

Овощи России

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

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

1 2024

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



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



ФГБНУ ФНЦО

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)
ООО «НИИ селекции овощных культур»



Глубокоуважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в международной научно-практической конференции **«Современное состояние селекции пасленовых культур: направления, задачи и перспективы развития»**, которая состоится 14-16 мая 2024 года в г. Крымск Краснодарского края.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

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

ПОРЯДОК УЧАСТИЯ В РАБОТЕ КОНФЕРЕНЦИИ

Формы участия:

устный доклад на пленарном заседании; устный доклад; стендовое сообщение.

Рабочие языки конференции - русский и английский.

Желающим принять участие в работе конференции необходимо прислать анкету-заявку до **01.03.2024 г.** по электронной почте: tomatvniissok@mail.ru

Материалы конференции будут опубликованы в журналах:

«Известия ФНЦО», «Овощи России», «Агро» (<https://agronii.ru/>),

«ГАВРИШ» (<https://gavrishmedia.ru/>).

Контакты для справок и отправок:

E-mail: tomatvniissok@mail.ru Тел: (495) 599-24-42. Факс: (495) 599-22-77

Обновляемая информация
о конференции размещается на сайте

Главный редактор

В.Ф. Пивоваров – академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии и премий 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

С.В. Акимова – доктор с.-х. наук, доцент кафедры плодородия, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 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

А.С. Домблидес – доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, 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

П.А. Чекмарев – академик РАН, доктор с.-х. наук, заместитель президента РАН, Российская академия наук, 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. © ФГБНУ ФНЦО, оформление макета, 2024

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

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

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

Тираж 100 экземпляров.

Периодичность: 6 раз в год.

Дата выхода в свет: 19.02.2024

Отпечатано в типографии:

ООО «ПРИНТ»

426035, г. Ижевск,

ул. Тимирязева, д. 5, оф. 5.

Тел.: +7 (3412) 56-95-53

Цена свободная.

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.

Научная концепция издания предполагает публикацию современных достижений, результатов научных национальных и международных исследований в области овощеводства и садоводства, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, физиологии и биохимии растений, защиты растений, экономики сельского хозяйства и смежных дисциплин:

биологии, биотехнологии, интродукции и др.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 License 

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

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

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

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



Editor in chief

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

EDITORIAL BOARD

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

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

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

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

Agnieszka Sekara – Assoc. Prof., Department of Horticulture, Faculty of
Biotechnology and Horticulture, University of Agriculture, Krakow, Poland
Radhey Shyam Singh – Assistant Professor cum Junior Scientist,
Department of Plant Breeding and Genetics Mandan Bharti Agriculture
College, Agwanpur, Saharsa-852202, Bihar Agricultural University,
Sabour, Bhagalpur, Bihar, India

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

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

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

Leonid F. Voloschuk – 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-vegeta-
bles 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 FSVC),
Moscow region, Russia

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

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

Svetlana V. Akimova – Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department
of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Ksenia L. Alekseeva – Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Laboratory bio-
logical 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

Lyudmila 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

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

Arthur S. Dombldes – Dr. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Genetics and
Cytology, FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center", Moscow region, 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 Agrarian 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

Petr A. Chekmarev – Full Member of the Russian Academy of Sciences,
Dr. Sci. (Agriculture), Deputy President
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

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

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

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

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

©FSBSI FSVC, Layout Design, 2024

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

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

Publication Frequency: 6 issue per year. Free price. 100 copies. Published: 19.02.2024

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-NonCommercial 4.0 License



The scientific concept of the journal involves the publication of modern achievements, the results of scientific national and international research in the field of vegetable growing and horticulture, breeding and seed growing of agricultural crops, physiology and biochemistry of plants, plant protection, agricultural economics and related disciplines: biology, biotechnology, introduction, etc.



САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ**Кайгородова И.М., Ушаков В.А., Луканин В.И.,****Молчанова А.В., Пронина Е.П.**Новый функциональный продукт питания – микрозелень бобов овощных –
особенность и питательные свойства..... **5****Лазько В.Э., Варивода Е.А., Якимова О.В.,****Ковалева Е.В., Масленникова Е.С.**Двухлетние агроэкологические испытания сортов арбуза селекции
ФГБНУ «ФНЦ риса» и Быковской БСОС –
филиала ФГБНУ ФНЦО в различных почвенно-климатических зонах. **14****Харченко В.А., Голубкина Н.А., Молдован А.И., Терешонок В.И.,****Заячковский В.А., Антошкина М.С., Степанов В.А., Павлов Л.В.**Влияние условий приготовления и хранения на показатели
антиоксидантной активности чипсов
из корнеплодов сельдерея, пастернака и петрушки. **20****Асмаре М.Т., Дереро А., Дересу З.**Выявление предпочтений Сообщества по фруктовым деревьям
и связанных с этим проблем на юго-западе Эфиопии. **26****Сачивко Т.В., Босак В.Н.**Оценка новых сортов лука многоярусного по хозяйственно полезным признакам. **36****Кушнарев А.Г., Гнитецкая А.О.**Влияние сроков посева на урожайность плодов укропа пахучего
и кориандра посевного в сухостепной зоне Забайкалья. **41****Иванова Т.Е., Лекомцева Е.В.,****Тутова Т.Н., Соколова Е.В.**Продуктивность лука репчатого в зависимости от фракции севка
и подкормок водорастворимыми комплексными минеральными удобрениями. **48****СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ****Хорушева Т.И., Боровая С.А., Богинская Н.Г.**Введение в культуру и микроклональное
размножение жимолости съедобной *in vitro*. **55****Коротцева И.Б., Белов С.Н., Слетова М.Е.**Селекция огурца для весенних пленочных теплиц
на устойчивость к настоящей мучнистой росе. **61****Ковальчук М.В., Циунель М.М.**Формирование модели сорта салата (*Lactuca sativa* L.)
сортотипа Батавия для гидропонной культуры. **68****АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ****Собко О.А., Фисенко П.В., Ким И.В.**Фитовирусы в системе семеноводства картофеля. **74****ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО****Тхаганов Р.Р., Сидельников Н.И.**Влияние комплексного применения циркона и силипланта
на урожайность корней эхинацеи пурпурной в условиях Западного Предкавказья **81****МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА****Аль-Авади Р., Улас А., Ильбас А.И.**Влияние качества поливной воды на рост растений кукурузы,
электропроводность и pH почвы. **87****Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Гаврилов С.В.,****Верник П.А., Иванова М.И.**Влияние монохроматического излучения разного спектра на прорастание семян
(соплодий) свеклы сахарной (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.) **92**

HORTICULTURE, VEGETABLE PRODUCTION, VITICULTURE AND MEDICINAL CROPS**Kaigorodova I.M., Ushakov V.A., Lukanin V.I.,****Molchanova A.V., Pronina E.P.**A new functional food product – microgreen vegetable beans –
feature and nutritional properties.5**Lazko V.E., Varivoda E.A., Yakimova O.V.,****Kovaleva E.V., Maslennikova E.S.**Two-year agroecological testing of watermelon varieties selected
by the Federal Research Center of Rice and Bikovskaya cucurbits breeding experimental
station in various soil-climatic zones.14**Kharchenko V.A., Golubkina N.A., Moldovan A.I., Tereshonok V.I.,****Zayachkovsky V.A., Antoshkina M.S., Stepanov V.A., Pavlov L.V.**Effect of drying and storage on antioxidant activity parameters
of celery, parsnip and root parsley chips.20**Asmare M.T., Derero A., Deresu Z.**Identification of community fruit tree preference
and associated problems in South West Ethiopia.26**Sachyuka T.V., Bosak V.N.**

Evaluation of new varieties of multi-tiered onion on economically useful grounds.36

Kushnarev A.G., Gnitetskaya A.O.The influence of sowing time on the yield of dill fruits
and coriander in the dry steppe zone of Transbaikalia.41**Ivanova T.E., Lekomtseva E.V.,****Tutova T.N., Sokolova E.V.**Productivity of onion depending
on the seeding fraction and feeding with water-soluble complex mineral fertilizers.48**BREEDING, SEEDPRODUCTION AND PLANT BIOTECHNOLOGY****Khoruzheva T.I., Borovaya S.A., Boginskaya N.G.**Establishing the *in vitro* culture of
and micropropagating edible honeysuckle.55**Korottseva I.B., Belov S.N., Sletova M.E.**Cucumber breeding for spring film greenhouses
for resistance to real powdery mildew.61**Kovalchuk M.V., Tsiunel M.M.**Formation of a model of lettuce (*Lactuca sativa* L.)
variety of the Batavia type for hydroponic cultivation.68**AGROCHEMISTRY, SOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE****Sobko O.A., Fisenko P.V., Kim I.V.**

Plant viruses in the system of seed potato production.74

AGRICULTURE AND PLANT PRODUCTION**Thaganov R.R., Sidelnikov N.I.**Effect of integrated use of Zircon and Siliplant on productivity
of *Echinacea purpurea* roots in Western Caucasus.81**IRRIGATION ENGINEERING, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS****Al-Awadi R., Ulas A., ILBAS I.A.**The effect of irrigation water quality on the growth
of maize plants, electric conductivity and pH of the soil.67**Zelenkov V.N., Latushkin V.V.,****Gavrilov S.V., Vernik P.A., Ivanova M.I.**Effect of photons of the far red region in the spectrum of
LED radiation on the growth and development of sugar beet plants
(*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.)92

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-5-13>
УДК 635.65-021.66

И.М. Кайгородова^{1*}, В.А. Ушаков¹,
В.И. Луканин², А.В. Молчанова¹,
Е.П. Пронина¹

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

² ФГБУН ФИЦ «Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН» 119991, Россия, ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38

*Автор для переписки: kaigorodova-i@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов при написании данной работы.

Вклад авторов: Кайгородова И.М., Ушаков В.А. – изучение литературы, проведение исследований и подготовка материала для статьи. Молчанова А.В. – выполнение биохимических анализов. Кайгородова И.М., Ушаков В.А., Луканин В.И. – взаимодействие и оценка на промышленном производстве. Все авторы принимали участие в написании статьи.

Для цитирования: Кайгородова И.М., Ушаков В.А., Луканин В.И., Молчанова А.В., Пронина Е.П. Новый функциональный продукт питания – микрозелень бобов овощных – особенность и питательные свойства. *Овощи России*. 2024;(1):5-13. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-5-13>

Поступила в редакцию: 20.11.2023

Принята к печати: 06.12.2023

Опубликована: 19.02.2024

Irina M. Kaigorodova¹, Vladimir A. Ushakov¹,
Vladimir I. Lukanin², Anna V. Molchanova¹,
Ekaterina P. Pronina¹

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

² Prokhorov General Physics Institute of the Russian Academy of Sciences 38, Vavilov str., Moscow, Russia, 119991

* Corresponding Author: kaigorodova-i@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: I.M. Kaigorodova, V.A. Ushakov – studying the literature, conducting research and preparing material for the article. Molchanova A.V. – performing biochemical tests. I.M. Kaigorodova, V.A. Ushakov, V.I. Lukanin – interaction and assessment in industrial production. All authors took part in writing the article.

For citation: Kaigorodova I.M., Ushakov V.A., Lukanin V.I., Molchanova A.V., Pronina E.P. A new functional food product – microgreen vegetable beans – feature and nutritional properties. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):5-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-5-13>

Received: 20.11.2023

Accepted for publication: 06.12.2023

Published: 19.02.2024

Новый функциональный продукт питания – микрозелень бобов овощных – особенность и питательные свойства

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Микрозелень ценится за свежесть и изысканный вкус, а приверженцами здорового питания – за насыщенность витаминами, микроэлементами, антиоксидантами, ферментами и ценным белком. Продукт пользуется стабильно растущим спросом не только в производственном сегменте (рестораны, кафе, супермаркеты), но и в домашнем выращивании – «огород на окне». Среди овощных культур высокой популярностью пользуется микрозелень гороха овощного, особенно сорта с усатым типом листа. Именно этот продукт кулинарным мастерам помогает придать изделиям яркие визуальные и вкусовые акценты. Мало кто знает, что среди бобовых культур, помимо гороха овощного, есть отличная альтернатива с не менее питательной ценностью. Это микрозелень бобов овощных. Побеги бобов более мясистые и сочные, хрустящие, сладковатые с ореховым привкусом, и главное – их под силу вырастить абсолютно каждому. Получение микрозелени из культуры бобов овощных является перспективным направлением, так как ее питательная ценность и биохимический состав сопоставимы с микрозеленью гороха овощного.

Содержание основных нутриентов в среднем по изученным сортам селекции ФГБНУ ФНЦО составляет: белок – 20-35% (на сухую массу), аскорбиновая кислота – 0,51 мг/г, каротиноиды – 0,48 мг/г, моносахара – 1,15%, сухое вещество – 10,62%. Однако у бобов овощных есть неоспоримое преимущество при выращивании – это возможность использования до двух-трех срезов с одного посева, благодаря способности образовывать дополнительные побеги при использовании способа срезки под «корень». Урожайность с контейнера при посеве 100 семян за две срезки составила от 320 г до 400 г в зависимости от сорта и способа срезки. Наибольшая урожайность получена у сорта Велена, который формирует около 200 г свежих побегов как в первую, так и во вторую срезку. По результатам наших исследований у сортов бобов Белорусские и Русские черные рекомендуется использовать две срезки, тогда как сорт Велена способен давать полноценную микрозелень и при третьей срезке.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

бобы овощные, микрозелень, проростки, питательная ценность

A new functional food product – microgreen vegetable beans – feature and nutritional properties

ABSTRACT

Microgreens are valued for their freshness and refined taste, and by adherents of a healthy diet – for their saturation with vitamins, trace elements, antioxidants, enzymes and valuable protein. The product enjoys steadily growing demand not only in the production segment (restaurants, cafes, supermarkets), but also in home cultivation – «vegetable garden on the window». Among vegetable crops, vegetable pea micro-greens are very popular, especially varieties with a mustachioed leaf type. It is this product that helps culinary masters to give products bright visual and taste accents. Few people know that among legumes, in addition to vegetable peas, there is an excellent alternative with no less nutritional value. This is a micro-green of vegetable beans. Bean shoots are more fleshy and juicy, crispy, sweet with a nutty taste, and most importantly, absolutely everyone can grow them. Obtaining microgreens from vegetable bean culture is a promising direction, since its nutritional value and biochemical composition are comparable to the microgreens of vegetable peas.

The content of the main nutrients on average for the studied varieties of breeding of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) is: protein – 20-35% (dry weight), ascorbic acid – 0,51 mg/g, carotenoids – 0,48 mg/g, monosaccharide – 1,15%, dry matter – 10,62%. However, vegetable beans have an undeniable advantage in cultivation – it is the possibility of using up to two or three cuts from one crop, due to the ability to form additional shoots when using the method of cutting under the «root». The yield from the container when sowing 100 seeds obtained in two cuts ranged from 320 g to 400 g, depending on the variety and method of cutting. The highest yield was obtained from the cv. Velen, which forms about 200 g of fresh shoots both in the first and second cut. According to the results of our research, it is recommended to use two cuts for the cv. Belorusskie and cv. Russkie chernye, while the cv. Velen is able to give a full-fledged microgreen even with the third cut.

KEYWORDS:

Vicia faba L., microgreens, seedlings, nutritional value

Введение

Микрозелень – это новый специализированный продукт питания, который становится все более популярным благодаря своему богатому составу питательных веществ и разнообразию цветов, вкусов и текстур. Микрозелень это молодые побеги растений, которые используются как в пищу, так и для украшения блюд. Её используют в салатах, супах, коктейлях, смузи, других напитках и блюдах. Из-за высокого содержания полезных веществ такая пища считается очень перспективной, а её потребление неуклонно растёт. Микрозеленью называются пророщенные растения в фазе семядольных листьев, плюс один-два настоящих листа. Высота такого растения составляет от 5 до 15 см. Обычно от посева до сбора урожая проходит 5-12 дней [1].

Ученые доказали, что дальнейшая интеграция микрозелени в глобальную продовольственную систему будет встречена потребителями с высоким энтузиазмом, если будет согласована с соответствующим уровнем образованности потребителя в отношении микрозелени, а также с учетом стоимости, доступности и свежести (сроки хранения) [2]. Для этого специалисты проводят анализ рынка микрозелени, применяемых материалов и условий выращивания, а также связанные с этим затраты [3] и на основании полученных результатов расширяют сортимент и совершенствуют технологии выращивания. Так известно, что тип субстрата для производства микрозелени сильно влияет на урожайность, содержание минеральных веществ и пищевую ценность испытываемых культур. Разработка и оценка различных субстратов уже позволила получить большое их разнообразие: стандартная смесь торфа и перлита, кокосовая кора, компост из отработанных грибов, компост из органических отходов, а также их смеси и прочее [4]. При этом особое внимание уделяется не только требованиям безопасности субстрата, но и скринингу устойчивости микрозелени к бактериальным патогенам во время выращивания [5].

Разрабатываются и совершенствуются системы выращивания микрозелени – стеллажные, ярусные и вертикальные фермы (гидропонные системы) [6]. Продолжая совершенствование этих технологий производства, испытываются различные составы питательного раствора, позволяющие снизить содержание нитратов в листовых овощах без негативного влияния на урожайность и его качество [7]. Например, благодаря частичной замене удобрений на основе нитратов удобрениями на основе аммония [8]. Для улучшения роста побегов и корней микрозелени и увеличения содержания хлорофиллов и каротиноидов в зеленой массе используют росторегулирующие препараты [9].

Получение высококачественных продуктов из свежих проростков также связана с интенсивностью света при выращивании микрозелени. Процесс проектирования освещения для каждой культуры индивидуальный и основывается на определении реакции растений на свет в модельных и производственных условиях. Подбирается оптимальный спектр и регулируется мощность светодиодных светильников [10;11]. Обнаружено положительное влияние дополнительного кратковременного красного светодиодного освещения (с длиной волны 638 нм) на предуборочном этапе (в

течение трех дней), что приводит к увеличению антиоксидантных свойств микрозелени [12].

Короткий срок хранения ограничивает коммерческую ценность любого продукта. Определить оптимальную температуру хранения для микрозелени необходимо, чтобы она дольше сохраняла свои органолептические свойства [13]. Установлено, что температура хранения +5°C в полиэтиленовых пакетах толщиной 150 мкм позволяет сохранить высокое качество в течение 14 дней [14, 15].

Осознавая высокую питательную ценность различных культур и сортов микрозелени (16-19), ее широко применяют в кулинарии (20, 21). Помимо этого, исследованиями доказано, что микрозелень обладает противовоспалительными, противораковыми, антибактериальными и антигипергликемическими свойствами, что и делает ее новым функциональным продуктом питания, полезным для здоровья человека [22].

В рамках программы биофортификации ученые проводят исследования по обогащению и увеличению концентрации питательных микроэлементов в растениях (например, йода, цинка и селена) (23, 24). Несмотря на богатый элементный состав и высокую питательную ценность свежую микрозелень также дополнительно насыщают различными микроэлементами [4, 25].

Увеличение потребления микрозелени и расширение ассортимента видов, используемых для производства микрозелени, может не только положительно повлиять на рацион питания, но и обеспечить экономическое будущее микрозелени [26, 27]. Микрозелень можно рассматривать как устойчивую фитохимическую фабрику для удовлетворения диетических и психологических потребностей членов экипажей космических орбитальных станций. Такие растения могут обеспечивать космонавтов пищей, они подходят для расширения разнообразия космических культур, поскольку имеют короткий цикл выращивания [28].

В качестве микрозелени выращивают как традиционную зелень: салат, лук, бораго, укроп, петрушку, кинзу и прочие пряные травы, так и растения, в качестве зелени используемые редко: редис, дайкон, свёклу, или не используемые вообще: злаки, амарант, подсолнечник, нут, капусту, горох. Однако, еще мало кто знает, что также для получения питательной микрозелени можно использовать культуру – бобы овощные [29].



Рис. 1. Различные типы семян *Vicia faba* L.
Fig. 1. Various types of seeds of *Vicia faba* L.

Бобы овощные (*Vicia faba* L.) – это одна из древнейших овощных культур, известная еще под названиями конские бобы или фасоль Фаба [30]. Генетическая изменчивость вида достаточно велика и часто описывается на основе различий по массе, форме и размеру семян. Только по этому признаку есть описание четырех ботанических типов этой культуры [31-33]. Размер семян зависит от потребностей рынка: крупносеменные сорта широко используются в пищу, как свежий зеленый овощ и как сухие семена, а мелкосеменные в основном выращивают на корм животным и птицам (рис.1). Ряд обзоров посвящён питательной ценности бобовых культур, в том числе и бобам [34-37].

В России к бобам овощным относят сорта с крупными семенами, которые обладают высокой питательной ценностью. Среди бобовых культур они имеют наибольшее содержание белка в семенах (от 24 до 35%), благодаря чему их пищевое значение все больше возрастает [38, 39]. В семенах бобов также содержится до 55% углеводов и 1,5% жиров. Бобы ценятся не только за высокое содержание белка, но и за его хорошую усваиваемость. Также за содержание в них незаменимых аминокислот: аргинин, гистидин, метионин, лизин и др., большого количества витаминов (В₁, В₂, В₆, РР, С, К, Е), каротина, пантотеновой, фолиевой кислот, а также минеральных солей калия, кальция, фосфора, магния, серы и железа [40, 41]. Энергетическая ценность 100 г свежих семян бобов (молочная спелость) составляет 60-90 ккал, а в зрелых семенах – в три-четыре раза выше. По калорийности бобы превышают в три раза картофель и в шесть раз капусту. Семена бобов можно употреблять в свежем (молочная спелость), сухом, замороженном и переработанном виде. В кондитерской промышленности бобы заменяют орехи и из бобов готовят снеки.

Растения и семена бобов овощных с древних времен используют в медицине и косметологии. Употребление их предупреждает нарушение обмена веществ и связанных с ним заболеваний, регулирует работу кишечника и способствуют выведению токсинов. В бобах обнаружено вещество – убихинон, обладающий массой полезных свойств, например, помогает при сердечно-сосудистых заболеваниях и нарушениях обменных процессов в организме [42]. Убихинон добавляют в крем от морщин, а древние римлянки накладывали на лицо маску из размолотых бобов. Отваром или настоем цветков умывали или протирали кожу лица для снятия раздражения и зуда. При употреблении в пищу, несмотря на множество полезных свойств, у бобов есть и противопоказания: семена могут содержать различные концентрации антипитательных веществ – танинов, вицина и конвицина [38, 43, 44]. Белая окраска цветков и светлый рубчик семян – маркерные признаки, свидетельствующие об отсутствии или низком содержании в семенах этих веществ [45].

Однако, несмотря на все достоинства, бобы овощные в нашей стране пока мало востребованы [46]. Объяснить это можно недооценкой пищевых качеств культуры. Одним из способов увеличения востребованности бобов овощных – использование как совершенно нового продукта питания в виде микрозелени и включение ее в блюда для повышения содержания питательных элементов. При этом, в отличие от самих семян, проти-

вопоказаний при употреблении микрозелени бобов пока нет, так как с этой точки зрения они мало изучены.

Производство бобов овощных (*faba beans dry* – сухое зерно) по данным ФАО (2021 год) в мире составило более 5,96 млн т, производственные посевы располагались на площади более 2,72 млн га. Лидерами по производству зерна (семян) бобов в 2021 году являлись: Китай (1,7 млн т), Эфиопия (1,1 млн т), Великобритания (694,3 тыс. т), Австралия (509,7 тыс. т) и Пакистан (235,9 тыс. т). Посевные площади в Российской Федерации незначительны, более 4,4 тыс.га, производство – 7,5 тыс.т. Производство бобов овощных (*faba beans green* – зеленые бобы) в мире составило более 1,73 млн т, производственные посевы располагались на площади более 277,4 тыс.га. Лидерами по производству зеленых бобов в 2021 году стали: Алжир (277,3 тыс.т.), Египет (190,9 тыс.т.), Китай (114,8 тыс.т.), Польша (88,5 тыс.т.) и Тунис (83,6 тыс.т.) [47]. По посевным площадям для производства зеленых бобов в Российской Федерации статистических данных нет.

Агротехническое значение бобов состоит в том, что они, как и другие бобовые культуры, являются хорошим предшественником для многих культур [48, 49], благодаря своей высокой азотфиксирующей способности, которая составляет около 160 кг/га [50]. Поэтому бобы особенно рекомендуют для выращивания в севообороте. В европейских странах с более мягким зимним климатом определенные сорта бобов выращивают в озимой культуре [51-54].

В лаборатории селекции и семеноводства овощных бобовых культур ФГБНУ ФНЦО создаются сорта бобов овощных для различного направления использования – употребления бобов и семян в свежем виде и переработки. Однако, оценку этих сортов для использования в технологиях производства микрозелени не проводили. В связи с этим целью данных исследований стало оценить содержание питательных веществ в свежих проростках культуры бобы овощные и оценить продуктивность свежей микрозелени сортов селекции ФГБНУ ФНЦО.

Материал и методы

В Федеральном научном центре овощеводства в результате многолетней селекционной работы созданы сорта бобов овощных [55] с различной окраской семян (рис. 2).

Сорт Белорусские. Позднеспелый. Высота растения 60-100 см, стебель ветвится слабо. Цветки белые с коричневыми прожилками на парусе и темными пятнами на крыльях. Первый боб завязывается на 6-7 узле. Боб прямой, длина 8-11 см, ширина 2 см, число бобов на растении 6-10. поверхность бобов гладкая, сетчатая, окраска в съемной спелости темно-зеленая. Плоды при созревании растрескиваются, 3-4-семянные. Семена удлинено-овальные, светло-коричневые, со временем буреющие. Масса 1000 семян 1800 г. Товарная урожайность семян 4,9 т/га, зеленых бобов – 11,5-13,0 т/га.

Сорт Велена. Среднеранний. Стебель прямостоячий, высотой 80-100 см, слабоветвистый. Число непродуктивных узлов 5-8, продуктивных – 5-6, высота прикрепления нижнего боба 30-33 см. Лист сложный, с 3-4 парами листочков округлой формы, темно-зеленой



Белорусские
cv. Belorusskie

Велена
cv. Velena

Русские черные
cv. Russkie chernye

Рис. 2. Семена бобов овощных различных сортов селекции ФГБНУ ФНЦО
Fig. 2. Seeds of vegetable beans of various varieties of breeding of FSBSI FSVS

окраски. Число цветков в кисти 6-8. Цветок крупный, белый, с черным бархатным пятном на крыльях. Первый боб завязывается на 5-8 узле. Боб сахарный, без пергаментного слоя, длиной 10-12 см, шириной 2 см, толщиной 1,2 см, слегка изогнутый, тупоконечный, 3-4-семянный. Поверхность морщинистая с редким опушением, окраска в съемной спелости темно-зеленая. Семена округло-угловатые, светло-палевые. Масса 1000 семян 1400 г. Применяют в пищу в виде зеленых бобов, недозрелых зерен и созревших сухих семян для приготовления различных блюд и консервирования. Товарная урожайность семян – 5,6 т/га, зеленых бобов – 11,5-17,5 т/га.

Сорт Русские черные. Раннеспелый. Высота растений 50-60 см, стебель ветвится, образуя 1-2, иногда 3 ветви. Цветки белые с фиолетовыми прожилками на парусе и темными пятнами на крыльях. На растении завязывается от 6 до 16 бобов. первый боб завязывается на 5-6 узле. Бобы слегка изогнутые, морщинистые, длина боба 7-8 см, ширина 1,5-2,0 см. При созревании бобы не растрескиваются, 2-3-семянные. Семена удлинено-овальные, темно-фиолетовые. Товарная урожайность 5,0 т/га, зеленых бобов – 11,0-14,0 т/га.

Семена испытуемых сортов селекции ФГБНУ ФНЦО после десятичасового замачивания укладыва-

ли на грунт в контейнер, мульчируя слоем один сантиметр. Проращивали в термостате под прессом до появления всходов при температуре +15°C. После появления всходов на пятые сутки переносили в оранжерейные условия. Через 14 суток проводили первую срезку, еще через три недели – вторую (под корень – на уровне грунта; под «пень» – три-пять сантиметров от уровня грунта; рис. 3).

Показатели продуктивности определяли путем взвешивания каждого учетного растения. Биохимические исследования проводили согласно принятым методикам: содержание сухого вещества определяли гравиметрически после высушивания образцов при 70°C до постоянной массы; содержание аскорбиновой кислоты устанавливали по методике Сапожниковой, Дорофеевой [56]; содержание белка в семенах определяли по Бредфорду, 1976 [57], белок экстрагировали буферным раствором (pH 8,0), с небольшой модификацией, калибровку осуществляли по бычьему сывороточному альбумину (99%) фирмы «Диаэм» (Россия); содержание моносахаров проводили цианидным методом (метод Сабуровой, Копериной). Для определения содержания каротиноидов брали навески каждого образца, экстрагировали 96% этанолом и результат вычисляли на спектрофотометре с использованием методики Lichtenthaler et al. (1987) [58].



Рис. 3. Варианты срезки проростков бобов овощных
Fig. 3. Options for cutting vegetable bean microgreens



Рис. 4. Микрозелень бобов овощных
Fig. 4. Microgreen vegetable beans

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью прикладных программ Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение

В ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» проведено сравнительное испытание различных сортов бобов овощных при различных элементах технологии выращивания проростков и сравнительная оценка питательной ценности проростков гороха и бобов овощных. Микрозелень бобов – это свежесрезанные побеги высотой около 10-15 см (рис. 4).

Стебель четырехгранный, мясистый. Листочки крупные, эллиптические, неопушенные, мясистые, сизо-зеленые, цельнокрайние, нижние листья одно-

парные, затем 2-3-4х парные. Вкус сладковатый с ореховым привкусом. Такие побеги можно употреблять в пищу самостоятельно или использовать как компонент для приготовления салатов, смузи или в виде съедобного украшения. Установлено, что микрозелень бобов овощных не содержит никаких вредных веществ, поэтому для ее выращивания можно использовать любые сорта, не зависимо от окраски их семян. При этом, благодаря способности быстро формировать вторичные побеги, можно получать дополнительный урожай микрозелени. Для выявления оптимального способа срезки с целью большего выхода продукции срезку проводили двумя путями: первый способ – под корень (на уровне грунта) и второй способ – оставляя «пень» размером не более пяти сантиметров (рис. 4).



Белорусские
cv. Belorusskie

Русские черные
cv. Russkie chernye

Велена
cv. Velena

Рис. 5. Морфометрическая оценка проростков бобов овощных на разных стадиях развития: через неделю после посева и через две недели при первой срезке
Fig. 5. Morphometric assessment of vegetable bean microgreens at different stages of development: a week after sowing and two weeks after the first cut

Таблица 1. Морфометрические параметры проростков бобов овощных
Table 1. Morphometric parameters of vegetable bean microgreens

Сорт	Первая срезка		Вторая срезка*					
	масса побега, г	высота побега, см	масса побега, г		высота проростка, см		доля проростков с доп. побегами,	
			1 способ	2 способ	1 способ	2 способ	1 способ	2 способ
Белорусские, st.	2,2	16,1	1,3	1,6	11,1	10,7	70	50
Русские черные	1,7	11,8	1,6	1,7	9,3	8,6	60	60
Велена	1,9	12,3	2,1	2,1	14,0	13,7	100	10
НСР ₀₅	0,1	1,2	0,2	0,1	1,2	1,3	10	13

* 1 способ - под корень; 2 способ - под «пень»

* 1 way - under the root; 2 way - under the «stump»



под корень
under the root



под «пень»
under the «stump»

Рис. 6. Формирование вторичных побегов при разных способах срезки проростков у сорта Велена
Fig. 6. Formation of secondary shoots with different methods of cutting microgreens in the cv. Vелена

Сравнительная характеристика ростовых параметров проростков бобов овощных различных сортов выявила существенную разницу между выбранными сортами по силе роста уже на ранних этапах прорастания семян (рис. 5).

Двухнедельные проростки имели массу растения 1,7-2,2 г при высоте 12-16 см в зависимости от сорта. Наиболее развитые проростки к моменту первой срезки имели проростки сорта Белорусские, наименее – Русские Черные (табл. 1).

Во вторую срезку через три недели, после первой, растения сформировали побеги уже массой 1,3-2,1 г в зависимости от сорта и способа срезки. Побеги бобов сорта Белорусские при срезке под корень смогли через три недели образовать побеги со средней массой на 41% ниже, чем масса побега при первой срезке и на 27% ниже, чем при срезке под «пень». У других сортов разницы не обнаружено как при первой и второй срезке, так и при различных вариантах срезки. Высота побегов в первую и вторую срезку у сортов различалась. У сорта Белорусские во вторую срезку их рост снизился более чем на 30%, независимо от способа срезки. У сорта Русские черные показатель высоты проростка во вторую срезку снизился на 21% при срезке под корень и на 27% при срезке под «пень». Однако у сорта Велена проростки к моменту второй срезки смогли сформировать высоту на 11-14% выше относительно первой срезки в зависимости от способа ее проведения (табл. 1).

Способность образовывать дополнительные побеги к основному при срезке под корень выше, чем при срезке под пень до пяти сантиметров. Проводя морфо-

метрическую оценку, было выявлено, что у сорта Велена при срезке под корень растения в 100% случаях образует второй побег (табл. 1, рис. 6). Так как дополнительный побег имеет небольшие размеры его можно будет использовать позднее для третьей срезки. У сортов Белорусские и Русские черные вероятность образования побега равна 70% и 60%, поэтому использовать их для трех срезок не рекомендуется.

