток при температуре +6...8°C в холодильной камере с контролируемыми условиями. У всех испытанных видов *Allium* отмечено повышение содержания сухого вещества (11,9-18,9 %) при хранении в открытом полимерном ящике. Увеличение содержания

витамина С при хранении в герметично закрытых пакетах выявлено у *A. altynolicum* (37,1 мг%) и у *A. nutans* (42,0 мг%). У других видов максимальное значение данного показателя отмечено до закладки на хранение. Увеличение суммы сахаров после хранения в течение 10 суток отмечено у видов с линейной формой листа при хранении в открытом полимерном ящике. Листья

Allium могут считаться ценным источником множества специализированных метаболитов с высокой антиоксидантной способностью и, таким образом, имеют высокий производственный потенциал для различных функциональных продуктов и пищевых добавок природного происхождения, которые важны для укрепления здоровья человека.

Об авторах:

Мария Ивановна Иванова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, автор для переписки, ivanova_170@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>

Елена Валерьевна Янченко – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и агрохимии, elena_0881@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3165-7238>

Анна Ивановна Кашлева – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, vniioh@yandex.ru

About the authors:

Maria I. Ivanova – Doc. Sci. (Agriculture), Professor of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the Department of Breeding and Seed Production, Correspondence Author, ivanova_170@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>

Elena V. Yanchenko – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Department of Agriculture and Agrochemistry, elena_0881@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3165-7238>

Anna I. Kashleva – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Department of Breeding and Seed Production, vniioh@yandex.ru

• Литература

1. 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>
2. Cena H., Calder P.C. Defining a Healthy Diet: Evidence for the Role of Contemporary Dietary Patterns in Health and Disease. *Nutrients*. 2020;(12):334.
3. Herden T., Hanelt P., Friesen N. Phylogeny of *Allium* L. subgenus *Anguinum* (G. Don. ex W.D.J. Koch) N. Friesen (Amaryllidaceae). *Mol. Phylog. Evol.* 2016;(95):79–93.
4. Friesen N., Fritsch R.M., Blattner F.R. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. *Aliso*. 2006;(22):372–395.
5. Li Q.Q., Zhou S.D., He X.J., Yu Y., Zhang Y.C., Wei X.Q. Phylogeny and biogeography of *Allium* (Amaryllidaceae: *Allieae*) based on nuclear ribosomal internal transcribed spacer and chloroplast rps16 sequences, focusing on the inclusion of species endemic to China. *Ann. Bot.* 2010;(106):709–773.
6. Wan Q., Li N., Du L., Zhao R., Yi M., Xu Q., Zhou Y. *Allium* vegetable consumption and health: An umbrella review of meta-analyses of multiple health outcomes. *Food science & nutrition*. 2019;7(8):2451–2470.
7. Li Q., Wang Y., Mai Y., Li H., Wang Z., Xu J., He X. Health benefits of the flavonoids from onion: Constituents and their pronounced antioxidant and anti-neuroinflammatory capacities. *J. Agric. Food Chem.* 2020;(68):799–807.
8. Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И., Балеев Д.Н. Лук алтынкольский в условиях культуры Московской области. *Принципы экологии*. 2020;4(38):29-39. EDN UZEFFL
9. Гончаров А.В., Середин Т.М., Иванова М.И., Кашлева А.И. Лук алтынкольский (*Allium altynolicum* N. Friesen): особенности выращивания и основные морфометрические особенности. *Вестник Российского государственного аграрного заочного университета*. 2021;37(42):6-9.
10. Li M.J., Liu J.Q., Guo X.L., Xiao Q.Y., He X.J. Taxonomic revision of *Allium cyathophorum* (Amaryllidaceae). *Phytotaxa*. 2019;415(4):240-246.
11. Тухватуллина Л.А., Жигонов О.Ю. Биологические особенности образцов *Allium nutans* L. в Башкирском Предуралье при интродукции. *Аграрный вестник Урала*. 2021;8(211):51–59. DOI 10.32417/1997-4868-2021-211-08-51-59. EDN HOSCHN.
12. Kadyrbayeva G., Zagórska J., Grzegorzczak A., Gawel-Bęben K., Strzępek-Gomółka M., Ludwiczuk A., Czech K., Kumar M., Koch W., Malm A., Głowniak K., Sakipova Z., Kukula-Koch W. The Phenolic Compounds Profile and Cosmeceutical Significance of Two Kazakh Species of Onions: *Allium galanthum* and *A. turkestanicum*. *Molecules*. 2021;26(18):5491.
13. Янченко Е.В., Янченко А.В., Иванова М.И., Ткаченко Г.В., Порвалов К.В. Влияние упаковочных материалов и абсорбера этилена на сохранность кориандра овощного. *Картофель и овощи*. 2021;(10):24-27. DOI 10.25630/PAV.2021.31.41.001. EDN YZNUPQ.

• References

1. 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>
2. Cena H., Calder P.C. Defining a Healthy Diet: Evidence for the Role of Contemporary Dietary Patterns in Health and Disease. *Nutrients*. 2020;(12):334.
3. Herden T., Hanelt P., Friesen N. Phylogeny of *Allium* L. subgenus *Anguinum* (G. Don. ex W.D.J. Koch) N. Friesen (Amaryllidaceae). *Mol. Phylog. Evol.* 2016;(95):79–93.
4. Friesen N., Fritsch R.M., Blattner F.R. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. *Aliso*. 2006;(22):372–395.
5. Li Q.Q., Zhou S.D., He X.J., Yu Y., Zhang Y.C., Wei X.Q. Phylogeny and biogeography of *Allium* (Amaryllidaceae: *Allieae*) based on nuclear ribosomal internal transcribed spacer and chloroplast rps16 sequences, focusing on the inclusion of species endemic to China. *Ann. Bot.* 2010;(106):709–773.
6. Wan Q., Li N., Du L., Zhao R., Yi M., Xu Q., Zhou Y. *Allium* vegetable consumption and health: An umbrella review of meta-analyses of multiple health outcomes. *Food science & nutrition*. 2019;7(8):2451–2470.
7. Li Q., Wang Y., Mai Y., Li H., Wang Z., Xu J., He X. Health benefits of the flavonoids from onion: Constituents and their pronounced antioxidant and anti-neuroinflammatory capacities. *J. Agric. Food Chem.* 2020;(68):799–807.
8. Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I., Baleev D.N. Altynkolsky onion in the cultural conditions of the Moscow region. *Principles of the ecology*. 2020;4(38):29-39. EDN UZEFFL. (In Russ.)
9. Goncharov A.V., Seredin T.M., Ivanova M.I., Kashleva A.I. Onion altynkolsky (*Allium altynolicum* n. Friesen): features of cultivation and the main morphometric features. *Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta*. 2021;37(42):6-9. (In Russ.)
10. Li M.J., Liu J.Q., Guo X.L., Xiao Q.Y., He X.J. Taxonomic revision of *Allium cyathophorum* (Amaryllidaceae). *Phytotaxa*. 2019;415(4):240-246.
11. Tuhvatullina L.A., Zhigunov O.Ju. Biological features of *Allium nutans* L. samples in the Bashkir Cis-Urals in the introduction. *Agrarian bulletin of the Urals*. 2021;8(211):51–59. DOI 10.32417/1997-4868-2021-211-08-51-59. EDN HOSCHN. (In Russ.)
12. Kadyrbayeva G., Zagórska J., Grzegorzczak A., Gawel-Bęben K., Strzępek-Gomółka M., Ludwiczuk A., Czech K., Kumar M., Koch W., Malm A., Głowniak K., Sakipova Z., Kukula-Koch W. The Phenolic Compounds Profile and Cosmeceutical Significance of Two Kazakh Species of Onions: *Allium galanthum* and *A. turkestanicum*. *Molecules*. 2021;26(18):5491.
13. Yanchenko E.V., Yanchenko A.V., Ivanova M.I., Tkachenko G.V., Porvalov K.V. The effect of packaging materials and an ethylene absorber on the preservation of cilantro. *Potato and vegetables*. 2021;(10):24-27. DOI 10.25630/PAV.2021.31.41.001. EDN YZNUPQ.

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-94-97>
УДК 632.763.79 (571.63)

М.В. Ермак*, Н.В. Мацшина, П.В. Фисенко

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

*Автор для переписки:
ermackmarine@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Ермак М.В.,
Мацшина Н.В., Фисенко П.В.
Двадцативосьмипятнистая картофельная
коровка *Henosepilachna vigintioctomaculata*
(Motsch.) в Приморском крае: история вре-
дителя (литературный обзор). *Овощи*
России. 2022;(5):94-97.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-94-97>

Поступила в редакцию: 01.08.2022
Принята к печати: 15.09.2022
Опубликована: 26.09.2022

Marina V. Ermak*,
Nathalia V. Matsishina, Petr V. Fisenko

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

*Correspondence Author:
ermackmarine@yandex.ru

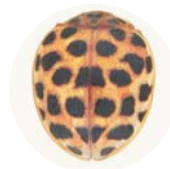
Conflict of interest. The authors have
no conflicts of interest to declare.