Урожайность микророзелени зависит от посевных качеств семян. Высокие показатели всхожести используемого посевного материала при оптимальных условиях залог получения максимального урожая с высоким качеством (рис. 7).

За одну срезку (первую) выход свежих побегов с контейнера (100 семян) составил от 150 г до 201 г в зависимости от сорта семян и их посевных качеств. Во вторую срезку у сорта Велена выход продукции при разных способах срезки был одинаковым, тогда как у сор-

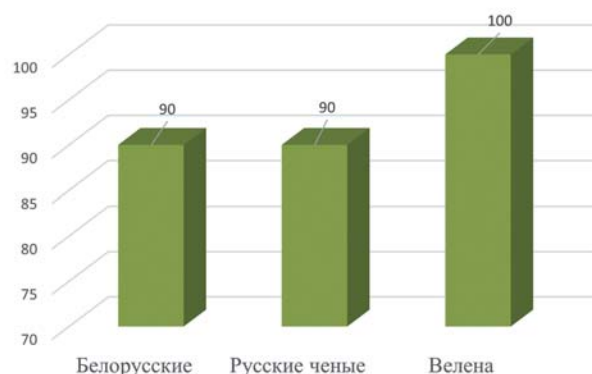


Рис. 7. Лабораторная всхожесть бобов овощных, %
Fig. 7. Laboratory germination of vegetable beans, %

Таблица 2. Урожайность проростков бобов овощных с контейнера, кг
Table 2. Yield of vegetable bean microgreens per container, kg

Сорт	Первая срезка	Вторая срезка*		За две срезки	
		1 способ	2 способ	1 способ	2 способ
Белорусские, st.	0,201	0,116	0,145	0,317	0,346
Русские черные	0,150	0,143	0,153	0,293	0,303
Велена	0,185	0,210	0,207	0,395	0,392
НСР ₀₅	0,014	0,020	0,012	0,017	0,015

* 1 способ – под корень; 2 способ – под «пень» [* 1 way - under the root; 2 way - under the «stump»]

Таблица 3. Сравнительная характеристика питательной ценности проростков овощных бобовых культур (средние показатели у сортов селекции ФГБНУ ФНЦО)
Table 3. Comparative characteristics of the nutritional value of vegetable legumes microgreens (average values of the varieties of selection of FSBSI FSVС)

Культура	Сухое вещество, %	Аскорбиновая кислота, мг/г	Каротиноиды, мг/г	Моносахара, %	Белок, % на сухую массу	Полифенолы, мг-экв Гк/г сух. м.	ССА в спиртовом экстракте мг-экв Гк/г сух. м.
Бобы овощные	10,62	0,51	0,48	1,15	20-40	26,82±0,41	58,58±2,89
Горох овощной	11,33	0,47	0,38	1,12	20-25	16,52±1,29	23,20±2,42
НСР ₀₅	0,90	0,05	0,08	0,05	-	-	-

тов Русские черные и Белорусские срезка с оставлением «пня» дала выход продукции на 7% и 25% выше. Однако, несмотря на то что в варианте с оставлением «пня» выход продукции при второй срезке был немного выше, за две срезки результаты были сопоставимы. Наибольший выход продукции из изученных сортов получен у сорта Велена – за две срезки почти 400 г молодых проростков – по 200 г за каждую срезку (табл. 2).

Для сравнения питательной ценности проростков бобовых овощных был проведен биохимический анализ проростков гороха и бобов овощных. Оказалось, что проростки бобов по питательной ценности не уступают проросткам гороха (табл. 3).

Так, содержание аскорбиновой кислоты, каротиноидов и белка в проростках бобов было выше соответственно на 9%, 26% и в 1,5-2,0 раза относительно проростков гороха, при сравнимом накоплении сухого вещества и моносахаров у этих культур. Кроме того, содержание полифенолов и суммы антиоксидантов в спиртовом экстракте в бобах составляет 26,82 мг-экв Гк/г сух. массы и 58,58±2,89 мг-экв Гк/г сух. массы соответственно, что в 1,6-2,5 раза выше, чем в горохе

овощном.

Меньше всего сухого вещества среди сортов бобов обнаружено у сорта Белорусские – 8,67%, у двух других сортов содержание сухого вещества было одинаковым и составило примерно 11,5%. Накопление аскорбиновой кислоты больше выше в проростках сорта Русские черные – 0,58 мг/г, а в сортах со светлой окраской семян было одинаковым и составило 0,48 мг/г (рис. 8).

Заключение

Таким образом, получение микрорезели из культуры бобов овощных является перспективным направлением, так как питательная ценность этой культуры сопоставима с питательной ценностью гороха овощного. Среднее накопление биохимических веществ по сортам составило: сухое вещество – 10,62%, аскорбиновая кислота – 0,51 мг/г, каротиноиды – 0,48 мг/г, моносахара – 1,15%, белок – 20-40% (на сухую массу). Однако у бобов овощных есть неоспоримое преимущество – это возможность использования до двух-трех срезок при выращивании. Так, у сорта Белорусские и Русские черные рекомендуется использовать две срезки, у сорта Велена – до трех срезок, благодаря способности образовывать дополнительный побег при

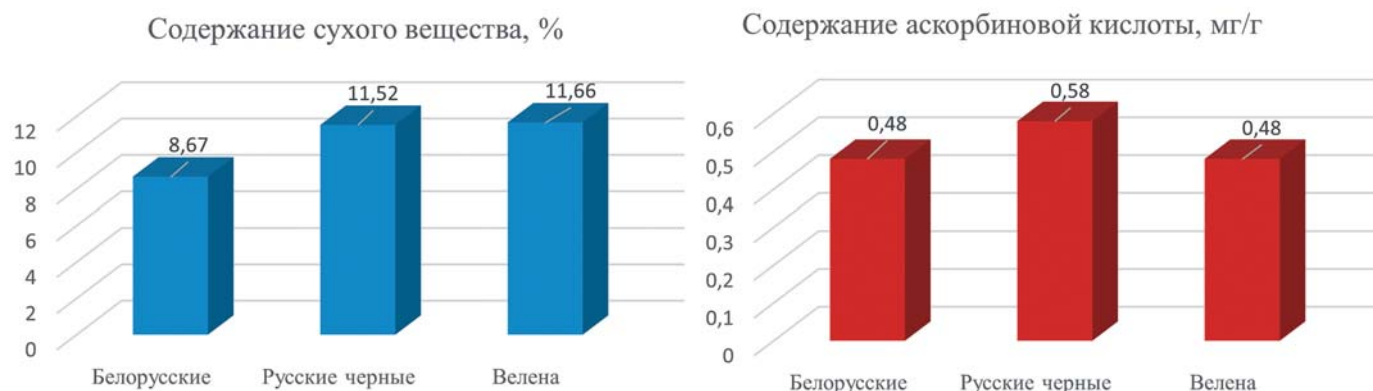


Рис. 8. Биохимические параметры в проростках разных сортов бобов овощных
Fig. 8. Biochemical parameters in seedlings of different varieties of vegetable beans



Рис. 9. Выращивание микрозелени бобов овощных сорт Велена в производственных условиях
Fig. 9. Cultivation of microgreens of vegetable beans of the cv. Velena in production conditions

использовании способа срезки под корень. Наибольшая урожайность с контейнера при посеве 100 семян получена у сорта Велена. При использовании семян этого сорта можно получать около 200 г свежих побегов в первую и во вторую срежку.

Семена сорта Велена были переданы на производственные испытания нескольким компаниям по производству микрозелени, где культура и сорт получили высокую технологическую оценку и были отмечены высокие вкусовые качества продукта (рис. 9).

На основании этого, можно утверждать, что выращивание микрозелени бобов овощных является перспективным направлением с высокой конкурентоспособностью. Элементы технологии производства, технические и пищевые стандарты микрозелени бобов овощных в настоящее время находятся в процессе разработки, после чего этот продукт с нашей точки зрения должен получить широкое признание у производителей и потребителей.

Производственный интерес на рынке свежей микрозелени также вызывает один из новых сортов бобов овощных – Русские белые, благодаря своим параметрам. Особую ценность вызывают такие признаки как светлые семена со светлым рубчиком и высокими вкусовыми качествами (рис. 10).



Рис. 10. Семена бобов овощных, сорт Русские белые
Fig. 10. Vegetable bean seeds, cv. Russkie belye

Русские белые. Сорт среднеспелый. Включён в Госреестр по Российской Федерации для выращивания в ЛПХ. Рекомендуются для использования семян в фазе молочной спелости в домашней кулинарии. Растение средней высоты – высокое, малооблиственное. Лист зелёный, листочек среднего размера. Цветки среднего размера, меланиновое пятно на крыльях имеется, на парусе – отсутствует. Боб длинный, широкий, прямой, зелёный. Высота прикрепления нижнего боба – 35 см. Семена в продольном сечении яйцевидные, в поперечном – узкоэллиптические, бежевые, очень крупные, без чёрного рубчика. Вкусовые качества отличные. Урожайность семян – 6,0 т/га, зеленых бобов – 14,0-17,0 т/га.

• Литература / References

1. Гавриш. Профессиональные семена. <https://gavriishprof.ru/info/publications/vsyo-cto-vy-hoteli-znat-o-vyrashchivani-mikrozeleni-doma>. (дата обращения 10.11.2023 год). [Gavriish. Professional seeds. <https://gavriishprof.ru/info/publications/vsyo-cto-vy-hoteli-znat-o-vyrashchivani-mikrozeleni-doma>. (accessed 10.11.2023).] (In Russ.).
2. Michell K.A., Isweiri H., Newman S.E., Bunning M. et al. Microgreens: consumer sensory perception and acceptance of an emerging functional food crop. *Food Science*. 2020;(85):926-935.
3. Enssle L.M. Microgreens: market analysis, growing methods, and models august. *California State University, San Marcos*. 2020. 27p.
4. Poudel P., Duenas A.E.K., Gioia F.D. Organic waste compost and spent mushroom compost as potential growing media components for the sustainable production of microgreens. *Front Plant Sci*. 2023;(14):1229157. DOI:10.3389/fpls.2023.1229157.
5. Deng W., Misra G.M., Baker C.A., Gibson K.E. Persistence and transfer of foodborne pathogens to sunflower and pea shoot microgreens during production in soil-free cultivation matrix. *Horticulturae*. 2021;7(11):446. DOI:10.3390/horticulturae7110446.
6. Ciuta F., Arghir L.D., Tudor C.A., Lagunovschi-Luchian V. Research on microgreens farming in vertical hydroponic system. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 2020;24(4):27-34.
7. Palmitessa O.D., Renna M., Crupi P., Lovece A. et al. Yield and quality characteristics of Brassica microgreens as affected by the NH₄:NO₃ molar ratio and strength of the nutrient solution. *Foods*. 2020;(9):667. DOI:10.3390/foods9050677.
8. Santamaria P., Gonnella M., Elia A., Parente A., Serio F. Ways of reducing rocket salad nitrate content. *Acta Hort.* 2001;(548)64:529–536. DOI:10.17660/ActaHortic.2001.548.64.
9. Tsygankova V.A., Andrushevich Y.V., Kopich V.M., Voloshchuk I.V. et al. Effect of pyrimidine and pyridine derivatives on the growth and photosynthesis of pea microgreens. *Int J Med Biotechnol Genetics*. 2023;S1:02:003:15-22.

10. Truzzi F., Whittaker A., Roncuzzi C., Saltari A. Microgreens: functional food with antiproliferative cancer properties in-fluenced by light. *Foods*. 2021;10(8):1690. DOI:10.3390/foods10081690.
11. Balazs L., Kovacs G.P., Gyuricza C., Piroška P. et al. Quantifying the effect of light intensity uniformity on the crop yield by pea micro-greens growth experiments. *Horticulturae*. 2023;9(11):1187. DOI:10.3390/horticulturae9111187.
12. Samuoliene G., Brazaitytė A., Sirtautas R., Sakalauskienė S. et al. The impact of supplementary short-term red led lighting on the antioxidant properties of microgreens. *Acta Hort.* 2012;(956)78:649–656. DOI:10.17660/ActaHortic.2012.956.78.
13. Paradiso V.M., Castellino M., Renna M., Gattullo C.E. et al. Nutritional characterization and shelf-life of packaged microgreens. *Food Funct.* 2018;(9):5629–5640. DOI:10.1039/C8FO01182F.
14. Dalal N., Siddiqui S., Phogat N. Post-harvest quality of sunflower microgreens as influenced by organic acids and ethanol treatment. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2020;(44)9:e14678. DOI:10.1111/jfpp.14678.
15. Dayarathna N.N., Gama-Arachchige N.S., Damunupola J.W., Xiao Z. et al. Effect of storage temperature on storage life and sensory attributes of packaged mustard microgreens. *Life (Basel)*. 2023;13(2):393. DOI:10.3390/life13020393.
16. Ушакова О.В., Молчанова А.В., Котляр И.П. и др. Исследование биохимической ценности проростков гороха овощного (*Pisum sativum* L.). Сборник трудов конференции «Зернобобовые культуры, развивающиеся направления в России». ФГБОУ ВО Омский ГАУ. 2018. С. 202–206. EDN UUSMNA. [Ushakova O.V., Molchanova A.V., Kotlyar I.P., etc. Investigation of the biochemical value of vegetable pea seedlings (*Pisum sativum* L.). *Collection of works of the conference «Leguminous crops, a developing trend in Russia»*. FSBSI HE Omsk SAU. 2018. P. 202-206. (In Russ.).]
17. Ghoora M.D., Babu D.R., Srividya N. Nutrient composition, oxalate content and nutritional ranking of ten culinary microgreens. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2020;(91):103495. DOI:10.1016/j.jfca.2020.103495.
18. Renna M., Paradiso V.M. Ongoing research on microgreens: nutritional properties, shelf-life, sustainable production, innovative growing and processing approaches. *Foods*. 2020;(9):826. DOI:10.3390/foods9060826.

19. Lenzi A., Orlandini A., Bulgari R., Ferrante A., Bruschi P. Antioxidant and mineral composition of three wild leafy species: A comparison between microgreens and Baby greens. *Foods*. 2019;(8):487. DOI:10.3390/foods8100487.
20. Блюда с микрозеленью. <https://babiesgreen.ru/blyuda-s-mikrozelenyu/>. [Dishes with micro greenery. <https://babiesgreen.ru/blyuda-s-mikrozelenyu/>. (In Russ.)].
21. Renna M., Di Gioia F., Leoni B., Mininni C., Santamaria P. Culinary assessment of self-produced microgreens as basic ingredients in sweet and savory dishes. *J. Culin. Sci. Technol.* 2017;(15):126-142. DOI:10.1080/15428052.2016.1225534.
22. Zhang Y., Xiao Z., Ager E., Kong L., Tan L. Nutritional quality and health benefits of microgreens, a crop of modern agriculture. *Journal of Future Foods*. 2021;(1):58-66. DOI:10.1016/j.jfutfo.2021.07.001.
23. Blair M.W., Astudillo C., Grusak M.A., Graham R., Beebe S.E. Inheritance of seed iron and zinc concentrations in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Molecular Breeding*. 2009;(23):197-207.
24. Carvalho L.M., Corrêa M.M., Pereira E.J., Nutti M.R. et al. Iron and zinc retention in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) after home cooking. *Food & Nutrition Research*. 2012;(56):1-6. DOI:10.3402/fnr.v56i0.15618.
25. Ушакова О.В., Голубкина Н.А., Кошеваров А.А. и др. Влияние обогащения селеном на элементный состав проростков овощных бобовых культур: *Vicia faba* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Pisum sativum* L. В сборнике: Биогеохимия – научная основа устойчивого развития и сохранения здоровья человека. труды XI Международной биогеохимической школы, посвященной 120-летию со дня рождения Виктора Владиславовича Ковальского: в 2 томах. 2019. С. 245-248. EDN GWRLWZ. [Ushakova O.V., Golubkina N.A., Koshevarov A.A., Molchanova A.V., Ushakov V.A., Antoshkin A.A. Effect of selenium biofortification on elemental composition of legume sprouts. In the collection: *Biogeochemistry is the scientific basis for the sustainable development and preservation of human health. Proceedings of the XI International Biogeochemical School dedicated to the 120th anniversary of the birth of Viktor Vladislavovich Kovalsky: in 2 volumes*. 2019. P. 245-248. (In Russ.)].
26. Kyriacou M.C., Rouphael Y., Di Gioia F., Kyrtzias A. et al. Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. *Trends Food Sci. Technol.* 2016;(57):103-115. DOI:10.1016/j.tifs.2016.09.005.
27. Verlinden S. Microgreens. Definitions, product types, and production practices. *Book Editor(s): Warrington I.* 2019. DOI:10.1002/9781119625407.ch3.
28. Kyriacou M.C., De Pascale S., Kyrtzias A., Rouphael Y. Microgreens as a component of space life support systems: A cornucopia of functional food. *Front. Plant Sci.* 2017;(8):1587. DOI:10.3389/fpls.2017.01587.
29. Степанова В.В., Юрина А.В. Морфо-биологические особенности овощного боба и возможность возделывания ее в целях выгонки на зелень. *Молодежь и наука*. 2016;(5):84-90. EDN WYJHYD. [Stepanova V.V., Yurina A.V. Morpho-biological features of the vegetable bean and the possibility of cultivating it for the purpose of forcing on greens. *Youth and science*. 2016;(5):84-90. (In Russ.)].
30. Mikic A. Origin of the words denoting some of the most ancient Old World pulse crops and their diversity in modern European languages. *PLoS One*. 2012;(7):e44512. DOI:10.1371/journal.pone.0044512.
31. Muratova V.S. Common beans (*Vicia faba* L.). *Bull Appl Bot Genet Pl Breed*. 1931;(50):1-298.
32. Link W., Dixkens C., Singh M. et al. Genetic diversity in European and Mediterranean faba bean germ plasm revealed by RAPD markers. *Theor Appl Genet*. 1995;(90):27-32.
33. Kwon S.J., Hu J., Coyne C.J. Genetic diversity and relationship among 151 faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm entries as revealed by TRAP markers. *Plant Genet Resour.* 2010;(8):204-213. DOI:10.1017/S1479262110000201.
34. Bhaswant M., Shanmugam D.K., Miyazawa T., Abe C., Miyazawa T. Microgreens – A Comprehensive Review of Bioactive Molecules and Health Benefits. *Molecules*. 2023;(28):867. <https://doi.org/10.3390/molecules28020867>.
35. Dhull S.B., Kidwai M.K., Noor R., Chawla P., Rose P.K. A review of nutritional profile and processing of faba bean (*Vicia faba* L.). *Legume Science*. September 2022;4(3):e129. <https://doi.org/10.1002/leg3.129>.
36. Martineau-Côté D., Achouri A., Karboune S., L'Hocine L. Faba Bean: An Untapped Source of Quality Plant Proteins and Bioactives. *Nutrients*. Apr; 2022;14(8):1541. <https://doi.org/10.3390/nut14081541>.
37. Sindireva A., Golubkina N., Bezuglova H., Fedotov M., Alpatov A., Erdenotsog T., Sekara A., Murari O.C., Caruso G. Effects of High Doses of Selenate, Selenite and Nano-Selenium on Biometrical Characteristics, Yield and Biofortification Levels of *Vicia faba* L. cultivars. *Plants*. 2023;(12):2847. <https://doi.org/10.3390/plants12152847>.
38. Crepon K., Margot P., Peyronnet C., Carroue B. et al. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research*. 2010;(115):329-339. DOI:10.1016/j.fcr.2009.09.016.
39. Zong X., Cheng X., Wang S. Food legume crops. In red.: Yuchen D., Diansheng Z. Crops and its relative species in China-Grain crops. *China Agriculture, Beijing*. 2006:406-479.
40. Meng Z., Liu Q., Zhang Y. et al. Nutritive value of faba bean (*Vicia faba* L.) as a feedstuff resource in livestock nutrition: A review. 2021;(9):5244-5262. DOI:10.1002/fsn3.2342.
41. Dhull S.B., Kidwai M.K., Noor R. et al. A review of nutritional profile and processing of faba bean (*Vicia faba* L.). 2021;(4):e129. DOI:10.1002/leg3.129.
42. Макарова Т.П., Батыршина С.В., Данилова Н.И., Акулов А.Н. и др. Козним Q10: перспективы применения в клинической практике. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2011;(206):138-147. 138-147. EDN OIOYBN. [Makarova T.P., Batoryshina S.V., Danilova N.I., Akulov A.N. et al. Coenzyme Q10: prospects of application in clinical practice. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2011;(206):138-147. (In Russ.)].
43. Вишнякова М.А., Булынецов С.В., Бурляева М.О. и др. Исходный материал для селекции овощных бобовых культур в коллекции ВИР. *Овощи России*. 2013;(1):16-25. <https://doi.org/10.18619/2012-9146-2013-1-16-25>. EDN QJCJHLT. [Vishnjakova M.A., Bulintsev S.V., Burlyayeva M.O., Buravtseva T.V., Egorova G.P., Semenova E.V., Seferova I.V. The initial material for grain legumes breeding in the collection of VIR. *Vegetable crops of Russia*. 2013;(1):16-25. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2012-9146-2013-1-16-25>].
44. Gutiérrez N., Avila C.M., Torres A.M. A TTG1 transcription factor regulates the white flower and the absence of tannins in faba bean (zt1 gene). *EUCARPIA International Symposium on Protein crops, 4-7 May 2015, Pontevedra, Spain*.
45. Duc G., Sixdenier G., Lila M. et al. Search of genetic variability for vicine and convicine content in *Vicia faba* L. A first report of a gene which codes for nearly zero-vicine and zeroconvicine contents. In red.: Huisman A.J.M., Van der Poel AFB, Liener I.E. Recent advances of research in antinutritional factors in legumes seeds. *Pudoc, The Netherlands*. 1989:305-313.
46. Греков И.М., Пронина Е.П., Гончаров С.В. Особенности агротехники и семеноводства бобов овощных. *Селекция и семеноводство овощных культур*. 2009;(43):61-64. EDN UJFMGR. [Grekov I.M., Pronina E.P., Goncharov S.V. Features of agrotechnics and seed production of vegetable beans. *Breeding and seed production of vegetable crops*. 2009;(43):61-64. (In Russ.)].
47. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. <https://www.fao.org/faostat/ru>. (дата обращения 14.11.2023 год). [Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/ru>. (accessed 14.11.2023). (In Russ.)].
48. Duc G., Aleksic J.M., Margot P., Mikic A. et al. Grain Legumes. Chapter: *Faba Bean: part of the handbook of plant breeding book series*. 2015;(5):141-178. DOI:10.1007/978-1-4939-2797-5_5.
49. Кайгородова И.М., Надежкин С.М., Ушаков В.А., Пронина Е.П. Использование различных приемов обработки почвы и применения удобрений при возделывании бобов овощных (*Vicia faba* L.). В сборнике: Роль молодых ученых в инновационном развитии сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. 2019. С. 79-82. EDN YFACBL. [Kaiгородova I.M., Reliable S.M., Ushakov V.A., Pronina E.P. The use of various methods of tillage and the use of fertilizers in the cultivation of vegetable crops (*Vicia faba* L.). In the collection: *The role of young scientists in the innovative development of agriculture. Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young scientists and Specialists*. 2019. pp. 79-82. (In Russ.)].
50. Hoffmann D., Jiang Q., Men A., Kinkema M., Gresshoff, P.M. Nodulation deficiency caused by fast neutron mutagenesis of the model legume *Lotus japonicus*. *Journal of Plant Physiology*. 2007;(164):460-469. DOI:10.1016/j.jplph.2006.12.005.
51. Fukuta N., Yukawa T. Varietal differences in snow tolerance and growth characteristics of bread bean (*Vicia faba* L.). *Jpn J Crop Sci*. 1998;(67):505-509.
52. Bond D.A., Crofton G.R.A. History of winter beans in the UK. *J R Agr Soc Engl*. 1999;(160):200-209.
53. Flores F., Nadal S., Solis I. et al. Faba bean adaptation to autumn sowing under European climates. *Agron Sustain Dev*. 2012;(32):727-734.
54. Flores F., Hybl M., Knudsen J.C. et al. Adaptation of spring faba bean types across European climates. *Field Crops Res*. 2013;(145):1-9. DOI:10.1016/j.fcr.2013.01.022.
55. Реестр селекционных достижений. <https://gossortrf.ru/registry/>. (дата обращения 10.11.2023 год). [Register of breeding achievements. <https://gossortrf.ru/registry/>. (accessed 10.11.2023) (In Russ.)].
56. Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надежкин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. М.: ИФРА-М. 2020. 181 с. DOI: 10.12737/1045420. [Golubkina N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V., Antoshkina M.S., Nadezkin S.M., Soldatenko A.V. Antioxidants of plants and methods of their definition. M.: IFRAM. 2020. 181 p. (In Russ.)].
57. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*. 1976;(72):1-2: 248-254.
58. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and Carotenoids: pigments of photosynthetic lightreactions. *Methods in enzymology*. 1987;(148):350-382.

Об авторах:

Ирина Михайловна Кайгородова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства овощных бобовых культур, SPIN-код: 5250-2641, <https://orcid.org/0000-0002-5048-8417>, автор для переписки, kaigorodova-i@mail.ru

Владимир Анатольевич Ушаков – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства овощных бобовых культур; SPIN-код: 2133-3040; <https://orcid.org/0000-0001-8901-1424>, goroh@vniissok.ru

Владимир Ильич Луканин – кандидат ф.-м. наук, и.о. зав. лазерных технологий ИОФ РАН, SPIN-код: 9357-6201, <https://orcid.org/0000-0001-9891-0296>

Анна Владимировна Молчанова – кандидат с.-х. наук, ст.н.с. Лабораторно-аналитического отдела, SPIN-код: 4682-5853, <https://orcid.org/0000-0002-7795-7463>, vovka_ks@rambler.ru

Екатерина Павловна Пронина – ведущий научный сотрудник, кандидат с.-х. наук, epronina14@yandex.ru, SPIN-код: 4716-4510, <https://orcid.org/0000-0001-9682-5389>

About the Authors:

Irina M. Kaigorodova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, SPIN-code: 5250-2641, <https://orcid.org/0000-0002-5048-8417>, Correspondence Author, kaigorodova-i@mail.ru

Vladimir A. Ushakov – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, SPIN-code: 2133-3040; <https://orcid.org/0000-0001-8901-1424>, goroh@vniissok.ru

Vladimir I. Lukanin – Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Acting Head Laser Technologies GPI RAS, SPIN-code: 9357-6201, <https://orcid.org/0000-0001-9891-0296>

Anna V. Molchanova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Analytical Department, SPIN-code: 4682-5853, <https://orcid.org/0000-0002-7795-7463>, vovka_ks@rambler.ru

Ekanerina P. Pronina – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, epronina14@yandex.ru, SPIN-code: 4716-4510, <https://orcid.org/0000-0001-9682-5389>

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-14-19>
УДК 635.615:631.95:631.42

В.Э. Лазыко¹, Е.А. Варивода^{2*},
О.В. Якимова¹, Е.В. Ковалева¹,
Е.С. Масленникова²

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр риса» (ФГБНУ ФНЦ риса) 350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

² 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 подтверждают отсутствие конфликта интересов при написании данной работы.

Вклад авторов: Лазыко В.Э. – формулирование идеи, разработка методологии исследования; написание первоначального текста рукописи. Варивода Е.А. – формулирование исследовательских целей и задач, подготовка рукописи, включая этапы до или после публикации рукописи. Якимова О.В. – применение статистических, математических методов для анализа данных исследования. Ковалева Е.В. – проведение исследовательского процесса, в частности, проведение экспериментов или сбор данных. Масленникова Е.С. – проведение исследовательского процесса, в частности, проведение экспериментов или сбор данных.

Для цитирования: Лазыко В.Э., Варивода Е.А., Якимова О.В., Ковалева Е.В., Масленникова Е.С. Двухлетние агроэкологические испытания сортов арбуза селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» и Быковской БСОС – филиала ФГБНУ ФНЦО в различных почвенно-климатических зонах. *Овощи России*. 2024; (1):14-19. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-14-19>

Поступила в редакцию: 11.07.2023

Принята к печати: 11.10.2023

Опубликована: 19.02.2024

Viktor E. Lazko¹, Elena A. Varivoda^{2*},
Olga V. Yakimova¹, Ekaterina V. Kovaleva¹,
Ekaterina S. Maslennikova²

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Rice" 3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

² 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 there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: Lazko V.E. – formulation of the idea, development of research methodology; writing the original text of the manuscript. Varivoda E.A. – formulation of research goals and objectives, preparation of the manuscript, including stages before or after publication of the manuscript. Yakimova O.V. – application of statistical and mathematical methods for analyzing research data. Kovaleva E.V. – conducting the research process, in particular, conducting experiments or collecting data. Maslennikova E.S. – conducting the research process, in particular, conducting experiments or collecting data.

For citation: Lazko V.E., Varivoda E.A., Yakimova O.V., Kovaleva E.V., Maslennikova E.S. Two-year agroecological testing of watermelon varieties selected by the Federal Research Center of Rice and Bikovskaya cucurbits breeding experimental station in various soil-climatic zones. *Vegetable crops of Russia*. 2024; (1):14-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-14-19>

Received: 11.07.2023

Accepted for publication: 11.10.2023

Published: 19.02.2024

Двухлетние агроэкологические испытания сортов арбуза селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» и Быковской БСОС – филиала ФГБНУ ФНЦО в различных почвенно-климатических зонах

РЕЗЮМЕ

В разных агроклиматических зонах бахчеводства проведена оценка и получены двухлетние результаты агроэкологических испытаний сортов арбуза Кубанской и Волгоградской селекции. Выделены по урожайности и качеству сорта селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» и Быковской БСОС, которые можно выращивать и гарантированно получать высокие урожаи арбуза в Центральной зоне Краснодарского края и Нижнего Поволжья. Выращивание сортов Кубанской селекции Ница и Юбилар в Волгоградском Заволжье, относящемуся к степной зоне недостаточного увлажнения, за два года обеспечивало получение высокого урожая плодов арбуза – 16,0-17,4 т/га, с содержанием сухого растворимого вещества в мякоти плодов более 10%. При испытании сортов Волгоградской селекции в Центральной зоне Краснодарского края стабильную урожайность показали сорта позднеспелой группы Икар и Рубин. При разных погодных условиях периода вегетации получали максимальный урожай плодов. Высокую оценку по качеству, в том числе по содержанию сахаров (более 12 %) получил сорт Волжанин, но при экстремальных погодных условиях он может уступить по урожайности сортам Кубанской селекции. Двухлетнее агроэкологическое испытание арбуза позволило дать оценку и выделить сорта, которые рекомендованы сельхозпроизводителям для конкретной зоны выращивания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

арбуз, сорт, зона выращивания, урожайность, сухое растворимое вещество

Two-year agroecological testing of watermelon varieties selected by the Federal Research Center of Rice and Bikovskaya cucurbits breeding experimental station in various soil-climatic zones

ABSTRACT

In different agro-climatic zones of melon growing, an assessment was carried out and two-year results of agro-ecological tests of watermelon varieties of the Kuban and Volgograd selection were obtained. The cultivars of the Federal Research Center of Rice and Bikovskaya cucurbits breeding experimental station, which can be grown and are guaranteed to receive high yields of watermelon in the Central zone of the Krasnodar Territory and the Middle Volga region, are distinguished by yield and quality. Growing varieties of the Kuban selection Nitsa and Yubilyar in the steppe zone of insufficient moisture of the Volgograd Trans-Volga region for two years ensured a high yield of watermelon fruits – 16.0-17.4 t/ha, with a content of dry soluble substances in the fruit pulp of more than 10%. When testing varieties of the Volgograd selection in the Central zone of the Krasnodar Territory, varieties of the late-ripening group Ikar and Rubin showed a stable yield. Under different weather conditions of the growing season, the maximum yield of fruits was obtained. The Volzhaniin variety was highly rated for quality with a sugar content of more than 12%, but under extreme weather conditions it may be inferior in yield to the varieties of the Kuban selection. A two-year agro-ecological test of watermelon made it possible to evaluate and identify varieties that are recommended to farmers for a particular growing area.

KEYWORDS:

watermelon, variety, growing area, yield, dry soluble matter



Введение

Сельскохозяйственные культуры максимально реализуют свой потенциал урожайности в том случае, когда условия возделывания в наибольшей степени отвечают их биологическим требованиям [1,2]. Увеличение производства плодов арбуза возможно только при использовании высокоурожайных сортов, адаптивных к почвенно-климатическим условиям зоны выращивания. Для этого необходимо высевать только районированные сорта и гибриды, апробированные в данном географическом ареале, выделившиеся по продуктивности и качеству плодов. В последние годы произошли изменения в правилах Государственной комиссии по включению в список рекомендованных к использованию сортов и гибридов бахчевых культур [3]. В реестр попадают сорта и гибриды из других регионов, в том числе и иностранной селекции, по экспертной оценке, на основании результатов одного года исследований. С сортами местной селекции на протяжении нескольких лет проводят испытание в данной географической зоне [4,5]. Полученные результаты при разных погодных условиях периода вегетации позволяют объективно оценить потенциал нового сорта и рекомендовать его для выращивания товарной продукции в данном регионе [6]. Для сортов и гибридов, полученных в других селекционных центрах или коммерческих фирмах, которые рекомендуются к использованию в данной зоне, одного года оценки бывает недостаточно, так как погодные условия могут отличаться по годам [7,8].