Author contributions: All authors confirm they
have contributed to the intellectual content of
this paper.

For citations: Ermak M.V., Matsishina N.V.,
Fisenko P.V. The 28-spotted potato ladybird
beetle *Henosepilachna vigintioctomaculata*
(Motsch.) in Primorsky kray: the history of the
pest (review). *Vegetable crops of Russia*.
2022;(5):94-97. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-94-97>

Received: 01.08.2022
Accepted for publication: 15.09.2022
Published: 26.09.2022

Двадцативосьмипятнистая картофельная коровка *Henosepilachna* *vigintioctomaculata* (Motsch.) в Приморском крае: история вредителя (литературный обзор)



Резюме

Двадцативосьмипятнистая картофельная коровка - эндемичный вид Дальнего Востока России. В настоящее время картофельная коровка широко распространена в Приморском и Хабаровском краях, на Южном Сахалине, Кунашире, а также Китае, Японии, Индии. В статье приводятся исторические данные по её распространению в нашей стране. Первые данные о нахождении картофельной коровки в прибрежных районах Приморского края были зафиксированы в 1929 году. В 50-60х годах отмечалось её распространение не только в притаёжных и лесостепных районах Приморья, но также в Хабаровском крае, Амурской и Еврейской автономной областях. В процессе расселения картофельной коровки можно выделить несколько этапов: образование очага, увеличение численности популяции и расселение вредителя. Увеличение ареала обитания картофельной коровки связано с увеличением площади посадок культурного картофеля, прилегающих к природным очагам обитания, и переход фитофага на новое кормовое растение. Также в распространении вредителя большую роль играет не только увеличение площади посевов, но и развитие транспорта. Таким образом, важное значение в распространении картофельной коровки имеют антропогенные факторы, которые в сочетании с высокой экологической пластичностью вида позволили фитофагу повсеместно распространиться в зоне выращивания картофеля на юге Дальнего Востока.

Ключевые слова: картофельная коровка, расселение, очаг обитания, расширение ареала.

The 28-spotted potato ladybird beetle *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motsch.) in Primorsky kray: the history of the pest (review)

Abstract

The 28-spotted potato ladybird beetle is an endemicspecies of the Russian Far East. Nowadays the potato ladybird beetle is widespread across Primorsky and Khabarovsk kray, south Sakhalin, Kunashir Island, and in China, Japan, and India. This paper presents historical data on the dispersal of the potato ladybird beetle in Russia. The first records of the pest presence in the coastal area of Primorsky kray were made in 1929. In the 1950s and 1960s, the pest was observed to inhabit not only the forest steppe zone and the districts adjacent to the taiga in Primorsky kray, but also Khabarovsk kray, Amur oblast and Jewish autonomous oblast. The process of dispersal of the potato ladybird beetle can be divided in several stages: the formation of a new breeding ground, an increase in the size of the pest population, the dispersal of the pest. The range expansion of the potato ladybird beetle can be linked to two facts. First, the land area under potato cultivation increased and neared the breeding grounds of the pest. Secondly, the dietary preference of the phytophagous insect shifted to the new fodder plant. In addition, the development of transportation routes played an important role in the dispersal of the pest. Therefore, anthropogenic factors significantly affected the distribution of the potato ladybird beetle. These factors in combination with a high ecological plasticity of the pest allowed the phytophagous insect to spread across the whole area under potato cultivation in the south of the Russian Far East.

Keywords: potato ladybird beetle, dispersal, breeding ground, range expansion.

Введение

Двадцативосьмипятнистая коровка (синонимы картофельная коровка, *Henosepilachna vigintioctomaculata*) распространена на юге Дальнего Востока (Приморский, Хабаровский края, Амурская область, Южный Сахалин, Кунашир), в Корее, Японии, Китае, Вьетнаме [1]. Ей издавна уделяли особое внимание многие энтомологи и специалисты по защите растений [2, 3, 4, 5, 6]. В 2022 г. картофельная коровка – важный элемент агроэкосистемы картофельного поля в Приморском крае. Однако, так было не всегда.