Правильный выбор сорта арбуза в значительной степени определяет устойчивость к комплексу неблагоприятных факторов в период вегетации и высокую потенциальную продуктивность, что в итоге характеризует пригодность растений к конкретным почвенно-климатическим условиям региона. Проведение зональных испытаний позволяют дифференцировать сорта по реакции на агрофон и адресно рекомендовать их для использования в производстве. Это позволит получать устойчивые и гарантированные урожаи без потерь от влияния лимитирующих факторов окружающей среды зоны выращивания [9,10,11,12].

Цель и задачи

Цель работы – экологическое испытание сортов селекции Быковской БСОС – филиала ФГБНУ ФНЦО и ФГБНУ «ФНЦ риса» с целью формирования адресного сортового сортимента арбуза для конкретной почвенно-климатической зоны выращивания.

Материалы и методы

Важным моментом становится определение пригодности сортов селекции Быковской БСОС – филиала ФГБНУ ФНЦО и ФГБНУ «ФНЦ риса» для выращивания в разных почвенно-климатических зонах. Для этих целей проводили экологические испытания в зонах, отличающихся почвенно-климатическими условиями: Нижнее Поволжье и Краснодарский край. Опытные делянки закладывались на производственном участке в Центральной

зоне Краснодарского края на селекционно-семеноводческом участке ФГБНУ «ФНЦ риса» и в сухостепной зоне Волгоградского Заволжья в селекционном питомнике Быковской БСОС – филиала ФГБНУ ФНЦО. Учеты и наблюдения проводились в соответствии с рекомендованными методиками полевого опыта в овощеводстве [13]. Агротехнические мероприятия по выращиванию на опытных участках выполнялись в соответствии с разработанными рекомендациями для регионов [14].

В Волгоградском Заволжье климат континентальный с жарким засушливым летом. Абсолютный максимум температуры воздуха в летний период достигает 38...44°C. Сумма среднесуточных температур выше 10°C – 29°0...3150°C. В теплый период осадков выпадает 250...300 мм. Гидротермический коэффициент (ГТК) – 0,50...0,55. Почвы светло-каштановые, супесчаные, лёгкие по гранулометрическому составу. Обладают высокой водопроницаемостью, способны улавливать незначительные осадки. Содержание общего азота 0,12-0,15%, общего фосфора 0,07-0,09%, обменного калия – 120-180 мг/кг. Содержание гумуса до 1,1%.

Климат центральной зоны Краснодарского края умеренно-континентальный с неустойчивым увлажнением (ГТК-0,7...1,2). За теплый период года (апрель – октябрь) выпадает осадков – 334...360 мм. Лето наступает рано – в мае и характеризуется быстрым нарастанием высоких температур, часто сухое и жаркое. Максимальная температура в июле-августе поднимается до 40...42°C. Сумма положительных среднесуточных температур за вегетационный период составляет 3400–3600°C. Почва – выщелоченный слитый чернозем. В пахотном горизонте содержится 3,5-4,6% гумуса, 15-20 мг P₂O₅, 20-30 мг K₂O и сумма поглощенных оснований 39 мг-экв. на 100 г воздушно сухой почвы. После выпадения осадков пахотный горизонт склонен к заплыванию и образованию корки. Климатические показатели этих двух зон удовлетворяют биологическим требованиям бахчевых культур и позволяют получать устойчивые урожаи в богарных условиях [15,16].

Объектами исследований являлись сорта:

- селекции ФГБНУ «ФНЦ риса»: арбуз – Терский ранний, Ница, Необычайный, Юбилар;
- Быковской БСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО: арбуз – Рубин, Волжанин, Фаворит, Икар.

Результаты и обсуждения

Для адресной рекомендации использования сортимента арбуза в конкретном регионе необходима предварительная оценка воздействия на эти сорта лимитирующих факторов окружающей среды. Погодные условия в районах проведения испытания сортов арбуза были контрастными по температурному режиму и осадкам, что позволило дать всестороннюю оценку экологической адаптивности сортов арбуза селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» и Быковская БСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО. К посеву семян приступают при прогревании почвы до 12...15°C [17]. В центральной зоне Краснодарского края арбуз был посеян в начале третьей декады

апреля. Посев арбуза на Быковской опытной станции проводился во второй декаде мая.

Появление всходов и рост растений арбуза в центральной зоне Краснодарского края в 2021 году сдерживался возвратом низких температур в конце апреля и первой декаде мая. Температуры июня и июля превышали на 1,5-3,7°C среднемноголетние значения. В отдельные дни в период цветения температура воздуха поднималась до 39...41°C, что отразилось на качестве опыления завязей. Погодные условия Волгоградского Заволжья характеризовались большим количеством осадков в мае и июне. Осадки в этот период превысили среднемноголетние значения в 2,1-3,3 раза, что привело к высокой заболеваемости арбуза в первые фазы развития растений. Третья декада июня, июль и август, отличались низким количеством осадков и высокими температурами воздуха, средняя температура воздуха превышала среднемноголетние значения на 1,6-2,2°C.

Сложившиеся погодные условия в районах проведения оценки с лимитированным по влагообеспеченности периодом вегетации на фоне высокого теплового баланса характеризуются как удовлетворительные и в целом были благоприятные для роста растений арбуза (табл. 1).

В целом погодные условия в центральной зоне Краснодарского края в период вегетации 2022 года для растений бахчевых культур были удовлетворительными, за исключением возврата низких температур в первой декаде мая. Температурные колебания этого периода детально представлены на графике (рис.).

Весна в 2022 году началась рано. С 11 апреля температура воздуха поднялась до 23°C. Ночью температура воздуха не опускалась ниже 11...15°C. Почва на глубине 10 см за неделю прогрелась до 12...14°C. Первые всходы стали появляться через 10 дней. Сумма активных температур за период от посева до появления всходов составила 217°C. Температурный баланс воздуха и почвы способствовал дружному прорастанию семян.

В первой декаде мая погодные условия значительно ухудшились. Дневная температура воздуха снижалась до 9°C. Ночью опускалась до 6°C, что значительно ниже биологического минимума (10°C) для бахчевых культур (рис.). Температурный стресс имел длительный и интенсивный характер (более 10 дней), в результате чего стало заметно снижение фотосинтетической активности и дыхания у растений. Появившиеся всходы бахчевых культур начинали желтеть, терять тургор, вплоть до гибели растений.

Таблица 1. Погодные условия весенне-летнего периода вегетации, 2021 год
Table 1. Weather conditions during the spring-summer growing season, 2021

Месяц	Сумма активных температур, °C		Сумма осадков, мм		ГТК (гидротермический коэффициент)	
	Краснодар	Волгоград	Краснодар	Волгоград	Краснодар	Волгоград
Апрель (III дек.)	128	102	16	5,3	1,25	0,52
Май	649	589,8	109	147,0	1,68	2,49
Июнь	753	703,4	113	92,6	1,50	1,3
Июль	965	843,5	88	13,1	0,91	0,16
Август	968	840,2	113	4,8	1,17	0,06
Сентябрь (I дек.)	204	171	7	8,8	0,34	0,51
За период вегетации 2021 год	3667	3246,9	446	271,6	1,22	0,84
За период вегетации (среднее по годам)	2550,0	3625,5	239,0	299,6	1,25	0,83

Таблица 2. Погодные условия весенне-летнего периода вегетации, 2022 год
Table 2. Weather conditions during the spring-summer growing season, 2022

Месяц	Сумма активных температур, °C		Сумма осадков, мм		ГТК (гидротермический коэффициент)	
	Краснодар	Волгоград	Краснодар	Волгоград	Краснодар	Волгоград
Апрель	401,0	343	23,0	31,2	0,57	0,91
Май	452,0	395,1	49,0	42,7	1,08	1,08
Июнь	688,0	654,8	167,0	50,5	2,43	0,77
Июль	712,0	744,4	60,0	33,1	0,84	0,44
Август	787,0	837,8	90,0	12,2	1,14	0,15
Сентябрь	640,0	490,5	103,0	133,6	1,61	2,72
За период вегетации 2022 год	3680,0	3465,6	492,0	303,3	1,34	0,88
За период вегетации (среднее по годам)	2550,0	3625,5	239,0	299,6	1,07	0,83

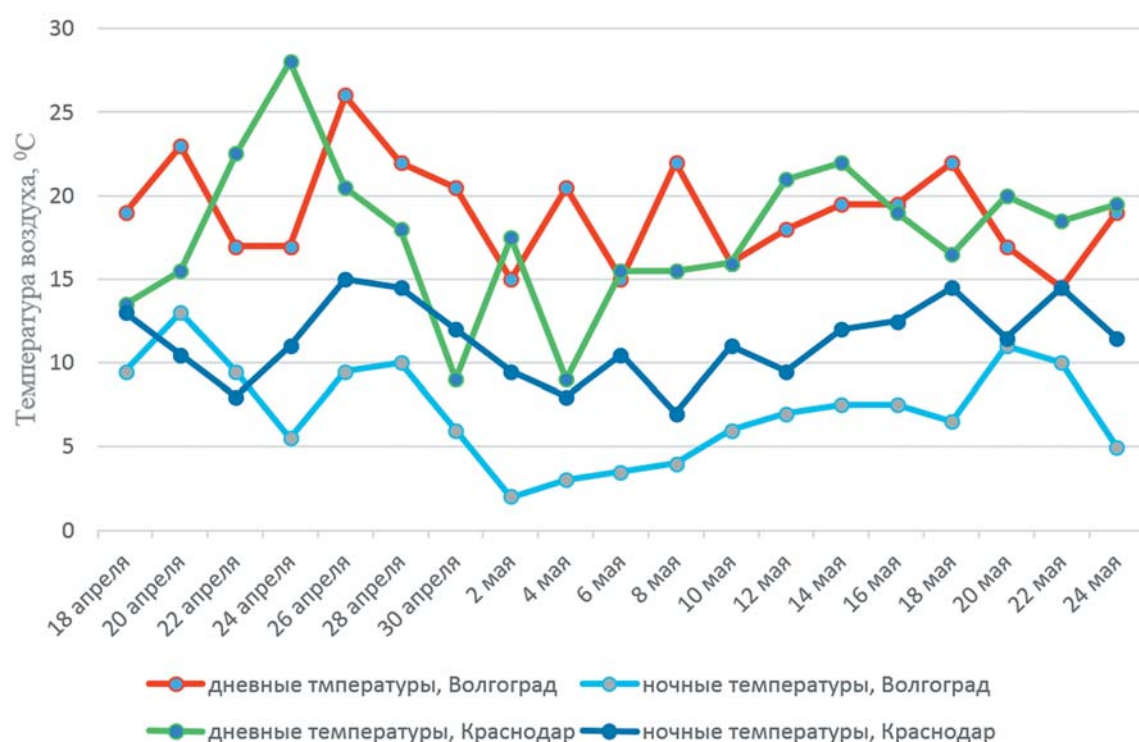


Рис. Графики дневных и ночных температур в период посев-всходы 2022 года, Краснодар-Волгоград
Fig. Graphs of day and night temperatures during the sowing-emergence period of 2022, Krasnodar-Volgograd

Погодные условия периода вегетации 2022 года для выращивания бахчевых культур в зоне Волгоградского Заволжья складывались следующим образом: в мае среднесуточная температура воздуха была ниже среднеемноголетних значений на 1,2-5,7°C, это привело к позднему получению всходов (3 декада мая – 1 декада июня). Ниже среднеемноголетних данных температура воздуха была во время роста и развития растений (июнь, июль), что в принципе не оказало отрицательного влияния на урожайность и качественные показатели бахчевых культур (табл. 2, рис. 1).

Урожайность зависит не только от биологического потенциала сортов, но и от количества растений, сохранившихся к уборке [3]. От возврата низких температур в мае в Центральной зоне Краснодарского края погибло более 60% растений арбуза. Часть растений с ослабленным иммунитетом в значительной степени пострадали и погибли от бактериоза. К уборке сохранилось растений арбуза сортов Краснодарской селекции от 20,9% до 35,5%, у сортов Волгоградской селекции – от 22,8% до 35,6%.

Полученные результаты за два года выращивания в двух зонах показали влияние климатических условий на массу плодов и урожайность бахчевых культур. Благоприятные погодные условия в 2021 году способствовали нормальному росту и развитию растений арбуза. К концу вегетации сформировались плоды арбуза, средняя масса которых соответствовала заявленным сортовым характеристикам. Следует отметить, что в сравнении с показателями, полученными в центральной зоне Краснодарского края в условиях Нижнего Поволжья, у сортов Кубанской селекции плоды были крупнее на 26,3-27,3%, а у сортов

Волгоградской селекции разница в массе плодов составила от 27,1% до 95,7% (табл. 3).

Всходы растений арбуза в 2022 году попали под низкотемпературный стресс, вызванный возвратом холодов. Особенно пострадали посевы в Краснодарском крае. Отставание в развитии растений сказалось на массе плодов. В сравнении с прошлогодними показателями в условиях Центральной зоны Краснодарского края у сортов Кубанской селекции сформировались плоды на 25,5-36,4% меньше, у сортов Волгоградской селекции – разница составила от 13,1 до 30,6%. Только два сорта Терский ранний и Фаворит за два года имели стабильные показатели по массе плодов в этой зоне.

Погодные условия 2022 года в зоне Нижнего Поволжья повлияли на развитие растений и массу плодов. Только у сорта Фаворит масса плодов превысила семь килограммов, но на 15,6% была меньше, чем в предыдущий год. У сортов Кубанской селекции плоды сформировались на 5,6-14,3% меньше в сравнении с показателями 2021 года. Средняя масса плодов арбуза местной селекции так же получилась ниже на 12,4-34,4 %.

Урожайность плодов арбуза зависит от многих факторов; погодных условий, фитосанитарного состояния посевов, количества растений, массы плодов и т.д. Погодные условия 2021 года в двух зонах были благоприятные для роста и плодоношения бахчевых культур. Максимальный урожай плодов арбуза был собран в Центральной зоне Краснодарского края – от 20,4 до 32,4 т/га. Наиболее продуктивными были сорта средней и поздней группы спелости; Необычайный (32,4 т/га), Волжанин (31,7 т/га), Рубин (30,2). Из раннеспелых сортов по урожайности выделился Юбиляр

Таблица 3. Хозяйственно-полезные признаки плодов арбуза по зонам выращивания
Table 3. Economically useful characteristics of watermelon fruits by growing zones

сорт	Масса плодов, кг			Урожайность, кг			Содержание в плодах СРВ, %		
	2021 год	2022 год	средняя	2021 год	2022 год	средняя	2021 год	2022 год	средняя
Краснодарский край, центральная зона									
Терский ранний	3,4	3,4	3,4	20,4	4,9	12,7	9,0	6,9	8,0
Ница	5,5	3,5	4,5	29,7	6,7	18,2	10,5	9,3	9,9
Юбиляр	5,7	3,9	4,8	30,5	6,4	18,5	9,8	7,9	8,9
Необычайный	5,1	3,8	4,5	32,4	11,5	22,0	11,6	7,5	9,6
Фаворит	4,6	4,6	4,6	29,1	7,4	18,3	8,2	8,8	8,5
Волжанин	5,2	3,8	4,5	31,7	7,2	19,5	12,7	9,5	11,1
Икар	5,9	4,1	5,0	28,4	10,1	19,3	11,3	11,3	11,3
Рубин	4,6	4,0	4,3	30,2	10,2	20,2	9,7	6,5	8,1
	Ффакт. 1,49< Фтеор.2,65			1,93< Фтеор.2,65			Ффакт.3,38> Фтеор.2,65		
Быковская БСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО									
Ница	7,0	6,0	6,5	16,0	16,0	16,0	10,0	10,0	10,0
Юбиляр	7,2	6,8	7,0	11,4	17,4	14,4	11,4	11,4	11,4
Фаворит	9,0	7,6	8,3	21,0	17,6	19,3	11,0	10,6	10,8
Волжанин	8,4	6,4	7,4	20,4	17,2	18,8	13,5	11,5	12,5
Икар	7,5	5,0	6,3	15,4	16,5	16,0	12,4	11,0	11,7
Рубин	8,1	7,1	7,6	18,4	18,4	18,4	10,8	10,4	10,6
	Ффакт.2,81< Фтеор.3,10			Ффакт.4,68> Фтеор.3,10			Ффакт.9,02> Фтеор.3,10		

– 30,5 т/га. В зоне Нижнего Заволжья урожай плодов арбуза получился меньше и составил от 11,4 до 21,0 т/га. Выделились сорта Волгоградской селекции среднего срока созревания Фаворит (21,0 т/га) и Волжанин (20,4 т/га). Из-за воздушной засухи и минимального количества осадков во второй половине лета у сортов поздней группы спелости Икар и Рубин урожайность была значительно ниже потенциала. Продуктивность сорта Кубанской селекции Юбиляр в этой зоне оказалась, почти в два раза ниже (11,4 т/га), чем в Центральной зоне Краснодарского края.

На Кубани весной 2022 года всходы бахчевых культур оказались под воздействием низких температур, что привело к значительной гибели растений – более 60 %. Оставшиеся ослабленные растения сильно отставали в росте, развитии и в значительной степени были повреждены бактериозом. Урожайность сортов ранней и средней группы спелости не превышала 6,4-7,4 т/га. Только сорта поздней группы спелости смогли значительно восстановиться, благодаря более длительному периоду вегетации (>90 дней) и дать урожай от 10,1 т/га до 11,4 т/га. Погодные условия Нижнего Поволжья, несмотря на возврат низких, но не критических температур, позволили собрать урожай на уровне 16,0-18,4 т/га. За два года стабильные показатели по урожайности показали сорта Кубанской

селекции – Ница (16,0 т/га) и Волгоградской селекции – Рубин (18,4 т/га).

Важный показатель пищевой ценности сортов арбуза – содержание сахаров. В условиях Центральной зоны Краснодарского края в 2021 году по сортам в мякоти плодов содержание сухого растворимого вещества варьировало от 8,2% до 12,7%. Выделились сорта средней и поздней группы спелости Необычайный, Волжанин и Икар. Погодные условия Нижнего Заволжья способствовали большему накоплению сухого растворимого вещества: на 0,8% – у сорта Волжанин, на 1,1% – Икар и Рубин и на 1,6% – Юбиляр. Максимальная разница по содержанию СРВ отмечена у сорта Фаворит (на 2,8%).

Сложные погодные условия 2022 года отразились на содержании СРВ в мякоти плодов. В Центральной зоне Краснодарского края показатели сахаров были в 1,1...1,5 раза ниже в сравнении с 2021 годом. По уровню содержания СРВ стабильными по годам показали себя сорта Фаворит и Икар. В условиях Нижнего Поволжья содержание СРВ в мякоти плодов арбуза было выше 10% у всех сортов. Сорта Кубанской селекции Ница и Юбиляр накапливали по годам одинаковое количество СРВ. Для сортов Волгоградской селекции нестабильная погода 2022 года отразилась на меньшем накоплении сахаров – на 0,4-2,0%, но в целом сахаристость была высокая.

Заключение

Двухлетнее агроэкологическое испытание арбуза позволило дать оценку и выделить сорта, которые можно адресно рекомендовать сельхозпроизводителям для конкретной зоны выращивания:

– Выращивание сортов Кубанской селекции Ница и Юбияр в зоне недостаточного увлажнения Нижнего Поволжья гарантированно обеспечат получение высокого урожая и содержанием сухих

растворимых веществ в мякоти плодов более 10%.

– использование позднеспелых сортов Волгоградской селекции Икар и Рубин для посева в Центральной зоне Краснодарского края, обеспечит максимальный урожай плодов. Высокую оценку по качеству, в том числе по содержанию сахаров (более 12%) получил сорт Волжанин, но при экстремальных погодных условиях он может уступить по урожайности сортам Кубанской селекции.

Литература

1. Верховодов П.А. Пособие бахчеводству. Ростов-на-Дону: 2009. 100 с.
2. Гиш Р.А., Гикало Г.С. Овощеводство юга России. Краснодар: ЭДВИ; 2012. 632 с.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. «Сорта растений». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. Т.1. 504 с.
4. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Оценка адаптивной способности и стабильности сортов и гибридов овощных культур. Методические указания по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте, часть II. М.: 1985; 43–53.
5. Лазко В.Э., Варивода Е.А., Якимова О.В., Ковалева Е.В., Масленикова Е.С. Адаптивная способность сортов дыни отечественной селекции к различным агроэкологическим зонам. *Рисоводство*. 2022;(1):53-58. DOI 10.33775/1684-2464-2022-54-1-53-58. EDN GPFOBU.
6. Лудилов В.А., Быковский Ю.А. Апробация бахчевых культур: справочное пособие. М.: 2007. 181 с.
7. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). М.: Агрорус, 2004;(1):690.
8. Шмаль В.В. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. М., 2005. 119 с.
9. Электронный ресурс: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst.htm>
10. Электронный ресурс: vegetables.su/jour/article/viewFile/280/267
11. Grumet R., McCreight James D., McGregor Cecilia et al. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. *Genes*. 2021;12(8);12-22. doi.org/10.3390/genes12081222
12. Shaogui Guo, Jianguo Zhanget al. The draft genome of watermelon (*Citrullus lanatus*) and resequencing of 20 diverse accessions. *Nature Genetics*. 2013;(2)45:51–58. <https://doi.org/10.1038/ng.2470>
13. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М., 2011; 649 с.
14. Цыбулевский Н.И. Бахчевые культуры. Краснодар, 2009.
15. Вальков В.Ф., Штомпель В.И., Тюльпанов Ю.А. Почвоведение (почвы северного Кавказа). Краснодар: Сов. Кубань. 2002. 728 с.
16. Подколзин О.А., Соколова И.В., Осипов А.В., Слюсарев В.Н. Мониторинг плодородия почв земель Краснодарского края. *Труды государственного аграрного университета*. 2017;(68);117-124. DOI 10.21515/1999-1703-68-117-124. EDN ZGVHIR.
17. Рекомендации по выращиванию бахчевых культур в хозяйствах Волгоградской области. Волгоград. 2007. 40 с.

References

1. Verkhovodov P.A. A manual for melon growing. Rostov-on-Don: 2009. 100 p. (In Russ.)
2. Gish R.A., Gikalo G.S. Vegetable growing in the south of Russia. Krasnodar, 2012. 632 p. (In Russ.)
3. State register of selection achievements approved for use. "Plant varieties." M.: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2022. T.1. 504 pp. (In Russ.)
4. Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V. Assessment of the adaptive capacity and stability of varieties and hybrids of vegetable crops. Guidelines for environmental testing of vegetable crops in open ground, part II. M., 1985. 43–53. (In Russ.)
5. Lazko V.E., Varivoda E.A., Yakimova O.V., Kovaleva E.V., Maslennikova E.S. Adaptive ability of melon varieties of domestic selection to various agroecological zones. *Rice growing*. 2022;(1):53-58. DOI 10.33775/1684-2464-2022-54-1-53-58. EDN GPFOBU. (In Russ.)
6. Ludilov V.A., Bykovsky Yu.A. Aprrobation of melons: a reference guide. M.: 2007. 181 p.
7. Zhuchenko, A. A. Ecological genetics of cultivated plants and problems of the agrosphere (theory and practice). M.: Agrorus. 2004;(1):690. (In Russ.)
8. Shmal V.V. Test procedure for distinctiveness, homogeneity and stability. M.: 2005. 119 p. (In Russ.)
9. Electronic resource: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst.htm>
10. Electronic resource: vegetables.su/jour/article/viewFile/280/267
11. Grumet R., McCreight James D., McGregor Cecilia et al. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. *Genes*. 2021;12(8);12-22. doi.org/10.3390/genes12081222
12. Shaogui Guo, Jianguo Zhanget al. The draft genome of watermelon (*Citrullus lanatus*) and resequencing of 20 diverse accessions. *Nature Genetics*. 2013;(2)45:51–58. <https://doi.org/10.1038/ng.2470>
13. Litvinov S.S. Methodology of field experiment in vegetable growing. M., 2011. 649 p. (In Russ.)
14. Tsybulevsky N.I. Melon crops. Krasnodar, 2009. (In Russ.)
15. Valkov V.F., Shtompel V.I., Tyulpanov Yu.A. Soil science (soils of the North Caucasus). Krasnodar: Sov. Kuban. 2002. 728 p. (In Russ.)
16. Podkolzin O.A., Sokolova I.V., Osipov A.V., Slysarev V.N. Soils fertility monitoring in the Krasnodar territory. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2017;(68);117-124. DOI 10.21515/1999-1703-68-117-124. EDN ZGVHIR. (In Russ.)
17. Recommendations for growing melons and melons on farms in the Volgograd region. Volgograd. 2007. 40 p. (In Russ.)

Об авторах:

Виктор Эдуардович Лазко – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-9742-2634>, SPIN-код: 8883-6052, lazko62@mail.ru

Елена Александровна Варивода – старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-5580-4813>, SPIN-код: 4463-6289, Researcher ID U-7561-2018, Scopus ID 57216612595, автор для переписки, elena-varivoda@mail.ru

Ольга Владимировна Якимова – научный сотрудник лаборатории бахчевых и луковых культур, belyaeva12092013@yandex.ru, SPIN-код: 5720-0346, <https://orcid.org/0000-0002-1726-6580>

Екатерина Викторовна Ковалева – младший научный сотрудник лаборатории бахчевых и луковых культур, evik22041976@mail.ru

Екатерина Сергеевна Масленикова – научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-5211-557X6>, SPIN-код: 3410-1906, katerina.maslennikova.88@mail.ru

About the Authors:

Viktor E. Lazko – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Laboratory of Melon and Onion Crops, SPIN-code: 8883-6052, <https://orcid.org/0000-0002-9742-2634>, lazko62@mail.ru

Elena A. Varivoda – Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-5580-4813>, SPIN-code: 4463-6289, Researcher ID U-7561-2018, Scopus ID 57216612595, Correspondence Author, elena-varivoda@mail.ru

Olga V. Yakimova – Researcher of the Laboratory of Melon and Onion Crops, <https://orcid.org/0000-0002-1726-6580>, SPIN-code: 5720-0346, belyaeva12092013@yandex.ru

Ekaterina V. Kovaleva – Junior Researcher of the Laboratory of Melons and Onion Crops, evik22041976@mail.ru

Ekaterina S. Maslennikova – Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-5211-557X6>, SPIN-code: 3410-1906, katerina.maslennikova.88@mail.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-20-25>
УДК (635.14+635.128)-021.66:631.563.2

В.А. Харченко, Н.А. Голубкина*,
А.И. Молдован, В.И. Терешонок,
В.А. Заячковский, М.С. Антошкина,
В.А. Степанов, Л.В. Павлов

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

*Корреспонденция: segolubkina45@gmail.com

Вклад авторов: В.А. Харченко, концептуализация, редактирование рукописи. Н.А. Голубкина, проведение биохимических исследований, написание и редактирование рукописи. А.И. Молдован и М.С. Антошкина - проведение биохимических исследований. В.И. Терешонок, оценка разных методов упаковки и высушивания. В.А. Заячковский, приготовление чипсов и дегустационная оценка. В.А. Степанов, валидация данных. Л.В. Павлов, курирование данных.

Конфликт интересов. Голубкина Н.А. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2008 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Для цитирования: Харченко В.А., Голубкина Н.А., Молдован А.И., Терешонок В.И., Заячковский В.А., Антошкина М.С., Степанов В.А., Павлов Л.В. Влияние условий приготовления и хранения на показатели антиоксидантной активности чипсов из корнеплодов сельдерея, пастернака и петрушки. *Овощи России*. 2024;(1):20-25. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-20-25>

Поступила в редакцию: 24.11.2023

Принята к печати: 16.01.2024

Опубликована: 19.02.2024

Viktor A. Kharchenko, Nadezhda A. Golubkina*,
Anastasia I. Moldovan, Vladimir I. Tereshonok,
Vladimir A. Zayachkovsky, Marina S. Antoshkina,
Viktor A. Stepanov, Leonid V. Pavlov

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

Correspondence: segolubkina45@gmail.com

Authors' Contribution: Kharchenko V.A. – conceptualization and manuscript revision; Golubkina N.A. – conceived the experimental protocol, writing the draft and final version of the manuscript; Moldovan A.I. and Antoshkina M.S. – participation in biochemical analysis; Tereshonok V.I. – evaluation of different drying processes and packaging; Zayachkovsky V.A. – chips production and degustation evaluation; Stepanov V.A. – data validation; Pavlov L.V. – data curation.

Conflict of interest. Golubkina N.A. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2008, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

For citation: Kharchenko V.A., Golubkina N.A., Moldovan A.I., Tereshonok V.I., Zayachkovsky V.A., Antoshkina M.S., Stepanov V.A., Pavlov L.V. Effect of drying and storage on antioxidant activity parameters of celery, parsnip and root parsley chips. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):20-25. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-20-25>

Received: 24.11.2023

Accepted for publication: 16.01.2024

Published: 19.02.2024

Влияние условий приготовления и хранения на показатели антиоксидантной активности чипсов из корнеплодов сельдерея, пастернака и петрушки

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Овощные чипсы очень популярны благодаря высокому содержанию антиоксидантов, биологической ценности и долгому периоду хранения. В ходе исследований были выбраны оптимальные способы сушки и хранения чипсов из корнеплодов сельдерея (сорта Егор и Добрыня), пастернака (сорта Круглый) и корневой петрушки (сорт Золушка) без потери их вкуса, запаха и цвета и минимальными потерями антиоксидантов. Наиболее высокими органолептическими показателями обладали чипсы из сельдерея сорт Добрыня, пастернака сорт Круглый и корневой петрушки при использовании лиофильной сушки. Наибольшие различия в органолептических показателях чипсов, выполненные методом попарного сравнения, полученных конвекционной и лиофильной сушкой, составили 1,5 раза и были выявлены у пастернака сорт Белый аист. Напротив, наименьшие различия в этих показателях были характерны для чипсов из корневой петрушки. Снижение антиоксидантной активности в процессе лиофильной сушки было наименьшим у корневой петрушки и сельдерея сорт Добрыня и наибольшим у пастернака сорт Круглый. Чипсы, высушенные конвекционным способом, практически не теряли своей общей антиоксидантной активности в процессе сушки и обладали наибольшей сохранностью антиоксидантов через 8 месяцев хранения. Напротив, потери витамина С при конвекционной сушке были максимальными, однако, в процессе хранения уровень витамина С в таких чипсах снижался в меньшей степени, чем у лиофилизированных продуктов. Фольгированная упаковка обеспечивала сохранность антиоксидантов в чипсах из корнеплодов сельдерея, петрушки и пастернака в 1,2-1,8 раза больше, чем бумажные и полиэтиленовые упаковки. Выявлена значительные межвидовые и межсортовые различия в устойчивости антиоксидантов при разных способах высушивания и хранения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

чипсы, функциональный продукт питания, антиоксиданты

Effect of drying and storage on antioxidant activity parameters of celery, parsnip and root parsley chips

ABSTRACT

Vegetable chips are extremely popular due to high content of antioxidants, valuable biological activity and long-term storage. During the investigation optimal methods of drying and chips storage from celery (Egor and Dobrynya cvs), parsnip (Krugly, Bely aist and Zhemchug) and parsley (Zolushka cv) roots were developed using the criteria parameters of taste, aroma, color and antioxidant content. The highest organoleptic properties were recorded for celery chips of Dobrynya cv, parsnip chips of Krugly cv and root parsley. The highest differences in chips organoleptic parameters between convectional and freeze-drying methods reached 1.5 times for parsnip Bely aist cv. while the lowest differences were recorded for root parsley (1.05 times). Decrease in antioxidant activity during freeze-drying was the lowest in root parsley and celery Dobrynya cv. Convectional drying did not affect chips total antioxidant activity and demonstrated the highest preservation effect after 8 months storage. On the contrary, vitamin C losses were the highest during convectional drying though during storage vitamin C content in such chips decreased much less than in freeze-dried products. Aluminum foil provided 1.2-1.8 times higher content of antioxidants than paper and polyethylene package. Significant inter species and varietal differences in antioxidant stability during various methods of drying and storage were revealed.

KEYWORDS:

chips, functional food, antioxidants

Введение

Интенсивный ритм жизни, в то же время потребность людей в более здоровой и питательной пище требует создание альтернативных продуктов питания с высоким содержанием антиоксидантов, длительным сроком хранения и сохранностью вкусовых и питательных качеств. Такой альтернативой могут стать чипсы из корнеплодов сельдерея (*Apium graveolens* L.), петрушки (*Petroselinum crispum* L.) и пастернака (*Pastinaca sativa* L.), относящихся к семейству Apiaceae. Эти растения ценятся во всем мире за свои вкусовые, лечебные и ароматические свойства. В свежем виде корнеплоды добавляют в супы, тушеные блюда и соленья, высушенные и измельченные до порошкообразного состояния – в различные приправы и маринады. Сельдерей обладает противовоспалительной активностью [1], снижает уровень липидов [2], его экстракты нормализуют сперматогенез [3,4]. Экстракты петрушки и пастернака эффективны против бронхита, астмы, ревматизма, мочекаменной болезни [5,6].

Сегодня чипсы из корнеплодов сельдерея, петрушки и пастернака не имеют производственного масштаба. Китайская компания SunMax производит чипсы из черешков сельдерея, приправленные солью. Также в литературе встречается обзор

Конорска and Plochanski [7] об органолептических показателях и сорбционных свойствах чипсов из черешков сельдерея. Достоверно известно, что уровень антиоксидантов и полифенолов в корнеплодах сельдерея в 1,3 раза выше по сравнению с черешками [8], что обуславливает перспективность и ценность использования в качестве снеков именно корнеплодов.