Первые официальные сведения о нахождении картофельной коровки на Дальнем Востоке России приведены в отчетах Владивостокского филиала ДВ СТАЗР за 1929 год. В них указывается, что она как массовый вредитель встречается в прибрежных районах Приморья – Партизанском, Шкотовском, Надеждинском и Хасанском. В 1931 году В.М. Энгельгардт и А.И. Мищенко отмечали, что картофельная коровка встречается на Дальнем Востоке в Хабаровском и Владивостокском округах, но только в приморских районах она была отмечена как вредитель огородных растений [7]. Следует отметить, местные жители связывают время её появления в посадках картофеля с периодом японской интервенции (1918-1922 годы). Существует легенда о намеренном завозе японской армией жуков и личинок, не имеющая никаких исторических и биологических обоснований. Знакомство с коллекциями Зоологического института РАН, где имеются экземпляры картофельной коровки, собранные на территории Приморского края еще в 90-е годы XIX века, говорит о том, что картофельная коровка является аборигенным видом. Однако, года японской интервенции дают примерные временные рамки, когда для коровки была отмечена смена местобитания. С тех пор прошло около ста лет. Это ничтожно малый срок с точки зрения эволюции, однако именно этот период интересен для изучения адаптационных процессов в экосистемах в целом, и агроэкосистемах в частности.

По данным Р.И. Вульфсон [8], этот вредитель отмечался в ряде глубинных районов Приморского края: Октябрьском, Спасском, Кировском, Дальнереченском (тогда – Иманском). Её перу принадлежит и первая обстоятельная работа по биологии картофельной коровки. Вполне вероятно, что тогда же вредитель был распространен и в более северных районах, но в отсутствие систематических учетов численности не был описан. В начале пятидесятих годов XX века по данным А.Н. Ивановой [9,

10] картофельная коровка стала опасным вредителем в притаёжных районах – Михайловский, Анучинский, Чугуевский. С конца этого же периода она начала повреждать картофель в лесостепных районах – Хорольском и Ханкайском. В 1957 г. картофельная коровка как массовый вредитель отмечалась в Хабаровском и ныне упразднённом Кур-Урмийском районах, а также в некоторых хозяйствах Еврейской Автономной области. В 1958 г. на частных подворьях Бикинского и Вяземского районов Хабаровского края отмечена вспышка численности картофельной коровки с потерей урожая до 80% [11]. В этом же году вредитель отмечался в Ленинском и Биробиджанском районах. В 1961 году картофельная коровка массово повреждала картофель в хозяйствах Лазовского, Бикинского, Хабаровского, Вяземского, на юге Нанайского и Комсомольского районов Хабаровского края и в Облучинском районе ЕАО. В 1963 году был обнаружен новый очаг массового размножения картофельной коровки в Октябрьском районе ЕАО. Причинами этого, по мнению Волнобой Б.М. [12], являлись ежегодные затопления пойменных земель рек Амур и Уссури. Смытая с картофельных полей и унесенная водой коровка во время летних штормов на Амуре выбрасывалась на берег и в новых местах начинала размножаться. В последующие годы происходило дальнейшее расширение ареала. В Амурской области коровка отмечена как опасный вредитель картофеля и бахчевых в 1959 году [13]. Уже в 1962 г. она фиксируется на частных подворьях в Амурской области и доходит до Благовещенска. Однако, в 1967 году Л.А. Михайловой в окрестностях Благовещенска коровка не обнаружена. Характерно, что основные очаги картофельной коровки в Амурской области тяготели к железной дороге, а наиболее поврежденными участками оказывались огороды в железнодорожных поселках. Общая зараженная площадь посевов картофеля в Амурской области в 1954 году составила 3770 га, в 1966 году – увеличилась до 8805 га.

По данным Гусева [14, 15], в условиях Сахалинской области картофельная коровка была постоянным вредителем. Впервые повреждения были зарегистрированы на Сахалине в 1925-1926 годах в районе г. Невельска. С тех пор вредитель широко распространился по многим районам южной части острова. Достоверные данные о расширении зоны вредоносности коровки в последующие годы отсутствуют. К 1964 году в Сахалинской области картофельная коровка была распространена в хозяйствах 4-х районов – Анивского, Томаринского, Углегорского и



Рис. Имаго картофельной коровки в постдиапаузных биотопах
Fig. Potato ladybird imago in post-diapause biotopes