Цель исследования заключалась в оценке антиоксидантного статуса чипсов из корнеплодов сельдерея, петрушки и пастернака, выборе оптимальных способов сушки и упаковки с максимальным сохранением антиоксидантов, а также вкусовых и ароматических качеств полученной продукции.

Материалы и методы

Объектами исследования стали корнеплоды сельдерея (сорта Егор и Добрыня), пастернака (сорта Круглый, Белый Аист, Жемчуг), петрушки (сорт Золушка). После сбора урожая корнеплоды промывали, нарезали на слайсы на промышленной овощерезке. Чипсы были получены путем обычной конвекционной и лиофильной сушки (Martin Christ Alpha 2-4 LSCPlus).

Органолептическая оценка внешнего вида, вкуса, цвета, текстуры и аромата чипсов была получена суммарно от группы дегустаторов с использованием 5-балльной шкалы [9].

Таблица 1. Органолептическая оценка чипсов из корнеплодов сельдерея, пастернака и петрушки по 5-балльной шкале
Table 1. Organoleptic characteristics of celery, parsnip and parsley chips using 5-point scale

Культура	Способ сушки	Внешний вид	Цвет	Вкус	Текстура	Аромат	Общая сумма баллов
Сельдерей (сорт Егор)	Конвекционная	4.2	4.0	4.6	4.2	4.6	21.6
	Ллиофильная	5.0	4.8	4.9	4.5	4.9	24.1
Сельдерей (сорт Добрыня)	Конвекционная	4.4	4.3	4.6	4.6	4.6	22.5
	Ллиофильная	5.0	5.0	4.9	5.0	5.0	24.9
Пастернак (сорт Круглый)	Конвекционная	3.9	3.9	3.9	4.0	4.0	19.7
	Ллиофильная	4.8	4.7	4.6	4.8	4.7	23.6
Пастернак (сорт Белый Аист)	Конвекционная	3.4	3.4	3.6	3.6	3.6	14.6
	Ллиофильная	4.1	4.3	4.5	4.8	4.8	22.5
Пастернак (сорт Жемчуг)	Конвекционная	3.6	3.6	4.1	4.0	3.7	19.0
	Ллиофильная	4.0	4.0	4.4	4.7	3.9	21.0
Петрушка (сорт Золушка)	Конвекционная	4.4	4.4	4.6	4.6	4.9	22.9
	Ллиофильная	4.9	4.9	4.7	4.9	4.6	24.0



Сельдерей корневой, сорт Добрыня

Петрушка корневая, сорт Золушка



Чипсы из сельдерея сорта Добрыня и петрушки сорта Золушка

Сохранность антиоксидантов и полифенолов после сушки

Для изучения сохранности антиоксидантов чипсы хранили 8 месяцев в бумажной, полиэтиленовой вакуумной упаковке и фольгированном пакете.

Уровень аскорбиновой кислоты определяли методом визуального титрования 2,6-дихлорфенол индофенолятом натрия [10].

Содержание полифенолов устанавливали спектрофотометрически с использованием реактива Фолина-Чиокалтеу. В качестве стандарта применяли галловую кислоту. Результаты определения выражали в мг-экв галловой кислоты/г с.м. (мг-экв ГК/г с.м.) [11].

Уровень антиоксидантной активности (АОА) определяли титриметрически с использованием 0,01 N раствора перманганата калия [11].

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием статистической программы Excel. Для определения достоверности различий значений применяли критерий Стьюдента.

Результаты и обсуждения

Органолептические характеристики

Дегустаторы дали высокий балл показателям качества: внешний вид, вкус, текстуру и аромат полученной продукции. Чипсы из сельдерея и петрушки обладают характерным ароматом, присущим культурам семейства Apiaceae; у чипсов из пастернака аромат менее выражен.

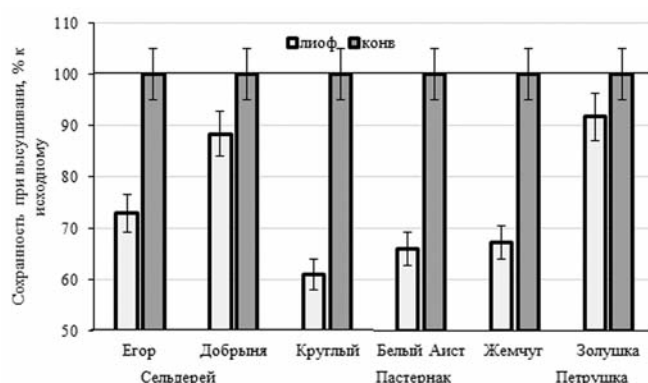


Рис. 1. Сохранность общей антиоксидантной активности чипсов в условиях конвекционной и лиофильной сушки (% к исходному)

Fig. 1. Stability of chips total antioxidant activity in conditions of convectional drying and freeze-drying (% to the initial value)

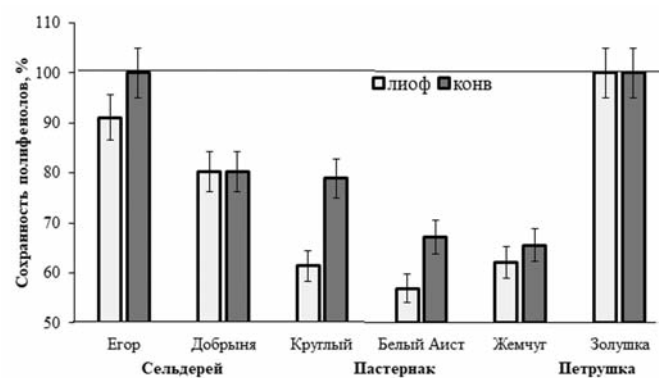


Рис. 2. Сохранность полифенолов в чипсах в условиях конвекционной и лиофильной сушки (% к исходному)

Fig. 2. Stability of chips polyphenol content in conditions of convectional drying and freeze-drying (% to the initial value)

По оценке дегустационной комиссии лучшим методом сушки был выбран лиофильный метод, так как лиофилизированные чипсы отличались более хрупкой текстурой и нежным вкусом. Наивысшие оценки получили чипсы из корнеплодов сельдерея Добрыня и корнеплодов петрушки Золушка (табл. 1).

Обращает также внимание, что среди трех сортов пастернака сорт Белый аист наименее пригоден для конвекционной сушки в связи с существенным снижением практически всех показателей по сравнению с данными для лиофильной сушки, причем наиболее сильно ухудшаются результаты по показателям текстуры и аромата. Ранее при изготовлении чипсов из свеклы нами также были установлены значительные межсортные различия в качестве продукции [12].

Сохранность антиоксидантов и полифенолов после сушки

Сравнительная оценка сохранности антиоксидантов и полифенолов при использовании двух способов сушки выявила, что конвекционная сушка позволяет сохранить до 100% антиоксидантов, в то время, как при лиофильной сушке сохранность антиоксидантов варьировала от 61% (пастернак Крутлый) до 92% (петрушка Золушка) (рис. 1). Сохранность полифенолов при конвекционной сушке составила 80,2-100% для чипсов из корнеплодов сельдерея и петрушки и 65,5-78,9% из корнеплодов пастернака (табл. 2). При лиофильной сушке этот показатель несколько ниже для чипсов из корнеплодов сельдерея (80,2-91,1%) и пастернака (56,9-62,1) (рис. 2). Более низкие показатели сохранности полифенолов при использовании лиофильной сушки связаны с текстурой продукта (высокой пористостью) и многократным увеличением площади поверхности частиц, что способствует более интенсивному окислению [13].

Сохранность аскорбиновой кислоты после сушки

Аскорбиновая кислота защищает клетки человека от повреждений свободными радикалами, что в значительной степени способствует предотвращению возникновения сердечно - сосудистых заболеваний и рака [14]. Разрушение аскорбиновой кислоты в овощных чипсах минимально при лиофильной сушке. Разрушение витамина С до 45% наблюдается у чипсов из корнеплодов петрушки (рис. 3).

Данные рисунка 3 свидетельствуют о существовании значительных межвидовых и межсортных различиях в устойчивости аскорбиновой кислоты при высушивании чипсов. Так, в условиях конвек-

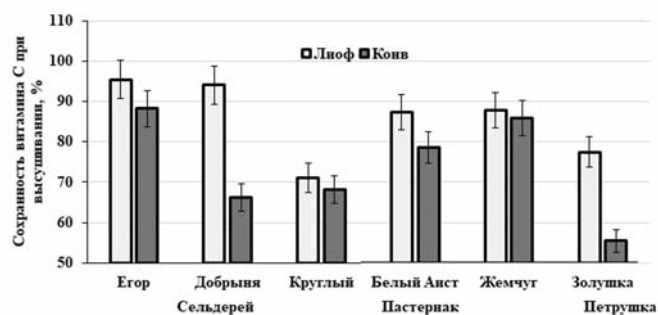


Рис. 3. Сохранность аскорбиновой кислоты в чипсах в условиях конвекционной и лиофильной сушки (% к исходному)
Fig. 3. Stability of chips ascorbic acid content in conditions of convectional drying and freeze-drying (% to the initial value)

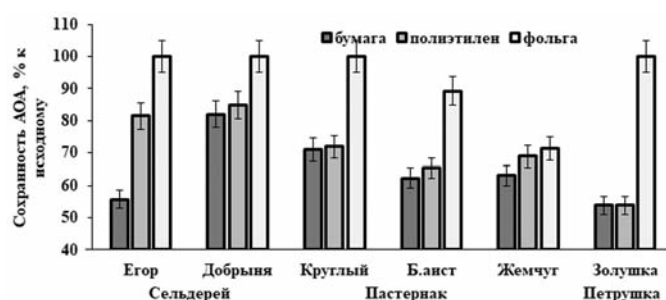


Рис. 4. Сохранность антиоксидантной активности лиофилизированных чипсов через 8 месяцев хранения.
Fig. 4. Stability of freeze-dried chips total antioxidant activity after 8 months storage (% to the initial value)

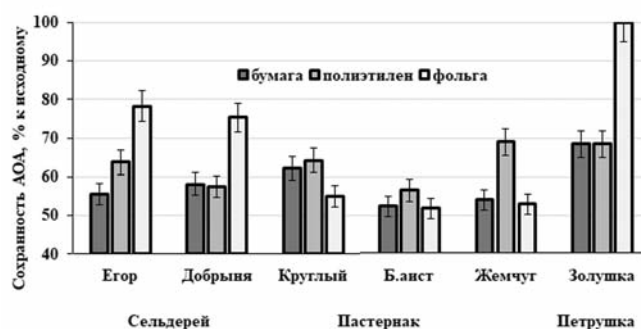


Рис. 5. Сохранность антиоксидантов чипсов, высушенных конвекционно, через 8 месяцев хранения.
Fig. 5. Stability of convectional dried chips total antioxidant activity after 8 months storage (% to the initial value)

ционной сушки сохранность витамина С для сортов сельдерея различается в полтора раза, в то время как при лиофильной сушке межсортные различия отсутствуют. Напротив, у пастернака межсортные различия в сохранности аскорбиновой кислоты в одинаковой степени выражены как при конвекционной, так и при лиофильной сушке. Наибольшие различия в сохранности аскорбиновой кислоты между лиофильной и конвекционной сушкой выявлены для петрушки и сельдерея сорта Добрыня.

Таблица 2. Динамика изменения содержания витамина С при хранении чипсов (% к исходному)
Table 2. Dynamics of the vitamin C stability after 8 month storage

Вид	Сорт	Метод сушки	Сразу после сушки	8 месяцев		
				Бумажный пакет	п\э	фольга
Сельдерей	Егор	лиоф	95.4 а	14.5 d	18.8 с	29.3 а
		конв	88.2 b	13.1 d	22.1 b	34.0 а
	Добрыня	лиоф	94.1 а	13.2 d	19.2 с	26.0 b
		конв	66.2 b	17.0 с	26.7 b	32.8 а
Пастернак	Круглый	лиоф	71.1 а	7.8 d	8.6 d	9.7 с
		конв	68.2 b	9.4 с	13.1 b	18.7 а
	Белый Аист	лиоф	87.4 а	10.3 e	15.7 bc	16.1 b
		конв	78.6 b	12.6 d	14.6 cd	18.4 а
	Жемчуг	лиоф	87.8 а	8.6 d	11.1 с	13.7 b
		конв	85.9 а	11.8 с	13.6 b	20.0 а
Петрушка	Золушка	лиоф	77.5 а	16.4 с	20.8 b	22.7 ab
		конв	55.5 b	13.6 d	13.5 d	23.1 а

Для каждого сорта значения с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0.05$

Сохранность антиоксидантов и аскорбиновой кислоты через 8 месяцев хранения

Чипсы из корнеплодов сельдерея, пастернака и петрушки хранили 8 месяцев в бумажной, полиэтиленовой таре и фольгированном пакете с целью выявления оптимальных свойств упаковки, при которой потребитель получит продукт с максимально возможным содержанием антиоксидантов и полифенолов. Интересно, что изначально чипсы, полученные конвекционным методом, сохраняют максимальный % антиоксидантов и полифенолов к исходному их содержанию в корнеплодах данных культур. Однако повторное определение антиоксидантов и полифенолов в чипсах, полученных конвекционным методом, через 8 месяцев показало, что их содержание резко снижается, кроме чипсов из петрушки (рис. 4, 5). Это говорит о том, что в дальнейшей перспективе целесообразнее получать чипсы из корнеплодов сельдерея и пастернака лиофильным способом, а из корнеплодов петрушки – конвекционным. Нами выявлено, что фольгированный пакет обеспечил сохранность антиоксидантов в лиофилизированных чипсах из корнеплодов сельдерея в 1,5 раза выше, чем в бумажной упаковке, и в 1,2 раза выше по сравнению с полиэтиленовой упаковкой. Сохранность антиоксидантов в лиофилизированных чипсах их корнеплодов петрушки и пастернака в фоль-

гированной упаковке выше в 1,8 и 1,3 раз соответственно, чем в бумажной и полиэтиленовой упаковке.

Как и в случае с антиоксидантами, максимальную сохранность витамина С обеспечило хранение чипсов в фольгированной упаковке. В лиофилизированных чипсах сохранилось от 9,7 до 29,3% витамина С, а в чипсах после конвекционной сушки в пределах 18,4-34,0% (табл. 2).

Выводы

В данном исследовании изучалось влияние конвекционной и лиофильной сушки на органолептические показатели, сохранность антиоксидантов, полифенолов и аскорбиновой кислоты. Леофильная сушка обеспечила сохранность цвета, аромата. Общее содержание антиоксидантов сразу после сушки было выше у образцов, высушенных конвекционным методом. Однако после 8 месяцев хранения лиофилизированные чипсы сохранили больше антиоксидантов, чем конвекционные. Наблюдалось разрушение витамина С до 45% в чипсах из корнеплодов петрушки сразу после конвекционной сушки. Фольгированный пакет – наиболее лучший способ сохранения антиоксидантов и витамина С в чипсах. Сохранность антиоксидантов в исследованных корнеплодах определялась как выбранным способом высушивания, так и межвидовыми и межсортными особенностями культур.

• Литература

1. Ovodova R.G., Golovchenko V.V., Popov S.V., Popova G.Y., Paderin N.M., Shashkov A.S., Ovodov Y.S. Chemical composition and anti-inflammatory activity of pectic polysaccharide isolated from celery stalks. *Food Chem.* 2009;(114):610-615.
2. Manal M.S.M., Sahar S.A. The effects of purslane and celery on hypercholesterolemic mice. *World Journal of Dairy and Food Sciences.* 2012;(7):212-221.
3. Lans C.A. Ethnomedicines used in Trinidad and Tobago for urinary problems and diabetes mellitus. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 2006;(2):45. doi: 10.1186/1746-4269-2-45.
4. Hardani A., Afzalzadeh M.R., Amirzargar A., Mansouri E., Meamar Z. Effects of aqueous extract of celery (*Apium graveolens* L.) leaves on spermatogenesis in healthy male rats. *Avicenna J. Phytomed.* 2015;5(2):113-119.
5. Fazal S.S., Singla R.K., Review on the pharmacognostical and pharmacological characterization of *Apium graveolens* Linn. *Indo Global J. Pharmaceut. Sci.* 2012;2(1):36-42. DOI:10.35652/IGJPS.2012.03
6. Tang E.L., Rajarajeswaran J., Fung S., Kanthimathi M.S. *Petroselinum crispum* has antioxidant properties, protects against DNA damage and inhibits proliferation and migration of cancer cells. *J. Sci. Food Agr.* 2015;95(13):2763-2771. doi:10.1002/jsfa.7078
7. Konopacka D., Plochanski W. Dietetic fruit and vegetable chips - an attractive form of ready-to-eat dried snacks. *Acta Agroph.* 2003;2(97-3):567-577.
8. Golubkina N.A., Kharchenko V.A., Moldovan A.I., Koshevarov A.A., Zamana S., Nadezhkin S., Soldatenko A., Sekara A., Tallarita A., Caruso G. Yield, Growth, Quality, Biochemical Characteristics and Elemental Composition of Plant Parts of Celery Leafy, Stalk and Root Types Grown in the Northern Hemisphere. *Plants.* 2020;9(4):484. <https://doi.org/10.3390/plants9040484>.

9. ГОСТ ISO 8587-2015 Органолептический анализ. Методология. Ранжирование
10. AOAC Association Official Analytical Chemists. The Official Methods of Analysis of AOAC International; 22 Vitamin C.; AOAC: Rockville, MD, USA, 2012.
11. Голубкина Н.А. Антиоксиданты растений и методы их определения. М., Инфра-М. 2020.
12. Заячковский В.А., Молдаван А.И., Терешонок В.И., Харченко В.А., Антошкина М.С., Павлов Л.В., Голубкина Н.А., Степанов В.А. Факторы, влияющие на уровень общей антиоксидантной активности и содержание полифенолов в чипсах из корнеплодов свеклы в процессе приготовления и хранения. *Овощи России.* 2022;(2):36-43. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-36-43>. EDN IRONJN.
13. Jakubczyk E., Jaskulska A. The Effect of Freeze-Drying on the Properties of Polish Vegetable Soups. *Appl. Sci.* 2021;11(2):654. <https://doi.org/10.3390/app11020654>
14. Shareck M., Rousseau M.-C., Koushik A., Siemiatycki J., Parent M.-E. Inverse association between dietary intake of selected carotenoids and vitamin C and risk of lung cancer. *Front. Oncol.* 2017;7(1):3. doi: 10.3389/fonc.2017.00023.

• References (In Russ.)

9. ISO 8587-2015. Sensing analysis. Methodology. Ranging.
11. Golubkina N.A., Kekina H.G., Molchanova A.V., Antoshkina M.S., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V. Plant antioxidants and methods of their determination. Moscow, Infra-M. 2020.
12. Zayachkovsky V.A., Moldovan A.I., Tereshonok V.I., Kharchenko V.A., Antoshkina M.S., Pavlov L.V., Golubkina N.A., Stepanov V.A. Factors affecting total antioxidant activity and polyphenol content in beet root chips during production and storage. *Vegetable crops of Russia.* 2022;(2):36-43. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-36-43>. EDN IRONJN.

Об авторах:

Виктор Александрович Харченко – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>, SPIN-код: 7149-9572, kharchenkoviktor777@gmail.com

Надежда Александровна Голубкина – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, автор для переписки, segolubkina45@gmail.com, SPIN-код: 9284-3454, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

Анастасия Ильинична Молдован – аспирант, nastiamoldovan@mail.ru, SPIN-код: 8402-4049

Владимир Ильич Терешонок – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, SPIN-код: 4541-4139, tereshonok-74@inbox.ru

Владимир Александрович Заячковский – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатория селекции и семеноводства корнеплодных культур, <https://orcid.org/0000-0001-9821-5381>, SPIN-код: 9397-8691, vladimir898542178114@mail.ru

Марина Сергеевна Антошкина – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, SPIN-код: 4341-1704, <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>, limont_m@mail.ru

Виктор Алексеевич Степанов – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства столовых корнеплодов, SPIN-код: 6733-0100, vstepanov8848@mail.ru

Леонид Васильевич Павлов – доктор с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, pavlov.l.v@vniissok.ru

About the Authors:

Viktor A. Kharchenko – Cand. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Selection and Seed Production of Green, Spice-Flavoring and Flower Crops, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>, SPIN-code: 7149-9572, kharchenkoviktor777@gmail.com

Nadezhda A. Golubkina – Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of Laboratory-Analytical Department, Correspondence Author, segolubkina45@gmail.com, SPIN-code: 9284-3454, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

Anastasia I. Moldovan – Graduate Student, Junior Researcher, Laboratory of Selection And Seed Production Of Green, Spice-Flavoring and Flower Crops, nastiamoldovan@mail.ru, SPIN-code: 8402-4049

Vladimir I. Tereshonok – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Laboratory-Analytical Department, SPIN-code: 4541-4139, tereshonok-74@inbox.ru

Vladimir A. Zayachkovsky – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Laboratory of Breeding and Seed Production of Root Crops, <https://orcid.org/0000-0001-9821-5381>, SPIN-code: 9397-8691, vladimir898542178114@mail.ru

Marina S. Antoshkina – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher Laboratory Analytical Department, SPIN-code: 4341-1704, <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>, limont_m@mail.ru

Viktor A. Stepanov – Cand. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Breeding and Seed Production of Table Root Crops, SPIN-code: 6733-0100, vstepanov8848@mail.ru

Leonid V. Pavlov – Dc. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, pavlov.l.v@vniissok.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-26-35>
УДК 634:005.59(63)

M.T. Asmare*,
A. Derero, Z. Deresu

Ethiopian Forestry Development
Addis Ababa, Ethiopia

*Corresponding Author:
melkamu1122@gmail.com

Acknowledgments. The authors acknowledge all contributors, as well as the members of the journal's editorial board.

Conflict of interest. The authors certify that there are no potential conflicts of interest.

Authors' Contribution: All authors participated in the analysis of materials, writing the text of the article and forming conclusions.

Declaration of Generative AI and AI assisted technologies in the writing process. The authors declared that AI and AI-assisted technologies were used solely for checking the paper's readability.

For citation: Asmare M.T., Derero A., Deresu Z. Identification of community fruit tree preference and associated problems in South West Ethiopia. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):26-35. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-26-35>

Received: 21.12.2023

Accepted for publication: 09.01.2024

Published: 19.02.2024

M.T. Асмаре*,
А. Дереро, З. Дересу

Развитие лесного хозяйства Эфиопии
Аддис-Абеба, Эфиопия

Благодарности. Авторы выражают признательность всем авторам, а также членам редколлегии журнала.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие потенциальных конфликтов интересов.

Декларация о генеративном ИИ и технологиях, помогающих ИИ в процессе написания. Авторы заявили, что искусственный интеллект и технологии, основанные на искусственном интеллекте, использовались исключительно для проверки читабельности статьи.

Вклад авторов: Все авторы в равной степени принимали участие в написании статьи. Для цитирования: Asmare M.T., Derero A., Deresu Z. Identification of community fruit tree preference and associated problems in South West Ethiopia. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):26-35. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-26-35>

Поступила в редакцию: 21.12.2023

Принята к печати: 09.01.2024

Опубликована: 19.02.2024

Identification of community fruit tree preference and associated problems in South West Ethiopia

Check for updates



ABSTRACT

Globally, preferences for fruit trees have fluctuated over time. However, the most desirable attribute of cultivated fruit tree species has not been consistent across all species and locations. Therefore, the purpose of this study was to determine farmers' preferences for fruit tree species and the associated problems they face in four different study sites, categorized by gender and family size. Equal sampling techniques were used in each selected study site, resulting in a total of 120 household heads participating in structured interviews. The data collected was then analyzed using SPSS version 26 software, utilizing the Mann-Whitney U and Kruskal-Wallis tests. Across the study sites, a total of fourteen fruit tree species from ten families were found to be preferred. The preference for fruit trees based on gender showed no significant difference among respondents between kebeles per woreda. However, the preference for fruit trees based on family size showed a significant difference between kebeles per woreda. The number of species preferred for their subsistence value was twice as large as those preferred for commercial reasons. The proportions of these preferred species and the percentage of observed problems with fruit trees varied significantly across the studied sites. Of all the interviewed household heads, 70% in Fenika, 36.6% in Kite, 66.6% in Shesheka, and 50% in Kometa kebeles encountered severe problems during fruit tree planting. The most common problems identified were disease or pest infestation, lack of expert support, land availability, knowledge, and access to seedlings. In order to address these issues, it is important to utilize indigenous knowledge and scientifically tested research approaches to alleviate the factors that influence farmers' preferences.

KEYWORDS:

Agroforestry, Farmers, Homestead, Preference, Species function

Выявление предпочтений Сообщества по фруктовым деревьям и связанных с этим проблем на юго-западе Эфиопии

РЕЗЮМЕ

Во всем мире предпочтения фруктовых деревьев со временем менялись. Однако наиболее желательные характеристики культивируемых видов фруктовых деревьев не были одинаковыми для всех видов и мест. Таким образом, целью данного исследования было определить предпочтения фермеров в отношении видов фруктовых деревьев и связанные с этим проблемы, с которыми они сталкиваются на четырех различных участках исследования, сгруппированных по полу и размеру семьи. На каждом выбранном участке исследования использовались методы равной выборки, в результате чего в структурированные интервью приняли участие в общей сложности 120 глав домохозяйств. Собранные данные затем были проанализированы с использованием программного обеспечения SPSS версии 26 с использованием тестов Манна-Уитни U и Крускала-Уоллиса. На всех участках исследования было обнаружено, что в общей сложности предпочтение отдается четырнадцати видам фруктовых деревьев из десяти семейств. Предпочтений фруктовых деревьев по признаку пола не выявило существенных различий среди респондентов между муниципалитетами в округах. Однако предпочтения фруктовых деревьев в зависимости от размера семьи показало значительную разницу между муниципалитетами в округах. Число видов, предпочитаемых из-за их жизненной ценности, было в два раза больше, чем тех, которые предпочитались по коммерческим причинам. Пропорции этих предпочтительных видов и процент наблюдаемых проблем с фруктовыми деревьями значительно различались на исследуемых участках. Из всех опрошенных глав домохозяйств 70% в муниципалитетах Фенике, 36,6% в Ките, 66,6% в Шешеке и 50% в Комета столкнулись с серьезными проблемами во время посадки фруктовых деревьев. Наиболее распространенными выявленными проблемами были болезни или заражение вредителями, отсутствие экспертной поддержки, наличия земли, знаний и доступа к саженцам. Для решения этих проблем важно использовать местные знания и научно проверенные исследовательские подходы, чтобы смягчить факторы, влияющие на предпочтения фермеров.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

агроресомелиорация, фермеры, усадьба, предпочтение, видовая специфика

Introduction

The expansion of urbanization, climate change, and population growth has a critical impact on achieving food security [1, 2]. Recently, providing stable food to the world's population has become more challenging [1, 2]. People living in humid and sub-humid areas of the tropics have been better able to withstand these challenges by producing plantation and homestead fruit, in addition to engaging in agricultural activities [3]. In these areas, large-scale production of *Mangifera indica*, *Carica papaya*, and *Persea americana* is common. *Litchi chinensis*, *Nephelium lappaceum*, and *Durio zibethinus*, on the other hand, are produced and traded at a regional level in lower volumes compared to other tropical fruits.

Unlike those mentioned above, people living in arid and semi-arid parts of the country, whose livelihoods are based on rain-fed agriculture with short rotation cycles, face difficulties in obtaining stable food [4, 5]. In addition to climate-related factors, lack of knowledge in implementing and managing fruit-based agricultural activities, limited land availability, and delays in introducing cultivated fruit tree species contribute significantly to this situation. For example, in countries like Kenya and other sub-Saharan African countries, cultivated fruit trees were introduced and grown on a small scale after farmers received information on growing trees in their home gardens [6, 7]. During that time, most farmers preferred and grew tree species based on their fruiting ability, use as fuel, fodder, mulch, and suitability as support structures for climbers like pepper, betel vine, and various other climbers. As a result, both the number of trees and the extent of their cultivation increased to some extent in their home gardens [8].

Later on, local markets for fruits and tree products developed through barter trade as a response to subsistence needs. Women played a significant role in directly marketing the fruit yields. Families who took care of their tree stock would buy the tree products they needed and sold surplus products to others to make a profit [6]. In rural development initiatives, such activities by farmers (fruit tree and other tree growing) were considered a means of income diversification and employment opportunities. Although farmers' involvement in these initiatives was good, obtaining stable food from fruit trees became a question, especially in sub-Saharan African countries [9]. This is due to less attention being given to the growers' preferred species and growing practices compared to sustainable farming systems, as well as tenure pressure, market price fluctuations, lack of skills, and seedling bottlenecks [10]. Expanding fruit tree-based agroforestry practices in a participatory approach requires properly identifying the growers' preferences and documenting associated problems, as well as developing local capacity, suitable production methods, and a supportive political environment [7]. However, these aspects have been poorly studied in areas like the southwest region of Ethiopia. Therefore, this study aims to test (i) how gender and family size influence fruit growers' preferences and (ii) which criteria are commonly used by farmers when selecting fruit tree species across the studied sites.

Materials and methods

Site description

The research was conducted in Aman Zuriya woreda, specifically in the Shesheka and Kometa kebeles, as well

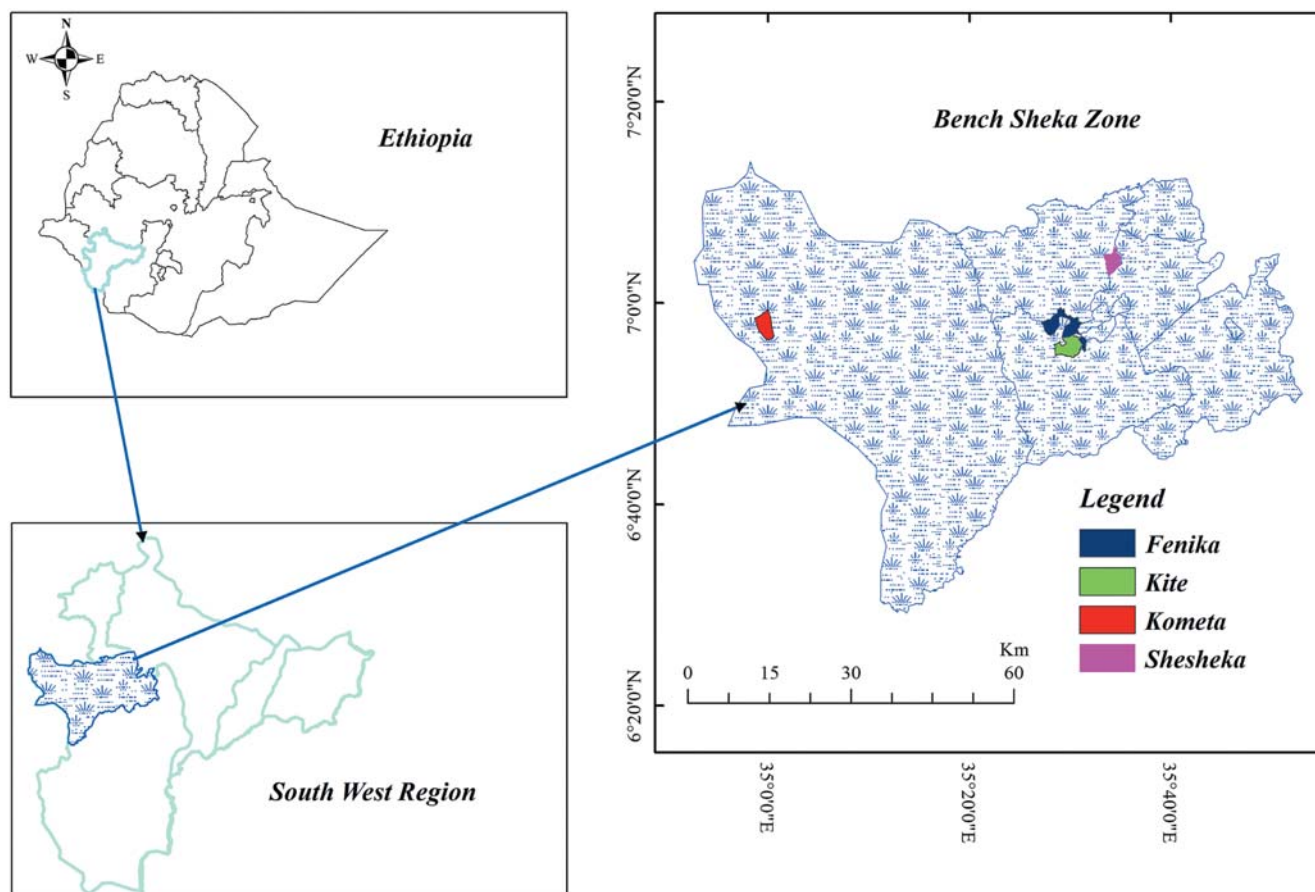


Figure 1. Study area map

as in Debub bench woreda, specifically in the Fenika and Kite kebeles. The Debub bench woreda was associated with a warm and humid agroecology, where both crops and livestock were combined in their farming system. The district had a total of agroecological zones ranging from 980 to 1900 meters above sea level, with 42.2% covered by midland zones and 57.8% covered by lowland zones. The rainfall in the area followed a bimodal pattern, with the major rainy season occurring from June to October and the minor rainy season occurring from March to May. The dry season lasted from November to February. The maximum and minimum temperatures recorded were 27.5 and 17.2 degrees Celsius, respectively, with an annual rainfall of 1800 millimeters [11-13]. Aman Zuriya Woreda is located approximately 570 kilometers from Addis Ababa and about 10 kilometers from Mizan Teferi Town. The topography in Aman is undulating, with elevations ranging from 1350 to 1400 meters. This location had an average annual rainfall of over 2200 mm and a temperature of 24 °C [14]. The soil in the area had a pH level of 5.5-6.5 and was quite deep and brown [15].

The site's dominant fruit tree species description

The fleshy stone fruit mango (*Mangifera indica*) is a member of the *Mangifera* genus, which is found in the Anacardiaceae family of flowering plants, along with a number of tropical fruiting trees. Mango (*Mangifera indica*) is grown in the majority of tropical and subtropical climates without frost. Currently, mango is grown in more than 85 nations worldwide, with a total of 3.69 million hectares of mango production space. However, the estimated 35 million tons of global mango production in 2009 was low [16]. The main locations for mango cultivation in Ethiopia are the Oromia, SNNPR, Benshangul, and Amhara regions. Despite being known as the king of fruit, mango production has faced challenges such as pest/disease outbreaks, poor management, absence of improved varieties with technology, postharvest loss, and climatic factors [17]. Mango fruit contains nearly every vitamin (A&C) and mineral (calcium, iron, thiamine, and niacin). Ecologically, mango is widely cultivated in warmer regions of the Dry, Moist, and Wet Kola agro-climatic zones. It does well in dry areas but does not tolerate flooding and prefers sandy-loamy soil that is well drained. Rockier subsoil should be avoided because roots penetrate it deeply. Water and nutrients are gathered by the numerous shallow roots in the upper soil layers. It grows best at elevations between 500 and 1,800 m.a.s.l [18].

The Lauraceae family includes *Persea americana*, a crop with a huge economic impact worldwide. Avocado is a famous tropical fruit tree native to tropical America, where it grows in a variety of habitats ranging from montane forests to coastal lowlands [18]. It grows well in Ethiopia's agro-climatic zones of Moist and Wet Weyna Dega (1,500-2,200 m). Despite being relatively new, avocado (*Persea americana*) production in Ethiopia has significantly increased in recent years. Private orchard owners in Hirna, Ethiopia's east, and Wondo Genet, Ethiopia's southwest introduced avocado to the country in 1938. Since then, avocado farming has spread to other regions of the nation. For example, the Jimma Agricultural Research Center (JARC) planted seedlings

from Wondo Genet and Bishoftu to establish the nation's first avocado orchard in southwest Ethiopia in 1969. The most common applications for avocados include food (fruit), shade, cosmetics, and oil (fruit). Avocado exports are predicted to rise by 11% to about 2.5 million tons globally in 2021, mainly due to abundant supplies from Mexico and Peru, the top exporting nations. Avocados continue to be in high demand worldwide, and their profitable export prices have driven significant investments in area expansion in both countries. The Mexican government expects the country's avocado production to increase by 2% annually to 2.5 million tons in April 2021, primarily due to a 6% increase in area. Preliminary export data from Mexico indicates that 1.5 million tons will be shipped in 2021, a 7% increase [19].

Bananas are derived from the *Musa acuminata* and *Musa balbisiana* species. *Musa acuminata* is a Malaysian species, while *Musa balbisiana* is native to India. African bananas come in three varieties: East African Highland bananas, which are used for cooking and brewing beer, and African plantain bananas, which are primarily grown in Central and West Africa. Although the research system has made both dessert and cooking types/varieties of banana available, the types of varieties currently being produced in Ethiopia are dessert varieties that have been around since the early 1970s. In major banana-producing regions, farmers cultivate banana varieties that have been previously recommended, including *Poyo*, *Giant Cavendish*, and *Dwarf Cavendish* [20]. Bananas make up approximately 59.64% (53,956.16 hectares) of Ethiopia's total fruit area, around 68.00% (478,251.04 tons) of all fruits produced, and roughly 38.30% (2,574,035) of all farmers who grow fruit [21]. However, the Southern Nations Nationalities and Peoples' National Regional State (SNNPRS) is home to about 22.38% (1,504,207) of Ethiopia's banana producers, as well as 68.72% (37,076.85 hectares) of the country's banana-producing land [21]. Among the major banana-producing zones in the SNNPRS are the Bench-Maji, Sheka, and Gamo-Gofa zones, with the Gamo-Gofa zone alone producing more than 70% of the total banana sold in Ethiopia's major market outlets [22].

Methods

The research was conducted in two Woredas (districts): Debub Bench and Aman Zuriya of the Bench Maji zone. The study took place in September and October of 2019. Household heads from Debub Bench and Aman Zuriya Woreda in the southwest region's Bench Sheka zone were purposefully selected for structural questions. Two kebeles (Peasant associations) were purposely chosen in each Woreda based on their experience in producing fruit trees in home gardens. Market and road connectivity were also considered in the selection of households. Equal sampling approaches were used when selecting household heads from each kebele. In each kebele, 30 household heads underwent structured interviews. Before the interviews, the selected household heads and data collectors were given detailed explanations of the study's objectives. All study participants, including participating households, local communities, individual kebele administrations, district-level forestry offices, and agricultural offices, provided informed con-

sent before the survey data was collected. The research was conducted in accordance with research ethics and norms, and the organization's research directorate committee approved the data collection techniques. Discussions were held with randomly selected groups of household heads to identify common characteristics of fruit tree species across the specified kebeles (referred to as species function). Use categories (subsistence and commercial) and species biotic traits (disease resistance capability, drought resistance capacity, and stability of the fruit tree species) were frequently emphasized and used as criteria for species selection during data collection. Additionally, household heads were asked to choose their favorite species without considering the identified criteria. One household head selected one species as their general preference without any specific criterion. In the criteria-based fruit tree species choice, household heads identified all their preferred fruit tree species for each purpose. The most frequently chosen species (in general and for each function) among the interviewed household heads were then identified and rated. Respondents were also asked to describe the type and availability of problems encountered during tree planting. The frequency of the reported difficulties was recorded and appropriately encoded.

Data analysis

The data collected for this study was encoded, organized, and analyzed using Microsoft Excel spreadsheet program and SPSS (VR. 26) software. Before conducting the analysis, the Shapiro-Wilk normality test was applied to the scores assigned to the preferred species, the number of generally preferred species, the number and proportion of preferred species per function among kebeles, the presence of problems, the types of problems observed among kebeles, and the relationship between gender and family size class of the interviewed household heads. The family size classes were determined based on the mean, maximum, and minimum number of total families of the interviewed household heads. Two family classes (high and low) were created for each woreda. Household heads with a family size greater than or equal to 7 were classified as high, while

those with a total family size below 7 were classified as low.

Before analyzing the data, the assumptions of the Mann-Whitney (U) and Kruskal-Wallis test (H) were carefully considered[23]. Kebeles, family size class, and gender class were considered as predator variables, while the proportion of general and specifically preferred species, as well as the percentage of problems encountered during fruit tree planting, were the response variables. The proportion of generally and specifically preferred species, as well as the percentage of problems observed among respondents in each woreda of the selected kebeles, were analyzed using the Mann-Whitney U and Kruskal-Wallis test, respectively, to compare the gender and family size classes. To analyze the response variables, the Kebeles category was used as a group (predator) variable in the Kruskal-Wallis test, while keeping the gender and family class factors constant. Stepwise Step-down multiple comparisons were conducted to determine if there were any significant differences among the tested parameters across kebeles.

Results and discussion

The percentage of male (69) household heads interviewed was slightly higher than that of females (51). Out of the total residents (6780) in the surveyed sites, 11.96% of the family members of the interviewed household heads were included in this study (see Table 1).

The preference for fruit tree species varied across woredas and kebeles. In Aman zuriya woreda, the top three preferred species were *Coffea arabica* (17.89%), *Musa acuminata* (16.26%), and *Ensete ventricosum* (13.41%). In Debub bench woreda, the top three preferred species were *Musa acuminata* (19.76%), *Coffea arabica* (14.29%), and *Ensete ventricosum* (14.23%). When considering the woreda classification, the top five preferred species in the study areas overall were *Musa acuminata* (18.03%), *Coffea arabica* (17.03%), *Ensete ventricosum* (13.83%), *Persea americana* (12.22%), and *Citrus sinensis* (11.42%). Although the number of preferred fruit tree species showed no significant difference, out of the four kebeles, only kite kebeles resident farmers preferred 14 fruit tree species (Table 2).

Table 1. Socio-demographic data of the study site

Woreda	Kebeles	Family size of the interviewed household		Gender of interviewed household heads		total population
		Male	Female	Male	Female	
Aman Zuriya	Kometa	155	96	19	11	2221
	Shesheka	101	66	18	12	2454
Debub Bench	Fenika	125	98	17	13	602
	kite	87	83	15	15	1503
	total	468	343	69	51	6780

Table 2. Fruit tree species preferred by farmers per each kebeles and woreda

Family name	Botanical name	Local name of species	Aman Zuriya				Debub Bench				Total score	Over all rank
			Shesheka (n=30)		Kometa (n=30)		Fenika (n=30)		Kite (n=30)			
			score	rank	score	rank	score	rank	score	rank		
Annonaceae	Annona squamosa	Gesheta	10	4	13	6	16	5	2	8	41	6
Rosaceae	Malus pumila	Apple		np		np	2	9	1	10	3	10
Lauraceae	Persea americana	Avocado	18	2	14	5	18	4	11	4	61	4
Musaceae	Musa acuminata	Banana	18	2	22	2	24	1	26	1	90	1
Rubiaceae	Coffea arabica	Coffee	20	1	24	1	21	2	20	2	85	2
Musaceae	Ensete ventricosum	Enset	14	3	19	3	24	1	12	3	69	3
Moraceae	Artocarpus heterophyllus	Jack fruit		np		np		np	1	10	1	14
Anacardiaceae	Mangifera indica hybrid	Hibered mango		np		np	1	10	1	10	2	12
Rutaceae	Citrus limon	Limon	2	10		np	1	10		np	3	10
Anacardiaceae	Mangifera indica	Mango	10	4	6	9	15	6	8	6	39	7
Rutaceae	Citrus sinensis	Orange	10	4	17	4	20	3	10	5	57	5
Caricaceae	Carica papaya	Papaya	2	6	12	7	12	7	2	8	28	8
Rutaceae	Citrus reticulata	Mandarin	3	5	10	8	5	8		np	18	9
Myrtaceae	Psidium guajava L.	Zeytuna	1	7	1	10		np		np	2	12
Total			108		138		159		94		499	

Farmers were primarily attracted to the subsistence value (58.63%) of fruit tree species in the selected kebeles (Table 3), followed by the commercial value (28.51%). FAYE, Weber [24], and Dimobe, Tondoh [25] both reported that villagers preferred certain tree species for human food. The total weight of fruit tree species in terms of stable yield provision (4.2%), disease resistance (4.2%), and drought resistance (4.4%) was approximately equal. The number of species per function varied. Except for the subsistence and commercial cate-

gories, nine species were preferred for each function. The top two consistent yield-producing species were *Citrus sinensis* and *Persea americana*. Farmers selected *Musa acuminata* and *Coffea arabica* as the most drought-resistant species across all sites. *Psidium guajava L.*, *Mangifera indica hybrid*, and *Artocarpus heterophyllus* had the lowest relative preference across functions. Variations in species preference among household heads could be attributed to the severity of difficulties encountered during fruit tree plantations.

Table 3. Fruit tree species preferred by farmers due to selected reasons in both woreda

Botanical name	Species local name	Subsistence	Commercial	Disease resistant	Drought resistant	Stable yield provision	Over all score	Rank
<i>Annona squamosa</i>	Gesheta	21	15	1	1	3	41	6
<i>Malus pumila</i>	Apple	3	Np	np	Np	Np	3	10
<i>Persea americana</i>	Avocado	33	15	6	3	4	61	4
<i>Musa acuminata</i>	Banana	59	18	5	5	3	90	1
<i>Coffea arabica</i>	Coffee	47	29	2	4	3	85	2
<i>Ensete ventricosum</i>	Enset	40	21	3	3	2	69	3
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Jack fruit	1	Np	np	np	Np	1	14
<i>Mangifera indica hybrid</i>	Hibered mango	1	1	np	np	Np	2	12
<i>Citrus limon</i>	Limon	1	2	np	np	Np	3	10
<i>Mangifera indica</i>	Mango	22	16	np	1	0	39	7
<i>Citrus sinensis</i>	Orange	30	17	1	4	5	57	5
<i>Carica papaya</i>	Papaya	21	4	1	1	1	28	8
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarin	13	3	2	np	Np	18	9
<i>Psidium guajava L.</i>	Zeytuna	1	1	np	np	Np	2	12
Total		293	143	21	22	21	499	

In general 67 out of the 120 respondents' had experienced a lot of problem during fruit tree planting.

Table 4. Observed problem so far in the study sites

Response	Frequency	Percent
Hhs who hadn't exposed to variety of problems	53	44.16
Hhs who had exposed to variety of problems	67	55.83
Total	120	100.0

In the study area, the minimum and maximum numbers of preferred species were ten and fourteen, respectively. A small number of species were preferred based on their attributes of stability, yield provision, and other functions.

Variations in the number of preferred species may be related to the variability of the products and services of the resident peoples in Kebeles (Table 6). Levels of household income, education, age, and other

Table 5. Descriptive statistics on the generally and specifically preferred species across kebeles

Parameters	Mean±SD	Minimum	Maximum
Number of generally preferred species per kebeles	11.5±0.2	10	14
Number of species preferred for subsistence	8.13±0.34	4	10
Number of species preferred for commercial	8.65±0.19	7	10
Number of species preferred on disease resistance	3.71±0.19	2	4
Number of species preferred on drought resistant	3.77±0.23	1	4
Number of species preferred on stability	3.57±0.13	3	4

Note: SD is standard division

Table 6. The Kruskal-Wallis test result of extent of problem, specifically and generally preferred species in the study area

Ranked Parameters	Kebeles	N	Mean Rank	Median	H	DF	P- value
Proportion of preferred spp	Kometa	10	5.5	2.5 ^a			
	Shesheka	11	21.5	2.75 ^b			
	Fenika	12	38.5	3 ^c			
	Kite	11	21.5	2.75 ^b			
	Total	44		2.75	43	3	0.000
Proportion of pr.spp for subsistence function	Kometa	10	19.5	2 ^b			
	Shesheka	8	4.5	1.6 ^a			
	Fenika	12	19.5	2 ^b			
	Kite	11	36	2.2 ^c			
	Total	41		2	40	3	0.000
Proportion of pr. spp for commercial function	Kometa	8	11.5	1.6 ^a			
	Shesheka	10	26.5	2 ^b			
	Fenika	12	26.5	2 ^b			
	Kite	7	4	1.4 ^a			
	Total	37		2	36	3	0.000
Proportion of pr.spp of disease resistant function	Kometa	4	8.5	0.8 ^b			
	Shesheka	2	1.5	0.4 ^a			
	Fenika	4	8.5	0.8 ^b			
	Kite	4	8.5	0.8 ^b			
	Total	14		0.8	13	3	0.005
Proportion of pr. of spp of drought resistant function	Kometa	4	7.5	0.8 ^b			
	Shesheka	4	7.5	0.8 ^b			
	Fenika	4	7.5	0.8 ^b			
	Kite	1	1	0.2 ^a			
	Total	13		0.8	12	3	0.007
Proportion of pr.spp of stability function	Kometa	3	2	0.6 ^a			
	Shesheka	4	9.5	0.8 ^b			
	Fenika	4	9.5	0.8 ^b			
	Kite	4	9.5	0.8 ^b			
	Total	15		0.8	14	3	0.003
Precent of observed problems	Kometa	10	17.5	12.5 ^b			
	Shesheka	11	28	16.6 ^b			
	Fenika	12	6.5	7.5 ^a			
	Kite	11	39	19.2 ^c			
	Total	44		14.6	42.8	3	0.000

Note: H is Kruskal-Wallis test; pr.spp= preferred species; median with the same letter across column had shown insignificant difference ($P>0.05$).

socio-demographic factors may contribute to the variation among the residents of the study sites. This finding supports the results of Okullo, Omuja [26], Omutayo and Aremu [27], Bigirimana, Omuja [28], and Leakey and Akinnifesi [29], who reported that the preference for indigenous fruit tree species differed across districts due to variations in socio-cultural background. Although Dimobe, Tondoh [25] and FayE, Weber [24] did not specifically study fruit tree species, they also reported variations in tree or shrub species preferences among households across villages and regions. The proportion of preferred species and the percentage of observed problems across kebeles showed statistically significant differences in all tested parameters. This may be related to variations in the ability to withstand encountered problems and the level of awareness about managing these species. Household heads who are better able to handle existing problems are likely to have better species preferences and production than others. The Kruskal-Wallis test showed no significant difference ($P > 0.05$) in the proportion of preferred fruit tree species between Shesheka (median = 2.75, $N = 11$) and Kite (median = 2.75, $N = 11$) kebeles. On the other hand, the variation in the extent of the observed problem across kebeles may be related to their level of understanding and problem-solving mechanisms.

The types and extent of problems varied in each kebele. Of all the interviewed household heads, 70%, 36.6%, 66.6%, and 50% of them encountered severe problems during fruit tree planting in Fenika, Kite, Shesheka, and Kometa kebele, respectively. The observed problems faced by fruit tree growers had a cause-effect relationship. For example, diseases or pests and mortality were the effects, while the rest of the observed problems were categorized as causes of these effects on fruit tree species. The occurrence of disease or pests (28.36%) on the fruit tree species received the most attention from respondents. Similar

problems were reported by the majority of fruit tree growers in other countries [30-35]. This may be due to the absence of disease-resistant varieties, lack of expert support, improper management practices, and insufficient knowledge about disease protection mechanisms. It was important to educate growers on proper pruning techniques for already planted fruit tree species in order to achieve sustainable fruit yields [30]. The presence of such diverse problems could strongly influence farmers' preferences for species selection for each function (Table 3).

The Mann-Whitney U test did not show a significant difference ($p > 0.05$) in all response variables between the genders of each selected woreda. These results affirmed the findings of Sari, Saputra [36], who reported that the preference for fruit tree species varied significantly between male and female farmers due to differences in management, knowledge, and utilization. A previous study in the southern Philippines [37] also reported that male farmers preferred fruit trees over other crops, while female farmers preferred plantation crops and timber trees over fruit trees. The results showed that the low family class had a significantly greater proportion of preferred species and observed problems compared to the high family class ($U = 110$, $P < 0.001$, Table 8). This could be related to differences in awareness about the use of preferred species. The proportion of species' preference for subsistence in the high family class (median = 2, $N = 10$) had a statistically higher impact than the low family class (median = 1.6, $N = 10$) ($U = 0.00$, $P < 0.001$, Table 8). The highest (median = 2, $N = 18$) and lowest (median = 0.8, $N = 7$) values of the proportion of preferred species were observed in commercial and stability values, respectively, in relation to the overall five criteria between family classes (Table 8). This could also be attributed to variations in income sources or means of livelihood among communities.

Table 7. Types of problem encountered so far in planting fruit tree species in their homegarden

Woreda	Kebeles	Lack of polytube	Disease/ pest	Scarcity of support	Lack of knowledge	Lack of land	Seedling scarcity	Market prob.	Mgt.	Mortality	Wind damage
Debub Bench	Fenika	1	4	0	2	3	5	1	2	2	1
	Kite	0	3	0	2	2	1	0	1	2	0
Aman Zuriya	Shesheka	0	7	6	2	1	3	1	0	0	0
	Kometa	1	5	2	2	4	1	0	0	0	0
Total		2	19	8	8	10	10	2	3	4	1

Note: mgt. is management problem; market prob. is market problem.

Table 8. The Aman Zuriya woreda fruit tree species preference and percent of problem encounter of respondents' per family class

Rank	Family class	N	Mean Rank	Sum of Ranks	median	P-value	Mann-Whitney
proportion of preferred species per kebeles	High	10	6	60	5		
	low	11	15.5	171	5.5		
	Total	21			5.25	0.000	110.00
proportion of pr.spp for subsistence functions	High	10	15.5	155	2		
	low	10	5.5	55	1.6		
	Total	20			1.8	0.000	0.00
proportion of pr.spp for commercial functions	High	8	4.5	36	1.6		
	low	10	13.5	135	2		
	Total	18			2	0.000	80.00
proportion of pr.spp of disease resistant function	High	4	4.5	18	0.8		
	low	2	1.5	3	0.4		
	Total	6			0.8	0.095	0.00
Proportion of pr. spp of drought resistant function	High	4	4.5	18	0.8		
	low	4	4.5	18	0.8		
	Total	8			0.8	1.000	8.00
Proportion of pr. spp of stability function	High	3	2	6	0.6		
	low	4	5.5	22	0.8		
	Total	7			0.8	0.570	12.00
percent of observed problem	High	10	6	60	12.5		
	low	11	15.5	171	16.6		
	Total	21			14.5	0.000	110.00

Note: High if member of family is 7 and low if not. pr.spp =preferred species.

Table 9. The Debub bench woreda fruit tree species preference and percent of problem encounter of respondents' per family class

Ranks	Family class	N	Mean Rank	Sum of Ranks	median	P value	Mann-Whitney U
Proportion of preferred species per kebeles	High	12	17.5	210	6		
	low	11	6	66	5.5		
	Total	23			6	0.000	132.00
Proportion of pr. spp for subsistence functions	High	12	14.5	174	2		
	low	8	4.5	36	1.6		
	Total	20			2	0.000	96.00
Proportion of pr. spp for commercial functions	High	12	13.5	162	2		
	low	7	4	28	1.4		
	Total	19			2	0.000	84.00
Proportion of pr. spp of disease resistance function	High	4	4.5	18	0.8		
	low	4	4.5	18	0.8		
	Total	8			0.8	1.000	8.00
Proportion of pr. spp of drought resistance function	High	4	3.5	14	0.8		
	low	1	1	1	0.2		
	Total	5			0.8	0.400	4.00
Proportion of pr. spp of stability function	High	4	5.5	22	0.8		
	low	3	2	6	0.6		
	Total	7			0.8	0.057	12.00
Percent of observed problem	High	12	6.5	78	7.5		
	low	11	18	198	19.16		
	Total	23			7.5	0.000	0.00

Note: High if member of family is 7 and low if not; pr.spp =preferred species.

Unlike the Aman Zuriya woreda, the results here showed that the low family class had a significantly lower proportion of preferred species ($U=132$, $P<0.001$) and observed problems ($U=0.00$, $P<0.001$) compared to the high family class (Table 9). As the number of species increased, respondents were more likely to be exposed to intensive land use, export support, and management work. The proportion of species preferred for subsistence function was statistically higher in the high family class (median = 2, $N = 12$) compared to the low family class (median = 1.6, $N = 8$; $U = 0.00$, $P < 0.001$, Table 9). In this site, the highest and lowest proportion of species preference between family classes were recorded for subsistence ($N=20$) and drought resistance ($N=5$) functions. The high family class preferred a relatively higher proportion of species for subsistence and commercial functions compared to others. The low family class preferred a relatively higher proportion of species for subsistence and drought resistance functions (Table 9). The heterogeneity among respondents may be attributed to the lack of alternative means of subsistence and the availability of skilled manpower. In contrast to the overall five functions, the subsistence and drought resistance functions had the highest (median = 2, $N = 20$) and lowest (median = 0.8, $N = 5$) values of the proportion of the number of preferred species (Table 9). This could also be related to differences in the source of income or means of subsistence among communities.

Generally, there was a statistically significant difference in the impact of family size on the proportion of general and specifically preferred fruit tree species between the kebeles of Aman Zuriya and Debub Bench Woreda. This impact can be divided into two aspects. The first aspect is the number of educated family members in the household, while the second aspect is the number of uneducated family members. In Aman Zuriya Woreda, the preference for fruit tree species increased as the family size decreased. However, the opposite was observed in Debub Bench Woreda. The variation in awareness about fruit trees among household members could play a significant role in this dif-

ference. In both woredas, the proportion of species based on subsistence function was higher compared to others. In Debub Bench Woreda, the percentage of problems observed during fruit tree species planting increased as the family size increased. This suggests that households may prioritize the product rather than the management of the preferred species. It also indicates that there is a lack of measures in place to address problems on the site. In both Debub Bench and Aman Zuriya Woreda, high-class households had (median = 2) a higher preference for fruit tree species for subsistence function compared to lower-class households. The proportion of species preference based on yield supply capacity, disease resistance capacity, and drought resistance capacity showed no significant difference between high and low family classes (median = 1.6) in each woreda. This indicates that respondents were more focused on the food and sale functions, regardless of the attributes of the fruit trees.

Conclusions

Planting fruit tree species has numerous benefits for the community. Among the farmers in the study sites, the most common functions of fruit trees were subsistence, commercial value, and stable yield provision. However, farmers' preferences for fruit tree species varied from place to place, with some favoring specific functions over general ones. Interestingly, family size had a significant impact on species preference and the identification of associated problems, unlike gender. In the study, out of all the household heads interviewed, 90 preferred *Musa acuminata*, 85 preferred *Coffea arabica*, and 69 preferred *Enset ventricosum* as their top three fruit tree species. Only one respondent preferred *Artocarpus heterophyllus*, while two preferred *Psidium guajava* L. The most commonly observed problems associated with fruit tree planting were disease and pests, scarcity of seedlings, lack of land, knowledge, and expert support. Therefore, there is a need for research on proper management techniques and disease or pest protection mechanisms for fruit tree species.

• Литература / References

1. Ristaino J.B., et al., The persistent threat of emerging plant disease pandemics to global food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2021;118(23):e2022239118. DOI:10.1073/pnas.2022239118.
2. Lange K.W., Nakamura Y. Edible insects as future food: chances and challenges. *Journal of future foods*. 2021;1(1):38-46. DOI:10.1016/j.jfutfo.2021.10.001.
3. Dagar J.C., Singh A.K., Arunachalam A. Agroforestry systems in India: livelihood security & ecosystem services. Vol. 10. 2013. Springer.
4. Kakota T., et al. Determinants of Household Vulnerability to Food Insecurity: A Case Study of Semi-Arid Districts in Malawi. *Journal of International Development*. 2015;27(1):73-84. DOI:10.1002/jid.2958.
5. Aworh O.C. Food safety issues in fresh produce supply chain with particular reference to sub-Saharan Africa. *Food Control*. 2021;(123):107737. DOI:10.1016/j.foodcont.2020.107737.
6. Arnold J., Dewees P.A. Trees in managed landscapes: factors in farmer decision making. *Agriculture in Sustainable Agricultural Systems*. 1999: p. 277-294.
7. Nair P.R., Rao M., Buck L. New Vistas in Agroforestry: A Compendium for 1st World Congress of Agroforestry. 2004. Vol. 1. 2004: Springer Science & Business Media.
8. Nair C. Socio-economic Factors Influencing Farm Forestry: A Case Study of Tree Cropping in the Homesteads in Kerala, India. Community forestry: socio-economic aspects, 1984.
9. Jamnadass R.H., et al. Improving livelihoods and nutrition in sub-Saharan Africa through the promotion of indigenous and exotic fruit production in smallholders' agroforestry systems: a review. *International forestry review*. 2011;13(3):338-354. DOI:10.1505/146554811798293836
10. Pattanayak S.K., et al. Taking stock of agroforestry adoption studies. *Agroforestry systems*. 2003;57:173-186. DOI:10.1023/A:1024809108210.
11. Tulu D., Urge B. Prevalence and Associated Risk Factors of Ectoparasite of Sheep and Goat in Yeki district in Southwestern Ethiopia. *Journal of Veterinary Medicine and Research*. 2018;5(7):1147.
12. Gebisa G., et al. Prevalence of Bovine Trypanosomosis and Its Associated Risk Factors in Nano and Gudeya Bila Districts of Oromia Regional State, Ethiopia. 2020;10(15):1-8. DOI:10.7176/JBAH/10-15-05.
13. Melese M., Bezabih A. Prevalence of Bovine Trypanosomosis in Selected District of Bench Maji, South Ethiopia. 2020;8:14.
14. Mihret M., Performance of Pinus taeda Progenies at Aman and Bonga. 2004.
15. Murphy H.F. A report on the fertility status and other data on some soils of Ethiopia. 1968.
16. Hussen S., Yimer Z. Assessment of production potentials and constraints of mango (*Mangifera indica*) at Bati, Oromia zone, Ethiopia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. 2013;11(1):1-9.
17. Bezu T., Woldetsadik K., Tana T. Production scenarios of mango (*Mangifera indica* L.) in harari regional state, Eastern Ethiopia. *Science, Technology and Arts Research Journal*. 2015;3(4):59-63. DOI:10.4314/star.v3i4.8.
18. Bekele-Tesemma A., Birnie A., Tengnas B. Useful trees and shrubs for Ethiopia. Regional Soil Conservation Unit (RSCU), Swedish International Development Authority (SIDA), 1993.
19. FAO, Banana Market Review—Preliminary Results 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021.
20. Woldu Z., et al. Assessment of banana production and marketing in Ethiopia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. 2015;24(3):283-307.
21. Macro O. Central Statistical Agency Addis Ababa, Ethiopia. Central Statistical Agency Addis Ababa, Ethiopia, 2006.
22. Alemu M.M. Banana as a cash crop and its food security and socioeconomic contribution: The case of Southern Ethiopia, Arba Minch. *Journal of Environmental Protection*. 2017;8(3):319-329. DOI:10.4236/jep.2017.83024.
23. Sheskin D. Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures. CRC Press. Boca Raton, FL., 2003. <https://doi.org/10.1201/9781420036268>.
24. Faye M.D., et al. Farmers' preferences for tree functions and species in the West African Sahel. *Forests, Trees and Livelihoods*. 2011;20(2-3):113-136. DOI:10.1080/14728028.2011.9756702.
25. Dimobe K., et al. Farmers' preferred tree species and their potential carbon stocks in southern Burkina Faso: Implications for biocarbon initiatives. *PloS One*. 2018;13(12):e0199488. DOI:10.1371/journal.pone.0199488.
26. Okullo J.B., et al. Farmers' Use of Indigenous Fruit Trees to Cope With Climate Variability in the Lake Victoria Basin Districts of Uganda. 2022.
27. Omotayo A.O., Aremu A.O. Underutilized African indigenous fruit trees and food–nutrition security: Opportunities, challenges, and prospects. *Food and Energy Security*. 2020;9(3):e220. DOI:10.1002/fes3.220.
28. Bigirimana C., et al. Utilisation of indigenous fruit tree species within the Lake Victoria Basin, Rwanda. *Agricultural Science International Journal*. 2016;1:1-3.
29. Leakey R., Akinifesi F. Towards a domestication strategy for indigenous fruit trees in the tropics, in *Indigenous fruit trees in the tropics: domestication, utilization and commercialization*. 2008, CABI Wallingford UK. p. 28-49.
30. Lauri P., Laurens F. Architectural types in apple (*Malus X domestica* Borkh.). *Crops: growth, quality and biotechnology*. 2005: p. 1300-1314.
31. Lock K., et al. The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: implications for the global strategy on diet. *Bulletin of the World health Organization*. 2005;83:100-108.
32. Rahman G., et al. Fruit tree based agroforestry practices in char land farming system. *J. Agrofor. Environ.* 2014;8(1):1-6.
33. Rahman M.R., Hossain M., Alam M. Prospects and problems of fruit tree cultivation in Khagrachari Sadar Upazila. *Int J Usuf Mngt*. 2017;18(2):13-24.
34. Licciardello C., et al. Functional genomics in fruit trees: from 'Omics to sustainable biotechnologies. 2021, Frontiers Media SA. p. 729714.
35. Ihli H., et al., Preferences for tree fruit market attributes among smallholder farmers in Eastern Rwanda. *Agricultural Economics*. 2022;53(1):5-21. <https://doi.org/10.1111/agec.12673>.
36. Sari R.R., et al. Gendered species preferences link tree diversity and carbon stocks in cacao agroforest in Southeast Sulawesi, Indonesia. *Land*. 2020;9(4):108. DOI:10.3390/land9040108.
37. Ureta J., et al. Exploring gender preferences in farming system and tree species selection: Perspectives of smallholder farmers in Southern Philippines. *Journal of Environmental Science and Management*. 2016;(1):56-73. DOI:10.47125/jesam/2016_sp1/05.

About the Authors:

Melkamu Terefe Asmare – MSC, Researcher,
<https://orcid.org/0000-0002-8535-2800>,
 Corresponding Author, melkamu1122@gmail.com

Abayneh Derero – PhD, Senior Researcher,
<https://orcid.org/0000-0002-4470-7281>

Zerfu Deresu – MSC, Researcher,
<https://orcid.org/0000-0002-3595-0132>

Об авторах:

Мелкаму Терефе Асмаре – MSC, научный сотрудник,
<https://orcid.org/0000-0002-8535-2800>, автор для переписки,
 melkamu1122@gmail.com

Абайне Дереро – PhD, старший научный сотрудник,
<https://orcid.org/0000-0002-4470-7281>

Зерфу Дересу – MSC, научный сотрудник,
<https://orcid.org/0000-0002-3595-0132>

Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-36-40>
УДК 631.526.32:635.26-02

Т.В. Сачивко,
В.Н. Босак*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
213407, Республика Беларусь,
г. Горки, ул. Мичурина, 5

*Автор для переписки: bosak1@tut.by

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов при написании данной работы.