Макаровского. В Анивском районе она встречалась во всех хозяйствах, в Углегорском и Томаринском примерно на одной трети территории каждого из районов, а в Макаровском – только в Долинском совхозе. В 1963 году в условиях области наблюдалась уменьшение численности вредителя, но, несмотря на это, в районе Сахалинской сельскохозяйственной опытной станции (Ново-Александровск) обнаружен новый очаг её массового размножения. В последующие годы увеличения площадей картофеля, повреждаемых картофельной коровкой, не отмечалось [16]. В 1963 году в пределах ареала картофельной коровки обнаружены новые очаги ее массового размножения. Так, в Приморском крае отмечено 3 новых очага в селах Васильевка, Ново-Никольск, Покровка (Уссурийский, Октябрьский районы), в Хабаровском крае новый очаг найден в Октябрьском районе, в Амурской области – Октябрьском районе и окрестностях села Серышево. В 1964-1967 годах ареал вредоносности картофельной коровки неизменно увеличивался за счет проникновения на новые территории.

К сожалению, ни в одной из описанных работ не было карт распространения и границ ареалов картофельной коровки. Однако, Л.А. Михайлова [7] провела анализ динамики ареала на примере новых очагов массового размножения в Амурской области. В 1963 году на индивидуальном участке вблизи г. Завитинска (на расстоянии 50 км от основного (Буреинского) очага были найдены единичные экземпляры картофельной коровки [13]. В последующие годы вредитель в городе не отмечался. Возможно, были занесены отдельные экземпляры, которые не нашли благоприятных условий для зимовки. В 1967 году Л.А. Михайловой на личном участке в г. Завитинске были отмечены жуки картофельной коровки. Степень повреждения составила 85%. На других огородах вредитель обнаружен не был. В то же время, в Завитинском районе в 1965 году было отмечено 2 очага массового размножения в селах Болдыревка и Черногорка. В 1967 году картофель на всех индивидуальных участках этих сел повреждался картофельной коровкой. Вероятно, в каждом из очагов вредитель нашел благоприятные условия для своего развития, так как за прошедшие три года площади очагов расширились незначительно, но при этом увеличилась плотность популяции: если ранее на посевах встречались отдельные экземпляры (9 жуков/100 кустов), то в 1967 году отмечалось 5-6 жуков/куст. Нарастание численности картофельной коровки способствовало так называемому растеканию очага и увеличению площадей повреждаемого картофеля. Названные очаги возникали в местах рядом с зимовочными биотопами вредителя, вблизи небольших сопков, покрытых мелким дубняком и лещиной. С точки зрения Михайловой, большую роль в возникновении очагов играет транспорт. Осенью 1966 года отмечено большое количество жуков картофельной коровки на семенном картофеле в момент перевозки из одного хозяйства в другое. В период 1966-1967 годов в Михайловском районе Приморского края жуки были отмечены на окнах самолетов, поездов, катеров, на автомашинах. Летом 1967 года Михайловой Л.А. впервые отмечен очаг массового размножения в с. Коршуновка Михайловского района, в 15 км от Поярково. Вокруг села были расположены небольшие сопки, покрытые зарослями густого дубняка. Этот очаг обнаружен на двух огородах и возник в результате завоза семенного материала осенью 1966 годв из Архары.

Вместе с тем, Михайлова Л.А. отмечала, что способность к полету у вредителя слабая. Ею же описано, что на северной границе ареала картофельной коровки (западные границы Амурской области) она отмечается только в обогащенных ценозах маньчжурской фауны, и был сделан вывод – естественно-исторические связи картофельной коровки с биоценозами маньчжурской фауны будут сдерживать её ареал в границах этой фауны [17].

Полагаем, что очаги расселения картофельной коровки, описанные выше, являлись начальными стадиями расширения ее ареала. В процессе расселения вредителя можно было выделить три этапа: 1) формирование очага; 2) насыщение плотности популяции до максимума и растекание; 3) возникновение мелких очагов, оторванных от сплошных территорий повреждения. Расселение проходило под влиянием вторичных факторов, таких как развитие транспорта и увеличение посевов картофеля. А.И. Куренцов [18] отмечал, что картофельная коровка *H. vigintioctomaculata* типичный представитель маньчжурской фауны, приуроченный к области распространения смешанных и широколиственных лесов на Дальнем Востоке, и до начала земледельческой культуры в крае картофельная коровка обитала на травянистой растительности лесных полей. Расширение ареала картофельной коровки связано с соприкосновением природных очагов обитания с увеличивающимися посадками культурного картофеля и переходом фитофага на новое кормовое растение. Питаясь дикорастущими растениями из семейства пасленовых и тыквенных, которые в естественных условиях растут разрежено, коровка слабо размножалась и медленно расселялась. К настоящему времени двадцативосьмипятнистая картофельная коровка широко расселилась на побережье по восточному склону Сихотэ-Алиня до 47° с.ш. и северная граница ее распространения находится в окрестностях п. Светлый Тернейского района. В Амурской области она уже найдена на посадках картофеля в окрестностях поселков Шимановска и Тыгды (53° с.ш.) [19]. По данным Т.К. Коваленко, внёсшей значительный вклад в изучение хозяйственного значения и энтомофагов картофельной коровки, наибольший вред фитофаг наносит в лесных районах на частных огородах, расположенных на опушке леса ближе к лесокустарниковой растительности. В конце июля – начале августа поврежденность листовой поверхности иногда составляет 80-100% с численностью от 20 до 40 жуков и личинок коровки на растении. Наибольшая вредоносность коровки отмечена ею в Анучинском, Кировском, Партизанском, Чугуевском и Уссурийском районах Приморского края [20, 21, 22]. Изменение численности вида, распространение его ареала нередко связано с изменением условий питания. Картофельная коровка – типичный представитель лесной фауны, основными кормовыми растениями вредителя были травянистые растения из семейства пасленовых и тыквенных, но разреженность этих растений в местах обитания *H. vigintioctomaculata* и, возможно, наличие естественных врагов сдерживали ее массовое размножение и расселение по территории. Прямое или косвенное влияние человека, осваивающего долинные земли, занятые широколиственными и смешанными лесами, приводит к коренным изменениям растительности и появлению полей и огородов с картофелем. Смена растительности и сопутствующей ее фауны является ходом сукцессионного процесса, протекающего под влиянием

вторичных факторов. Появление растений картофеля на обширных площадях благоприятно сказалось на развитии картофельной коровки. Листья картофеля значительно нежнее и менее кислые, чем у диких форм, и наиболее привлекательны для питания. Картофельная коровка сразу же перешла на это растение, превратившись из безобидного вида в опасного вредителя. Обширные

плантации картофеля позволили коровке значительно расширить свой ареал. Таким образом, большую роль в распространении картофельной коровки сыграли антропогенные факторы, которые в сочетании с высокой экологической пластичностью вида позволили ей повсеместно распространиться в зоне выращивания картофеля на юге Дальнего Востока.

Об авторах:

Марина Владимировна Ермак – м.н.с. лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, автор для переписки, ermackmarine@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-37278634>

Наталья Валериевна Мацишина – кандидат биол. наук, ст.н.с. лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, mnathalia134@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0165-1716>

Петр Викторович Фисенко – кандидат биол. наук, в.н.с. и.о. зав. лабораторией селекционно-генетических исследований полевых культур, phisenko@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1727-4641>

About the authors:

Marina V. Ermak – Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, Correspondence Author, ermackmarine@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-37278634>

Nathalia V. Matsishina – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, mnathalia134@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0165-1716>

Petr V. Fisenko – Cand. Sci. (Biology), Leading Scientist, Acting Head of the Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, phisenko@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1727-4641>