Вклад авторов: Татьяна Сачивко – концептуализация, разработка методологии и проведение исследований, написание рукописи. Виктор Босак – научное руководство исследованиями, курирование данных, редактирование рукописи.

Для цитирования: Сачивко Т.В., Босак В.Н. Оценка новых сортов лука многоярусного по хозяйственно полезным признакам. *Овощи России*. 2024;(1):36-40.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-36-40>

Поступила в редакцию: 06.10.2023

Принята к печати: 20.11.2023

Опубликована: 19.02.2024

Tatsiana V. Sachyuka (Sachivko),
Viktor N. Bosak*

Belarusian State Agricultural Academy
5, Michurina str., Gorki, 23407,
Republic of Belarus

*Corresponding Author: bosak1@tut.by

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: Tatsiana Sachivko – conceptualizing, developing methodology and conducting research, writing a manuscript. Viktor Bosak – scientific supervision of research, data curation, manuscript editing.

For citation: Sachyuka T.V., Bosak V.N. Evaluation of new varieties of multi-tiered onion on economically useful grounds. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):36-40. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-36-40>

Received: 06.10.2023

Accepted for publication: 20.11.2023

Published: 19.02.2024

Оценка новых сортов лука многоярусного по хозяйственно полезным признакам

Check for updates



ABSTRACT

Актуальность. Лук многоярусный (*Allium proliferum* Schrad.) относится к ценным многолетним пряно-ароматическим, лекарственным и овощным культурам и широко используется в различных отраслях экономики: кулинарии и пищевой промышленности, традиционной и народной медицине. Создание новых сортов лука многоярусного, адаптированных к конкретным почвенным и климатическим условиям, будет способствовать активному внедрению данной малораспространенной пряно-ароматической и овощной культуры в товарное производство.

Материал и методы. Целью исследований являлось изучение хозяйственно полезных признаков новых районированных сортов лука многоярусного. Объектами исследований являлись местная популяция и новые районированные авторские сорта лука многоярусного Узгорак и Пачастунак селекции УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (Горки, Республика Беларусь). Исследования проводили в полевых и лабораторных условиях в УО БГСХА согласно общепринятым методикам.

Результаты. В результате исследований изучены основные морфологические, морфометрические и фенологические признаки, урожайность и качество товарной продукции (зеленая масса) местной популяции и новых районированных сортов лука многоярусного. В результате исследований установлено, что сорт лука многоярусного Узгорак формировал урожайность зеленой массы 180–190 ц/га, сорт лука многоярусного Пачастунак – 185–195 ц/га при содержании сухого вещества соответственно 12,4 и 12,9 % и сырого протеина – 17,4 и 17,5 % при достижении технологической спелости за период от полных всходов 24–27 и 20–25 дней. Новые авторские сорта лука многоярусного Узгорак и Пачастунак внесены в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь и рекомендованы для приусадебного возделывания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

лук многоярусный, морфологические, морфометрические и фенологические признаки, урожайность, качество

Evaluation of new varieties of multi-tiered onion on economical-ly useful grounds

ABSTRACT

Relevance. Multi-tiered onion (*Allium proliferum* Schrad.) refers to valuable perennial spicy-aromatic and medical crops and is widely used in various sectors of the economy: coolies and food industry, traditional and folk medicine.

Methods. The aim of the research was to study the economically useful characteristics of new zoned varieties of multi-tiered onions. The objects of research were the local population and new zoned author's varieties of multi-tiered onions Uzgorak and Pachastunak selected by the Belarusian State Agricultural Academy. The studies were carried out in the field and laboratory according to generally accepted methods.

Results. As a result of the research, the main morphological, morphometric and phenological characteristics, yield and quality of marketable products (green mass) of the local population and new zoned varieties of multi-tiered onions were studied. The multi-tiered onion variety Uzgorak formed a yield of green mass of 180–190 c/ha, Pachastunak – 185–195 c/ha with a dry matter content of 12.4 and 12.9 %, respectively, crude protein – 17.4 and 17.5% upon reaching technological ripeness in 24–27 and 20–25 days. New author's varieties of multi-tiered onions Uzgorak and Pachastunak are included in the State Register of Varieties of Agricultural Plants of the Republic Belarus and are recommended for home gardening.

KEYWORDS:

multi-tiered onion, morphological, morphometric and phenological signs, yield, quality

Введение

Луковые овощные культуры относятся к наиболее распространенным овощным культурам. Всего известно более 900 видов лука *Allium* L., относящихся к семейству Луковые (*Allioideae* Herb.) [1–5].

Наиболее известным и распространенным является лук репчатый (*Allium cepa* L.). Кроме лука репчатого, в Государственный реестр сортов Республики Беларусь в настоящее время для промышленного и приусадебного возделывания внесены также лук-батун (*Allium fistulosum* L.), лук-порей (*Allium porrum* L.), шнитт-лук (*Allium schoenoprasum* L.), лук-слизун (*Allium nutans* L.), лук многоярусный (*Allium proliferum* Schrad.), лук душистый (*Allium odorum* L.), а также чеснок озимый и яровой (*Allium sativum* L.) [6].

Лук многоярусный (*Allium proliferum* Schrad.) является перспективной многолетней пряно-ароматической овощной культурой – зимостойкий, холодоустойчивый, отрастающий рано весной. В пищу используются листья, луковички и воздушные луковички – бульбочки. Бульбочки не имеют периода покоя и являются отличным материалом для выгонки с осени до весны [2, 4, 7–9].

Родина лука многоярусного – Китай и Средняя Азия; в Европу он был завезен путешественниками в средние века. В настоящее время лук многоярусный широко распространен в Канаде, Северной Америке, странах Западной Европы, Китае, Японии и Корее, а также в России. У лука многоярусного на стрелках образуются воздушные луковички, которые закладываются в несколько ярусов. Луковички, развивающиеся в соцветиях, так же, как и детки-луковички, образующиеся на подземной луковичке, служат для вегетативного размножения.

Многие исследователи считают *Allium proliferum* Schrad. естественным межвидовым гибридом *Allium cepa* L. (лука репчатого) и *Allium fistulosum* L. (лука-батуна). Эти виды легко скрещиваются друг с другом, однако гибридное потомство стерильно, т. е. не образует нормально развитых семян и размножается вегетативно. *Allium proliferum* Schrad. также не образует семян, кроме того, у него есть много промежуточных признаков в сравнении с луками репчатым и батун. О гибридном происхождении лука свидетельствуют результаты изучения его хромосом, показывающие, что в кариотипе присутствуют хромосомы, похожие на таковые обоих исходных видов [5].

Молодые зеленые листья употребляют в свежем виде весной и в начале лета. Они значительно позже грубеют, чем листья лука-батуна, на вкус острее, чем листья репчатого лука. Листья в свежем виде

используют для салатов и как приправу к супам и гарнирам. Луковички применяются также для маринования. Многоярусный лук используют в традиционной и народной медицине для лечения насморка, при авитаминозе и респираторных заболеваниях; особенно полезен лук многоярусный больным с сердечно-сосудистыми и желудочно-кишечными заболеваниями, в нем много биологически активных веществ, аминокислот, макро- и микроэлементов, минеральных солей, укрепляющих стенки кровеносных сосудов и повышающих обмен веществ [7–19].

Цель исследования – изучение хозяйственно полезных признаков новых районированных сортов лука многоярусного.

Материал и методы исследований

Исследования по оценке хозяйственно полезных признаков новых сортов лука многоярусного проводили в полевых и лабораторных экспериментах в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Горки, Республика Беларусь) в 2016–2023 годах.

Полевые опыты проводили в условиях дерново-подзолистой суглинистой почвы, лабораторные эксперименты – на кафедре ботаники и физиологии растений, в испытательной лаборатории качества семян и химико-экологической лаборатории УО БГСХА согласно общепринятым рекомендациям и методикам проведения Государственного сортоиспытания [4, 20–23].

Исследовали местную популяцию, а также сорта лука многоярусного (*Allium proliferum* Schrad.) Узгорак и Пачастунак селекции УО БГСХА, созданные методом клонового отбора и внесенные в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь (авторы: Т.В. Сачивко, В.Н. Босак) [3, 6, 10, 23].

Результаты и их обсуждение

Изучение образцов лука многоярусного показало, что новый сорт Узгорак можно отнести к высокорослым (высота растения – 55–75 см, длина листовой пластинки – 50–65 см), а сорт Пачастунак – к низкорослым (высота растения – 30–40 см, длина листовой пластинки – 25–35 см). Высота растений местной популяции варьировала в пределах 30–85 см, длина листовой пластинки – 25–75 см. Ширина листовой пластинки у обоих новых сортов оказалась 1,5–2,0 см (у местной популяции – 1,3–2,1 см) при ее трубчатой форме и среднем восковом налете.

Существенными отличительными признаками, наряду с высотой растения, у новых сортов лука многоярусного оказались: цвет листовой пластинки (у сорта Узгорак – сизовато-зеленый, у сорта

Пачастунак – светло-зеленый); количество ярусов воздушных луковиц (у сорта Узгорак – 3–4, у сорта Пачастунак – 1–3) и непосредственно количество воздушных луковиц, которое напрямую связано с количеством их ярусов (у сорта Узгорак – 16–18 шт., у сорта Пачастунак – 12–15 шт.). Диаметр воздушных луковиц нижнего яруса, которые были самыми крупными, у изучаемых образцов лука многоярусного местной популяции и новых сортов Узгорак и Пачастунак варьировал в пределах 1,2–3,2 см, верхнего яруса – 0,6–1,6 см.

По фенологическим показателям все изучаемые образцы лука многоярусного можно отнести к ранним

сортам. При этом период от полных входов до наступления технологической спелости у сорта Пачастунак оказался несколько короче (20–25 дней), чем у сорта Узгорак (24–27 дней).

Средняя урожайность зеленой массы, которая отличалась острым вкусом, лука многоярусного сорта Узгорак составило 1,80–1,90 кг/м² при массе воздушных луковиц 1,5 г, у сорта Пачастунак – соответственно 1,85–1,95 кг/м² и 0,8 г.

Содержание сухого вещества в зеленой массе у изучаемых образцов лука многоярусного варьировало в пределах 11,3–15,9%, сырого протеина – 16,7–17,6%; содержание эфирных масел не превысило 0,05%.

Таблица. Основные хозяйственно ценные признаки лука многоярусного
Table. The main economically valuable characteristics of *Allium proliferum*

Показатели	Местная популяция	Сорт Узгорак	Сорт Пачастунак
морфометрические и морфологические признаки			
Высота растения, см	30–85	55–75	30–40
Длина листовой пластинки, см	25–75	50–65	25–35
Ширина листовой пластинки, см	1,3–2,1	1,5–2,0	1,5–2,0
Цвет листовой пластины	оттенки зеленого	сизовато-зеленый	светло-зеленый
Восковой налет	средний	средний	средний
Количество ярусов воздушных луковиц	2–4	3–4	1–3
Диаметр воздушной луковицы нижнего яруса, см	1,4–3,2	2,2–3,0	1,2–1,5
Диаметр воздушной луковицы верхнего яруса, см	0,8–1,6	1,2–1,4	0,6–0,8
Количество воздушных луковиц, шт.	8–20	16–18	12–15
фенологические показатели			
Период от полных всходов до технической спелости	22–28	24–27	20–25
показатели продуктивности			
Масса одного растения, г	90–185	170	180
Масса воздушных луковиц, г	0,8–1,5	1,5	0,8
Урожайность зеленой массы, кг/м ²	0,75–2,05	1,80–1,90	1,85–1,95
Сухое вещество, %	11,3–15,9	12,4	12,9
Эфирные масла, %	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Сырой протеин, %	16,7–17,6	17,4	17,5
Вкус	острый		



сорт Узгорак



сорт Пачастунак

Рис. Новые сорта лука многоярусного
Fig. New varieties of *Allium proliferum*

Выводы

Сорта лука многоярусного (*Allium proliferum* Schrad.) Узгорак и Пачастунак характеризуются комплексом морфометрических, морфологических и фенологических признаков, внесены в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь и рекомендуются для приусадебного возделывания.

Урожайность зеленой массы лука многоярусного сорта Узгорак составила 180–190 ц/га при средней массе одного растения 170 г, сорта Пачастунак – 185–195 ц/га и 180 г при содержании сухого вещества соответственно 12,4 и 12,9%, сырого протеина – 17,4 и 17,5%. Период от ранневесеннего отрастания до наступления технологической спелости у сорта Узгорак варьировал от 24 до 27 дней, у сорта Пачастунак – от 20 до 25 дней.

• Литература

1. Водянова О.С. Луки: репчатый, шалот, порей, многолетние, дикорастущие съедобные и декоративные, чеснок. Алматы, 2007. 367 с.
2. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. Москва: ВНИИССОК, 2001. 550 с.
3. Сачивко Т.В., Дуктова Н.А., Порхунцова О.В., Босак В.Н., Цыркунова О.А., Наумов М.В., Блохин А.А. Генетические ресурсы растений. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры. Горки: БГСХА, 2021. 22 с. EDN WHVFPE.
4. Скорина В.В., Скорина В.В., Берговина И.Г. Овощеводство. Луковые культуры. Горки: БГСХА, 2020. 60 с.
5. Юрьева Н.А., Кокорева В.А. Многообразие луков и их использование. Москва: МСХА, 1992. 160 с.
6. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений. Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. Минск, 2023. 300 с.
7. Кокорева В.А. Лук многоярусный – частичка в глобальном биоразнообразии. *Овощи России*. 2017;(1):34-38. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-1-34-38>. EDN YKODET.
8. Сачивко Т.В., Босак В.Н. Оценка хозяйственно полезных признаков многолетних луков. *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия*. Сборник научных трудов. Под редакцией В.К. Пестиса. Гродно: Гродненский государственный аграрный университет. 2016;(32):152–158. EDN XALFCD.
9. Середин Т.М., Герасимова Л.И. Лук многоярусный. *Приусадебное хозяйство*. 2017;(10):62–64.
10. Голубкина Н.А., Середин Т.М., Молчанова А.В., Кошелева О.В. Сравнительная оценка показателей антиоксидантной активности некоторых видов многолетних луков. *Овощи России*. 2018;(5):73-76. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-73-76>. EDN YPELXV.
11. Кабицкий М.Е., Калмыкова М.В. Организация «Слоу Фуд» и «Терра Madre» и их деятельность по защите кулинарных и аграрно-промышленных традиций. *Традиционная культура*. 2016;2(62):133–138.
12. Кукушкина Т.А., Фомина Т.И. Содержание биологически активных веществ в зеленой массе многолетних луков (*Allium* L.). *Аграрный вестник Урала*. 2021;4(207):85–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-85-92. EDN WDLVZD.
13. Сачивко Т.В., Босак В.Н. Новые сорта малораспространенных видов лука: характеристика и особенности возделывания. *Земледелие и растениеводство*. 2015;(4):20-21.
14. Сачивко Т.В., Коваленко Н.А., Супиченко Г.Н., Босак В.Н. Антиоксидантная активность новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур. *Весті Національної академії наук України. Серія аграрних наук*. 2023;61(4):282–290. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-4-282-290>.
15. Шишова Т.И., Бешлей И.В., Голубкина Н.А., Голубев Ф.В., Ключков Е.В., Черемушкина В.А. Эссенциальные микронутриенты – компоненты антиоксидантной защиты в некоторых видах рода *Allium*. *Овощи России*. 2019;(1):68-79. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-68-79>. EDN ZXJLV.

16. Шишкина Е.В., Жаркова С.В. Расширение сортимента лука многоярусного в условиях Сибирского региона. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2022;8-2(71):21–24. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-8-2-21-24. EDN NZSWQK.
17. Beretta H.V., Bannoud F., Insani M., Berli F., Hirschegger P., Galmarini C.R., Cavagnaro P.F. Relationships between bioactive compound content and the antiplatelet and antioxidant activities of six *Allium* vegetable species. *Food Technology and Biotechnology*. 2017;55(2):266–275. DOI: 10.17113/ftb.55.02.17.4722
18. Ksoudaa G., Hajjia M., Sellimia S., Merlierb F., Falcimaigne-Cordinb A., Nasri M., Thomasset B. A systematic comparison of 25 Tunisian plant species based on oil and phenolic contents, fatty acid composition and antioxidant activity. *Industrial Crops and Products*. 2018;(123):768–778. DOI: 10.1016/j.indcrop.2018.07.008
19. Lenkova M., Bystricka J., Toth T., Hrstkova M. Evaluation and comparison of the content of total polyphenols and antioxidant activity of selected species of the genus *Allium*. *Journal of Central European Agriculture*. 2016;17(4):1119–1133. DOI: 10.5513/jcea01/17.4.1820
20. Аутко А.А., Пестис В.Г., Гракун В.В., Азаренко В.В., Коломиец Э.И. Технология возделывания овощных, бахчевых культур, картофеля, пряно-ароматических и лекарственных растений. Минск: Беларуская навука, 2022. 614 с. ISBN 978-985-08-2855-2. EDN QFSKCL.
21. Ершов И.И., Алексеева М.В., Комиссаров В.А., Герасимова Л.И., Логунова В.В. Методические указания по селекции луковых культур. Москва, 1997. 118 с.
22. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность: лук многоярусный (*Allium proliferum* Schrad.) / BY TG/1053/1/2. Минск, 2023. 9 с.
23. Сачивко Т.В., Босак В.Н., Гордеева А.П., Наумов М.В. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур. Горки: БГСХА, 2019. 19 с. EDN VTICY.
9. Seredin T.M., Gerasimova L.I. Onion multi-tiered. *Priusadebnoe khozyajstvo* [Homestead farming]. 2017;(10):62–64. (in Russ.)
10. Golubkina N.A., Seredin T.M., Molchaniva A.V., Kosheleva O.V. Comparative evaluation of antioxidant activity in several perennial onion. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(5):73–76. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-73-76>. EDN YPELXV.
11. Kabitskij M.E., Kalmykova M.V. The organization of "Slow Food" and "Terra Madre" and their activities to protect culinary and agro-industrial traditions. *Traditsionnaya kul'tura* [Traditional culture]. 2016;2(62):133–138. (in Russ.)
12. Kukushkina T.A., Fomina T.I. The content of biologically active substances in the green biomass of perennial onions (*Allium* L.). *Agrarian bulletin of the Urals*. 2021;4(207):85–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-85-92. EDN WDLVZD. (in Russ.)
13. Sachivko T.V., Bosak V.N. New varieties of rare spread onion species: characteristics and peculiarities of growing. *Crop Farming and Plant Growing*. 2015;(4):20–21. (In Russ.)
14. Sacyuka T.U., Kovalenko N.A., Supichenko G.N., Bosak V.M. Antioxidant activity of new varieties spicy-aromatic and essential-oil plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series*. 2023;61(4):282–290. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-4-282-290>.
15. Shirshova T.I., Beshley I.V., Golubkina N.A., Golubev F.V., Kljuykov E.V., Cheryomushkina V.A. ESSENTIAL Micronutrients – components of antioxidant protection in some species *Allium*. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(1):68–79. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-68-79>. EDN ZXJLV.
16. Shishkina E.V., Zharkova S.V. Expanding the assortment of multi-tiered onions in the conditions of the Siberian region. *International journal of humanities and natural sciences*. 2022;8-2(71):21–24. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-8-2-21-24. EDN NZSWQK.
17. Beretta H.V., Bannoud F., Insani M., Berli F., Hirschegger P., Galmarini C.R., Cavagnaro P.F. Relationships between bioactive compound content and the antiplatelet and antioxidant activities of six *Allium* vegetable species. *Food Technology and Biotechnology*. 2017;55(2):266–275. DOI: 10.17113/ftb.55.02.17.4722
18. Ksoudaa G., Hajjia M., Sellimia S., Merlierb F., Falcimaigne-Cordinb A., Nasri M., Thomasset B. A systematic comparison of 25 Tunisian plant species based on oil and phenolic contents, fatty acid composition and antioxidant activity. *Industrial Crops and Products*. 2018;(123):768–778. DOI: 10.1016/j.indcrop.2018.07.008
19. Lenkova M., Bystricka J., Toth T., Hrstkova M. Evaluation and comparison of the content of total polyphenols and antioxidant activity of selected species of the genus *Allium*. *Journal of Central European Agriculture*. 2016;17(4):1119–1133. DOI: 10.5513/jcea01/17.4.1820
20. Aukto A.A., Pestis V.G., Grakun V.V., Azarenko V.V., Kolomiets E.I. Technology of cultivation of vegetable, melon crops, potatoes, spicy-aromatic and medicinal plants. Minsk: Belaruskaya navuka, 2022. 614 p. ISBN 978-985-08-2855-2. EDN QFSKCL. (in Russ.)
21. Ershov I.I., Alekseeva M.V., Komissarov V.A., Gerasimova L.I., Logunova V.V. Guidelines for the selection of onion crops. Moscow, 1997. 118 p. (in Russ.)
22. Method of testing for distinctiveness, uniformity and stability: multi-tiered onion (*Allium proliferum* Schrad.) / BY TG/1053/1/2. Minsk, 2023, 9 p. (in Russ.)
23. Sachivko T.V., Bosak V.N., Gordeeva A.P., Naumov M.V. Characteristics and features of agricultural techniques of new varieties of spicy-aromatic crops. Gorki: BSAA, 2019, 19 p. EDN VTICY. (in Russ.)

• References

1. Vodjanova O.S. Onions: onions, shallots, leeks, perennials, wild edible and ornamental, garlic. Almaty, 2007. 367 p. (in Russ.)
2. Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion crops. Moscow: VNISSOK, 2001, 550 p. (in Russ.)
3. Sachivko T.V., Duktova N.A., Porkhuntsova O.V., Bosak V.N., Tsykunova O.A., Naumov M.V., Blokhin A.A. Plant genetic resources. Spicy-aromatic and essential-oil plants. Gorki: BSAA, 2021, 22 p. EDN WHVFPE. (in Russ.)
4. Skorina V.V., Skorina V.V., Bergovina I.F. Vegetable growing. Onion crops. Gorki: BSAA, 2020. 60 p. (in Russ.)
5. Yur'eva N.A., Kokoreva V.A. The variety of bows and their use. Moscow: MAA, 1992, 160 p. (in Russ.)
6. State register of varieties of agricultural plants. Minsk, 2023. 300 p. (in Russ.)
7. Kokoreva V.A. Tree onion a little part in global biodiversity. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(1):34–38. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-1-34-38>. EDN YKODET.
8. Sacyuka T.U., Bosak V.M. Evaluation of economically valuable signs of perennial onions. *Sel'skoe khozyajstvo – problemy i perspektivy: agronomiya* [Agriculture – problems and prospects: agronomy]. 2016;(32):152–158. EDN XALFCD. (in Russ.)

Об авторах:

Татьяна Владимировна Сачивко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, докторант кафедры биологии растений и химии, sachyuka@rambler.ru, SPIN-код: 1587-5858, <https://orcid.org/0000-0001-9707-8215>

Виктор Николаевич Босак – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, автор для переписки, bosak1@tut.by, SPIN-код: 7202-1610, <https://orcid.org/0000-0001-7197-2315>

About the Authors:

Tatsiana V. Sacyuka (Sachivko) – Cand. Sci. (Agriculture), Associate professor, Doctorant of the Department of the Plant Biology and Chemistry, sachyuka@rambler.ru, SPIN code: 1587-5858, <https://orcid.org/0000-0001-9707-8215>

Viktor N. Bosak – Doc. Sci. (Agriculture), Professor, Professor of the Department of Occupational Safety, bosak1@tut.by, SPIN code: 7202-1610, <https://orcid.org/0000-0001-7197-2315>

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-41-47>
УДК (635.758+635.751):631.559(571.5)

А.Г. Кушнарев,
А.О. Гнитецкая*

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова
Улан-Удэ, Россия

*Автор для переписки: tkachanna@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов при написании данной работы.

Вклад авторов: А.Г. Кушнарев: концептуализация, написание и редактирование рукописи.
А.О. Гнитецкая: концептуализация, написание рукописи.

Для цитирования: Кушнарев А.Г., Гнитецкая А.О. Влияние сроков посева на урожайность плодов укропа пахучего и кориандра посевного в сухостепной зоне Забайкалья. *Овощи России*. 2024;(1):41-47.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-41-47>

Поступила в редакцию: 09.10.2023

Принята к печати: 08.12.2023

Опубликована: 19.02.2024

Anatoly G. Kushnarev,
Anna O. Gnitetskaya*

V.R. Filippov Buryat State Agricultural Academy
Ulan-Ude, Russia

*Corresponding Author: tkachanna@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: Kushnarev A.G.: conceptualizing, writing the manuscript, editing.
Gnitetskaya A.O.: conceptualizing, writing the manuscript.

For citation: Kushnarev A.G., Gnitetskaya A.O. The influence of sowing time on the yield of dill fruits and coriander in the dry steppe zone of Transbaikalia. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):41-47. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-41-47>

Received: 09.10.2023

Accepted for publication: 08.12.2023

Published: 19.02.2024

Влияние сроков посева на урожайность плодов укропа пахучего и кориандра посевного в сухостепной зоне Забайкалья

РЕЗЮМЕ

В данной статье описана история промышленного развития эфиромасличной отрасли и перспективы возделывания таких эфиромасличных культур, как укроп пахучий и кориандр посевной, в том числе, на территории Забайкалья. Приведены данные по объему производства эфирного масла на территории России в разные годы. Отмеченные морфобиологические особенности укропа и кориандра позволяют предположить возможность получения высокого урожая плодов при их возделывании сельхозпроизводителями в сухостепной зоне Забайкалья. Впервые в условиях сухостепной зоны Забайкалья проведены полевые исследования по изучению эффективности некоторых агроприемов возделывания районированных сортов укропа пахучего и кориандра посевного. Обобщены результаты трехлетних исследований (2021-2023 годы) по изучению формирования урожайности плодов растений семейства Зонтичные с однолетним циклом развития – укропа (сорта Грибовский, Лесногородский) и кориандра (сорт Карибэ) в наиболее засушливой почвенно-климатической зоне Забайкалья. Выявлено, что теплообеспеченность вегетационного периода влияет на формирование урожая плодов исследуемых культур. Наибольшая урожайность плодов получена у укропа сорта Грибовский при среднем сроке посева, у сорта Лесногородский – при раннем посеве. При этом сорт Грибовский превосходит по урожайности сорт Лесногородский. Сорт кориандра Карибэ максимальную урожайность плодов обеспечивал при позднем сроке посева во все годы исследований. В целом, почвенно-климатические условия сухостепной зоны Забайкалья позволяют получить урожай плодов укропа пахучего и кориандра посевного на уровне других регионов России, что определяет перспективное развитие эфиромасличного растениеводства в нашем регионе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

эфиромасличные культуры, эфирные масла, урожайность, теплообеспеченность



The influence of sowing time on the yield of dill fruits and coriander in the dry steppe zone of Transbaikalia

ABSTRACT

This article describes the history of the industrial development of the essential oil industry and the prospects for cultivating such essential oil crops as dill and coriander, including in the territory of Transbaikalia. Data are provided on the volume of essential oil production in Russia in different years. The noted morphobiological features of dill and coriander suggest the possibility of obtaining a high yield of fruits when they are cultivated by agricultural producers in the dry steppe zone of Transbaikalia. For the first time, in the conditions of the dry steppe zone of Transbaikalia, field research was carried out to study the effectiveness of some agricultural practices for cultivating zoned varieties of dill and coriander. The results of three years of research (2021-2023) on the formation of fruit yield of plants of the Umbrella family with a one-year development cycle - dill (Gribovsky, Lesnogorodsky varieties) and coriander (Karibe variety) in the driest soil-climatic zone of Transbaikalia are summarized. It was revealed that the heat supply of the growing season affects the formation of the fruit yield of the studied crops. The highest fruit yield was obtained from the Gribovsky dill variety at an average sowing time, and from the Lesnogorodsky variety when sowing early. At the same time, the Gribovsky variety is superior in yield to the Lesnogorodsky variety. The coriander variety Caribe provided the maximum fruit yield at a late sowing time in all years of research. In general, the soil and climatic conditions of the dry steppe zone of Transbaikalia make it possible to obtain a harvest of aromatic dill and coriander at the level of other regions of Russia, which determines the future development of essential oil crop production in our region.

KEYWORDS:

essential oil crops, essential oils, fragrant dill, coriander, fruit yield, heat supply, Transbaikalia

Введение

В XIX веке растения, которые обладали свойством накапливать в различных частях (плоды, листья, корни и т.д.) эфирное масло, стали называть эфиромасличными. В этом же веке из этих растений началось получение в промышленных количествах пахучих веществ, прежде всего, эфирных масел, представляющих собой смеси различных органических соединений: терпенов, спиртов, альдегидов, кетонов. Способность вырабатывать пахучие масла отмечены более чем у 3000 видов растений, относящихся к семействам Зонтичные, Яснотковые, Рутовые и др., но промышленное значение имеют во всем мире около 200 видов [1,2,3].

Общеизвестными представителями эфиромасличных растений с однолетним циклом выращивания семейства Зонтичные являются укроп пахучий и кориандр посевной, так как образуемые в них эфирные масла имеют высокую биологическую ценность и спрос [4,5,6].

В Советском Союзе ежегодно вырабатывалось от 800 до 1300 т эфирных масел, среди них лучшее в мире кориандровое масло. В 90-х гг. эта отрасль пришла в упадок, но в последние два десятилетия начала возрождаться. В настоящее время в специализированных хозяйствах Северного Кавказа, Крыма для производства эфирных масел выращивают кориандр, лаванду, мяту, розу, анис, укроп, базилик, шалфей и другие культуры, а также в странах СНГ, в котором сосредоточено более 90% мировой выработки кориандрового масла [7,8,9].

С учетом сложившейся экономической ситуации в России возникает вопрос об увеличении площадей сельхозугодий для промышленного возделывания эфиромасличных культур, в том числе укропа пахучего и кориандра посевного, для обеспечения отечественным сырьем отраслей пищевой, ликероводочной, косметической промышленности и медицины [10,11].

В западной части России на сегодняшний день выращивают кориандр на площади более 100 000 га, укропа – 8000 га. В зоне умеренного климата некоторые сельскохозяйственные производители культивируют такие эфиромасличные культуры, как кориандр, шалфей, базилик, тмин, анис, пачули, укроп, аир. Несмотря на то, что Забайкалье – нетрадиционный регион для выращивания эфиромасличного сырья, он имеет достаточный ресурсный потенциал, чтобы в промышленном масштабе возделывать эфиромасличные растения, в том числе с однолетним циклом развития [12, 13].

Наибольшее количество эфирного масла в растениях укропа и кориандра содержится в плодах, меньше – в листьях, стеблях и подземных органах. На образование эфирного масла в плодах этих растений оказывают влияние различные факторы: метеоусловия вегетационного периода, длительность светового дня, качество почвы и т.д. [14,15].

На сегодняшний день в государственном реестре охраняемых селекционных достижений содержится 34 сорта укропа и 3 сорта кориандра, рекомендованных для выращивания в Восточно-Сибирском регионе [16]. Ниже приведена характеристика 2-х районированных сортов укропа, которые потенциально могут формировать высокую урожайность в производственных усло-

виях наиболее теплообеспеченной сухостепной зоне Забайкалья.

Сорт Грибовский – раннеспелое, однолетнее растение. Период от полных всходов до технической спелости составляет 70 дней. Товарная урожайность – 1 кг/м². Сорт относительно устойчив к болезням, малотребователен к температурным условиям при созревании семян. Растение способно выдерживать заморозки до -3°C, оптимальный температурный режим находится в диапазоне от +15 до +20°C. Розетка листьев прямостоячая, листья крупные, длиной 23–32 см, гладкие, темно-зеленые с восковым налетом, листовая пластинка сильно рассеченная. Соцветия крупные – диаметром 18 – 30 см, имеют округлую форму с выпуклыми лучевыми отростками. Ароматичность высокая. Рекомендован для выращивания, как в открытом, так и защищенном грунте. Плодоносит во второй половине июля [17,18].

Сорт Лесногогородский – среднеспелое, однолетнее, высокорослое растение. Период от массовых всходов до технической спелости – 80 дней. Товарная урожайность на зелень – 1,4–2,0 кг/м², в технической спелости – 5,5 кг/м². Укроп имеет до пяти боковых веток первого порядка. Через месяц после появления всходов формируется темно-изумрудные, крупные и ароматные листья. Соцветия – диаметром 20 – 28 см, многолучевые. Растение характеризуется иммунитетом к грибковым заболеваниям. Ценность сорта: определяет высокая облиственность растений и длительная сохранность хозяйственной годности. Для данного сорта характерна морозостойкость, засухоустойчивость, поэтому его выращивают как в южных районах, так и на территории с неустойчивым климатом. Плодоносит во второй половине июля. В свежих листьях укропа содержатся сахар, аскорбиновая кислота, каротин, минеральные соли и около 14% сухого вещества [17,18].

Ниже приведена характеристика районированного сорта кориандра, морфобиологические характеристики которого позволяют предположить, что при возделывании в южной сухостепной зоне Забайкалья он способен сформировать высокий урожай плодов.