• Литература

1. Кузнецов В.Н. О фауне кокциnellид (*Coleoptera, Coccinellidae*) Приморского края. Роль насекомых в лесных биоценозах Приморья. Владивосток, 1972. С. 176-185.
2. Вавилов Л.Н. 28-пятнистая коровка – опасный вредитель картофеля. *Защита растений от вредителей и болезней*. 1957;(1):53.
3. Булыгинская М.А., Вронских Г.Д., Чебанов Г.Е. Половая химическая стерилизация как возможный метод борьбы с 28-точечной картофельной коровкой (*Epilachna vigintioctomaculata*) (*Coleoptera, Coccinellidae*). *Энтомолог. обозр.* 1972;60(4):760-767.
4. Антипова Л.К. Устойчивость картофеля к эпиплахне. *Сад и огород*. 1950;(8):34-36.
5. Вронских Г.Д. Изменение жирового обмена 28-точечной картофельной коровки под влиянием хемостерилиантов. *Бюлл. ВИЗР. Л.*, 1974;(30):43-48;
6. Вронских Г.Д. Гистоморфологическое исследование гонад самок 28-точечной картофельной коровки и некоторые вопросы ее биологии. *Бюлл. ВИЗР. Л.*, 1974;(28):55-58.
7. Михайлова Л.А. Об изменениях в ареале картофельной коровки (*Epilachna vigintioctomaculata*) на Дальнем Востоке. Ботанические и зоологические исследования на Дальнем Востоке. Т.№2. Владивосток, 1968. С.275-286.
8. Вульфсон Р.И. К биологии 28-точечной картофельной коровки в Дальневосточном крае. *Вестник ДВФ АН СССР*. Владивосток, 1936;(19):153-164.
9. Иванова А.Н. Картофельная коровка и меры борьбы с ней. Владивосток, 1954.
10. Иванова А.Н. Вредоносность картофельной коровки и эффективность мероприятий по борьбе с ней. Первая науч.-практ. конф. Приморского с.-х. инта. Уссурийск, 1961. С.39-41.
11. Иванова А.Н. Картофельная коровка на Дальнем Востоке. Владивосток, 1962. 54 с.
12. Киселев Е.П. Перспективы и возможности создания сортов, устойчивых к 28-пятнистой картофельной коровке. Селекция и семеноводство с.-х. растений на Дальнем Востоке. Хабаровск, 1970. С.151-152.
13. Шаблювский В.В. Двадцатипятнистая картофельная коровка. Распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в СССР в 1963 г. *Тр. ВИЗР. Л.*, 1964;(22):301-304.
14. Гусев Г.В. Картофельная коровка и меры борьбы с ней. Южно-Сахалинск, 1953. 16 с.
15. Гусев Г.В. Сезонные изменения в питании 28-пятнистой картофельной коровки. Вопросы сельского и лесного хозяйства Дальнего Востока. Владивосток, 1956;(1):81-94.
16. Шаблювский В.В., Гусев Г.В. Картофельная коровка. Защита растений от вредителей и болезней. 1964;(2):24-25.
17. Михайлова Л.А. К вопросу о северной границе распространения картофельной коровки (*Epilachna vigintioctomaculata* Motsch.). *Энтомолог. исслед.* на Дальнем Востоке. Владивосток, 1970;(2):67-10.
18. Куренцов А.И. Новые данные по биологии картофельной коровки. *Тр. Горнотажной станции Дальневосточного филиала Академии наук СССР*. Владивосток, 1946;(5):257-266.
19. Кузнецов В.Н. Жуки – кокциnellиды (*Coleoptera, Coccinellidae*) Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 1993. Ч. 2. С. 184-334.
20. Коваленко Т.К. Влияние биологических средств защиты на численность картофельной коровки в агроценозах Приморского края. *Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Дальнего Востока*. Сб. науч. тр. к 75-летию образования Россельхоз академии. Владивосток, 2005. С.412-415.
21. Коваленко Т.К. Защита картофеля от картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* биологическими средствами. *Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Дальнего Востока*. Сб. науч. тр. К 75-летию образования Россельхозакадемии. Владивосток, 2005. С. 408-411.
22. Коваленко Т.К. Эффективность биопрепаратов в борьбе с картофельной коровкой. Генотип растений Дальнего Востока России. Материалы конф.: к 70-летию Дальневосточной опытной станции ВИР. Владивосток, 1999. С.156-158.