Сорт Карибэ – позднеспелое, однолетнее растение. Выведен голландской семеноводческой фирмой Bejo Zaden. С 2006 года сорт входит в Госреестр. Обладает прямостоячим стеблем средней высоты, сильно рассеченной розеткой листьев с ярко выраженной зеленой окраской. Листовая пластинка гладкая, нежная, слабоморщинистая. Зелень можно собирать через 40–45 дней после появления всходов и употреблять в свежем виде. Урожайность достигает 1,5 кг/м². Плодоносит во второй половине июля. В настоящее время выявленных недостатков у данного сорта нет. Его основные достоинства: высокая урожайность зелени и плодов, изысканный вкус зелени, неповторимый запах, холодостойкость, толерантность к заболеваниям, хорошая транспортабельность, длительный период хранения плодов [19,20,21].

Таким образом, изучение влияния срока посева на урожайность плодов укропа пахучего и кориандра посевного является актуальным и перспективным направлением для развития отрасли эфиромасличного растениеводства в стране, в том числе, и в Забайкалье.

Методика исследований

Впервые в условиях сухостепной зоны Забайкалья проведены экспериментальные (полевые) исследования по изучению эффективности некоторых агроприемов возделывания районированных сортов укропа пахучего и кориандра посевного. Определено влияние срока посева (ранний, средний, поздний) на формирование урожая данных эфиромасличных культур, а также на накопление и химический состав эфирных масел.

Полевые исследования проводились в 2021-2023 гг. на опытном участке в селе Нижний Саянтуй Тарбагатайского района, расположенном на территории Южной сухостепной зоны. Объектами исследований являлся укроп пахучий (*A. graveolens*) и кориандр посевной (*C. Sativum*). Семена по посевным качествам соответствовали ГОСТ 32592-2013 Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортные и посевные качества. Общие технические условия.

Для проведения исследований был заложен полевой двухфакторный опыт по схеме: фактор А – укроп, сорта – Грибовский, Лесногородский; кориандр – сорт Карибе; фактор Б – срок посева: ранний – 16.05, средний – 23.05, поздний – 30.05.

Полевой опыт заложен в 4-х кратной повторности в 3 срока посева. Размещение делянок систематическое, в один ярус. Опыт заложен с использованием метода расщепленных делянок [10]. Количество делянок – 36, общая площадь делянки – 1,52 м² (1,9 × 0,8 м), учетная – 1 м² (1 × 1 м).

Почва опытного участка – серая лесная неоподзоленная. Кислотность почвы опытного участка близка в поверхностном слое к нейтральной среде. В горизонте АПАХ содержание гумуса отмечается на уровне 3,18–3,25%. Содержание подвижного фосфора и обменного калия характеризуется средним уровнем обеспеченности. В целом, данный тип почвы может использоваться для выращивания эфиромасличных культур, в том числе, укропа и кориандра.

Метеоусловия в течение вегетационного периода являются одним из факторов, влияющих на урожайность эфиромасличных культур. Продуктивность растений зависит от целого комплекса метеорологических условий, которые основаны на температурном режиме и количестве атмосферных осадков. Важное значение имеет теплообеспеченность, которая регулирует интенсивность физиолого-биохимические процессов в растительном организме.



Рис. 1. Растения укропа с опытного участка (сорт Лесногородский)
Fig. 1. Dill plants from the experimental plot (variety Lesnogorodsky)



Рис. 2. Растения кориандра с опытного участка (сорт Карибэ)
Fig. 2. Coriander plants from the experimental plot (Karibe variety)



Рис. 3. Опытный участок после посева (30.05.2021 г.) и в фазу цветения растений (21.09.2021 г.)
Fig. 3. Experimental plot after sowing (05/30/2021) and during the flowering phase of plants (09/21/2021)

Метеоусловия вегетационного периода в годы проведения полевых опытов приведены в таблице 1.

Приведенные данные по температурному режиму в 2021–2023 годах свидетельствуют, в целом, о благоприятных условиях для роста и развития изучаемых культур. В мае 2021 года наблюдалось снижение температуры на 2,5°C по сравнению со средне-ноголетними данными. В 2022 году выявлена обратная тенденция, а именно повышение среднемесячной температуры в мае на 1,9°C. В 2023 году температура воздуха отличается пониженными значениями в сравнении со средненоголетними данными – на 0,8°C. В данный период температура атмосферного воздуха является достаточно важным метеопказателем, так как в мае формируются всходы укропа и кориандра.

Июнь 2021–2023 годов характеризуется также незначительными изменениями по отношению к средненоголетним показателям температуры. Так, в июне 2021 года отмечается понижение температуры на 1,4°C, в 2022 года – наоборот, повышение на 0,6°C. В июне 2023 года среднемесячная температура практически соответствовала средненоголетними данными

– разница составляла всего 0,1°C, что, в целом, не повлияло на изменение физиолого-биохимических процессов в растениях.

Температура воздуха в июле 2021–2022 годов характеризовалась пониженными значениями в сравнении со средненоголетними данными – на 0,8°C и на 1,1°C, соответственно. В 2023 году, наоборот, температура воздуха была выше на 0,7°C. Эти изменения были несущественными для роста и развития изучаемых культур.

Температурный режим в августе характеризовался более существенными изменениями по сравнению со средненоголетней нормой. Так, в августе 2021–2023 годов среднемесячная температура была ниже на 1,1°C, 2,1°C и 0,5°C, соответственно. Однако, в целом, такие изменения не повлияли негативно на рост и развитие укропа и кориандра.

Из вышеприведенных данных можно сделать вывод о том, что тепловой режим вегетационного периода обеих культур в годы исследований был удовлетворительным. При этом, наибольшая теплообеспеченность наблюдалась в 2023 году, так как среднемесячная температура была выше средненоголетней на 3,1°C (табл. 1).

Таблица 1. Температура воздуха в вегетационный период 2021–2023 годов (метеостанция г. Улан-Удэ)
Table 1. Air temperature during the growing season 2021–2023 (weather station in Ulan-Ude)

Декада	Год	Температура по месяцам				$\Sigma(t_{v-viii})$
		V	VI	VII	VIII	
I	2021	5,9	15,6	20,2	16,4	58,1
II		10,1	14,6	19,1	20,6	64,4
III		9,2	19,3	20,0	16,2	64,7
Среднее		8,4	16,5	19,8	17,7	62,4
I	2022	10,0	13,1	21,2	18,3	62,6
II		13,4	20,1	20,1	16,4	70
III		14,8	22,2	17,5	12,5	67
Среднее		12,8	18,5	19,5	15,6	66,4
I	2023	9,2	17,0	19,2	19,7	65,1
II		7,3	16,9	23,2	17,8	65,2
III		13,9	19,5	21,6	19,1	74,1
Среднее		10,1	17,8	21,3	18,3	67,5
Среднемноголетние		10,9	17,9	20,6	18,8	64,4

Таблица 2. Количество атмосферных осадков (метеостанции г. Улан-Удэ)
Table 2. Amount of precipitation (weather stations in Ulan-Ude)

Декада	Год	Количество осадков по месяцам				Σ(ОсадкиV–VIII)
		V	VI	VII	VIII	
I	2021	22,9	24,3	30,9	26,0	226,4
II		1,3	15,4	73,8	26,9	
III		16,9	6,6	9,4	1,0	
Сумма		41,1	46,3	114,1	53,9	
I	2022	6,1	31,2	4,5	5,0	127,7
II		2,5	0,2	6,5	0,7	
III		3,4	15,0	45,1	17,5	
Сумма		12,0	46,4	56,1	23,2	
I	2023	2,1	3,7	28,5	81,4	203,9
II		10,2	20,0	12,1	25,0	
III		4,4	7,3	7,2	2,0	
Сумма		16,7	31,0	47,8	108,4	
Среднемноголетние		18,0	34,0	64,0	63,0	177,0

Количество осадков за вегетационный период и их распределение по декадам (табл. 2) очень важно для нормального роста и развития укропа пахучего и кориандра посевного. Они также влияют на количество вегетационных поливов при выращивании культур. В таблице 2 представлены данные по этому показателю метеостанции г. Улан-Удэ.

Количество выпадающих осадков в годы исследований существенно различалось. Так, в мае – июле 2021 года они были выше нормы, в августе – ниже нормы. В 2022 году осадков выпало меньше среднемноголетних данных только в мае – на 6,0 мм. В июне их было 12,4, июле – 7,9, августе – 39,8 мм. В вегетационном периоде 2023 года количество атмосферных осадков в мае, июне, июле в сравнении с нормой было ниже на 1,3 мм, 3,0 мм и 16,2 мм, соответственно. Рекордная естественная влагообеспеченность почвы наблюдалась в августе за счет более частых дождей (на 172% больше нормы). Наибольшее количество осадков выпало в 2021 году (226,4 мм), наименьшее – в 2022 году (127,7 мм).

В целом, влагообеспеченность вегетационного периода укропа и кориандра была более благоприятной в первой половине 2021 года и 2022 года и во второй половине 2023 года. С учетом выпадающих осадков количество поливов на опытном участке за 3 года исследований было больше в 2022 году.

Таким образом, метеорологические условия на территории опытного участка в с. Нижний Саянтуй, в целом, были благоприятными для возделывания укропа и кориандра.

Результаты и их обсуждение

Урожайность сельскохозяйственных культур является интегральным показателем, при помощи которого выполняется оценка хозяйственных и биологических свойств растений. Урожай плодов растений измеряли сразу после среза зонтиков с учетной делянки (1 м²). Далее вручную семена выделялись из зонтика и взвешивались на лабораторных весах. В таблице 3 приведены данные по урожайности плодов изучаемых культур в годы исследований (2021-2023 годы).

В 2021 году наибольшая масса плодов у сорта укропа Грибовский была при раннем сроке посева – 146 г/м², наименьшей – при позднем – 99 г/м². В 2022 году максимальная урожайность плодов отмечена при среднем сроке посева – 108 г/м². В 2023 году наибольший урожай плодов обеспечил ранний срок посева – 117 г/м², наименьший – поздний – 104 г/м². В среднем за 3 года наибольшую массу плодов укроп Грибовский сформировал при среднем сроке посева – 126 г/м² или 12,6 ц/га (табл. 3).

Из данных таблицы 3 видно, что у сорта укропа Лесногогородский в 2021 году, наибольшая масса плодов была при раннем сроке посева – 109 г/м², а при среднем и позднем – урожайность одинаковая – 98 г/м². В 2022 году максимальная урожайность плодов выявлена также при раннем сроке посева – 119 г/м². В 2023 году ранний срок посева способствовал формированию наибольшей урожайности плодов укропа – 111 г/м². При позднем сроке она составила – 101 г/м². В целом, результаты за 3 года показывают, что наибольшая масса плодов данного сорта укропа формируется при раннем посеве – 113 г/м², а средний и поздний

Таблица 3. Урожайность плодов укропа сортов Грибовский, Лесногородский и кориандра Карибэ, г/м²
Table 3. Fruit yield of dill varieties Gribovsky, Lesnogorodsky and coriander Caribe, g/m²

Варианты опыта (срок посева)	Сорт	2021 год	2022 год	2023 год	Средняя урожайность за 3 года		
					г/м ²	ц/га	в % к контролю
Ранний	Грибовский	146	103	117	122	12,2	100
	Лесногородский	109	119	111	113	11,3	92,6
	Карибэ	95	85	94	91,3	9,1	74,8
НСР _{0,5}		25,2	16,8	15,5			
Средний	Грибовский	128	135	115	126	12,6	100
	Лесногородский	98	108	104	103	10,3	81,8
	Карибэ	113	92	96	100,3	10,3	79,6
НСР _{0,5}		17,1	21,7	16,1			
Поздний	Грибовский	99	100	104	101	10,1	100
	Лесногородский	98	107	101	102	10,2	100,9
	Карибэ	117	96	99	104	10,4	104
НСР _{0,5}		13,1	7,1	4,2			

сроки посева практически одинаково влияют на урожайность культуры.

Данные таблицы 3 показывают, что наибольшая урожайность плодов кориандра в 2021 году была при позднем сроке посева – 117 г/м². Аналогично было и в 2022 году – 96 г/м² и в 2023 году – 99 г/м². По трехлетним данным видно, что поздний срок посева способствует увеличению массы плодов с единицы площади (104 г/м²) по сравнению с ранним (91,3 г/м²).

Математически доказывается при раннем посеве в 2021 году, преимущество сорта Грибовский над сортами Лесногородский и Карибэ, в 2022 году – сортов Грибовский и Лесногородский над сортом Карибэ, в 2023 году – сортов Грибовский и Лесногородский над сортом Карибэ, так как различия между ними больше величины НСР_{0,5}.

При среднем сроке посева в 2021 году существенные различия были между сортами Грибовский и Лесногородский. В 2022 году сорт Грибовский превзошел по урожайности остальные 2 сорта. В 2023 году наблюдалось преимущество укропа сорта Грибовский над сортом Карибэ.

Дисперсионный анализ полученных результатов показал, что поздний срок посева исследуемых культур в 2021 году способствовал существенной прибавке урожая кориандра по сравнению с обоими сортами укропа. Между сортами укропа существенных различий не было. В 2022 году математически доказывается только различие между сортом укропа Лесногородский и сортом кориандра Карибэ. В 2023 году сорт Грибовский существенно превзошел по урожайности остальные 2 сорта.

Таким образом, разные метеоусловия вегетационного периода растений укропа пахучего и кориандра посевного 2021-2023 годов не повлияли значительно на различия в урожайности плодов всех 3-х изучаемых сортов. Сорт укропа Грибовский в среднем за 3 года сформировал более высокую урожайность плодов по сравнению с другими сортами при раннем и среднем сроках посева. Поздний посев существенно не повлиял на различия по данному показателю.

Выводы

1. Агрометеорологические условия в годы исследований (2021-2023 годы) изучаемых сортов укропа и кориандра были, в целом, удовлетворительными для выращивания данных культур.

2. Сорт укропа Грибовский формирует наибольшую урожайность плодов в опыте при среднем сроке посева – 12,6 ц/га. Поздний срок посева способствует снижению урожайности на 24,7%.

3. Сорт укропа Лесногородский при раннем сроке посева обеспечивает более высокую урожайность плодов (11,3 ц/га) по сравнению со средним (10,3 ц/га) и поздним (10,2 ц/га) сроками.

4. Сорт кориандра Карибэ формирует наибольшую урожайность (10,3–10,4 ц/га) при среднем и позднем сроках посева, наименьшую (9,1 ц/га) – при раннем посеве.

5. Почвенно-климатические условия сухостепной зоны Забайкалья позволяют получить урожай плодов укропа пахучего и кориандра посевного на уровне урожайности в других регионах России, что может способствовать, в целом, развитию лекарственного растениеводства в Бурятии и Забайкальском крае.

• Литература

1. Кушнарев А.Г., Гнитецкая А.О. Перспектива выращивания эфиромасличных культур в условиях Забайкалья. Матер. всерос. науч.-практич. конф.: Инновационное развитие АПК Байкальского региона, посвященной. Улан-Удэ. 2021. С. 58-62. EDN KDXKGT.
2. Паштецкий В.С., Невкрытая Н.В., Мишнев А.В. История, современное состояние и перспективы развития эфиромасличной отрасли. *Аграрный вестник Урала*. 2017;11(165):37–46. EDN YMDFVD.
3. Большой энциклопедический словарь лекарственных растений: учеб. пособие Под ред. Г.П. Яковлева. 3 изд. СПб: Спецлит, 2015. 621 с.
4. Tongnuanchan P., Benjakul S. Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. *Food Sci*. 2014;79(7):R1231-R1248. DOI: 10.1111/1750-3841.12492.
5. Bedi S., Tanuja, Vyas S.P. A Handbook of aromatic and essential oil plants. Agrobios (India), 2010. P. 598.
6. Коломейченко В.В. Растениеводство. М.: Агробизнесцентр. 2007. 600 с. ISBN 978-5-902792-11-6.
7. Онтогенетический атлас растений: научное издание. Том VII. Мар. гос. ун-т; отв. и науч. ред. проф. Л. А. Жукова. Йошкар-Ола, 2020. 364 с.
8. Ткаченко К.Г. Эфиромасличные растения и эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения. *Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле»*. 2011;(1):88-100. EDN NDXRSF.
9. Аюпова Р.Б., Сакипова З.Б., Дильбарханов Р.Д. Эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения. *Вестник КазНМУ*. 2013;(5):74.
10. Паштецкий В.С., Невкрытая Н.В. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве. *Таурический вестник аграрной науки*. 2018;(1):18–40. DOI 10.25637/TVAN2018.01.02. EDN YWPINM.
11. Полякова Н.Ю. Современное состояние эфиромасличной отрасли в Крыму. *Экономика. Информатика*. 2017;16(265):75-79. EDN ZGZCHT.
12. Пономарева Е.И., Маврина А.Р., Вотинцева Е.О. и др. Эфирные масла на фармацевтическом рынке. *Теоретические и прикладные аспекты современной науки*. 2014;(6):28. EDN THYINX.
13. Почуев П.В., Маланина 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>. EDN EYFLUQ.
14. Свидовская, Г.Н., Кашнова Е.В. Исходный материал для селекции укропа. *Сборник трудов конференции Интеллектуальный и кадровый потенциал современной науки*. 2020. С.50-55. EDN VYQTPE.
15. Атлас лекарственных растений России. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений"; под общей редакцией Сидельникова Н.И. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва: Наука, 2021. 646 с.
16. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2022. 646 с.
17. Бочкарев Н.И., Зелентсов С.В., Мошненко Е.В. Морфология, таксономия, методы селекции и характеристика сортов кориандра посевного (обзор). *Масличные культуры*. 2014;2(159-160):178-195. EDN TJFWTZ.
18. Болотских А.С. Укроп, происхождение и распространение, пищевая ценность, лечебные свойства. *Энциклопедия овощевода-ФОЛИО*. 2005. С. 582-588. EDN QKWSKD.
19. Гасанов С.Р., Мамедова С.А., Гусейнов Г.А. Итоги изучения кориандра (*Coriandrum sativum* L.) при различных сроках посева в условиях Апшерона. *Овощи России*. 2020;(4):69-71. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-69-71>. EDN DAVTIT.
20. Carrubba A., Lombardo A. Plant structure as a determinant of coriander (*Coriandrum sativum* L.) seed and straw yield. *European journal of agronomy*. 2020;(1):125. DOI:10.1016/j.eja.2019.125969
21. Shelestun A.S., Eliseeva T.N. Coriander for health: what scientists say about the benefits and harms of seasoning. *Journal of Healthy Nutrition and Dietetics*. 2022;(20):32-38.

• References

1. Kushnarev A.G., Gnitetskaya A.O. Prospects for growing essential oil crops in the conditions of Transbaikalia. Mater. All-Russian scientific-practical Conf.: Innovative development of the agro-industrial complex of the Baikal region, dedicated. Ulan-Ude. 2021. pp. 58-62. EDN KDXKGT. (In Russ.)
2. Pashtetsky V.S., Nevkrytaya N.V., Mishnev A.V. History, current state and prospects for the development of the essential oil industry. *Agrarian bulletin of the Urals*. 2017;11(165):37–46. EDN YMDFVD. (In Russ.)
3. Large encyclopedic dictionary of medicinal plants: textbook. allowance Ed. G.P. Yakovleva. 3rd ed. St. Petersburg: Spetslit, 2015. 621 p. (In Russ.)
4. Tongnuanchan P., Benjakul S. Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. *Food Sci*. 2014;79(7):R1231-R1248. DOI: 10.1111/1750-3841.12492.
5. Bedi S., Tanuja, Vyas S.P. A Handbook of aromatic and essential oil plants. Agrobios (India), 2010. P. 598.
6. Kolomeichenko V.V. Plant growing. M.: Agribusinesscenter. 2007. 600 p. ISBN 978-5-902792-11-6. (In Russ.)
7. Ontogenetic atlas of plants: scientific publication. Volume VII. Mar. state University; resp. and scientific ed. prof. L. A. Zhukov. Yoshkar-Ola, 2020. 364 p. (In Russ.)
8. Tkachenko K.G. ESSENTIAL Oils plants and essential oils: progress and perspectives, modern tendencies of research and application. *Bulletin of Udmurt University. Series "Biology. Geosciences"*. 2011;(1):88-100. EDN NDXRSF. (In Russ.)
9. Ayupova R.B., Sakipova Z.B., Dilbarkhanov R.D. Essential oils: achievements and prospects, modern trends in study and application. *Bulletin of KazNMU*. 2013;(5):74. (In Russ.)
10. Pashtetsky V.S., Nevkrytaya N.V. The use of essential oils in medicine, aromatherapy, veterinary medicine and plant growing. *Taurida herald of the agrarian sciences*. 2018;(1):18–40. DOI 10.25637/TVAN2018.01.02. EDN YWPINM. (In Russ.)
11. Polyakova N.Yu. The current state of the essential oil industry in Crimea. *Economy. Computer science*. 2017;16(265):75-79. EDN ZGZCHT. (In Russ.)
12. Ponomareva E.I., Mavrina A.R., Votintseva E.O. and others. Essential oils on the pharmaceutical market. *Theoretical and applied aspects of modern science*. 2014;(6):28. EDN THYINX. (In Russ.)
13. 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>. EDN EYFLUQ.
14. Svidovskaya G.N., Kashnova E.V. Source material for dill selection. *Collection of proceedings of the conference Intellectual and personnel potential of modern science*. 2020. C.50-55. EDN VYQTPE. (In Russ.)
15. Atlas of medicinal plants of Russia. Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants"; under the general editorship of N.I. Sidelnikov. Ed. 2nd, revised and additional Moscow: Nauka, 2021. 646 p. (In Russ.)
16. State register of selection achievements approved for use. T.1. "Plant varieties" (official publication). M.: FGBNU "Rosinformagrotech". 2022. 646 p. (In Russ.)
17. Bochkaryov N.I., Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Morphology, taxonomy, and breeding of coriander (review). *Oilseeds*. 2014;2(159-160):178-195. EDN TJFWTZ. (In Russ.)
18. Bolotskikh A.S. Dill, origin and distribution, nutritional value, medicinal properties. *Vegetable grower's encyclopedia-FOLIO*. 2005. P. 582-588. EDN QKWSKD. (In Russ.)
19. Hasanov H.G., Mamedova S.A., Huseynov H.A. Results of the coriander (*Coriandrum sativum* L.) study at different sowing date in the conditions of Absheron. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(4):69-71. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-69-71>. EDN DAVTIT.
20. Carrubba A., Lombardo A. Plant structure as a determinant of coriander (*Coriandrum sativum* L.) seed and straw yield. *European journal of agronomy*. 2020;(1):125. DOI:10.1016/j.eja.2019.125969
21. Shelestun A.S., Eliseeva T.N. Coriander for health: what scientists say about the benefits and harms of seasoning. *Journal of Healthy Nutrition and Dietetics*. 2022;(20):32-38.

Об авторах:

Анатолий Григорьевич Кушнарев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, луговодства и плодовоощеводства, SPIN-код: 4646-3168, ag.kushnarev@mail.ru

Анна Олеговна Гнитецкая – аспирант кафедры растениеводства, луговодства и плодовоощеводства, автор для переписки, tkachanna@mail.ru

About the Authors:

Anatoly G. Kushnarev – Dc. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Plant Growing, Meadow Growing and Fruit and Vegetable Growing, SPIN-code: 4646-3168, ag.kushnarev@mail.ru

Anna O. Gnitetskaya – Postgraduate Student of the Department of Plant Growing, Meadow Growing and Fruit and Vegetable Growing, Correspondence Author, tkachanna@mail.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-48-54>
УДК 635.25:631.559:631.82

Т.Е. Иванова, Е.В. Лекомцева,
Т.Н. Тутова, Е.В. Соколова*

ФГБОУ ВО «Удмуртский
государственный аграрный университет»
426033, Российская Федерация,
г. Ижевск, ул. Кирова, 16

*Автор для переписки: sokolowae@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов при написании данной работы.

Вклад авторов: Т.Е. Иванова: разработка методологии исследования, редактирование рукописи, концептуализация. Е.В. Лекомцева: разработка методологии исследования. Т.Н. Тутова: подготовка черновика рукописи, редактирование рукописи, визуализация. Е.В. Соколова: подготовка черновика рукописи, редактирование рукописи, визуализация.

Для цитирования: Иванова Т.Е., Лекомцева Е.В., Тутова Т.Н., Соколова Е.В. Продуктивность лука репчатого в зависимости от фракции севка и подкормок водорастворимыми комплексными минеральными удобрениями. *Овощи России*. 2024;(1):48-54. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-48-54>

Поступила в редакцию: 16.11.2023

Принята к печати: 06.12.2023

Опубликована: 19.02.2024

Tatyana E. Ivanova, Elena V. Lekomtseva,
Tatyana N. Tutova, Elena V. Sokolova*

Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education
"Udmurt State Agrarian University"
st. Kirova, 16, Izhevsk, 426033,
Russian Federation

* Corresponding Author: sokolowae@gmail.com

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: T.E. Ivanova: development of research methodology, manuscript editing, conceptualization. E.V. Lekomtseva: development of research methodology. T.N. Tutova: drafting the manuscript, editing the manuscript, visualization. E.V. Sokolova: preparation of the draft manuscript, editing the manuscript, visualization.

For citation: Ivanova T.E., Lekomtseva E.V., Tutova T.N., Sokolova E.V. Productivity of onion depending on the seeding fraction and feeding with water-soluble complex mineral fertilizers. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):48-54. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-48-54>

Received: 16.11.2023

Accepted for publication: 06.12.2023

Published: 19.02.2024

Продуктивность лука репчатого в зависимости от фракции севка и подкормок водорастворимыми комплексными минеральными удобрениями

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Урожайность сельскохозяйственных культур определяется выбором сортов, посадочным материалом, оптимальным сроком посева и посадки в зависимости от климатических условий региона, применением органических и минеральных удобрений и приемами ухода. Посадочный материал играет важную роль в росте и развитии лука репчатого и формировании урожайности. Лук очень требователен к питанию, это связано с продолжительностью вегетационного периода, темпами роста и плохо развитой корневой системой. Для получения высоких и качественных урожаев лука необходимо применение удобрений в доступной форме. Водорастворимые комплексные минеральные удобрения быстро и равномерно проникают вглубь. Удобрения улучшают рост и развитие растений, регулируя процессы питания, повышают урожайность и качество получаемой продукции. В результате многолетних исследований было установлено, что оптимизация минерального питания лука за счет применения удобрений в активной форме обеспечивает существенное увеличение урожайности лука репчатого. Сравнительная оценка продуктивности лука репчатого при выращивании из севка разных фракций с применением водорастворимых комплексных минеральных удобрений в условиях Удмуртской Республики мало изучены.

Материалы и методы. Цель исследований: совершенствование технологии возделывания лука репчатого в зависимости от фракции севка и подкормок водорастворимыми комплексными минеральными удобрениями. В 2020–2021 годах на луке репчатом сорта Штуттгартен Ризен были проведены исследования в п. Итамас Завьяловского района Удмуртской Республики по изучению действия подкормок удобрениями Акварин и Растворин при использовании для посадки разных фракций севка. Исследования проведены по общепринятым методикам.

Результаты и их обсуждение. В Удмуртской Республике оптимальной для посадки лука репчатого Штуттгартен Ризен является средняя и крупная фракция севка и выявлено положительное влияние водорастворимых комплексных минеральных удобрений Акварин и Растворин на урожайность и её структуру. Однако экономически более выгодно при выращивании лука репчатого использовать мелкую фракцию севка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

удобрения, открытый грунт, Удмуртская Республика

Productivity of onion depending on the seeding fraction and feeding with water-soluble complex mineral fertilizers

ABSTRACT

The productivity of agricultural crops is determined by the choice of varieties, planting material, the optimal time of sowing and planting depending on the climatic conditions of the region, the use of organic and mineral fertilizers, and care methods. Planting material plays an important role in the growth and development of onions and the formation of yield. Onions are very demanding in terms of nutrition, this is due to the length of the growing season, growth rates and poorly developed root system. To obtain high and high-quality onion yields, it is necessary to use fertilizers in an accessible form.

Water-soluble complex mineral fertilizers quickly and evenly penetrate deep into the soil. Fertilizers improve the growth and development of plants, regulating nutrition processes, increase the yield and quality of the resulting products.

As a result of many years of research, it was found that optimizing the mineral nutrition of onions through the use of fertilizers in active form provides a significant increase in the yield of onions.

A comparative assessment of the productivity of onions when grown from sets of different fractions using water-soluble complex mineral fertilizers in the conditions of the Udmurt Republic has been little studied.

Materials and methods. The purpose of the research: to improve the technology of cultivating onions depending on the fraction of the set and fertilizing with water-soluble complex mineral fertilizers.

In 2020–2021 On onions of the Stuttgart Riesen variety, a two-factor experiment was carried out to study the effect of fertilizing with Aquarin and Rastvorin fertilizers when using different fractions of sets for planting. The studies were carried out using generally accepted methods.

Results and its discussion. In the Udmurt Republic, the optimal for planting Stuttgart Riesen onions is the medium and large fraction of the set, and the positive effect of water-soluble complex mineral fertilizers Aquarin and Rastvorin on the yield and its structure has been revealed. However, it is more economically profitable to use the fine fraction of sets when growing onions.

KEYWORDS:

fertilizers, open ground, Udmurt Republic

Введение

Лук репчатый считается одной из древних овощных культур, ценится за специфический вкус, аромат, лекарственные свойства, является незаменимым продуктом почти во всех кухнях мира. В пищу используют все части растения, и луковицы, и зеленые листья-перо. Лук содержит фитонциды, витамины группы А, В, С, РР, минеральные вещества, органические кислоты, эфирные масла. Он употребляется в пищу в свежем виде в салатах, при изготовлении горячих блюд, в консервном производстве. Лук выращивают для различных целей, в связи с чем существует большое количество различных салатных сортов, сортов для консервирования, для заморозки, для сушки и т.д., которые отличаются размером луковицы, формой, цветом, степенью жгучести, содержанием сухого вещества [1–5].

В России посевные площади под репчатым луком снизились с 99 тыс. га в 2000 году до 56 тыс. га в 2021 году. Валовый сбор за последние пять лет был в пределах 1609–1994 тыс. т [6]. В зависимости от климатических условий лук репчатый выращивают различными способами. В Удмуртской Республике наиболее распространенным способом является выращивание лука репки из севка. Урожайность лука зависит от многих факторов, одним из которых является плодородие почвы. Для получения максимального урожая лука репки требуется внесение макро- и микроэлементов [7–13]. С каждым годом появляется большое количество новых удобрений под различные сельскохозяйственные культуры, большинство из которых выпускается в хелатной форме. Положительное действие комплексных удобрений Акварин и Растворин получено на многих культурах. Так, применение водорастворимых удобрений Акварин и Растворин на корнеплодах позволило увеличить урожайность моркови на 4,7–5,5 т/га и свеклы на 4,9–5,5 т/га $\approx 14\%$, доказана эффективность при двукратной обработке препаратом Акварин на клоновых подвоях яблони $\approx 15\%$, использование хелатных форм удобрений Акварин и Растворин снизило вредоносность корневых гнилей на цикории $\approx 16\%$. Аникина Л.М. и др. $\approx 17\%$ рекомендуют использовать данные удобрения при выращивании салата и петрушки в условиях малообъемной технологии. В условиях Удмуртской Республики продуктивность лука репчатого при выращивании из севка разных фракции с применением водорастворимых комплексных минеральных удобрений изучена недостаточно.

В связи с чем появилась необходимость изучения действия водорастворимых комплексных минеральных удобрений при выращивании лука репчатого из севка разных фракций.

Цель исследований: совершенствование технологии возделывания лука репчатого в зависимости от фракции севка и подкормок водорастворимыми комплексными минеральными удобрениями.

Материал и методы

В 2020–2021 годах в п. Италмас Завьяловского района Удмуртской Республики на луке репчатом сорта Штуттгартер Ризен был заложен двухфакторный опыт: фактор А – фракция севка (диаметр луковиц: первой фракции – 0,7–1,4, второй – 1,5–2,2 (контроль), третьей – 2,3–3,0 см), фактор В – подкормка (вода (контроль), Акварин, Растворин). Опыты закладывали на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. Содержание гумуса среднее 2,12–2,14%. Почва по степени кислотности близка к нейтральной 5,76–5,82, что соответствует требованиям культуры. Обеспеченность почв подвижными формами фосфора очень высокая (323–325 мг/кг). Содержание обменного калия повышенное (141–145 мг/кг). Почвенные условия соответствовали требованиям лука репчатого.

Проведена двукратная подкормка в период нарастания листьев и в начале формирования луковицы в дозах, рекомендованных производителями. По удобрениям Акварин и Растворин дозы за две подкормки составили: азота – 38, фосфора – 12, калия – 40 кг/га д.в. Доза азота по Растворину доведена до 40 кг/га д.в. добавлением аммиачной селитры. Предшественник в оба года исследований – ранний картофель, после уборки картофеля проведен посев горчицы белой на сидерат и перед заделкой сидерата при урожайности 22 т/га был внесен перегной в дозе 20 т/га. Общая площадь делянок и по фактору А – 9,0 м², по фактору В – 3,0 м². Учетная площадь делянки по фактору А – 6,9 м², по фактору В – 2,3 м². В опытах размещение вариантов методом расщепленных делянок, в четырехкратной повторности. Посадка лука репчатого в 2020 году проведена 1 мая, в 2021 году – 13 мая. Схема посадки 30х10 см. Уборка опыта – при технической спелости лука в 2020 году – 2 августа, в 2021 году – 14 августа. Исследования проведены по общепринятым методикам [18, 19].

Результаты исследований

В 2021 году температура воздуха в период вегетации лука репчатого была выше среднемультилетней, в 2020 году ниже нормы – в июне на 2,4°C (см. рис 1).