• References

1. Kuznetsov V.N. On the fauna of coccinellids (*Coleoptera, Coccinellidae*) in Primorsky kray. The role of insects in the forest ecosystems of Primorye. Vladivostok, 1972. P.176-185. (In Russ.)
2. Vavilov L.N. The 28-spotted potato ladybird beetle: a dangerous pest of potato. *The protection of plants against pests and diseases*. 1957;(1):53. (In Russ.)
3. Bulyginskaya M.A., Vronskikh G.D., Chebanov G.E. Chemical sterilization as a possible method for controlling the 28-spotted potato ladybird beetle (*Epilachna vigintioctomaculata*) (*Coleoptera, Coccinellidae*). *Entomologicheskoe obozrenie*. 1972;60(4):760-767. (In Russ.)
4. Antipova L.K. Resistance of potato to *Epilachna vigintioctomaculata*. *Sad i ogorod*. 1950;(8):34-36. (In Russ.)
5. Vronskikh G.D. The lipid metabolism of the 28-spotted potato ladybird beetle under the influence of chemosterilants. The bulletin of the All-Russian institute of plant protection. Leningrad, 1974;(30):43-48. (In Russ.)
6. Vronskikh G.D. A histological study on the gonads of females of the 28-spotted potato ladybird beetle and some questions on its biology. The bulletin of the All-Russian institute of plant protection. Leningrad, 1974;(28):55-58. (In Russ.)
7. Mikhailova L.A. On changes in the species distribution of the potato ladybird beetle (*Epilachna vigintioctomaculata*) in the Russian Far East. Botanical and zoological studies in the Russian Far East. V. 2. Vladivostok, 1968. P. 275-286. (In Russ.)
8. Vulfson R.I. On the biology of the 28-spotted potato ladybird beetle in Dalnevostochny kray. Bulletin of the Far Eastern branch of the Academy of sciences of the USSR. Vladivostok, 1936;(19):153-164. (In Russ.)
9. Ivanova A.N. The potato ladybird beetle and the ways to control it. Vladivostok, 1954.
10. Ivanova A.N. The harmfulness of the potato ladybird beetle and the effectiveness of pest control measures against it. The 1st scientific and practical conference of Primorsky agricultural institute. Ussuriysk, 1961. P. 39-41. (In Russ.)
11. Ivanova A.N. The potato ladybird beetle in the Russian Far East. Vladivostok, 1962, pp. 54. (In Russ.)
12. Kiselev E.P. The prospects and opportunities for the creation of varieties with resistance to the 28-spotted potato ladybird beetle. The breeding and seed production of agricultural crops in the Russian Far East. Khabarovsk, 1970. P.151-152. (In Russ.)
13. Shabliovskii V.V. The 28-spotted potato ladybird beetle. The spread of pests and diseases of agricultural crops in the USSR in 1963. The research papers of the All-Russian institute of plant protection. Leningrad, 1964;(22):301-304. (In Russ.)
14. Gusev G.V. The potato ladybird beetle and the means of protection against it. *Yuzhno-Sakhalinsk*, 1953, pp. 16. (In Russ.)
15. Gusev G.V. Seasonal changes in the diet of 28-spotted potato ladybird beetle. *Issues of the agriculture and forestry of the Russian Far East*. Vladivostok, 1956;(1): 81-94. (In Russ.)
16. Shabliovskii V.V., Gusev G.V. The potato ladybird beetle. The protection of plants against pests and diseases. 1964;(2) 24-25. (In Russ.)
17. Mikhailova L.A. On the north border of the species distribution of the potato ladybird beetle (*Epilachna vigintioctomaculata* Motsch.). *Entomological studies in the Russian Far East*. Vladivostok, 1970;(2):67-10. (In Russ.)
18. Kurentsov A.I. New data on the biology of the potato ladybird beetle. The scientific works of Gomotayozhnaya station, the Far Eastern branch of the Academy of Sciences of the USSR. Vladivostok, 1946;(5):257-266. (In Russ.)
19. Kuznetsov V.N. Ladybird beetles (*Coleoptera, Coccinellidae*) of the Russian Far East. Vladivostok: Dalnauka, 1993;2:184-334. (In Russ.)
20. Kovalenko T.K. The influence of biological means of plant protection on the population size of the potato ladybird beetle in agroecosystems of Primorsky kray. *Agrarian science for the agricultural production of the Russian Far East*. The collection of research papers on the occasion of the 75th anniversary of the Russian academy of agricultural sciences. Vladivostok, 2005. P.412-415. (In Russ.)
21. Kovalenko T.K. The protection of potato against the potato ladybird beetle *Henosepilachna vigintioctomaculata* with biological means. The collection of research papers on the occasion of the 75th anniversary of the Russian academy of agricultural sciences. Vladivostok, 2005. P. 408-411. (In Russ.)
22. Kovalenko T.K. The effectiveness of bioproducts against the potato ladybird beetle. The gene pool of plants of the Russian Far East. Proceedings of the Conference dedicated to the 70th anniversary of the Far Eastern experimental station of N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources. Vladivostok, 1999. P. 156-158. (In Russ.)



ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН СЕМЯН
ФГБНУ ФНЦО

Наши сорта и технологии - гарантия урожая и качества

БОЛЬШОЙ ВЫБОР СЕМЯН от ведущего производителя в России

КОНТАКТЫ:

Отдел продаж ФГБНУ ФНЦО: +7(495)594-77-17, +7(903)190-46-55

E-mail: info@vniissok.com

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.



на правах рекламы

МАСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

www.vniissok.com