В оба года исследований недостаточное выпадение осадков отмечалось в мае, июне, августе и избыточное

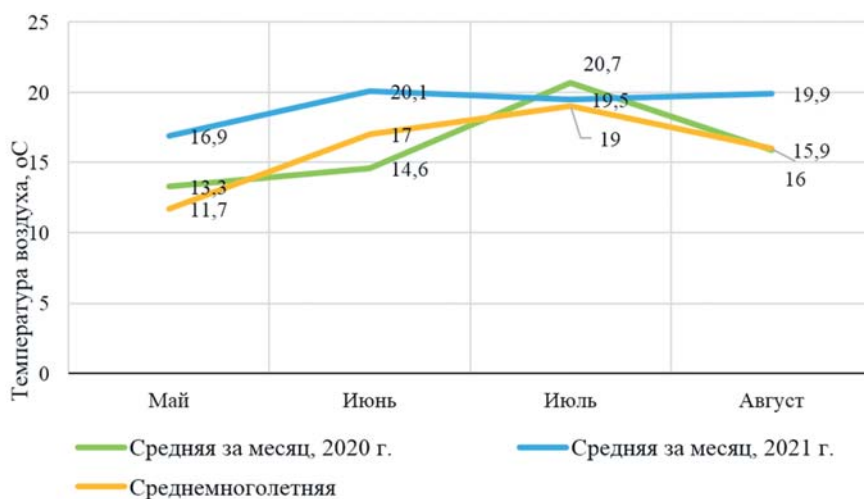


Рис. 1. Среднемесячная температура воздуха, °C
Fig. 1. Average monthly air temperature, °C

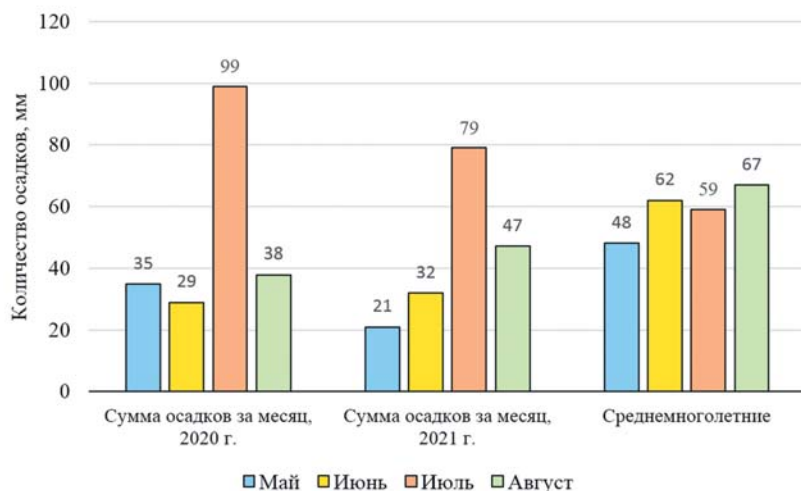


Рис. 2. Сумма осадков по месяцам, мм
Fig. 2. Total precipitation by month, mm

Таблица 1. Влияние фракции севка на густоту всходов лука репчатого, шт./м²
Table 1. Influence of the set fraction on the density of onion seedlings, pcs./m²

Фракция севка (А)	2020 год	2021 год	Среднее
1	31,5	30,3	30,9
2 (к)	31,9	32,1	32,0
3	31,5	31,7	31,6
НСР ₀₅	Fф<F05	1,1	0,7

Таблица 2. Влияние фракции севка на полевую всхожесть лука репчатого, %
Table 2. Influence of the set fraction on the field germination of onions, %

Фракция севка (А)	2020 год	2021 год	Среднее
1	93	92	92
2 (к)	94	97	95
3	93	95	94
НСР ₀₅	Fф<F05	4	2

количество осадков было в июле, особенно в 2020 году превышение нормы на 40 мм. Таким образом, в 2020 году в период всходов и нарастания листьев лука репчатого температура воздуха была ниже среднемноголетней, и повышенной при формировании и созревании луковиц.

Выпадение осадков в годы исследований было неравномерное, избыточное увлажнение – в период формирования луковицы, в остальные периоды вегетации отмечалось недостаточное количество осадков (рис. 2).

В 2020 году фракция севка не оказала существенного влияния на густоту всходов лука репчатого. Этот показатель был в пределах 31,5–31,9 шт./м² (табл. 1).

В 2021 году густота всходов лука репчатого при посадке севка второй и третьей фракции практически была одинакова, при посадке мелкого севка существенно ниже на 1,8 шт./м² (контроль 32,1 шт./м²) при НСР₀₅ – 1,1 шт./м². Снижение данного показателя по мелкой фракции севка связано с метеорологическими условиями в период появления всходов, отсутствие осадков во вторую декаду мая на фоне повышенной температуры воздуха. В

среднем за два года исследований посадка севка лука репчатого первой фракции привела к снижению густоты всходов в среднем на 1,1 шт./м².

Такая же закономерность наблюдалась по полевой всхожести лука репчатого (табл. 2).

В первый год исследований существенного влияния фракции севка на данный показатель не отмечено. В 2021 году достоверное снижение полевой всхожести на 5% получено при использовании первой фракции севка, при НСР₀₅ – 4%. Средние за 2020–2021 годы значения

данного показателя оказались значимо выше на 2–3% при посадке более крупной фракцией севка при НСР₀₅ – 2%.

Общая урожайность лука репчатого за годы исследований по вариантам составила 1,90–3,97 кг/м² (табл. 3). Оба фактора оказали существенное влияние на данный показатель. В 2020 году использование для посадки севка первой фракции способствовало снижению этого показателя в среднем на 0,95 кг/м², в 2021 году на 0,33 кг/м², а в среднем за два года исследований на 0,68 кг/м².

Применение подкормок удобрениями Акварин и Растворин в 2020 году обеспечило увеличение урожайности на 0,33 и 0,35 кг/м² (НСР₀₅ главных эффектов фактора В – 0,21 кг/м²). В 2021 году значимое повышение урожайности на 0,45 кг/м² наблюдалось при подкормке лука репчатого удобрением Акварин. В среднем за 2020–2021 годы подкормка растений лука репчатого удобрениями привела к увеличению этого показателя в среднем на 0,21–0,38 кг/м² при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 0,16 кг/м².

Наибольшую общую урожайность лука репки получили при посадке севка третьей фракции и подкормке

Таблица 3. Влияние фракции севка и подкормок на общую урожайность лука репчатого, кг/м²
 Table 3. The influence of the fraction of sowing and fertilizing on the overall yield onions, kg/m²

Подкормка (В)	Фракция севка (А)	2020 год	2021 год	Среднее
Вода (к)	1	1,90	2,86	2,31
	2 (к)	2,75	3,38	3,02
	3	2,64	3,11	2,84
	Среднее	2,43	3,12	2,73
Акварин	1	1,99	3,27	2,54
	2 (к)	3,18	3,48	3,31
	3	3,11	3,97	3,48
	Среднее	2,76	3,57	3,11
Растворин	1	2,21	2,96	2,53
	2 (к)	3,00	3,22	3,09
	3	3,13	3,32	3,21
	Среднее	2,78	3,17	2,94
НСР ₀₅ частных различий фактора А		1,02	0,54	0,62
НСР ₀₅ частных различий фактора В		0,36	0,32	0,27
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А		0,59	0,31	0,36
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В		0,21	0,19	0,16

удобрением Акварин в 2021 году и в среднем за 2 года соответственно 3,97 и 3,48 кг/м².

Товарная урожайность лука репчатого в оба года исследований существенно зависела от фракции севка и подкормок водорастворимыми минеральными удобрениями. Так, в 2020 году максимальная товарная урожайность 3,15 кг/м² была получена в варианте при посадке второй фракции севка с подкормкой удобрением Акварин (см. табл. 4). В среднем по фактору А отмечено существенное снижение товарной урожайности

при использовании мелкой фракции севка на 1,01 кг/м² (НСР₀₅ главных эффектов А – 0,37 кг/м²). Удобрения Акварин и Растворин в качестве подкормки привели к увеличению данного показателя на 0,34 и 0,40 кг/м² соответственно при НСР₀₅ главных эффектов В – 0,21 кг/м².

Подобная тенденция отмечена и в 2021 году. Использование при посадке мелкой фракции севка привело к существенному снижению товарной урожайности лука репчатого на 0,25 кг/м² при НСР₀₅ главных

Таблица 4. Влияние фракции севка и подкормок на товарную урожайность лука репчатого, кг/м²
 Table 4. The influence of the fraction of sowing and fertilizing on marketable yield onions, kg/m²

Подкормка (В)	Фракция севка (А)	2020 год	2021 год	Среднее
Вода (к)	1	1,77	2,75	2,19
	2 (к)	2,68	3,10	2,83
	3	2,61	2,86	2,72
	Среднее	2,33	2,90	2,58
Акварин	1	1,83	3,17	2,40
	2 (к)	3,15	3,27	3,20
	3	3,03	3,79	3,36
	Среднее	2,67	3,41	2,99
Растворин	1	2,13	2,85	2,44
	2 (к)	2,97	3,15	3,05
	3	3,09	3,10	3,10
	Среднее	2,73	3,03	2,86
НСР ₀₅ частных различий фактора А		1,10	0,42	0,70
НСР ₀₅ частных различий фактора В		0,63	0,33	0,29
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А		0,37	0,24	0,40
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В		0,21	0,19	0,16

Таблица 5. Влияние фракции севка и подкормок на общую массу луковицы лука репчатого, г
Table 5. The influence of the fraction of sowing and fertilizing on the total mass of the bulb onion, g

Подкормка (В)	Фракция севка (А)	2020 год	2021 год	Среднее
Вода (к)	1	91,6	92,5	92,0
	2 (к)	123,7	87,0	107,9
	3	124,0	77,3	104,0
	Среднее	113,1	85,6	101,3
Акварин	1	94,1	91,8	93,1
	2 (к)	137,7	88,5	116,6
	3	158,2	90,2	129,1
	Среднее	130,0	90,2	112,9
Растворин	1	99,3	93,3	96,8
	2 (к)	133,2	81,1	110,9
	3	163,5	82,0	128,6
	Среднее	132,0	85,5	112,1
НСР ₀₅ частных различий фактора А		33,9	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅
НСР ₀₅ частных различий фактора В		13,9	F _ф <F ₀₅	10,5
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А		19,6	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В		8,0	F _ф <F ₀₅	6,1

эффектов А – 0,24 кг/м². При подкормке удобрением Акварин данный показатель увеличился в среднем на 0,51 кг/м² (НСР₀₅ главных эффектов В – 0,19 кг/м²). Акварин по мелкой и крупной фракции севка способствовал увеличению данного показателя на 0,42 и 0,93 кг/м² при НСР₀₅ частных различий фактора В – 0,33 кг/м². В варианте с крупной фракцией севка и удобрению Акварин отмечена достоверная прибавка товарной урожайности на 0,52 кг/м² при НСР₀₅ частных различий фактора А – 0,42 кг/м².

Таким образом, в среднем за два года наблюдали существенное снижение товарной урожайности лука репчатого при посадке мелкой фракцией севка на 0,69 кг/м² при НСР₀₅ главных эффектов А – 0,40 кг/м². Проведение подкормок удобрениями Акварин и Растворин привело к значимому увеличению данного показателя на 0,41 и 0,28 кг/м² при НСР₀₅ главных эффектов В – 0,16 кг/м². Использование 2 и 3 фракции севка лука репчатого при посадке и подкормка комплексными водорастворимыми удобрениями оказала

Таблица 6. Влияние фракции севка и подкормок на товарную массу луковицы лука репчатого, г
Table 6. The influence of the fraction of sowing and fertilizing on the marketable weight of the bulb onion, g

Подкормка (В)	Фракция севка (А)	2020 год	2021 год	Среднее
Вода (к)	1	109,1	93,3	102,3
	2 (к)	132,5	101,1	119,0
	3	129,0	87,2	111,1
	Среднее	123,5	93,9	110,8
Акварин	1	102,4	92,4	98,1
	2 (к)	140,9	98,0	122,5
	3	166,9	106,4	140,9
	Среднее	136,7	98,9	120,5
Растворин	1	106,2	100,3	103,7
	2 (к)	141,1	88,9	118,8
	3	169,1	95,0	137,3
	Среднее	138,8	94,7	119,9
НСР ₀₅ частных различий фактора А		29,2	F _ф <F ₀₅	31,3
НСР ₀₅ частных различий фактора В		17,4	F _ф <F ₀₅	12,8
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А		16,9	F _ф <F ₀₅	18,0
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В		10,1	F _ф <F ₀₅	7,4

Таблица 7. Экономическая эффективность подкормки лука репчатого комплексными удобрениями в зависимости от фракции севка (2021 г.)
Table 7. Economic efficiency of feeding onions complex fertilizers depending on the seeding fraction (2021)

Показатель	Фракция севка			
	1		3	
	Вода (к)	Акварин	Вода (к)	Акварин
Урожайность, т/га	27,5	31,7	28,6	37,9
Денежная выручка от реализации, тыс. руб./га	412,5	475,5	429,0	568,5
Производственные затраты, тыс. руб./га	206,6	226,2	354,0	381,3
Чистый доход, тыс. руб./га	205,9	249,3	75,0	187,2
Уровень рентабельности, %	99,6	110,2	21,2	49,1
Себестоимость продукции, тыс. руб./т	7,5	7,1	12,4	10,1

существенное положительное влияние на товарную урожайность лука, увеличив ее на 0,38–0,64 кг/м² при НСР₀₅ частных различий фактора А – 0,29 кг/м².

Одним из показателей, влияющих на урожайность лука репчатого, является масса луковицы, которая в годы исследований варьировала в пределах от 81,1 до 163,5 г в зависимости от фракции севка и подкормки удобрениями (см. табл. 5).

Наблюдалась общая тенденция отрицательного влияния использования мелкой фракции севка и положительного влияния подкормок комплексными минеральными удобрениями на массу луковицы лука репчатого.

В 2020 году удобрения Акварин и Растворин на крупной фракции севка привели к существенному увеличению общей массы луковицы на 34,2 и 39,5 г при НСР₀₅ частных различий фактора В – 13,9 г. В среднем данный показатель был выше на 16,9–18,9 г (НСР₀₅ главных эффектов В – 8,0 г). При использовании мелкой фракции севка отмечено уменьшение общей массы луковицы на 36,5 г (НСР₀₅ главных эффектов А – 19,6 г). В 2021 году не выявлено существенного влияния изучаемых факторов на общую массу луковицы.

В среднем за два года подкормка комплексными удобрениями Акварин и Растворин привела к существенному увеличению массы луковицы при посадке крупной фракцией севка на 25,1 и 24,6 г при НСР₀₅ частных различий фактора В – 10,5 г. В среднем по фактору В также отмечено достоверное положительное влияние подкормок комплексными удобрениями на общую массу луковицы, которая увеличилась на 11,6–10,8 г (НСР₀₅ главных эффектов фактора В – 6,1 г).

Товарная масса луковицы варьировала по годам и зависела от фракции севка и удобрений. В первый год исследований в среднем товарная луковица при посадке севка первой фракции значимо уступала по массе на 32,3 г контрольному варианту (вторая фракция) при НСР₀₅ главных эффектов по фактору А – 16,9 г (табл. 6).

Удобрения Акварин и Растворин способствовали существенному увеличению массы товарной луковицы в среднем на 13,2 и 15,3 г при НСР₀₅ главных эффектов по

фактору В – 10,1 г. Наибольшая масса товарной луковицы отмечена при посадке севка третьей фракции с подкормкой Акварином – 166,9 г и Растворином – 169,1 г.

В 2021 году масса товарной луковицы варьировала в пределах 92,4–106,4 г, не выявилось существенной разницы между вариантами.

В среднем за два года исследований масса товарной луковицы при посадке первой фракции севка оказалась достоверно ниже на 18,7 г. Подкормки удобрениями привели к значимому увеличению этого показателя в среднем на 9,1–9,7 г.

В 2021 году получена достоверная прибавка товарной урожайности при подкормке удобрением Акварин по первой и третьей фракции севка относительно контроля. При анализе экономической эффективности в 2021 году в структуре затрат выращивания лука репчатого на долю посевного материала по мелкой фракции севка приходилось 39%, второй фракции – 47% и третьей фракции – 59%, при товарной урожайности 3,79 кг/м² по крупной фракции севка при подкормке удобрением Акварин уровень рентабельности составил 49%, по первой фракции с урожайностью 3,17 кг/м² – 110% (табл. 7).

Выводы

В 2020 году товарная урожайность лука репчатого 2,91–2,92 кг/м² получена при посадке второй и третьей фракцией севка, подкормка комплексными водорастворимыми минеральными удобрениями Акварин и Растворин обеспечила достоверную прибавку урожайности относительно контроля. Действие изучаемых удобрений на данный показатель находилось на одном уровне. В 2021 году положительное влияние на повышение товарной урожайности оказало удобрение Акварин.

В среднем за 2020–2021 годы посадка более крупной фракцией севка и подкормки удобрениями привели к увеличению урожайности на 0,37–0,64 кг/м².

Однако расчет экономической эффективности показал, что более выгодно высевать севок мелкой фракции и подкармливать удобрением Акварин.

• Литература

1. Воробьева А.А. Репчатый лук. М.: Росагропромиздат, 1989. 44 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорта растений (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 719 с.
3. Тутова Т.Н., Иванова Т.Е., Несмелова Л.А., Соколова Е.В., Андреева Ю.О. Биометрические показатели и урожайность лука-репки в зависимости от срока посадки сева. *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022;4(72):33–40. DOI 10.48012/1817-5457_2022_4_33-40. EDN MEYOQE.
4. Борисов В.А., Коломиец А.А., Васючков И.Ю., Бебрис А.Р. Продуктивность и качество репчатого лука при использовании минеральных удобрений, биокomпостов и регуляторов роста. *Овощи России*. 2021;(5):39–43. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-39-43>. EDN ZRKCE.
5. Тутова Т.Н. Урожайность и качество сортов репчатого лука в зависимости от срока посадки сева. *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022;1(69):25–33. DOI 10.48012/1817-5457_2022_1_25. EDN BCZLYD.
6. Россия в цифрах 2021 процитировано 14.10.2023. Доступно: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12993>.
7. Иванова Т.Е., Лекомцева Е.В. Применение микробиологических удобрений при выращивании лука шалота. *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019;4(60):15–20. EDN IGGCJV.
8. Лекомцева Е.В., Иванова Т.Е., Страдина О.А. Сравнительная оценка применения комплексных минеральных удобрений при выращивании лука шалота. *Труды Ижевской ГСХА Аграрная наука – сельскохозяйственному производству*. 2019. С. 47–52. EDN WNVYVA.
9. Любченко А.В., Семенов В.А. Рост и продуктивность лука репчатого в зависимости от условий питания растений. *Новые технологии*. 2018;(3):210–216. EDN YPOIVF.
10. Barman H., Siddiqui M., Siddique M., et al. Combined effect of organic manure and potassium on growth and yield of onion cv. Bari piaz. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*. 2013;(3):47–51. DOI: <https://doi.org/10.3329/ijarit.v3i1.16092>
11. Bista D., Sapkota D., Paudel H., Adhikari G. Effect of foliar application of growth regulators on growth and yield of onion (*Allium*). *International Journal of Horticultural Science and Technology*. 2022;9(2):247–254. DOI:10.22059/IJHST.2021.321019.451
12. Ivanova T., Lekomtseva E., Sokolova E., Tutova T. The use of complex fertilizers in the cultivation of shallot. *Proceedings of the Ecological-Socio-Economic Systems «Models of Competition and Cooperation»*. Ekaterinburg, 2020;(392):134–137. (Series Advances in Social Science, Education and Humanities Research).
13. Кошеваров А.А., Надежкин С.М., Агафонов А.Ф. Семенная и овощная продуктивность лука репчатого при оптимизации минерального питания. *Овощи России*. 2011;(2):21–25. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2011-2-21-25>. EDN OYBZCX.
14. Петриченко В.Н., Туркина О.С. Эффективность применения кремнийорганического препарата Энергия-М с комплексными водорастворимыми удобрениями Акварин и Растворин на столовых корнеплодах. *Земледелие*. 2015;(5):27–30. EDN UGTHTN.
15. Трунов Ю.В., Седых А.В., Трунова Л.Б., Каширская О.В. Повышение качества и эффективность выращивания саженцев яблони при некорневых подкормках удобрениями I. *Достижения науки и техники АПК*. 2010;(11):61–63. EDN NDAZDP.
16. Алексеева К.Л., Соколова Л.М., Корнев А.В., Смирнова И.В., Вьютова О.М., Новикова И.А. Корневые гнили цинкория корневого и меры снижения их вредности. *Картофель и овощи*. 2023;(9):4–17. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.60.30.004>
17. Аникина Л.М., Конончук П.Ю., Судakov В.Л., Удалова О.Р., Хомяков Ю.В. Экономическая эффективность использования в технологиях малообъемной интенсивной светокультуры питательных растворов на основе промышленно выпускаемых удобрений. *Овощи России*. 2016;(4):10–14. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-4-10-14>. EDN XVRUCB.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
19. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. Под ред. В. Ф. Белика. М.: Агропромиздат, 1992. 319 с.

• References

1. Vorobyova A.A. Onions. M.: Rosagropromizdat, 1989. 44 p.
2. State register of selection achievements approved for use. T.1. Plant varieties (official publication). M.: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2021. 719 p. (In Russ.)
3. Tutova T.N., Ivanova T.E., Nesmelova L.A., Sokolova E.V., Andreeva Yu.O. Biometric indicators and yield of bulb onions depending on the planting time of onion sets. *The Bulletin Of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2022;4(72):33–40. DOI 10.48012/1817-5457_2022_4_33-40. EDN MEYOQE. (In Russ.)
4. Borisov V.A., Kolomiets A.A., Vasyuchkov I.Yu., Bebris A.R. Productivity and quality of onions when using mineral fertilizers, biocompost and growth regulators. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(5):39–43. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-39-43>. EDN ZRKCE.
5. Tutova T.N. Yielding capacity and quality of onion varieties depending on the planting date. *The Bulletin Of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2022;1(69):25–33. DOI 10.48012/1817-5457_2022_1_25. EDN BCZLYD. (In Russ.)
6. Rossiya v tsifrakh 2021. cited 10/14/2023. Available: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12993> (In Russ.)
7. Ivanova T.Ye., Lekomtseva Ye.V. Application of microbiological fertilizers for growing shallots. *Bulletin Of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2019;4(60):15–20. EDN IGGCJV. (In Russ.)
8. Lekomtseva Ye.V., Ivanova T.Ye., Stradina O.A. Comparative assessment of the use of complex mineral fertilizers when growing shallots. *Trudy Izhevskoy GSKHA. Agramaya nauka – sel'skokhozyaystvennomu proizvodstvu*. 2019. P. 47–52. EDN WNVYVA. (In Russ.)
9. Lyubchenko A.V., Semenov V.A. Growth and productivity of top onion depending on the conditions of plant nutrition. *New Technologies*. 2018;(3):210–216. EDN YPOIVF. (In Russ.)
10. Barman H., Siddiqui M., Siddique M., et al. Combined effect of organic manure and potassium on Growth and yield of onion cv. Bari piaz. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*. 2013;(3):47–51. DOI: <https://doi.org/10.3329/ijarit.v3i1.16092>
11. Bista D., Sapkota D., Paudel H., Adhikari G. Effect of foliar application of growth regulators on growth and yield of onion (*Allium*). *International Journal of Horticultural Science and Technology*. 2022;9(2):247–254. DOI:10.22059/IJHST.2021.321019.451
12. Ivanova T., Lekomtseva E., Sokolova E., Tutova T. The use of complex fertilizers in the cultivation of shallot. *Proceedings of the Ecological-Socio-Economic Systems «Models of Competition and Cooperation»*. Ekaterinburg, 2020;(392):134–137. (Series Advances in Social Science, Education and Humanities Research).
13. Koshevarov A.A., Nadezhkin S.M., Agafonov A.F. Seed and vegetative productivity of bulb onion under optimization of mineral nutrition. *Vegetable crops of Russia*. 2011;(2):21–25. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2011-2-21-25>. EDN OYBZCX.
14. Petrichenko V.N., Turkina O.S. Efficacy of organic-silicon preparation energy with complex water soluble fertilizers Aquarin and Rastvorin for table roots. *Zemledelie*. 2015;(5):27–30. EDN UGTHTN.
15. Trunov Yu.V., Sedykh A.V., Trunova L.B., Kashirskaya O.V. Improving the quality and efficiency of growing apple tree seedlings with foliar fertilizing with fertilizers. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2010;(11):61–63. EDN NDAZDP.
16. Alekseeva K.L., Sokolova L.M., Kornev A.V., Smirnova I.V., Vyutova O.M., Novikova I.A. Root rots of chicory root and measures to reduce their harmfulness. *Potato and vegetables*. 2023;(9):4–17. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.60.30.004>
17. Anikina L.M., Kononchuk P.Y., Sudakov V.L., Udalova O.R., Khomyakov Y.V. Economic efficiency of the use of technologies of intensive small-volume light – culture in with nutrient solutions based on commercially available fertilizers. *Vegetable crops of Russia*. 2016;(4):10–14. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-4-10-14>. EDN XVRUCB.
18. Dospekhov B.A. Methodology of field experience: (with the basics of statistical processing of research results). Moskva Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)
19. Methodology of experimental work in vegetable growing and melon growing. / V.F. Belik. M.: Agropromizdat, 1992. 319 p.

Об авторах:

Татьяна Евгеньевна Иванова – кандидат с.-х. наук, доцент, доцент кафедры плодовоовощеводства и защиты растений, <https://orcid.org/0000-0003-3404-555X>, SPIN-код: 4168-7002

Елена Владимировна Лекомцева – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и химии, <https://orcid.org/0000-0001-9468-851X>, SPIN-код: 1092-0617

Татьяна Николаевна Тутова – кандидат с.-х. наук, доцент, доцент кафедры плодовоовощеводства и защиты растений, <https://orcid.org/0000-0002-5925-4334>, SPIN-код: 8314-9007

Елена Владимировна Соколова – кандидат с.-х. наук, доцент, доцент кафедры плодовоовощеводства и защиты растений, <https://orcid.org/0000-0002-0237-3041>, SPIN-код: 5182-0100, автор для переписки, sokolowae@gmail.com

About the Authors:

Tatyana E. Ivanova – candidate of agricultural Sciences, associate Professor of the Department of fruit and vegetable growing, SPIN-code: 4168-7002, <https://orcid.org/0000-0003-3404-555X>

Elena V. Lekomtseva – Candidate of Agricultural Sciences, associate Professor of the Department of Agrochemistry and Soil Science, SPIN-code: 1092-0617, <https://orcid.org/0000-0001-9468-851X>

Tatyana N. Tutova – candidate of agricultural Sciences, associate Professor of the Department of fruit and vegetable growing, SPIN-code: 8314-9007, <https://orcid.org/0000-0002-5925-4334>

Elena V. Sokolova – candidate of agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of fruit and vegetable growing, <https://orcid.org/0000-0002-0237-3041>, SPIN-code: 5182-0100, Correspondence Author, sokolowae@gmail.com

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-55-60>
УДК 634.74:573.6

Т.И. Хоружева*, С.А. Боровая,
Н.Г. Богинская

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

*Автор для переписки:
horuzevatamara@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об
отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Т.И. Хоружева: проведение
эксперимента, написание и редактирование
рукописи, статистическая обработка данных.
С.А. Боровая: концептуализация, методология,
проведение эксперимента, написание и редак-
тирование рукописи. Н.Г. Богинская: проведе-
ние эксперимента, статистическая обработка
данных.

Для цитирования: Хоружева Т.И., Боровая
С.А., Богинская Н.Г. Введение в культуру и
микрклональное размножение жимолости
съедобной *in vitro*. *Овощи России*. 2024;(1):55-
60. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-55-60>

Поступила в редакцию: 31.10.2023

Принята к печати: 16.01.2024

Опубликована: 19.02.2024

Tamara I. Khoruzheva*, Svetlana A. Borovaya,
Natalya G. Boginskaya

Federal State Budget Scientific Institution
“Federal Scientific Center of Agricultural
Biotechnology of the
Far East named after A.K. Chaiki”
Volozenina st., 30B, Timiryazevsky stl.,
Ussuriysk, Primorsky kray, 692539, Russia

* Corresponding Author:
horuzevatamara@gmail.com

Conflict of interest. Authors have conflicts of inter-
est to declare.

Authors' contribution. T.I. Khoruzheva: conducting
the experiment, writing and editing the manu-
script, statistical data processing. S.A. Borovaya:
conceptualization, methodology, experimentation,
writing and editing the manuscript. N.G.
Boginskaya: conducting the experiment, statisti-
cal data processing.

For citation: Khoruzheva T.I., Borovaya S.A.,
Boginskaya N.G. Establishing the *in vitro* culture of
and micropropagating edible honeysuckle.
Vegetable crops of Russia. 2024;(1):55-60. (In
Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-55-60>

Received: 31.10.2023

Accepted for publication: 16.01.2024

Published: 19.02.2024

Введение в культуру и микрклональное размножение жимолости съедобной *in vitro*

Check for updates



АННОТАЦИЯ

Жимолость съедобная – популярная плодово-ягодная культура. Её лечебные и про-
филактические свойства обусловлены наличием в плодах высокого содержания био-
логически активных веществ. В отличие от традиционных способов размножения
жимолости, размножение *in vitro* позволяет получить большое количество качествен-
ного посадочного материала в короткие сроки.

Исследования проводили на базе лаборатории селекционно-генетических исследова-
ний полевых культур ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки.
Объект исследования – сорт жимолости Подарок амурчанам селекции
Дальневосточного государственного аграрного университета. Стерилизация матери-
ала проводилась согласно методическим указаниям ВИР с модификациями. В каче-
стве стерилизующих агентов использовали препараты в следующей последователь-
ности: раствор ПАВ 5%, фунгицид Фундазол, КЭ (1 г/л), свежеприготовленный быто-
вой отбеливатель АСЕ, разбавленный дистиллированной водой в соотношении 1:9
(0,50% содержание NaOCl в рабочем растворе), 70% этанол. Первичные экспланты
пассировали на питательную среду с минеральной основой по Мурасиге-Скуга,
содержащую 20 г/л сахарозы и 6 г/л агара (далее – МС), дополненную 6-бензиламино-
пурином (БАП) в концентрации 0,5 мг/л. pH среды доводили до 5,7-5,8 с помощью 1 н
KOH. Субкультивирование эксплантов в виде микрочеренков с 1-2 междоузлиями осу-
ществляли на питательную среду МС, дополненную БАП 0,5 мг/л. Морфометрические
показатели определяли на 35-е сутки культивирования растений.

Исследование показало, что стерилизации эксплантов с использованием фундазола
1 г/л и АСЕ, разбавленным дистиллированной водой в соотношении 1:9, позволяет
получить достаточное количество жизнеспособных микроклонов (50%). Удаление
листовых пластинок при проведении микрочеренкования жимолости приводит к рез-
кому снижению приживаемости и, в большинстве случаев, – к гибели микроклонов
(процент гибели 98,7%). Культивирование микрочеренков на МС, дополненной БАП в
концентрации 0,5 мг/л, способствует нормальному росту и развитию регенерантов
жимолости (среднее значение коэффициента размножения 4,65).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

жимолость, микрклональное размножение, *in vitro*, морфометрические показатели,
Fusarium sp.

Establishing the *in vitro* culture of and micropropagating edible honeysuckle

ABSTRACT

Edible honeysuckle is a popular fruit crop. Its therapeutic and health-promoting effects are
attributed to a high content of bioactive compounds in the fruits. Unlike the traditional plant
multiplication methods, the *in vitro* propagation allows scientists to obtain high-quality
planting material of honeysuckle in a great quantity and within a short time.

The research was carried out at the Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field
Crops of the Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named
after A.K. Chaiki. Honeysuckle variety Podarok amurchanam created by the Far Eastern
State Agrarian University was used as the research object. The research materials were
sterilized according to the methodology of N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant
Genetic Resources with some modifications. Several products were used as chemical
agents for sterilization in the following sequence: a 5% solution of surfactants, fungicide
Fundazol, EC (1 g/l), the bleaching agent ACE freshly diluted with distilled water in the pro-
portion 1:9 (0.50% of NaOCl in the working solution), and 70% ethanol. The primary
explants were cultured on an MS containing 20 g/l sucrose and 6 g/l agar (hereafter – MS)
and supplemented with 6-benzylaminopurine (BA) at a concentration of 0.5 mg/l. The pH
of the medium was adjusted to 5.7-5.8 using 1N KOH. The explants (microcuttings with
one-two internodes) were subcultured on an MS supplemented with BA (0.5 mg/l). The
morphometric parameters of the plants were measured on the 35th day of cultivation.
The sterilization of the explants with Fundazol (1 g/l) and the ACE diluted with distilled
water in the proportion 1:9 allowed us to obtain a high number of viable microclones
(50%). The elimination of leaves from the honeysuckle microcuttings drastically
decreased the survival rate and led to the death of the microclones in most cases (the
mortality rate was 98.7 %). Subculturing the microcuttings on the MS supplemented with
BA at a concentration of 0.5 mg/l facilitated the normal growth and development of the
regenerated honeysuckle plants (the average reproduction rate was 4.65).

KEYWORDS:

honeysuckle, micropropagation, *in vitro*, morphometric parameters, *Fusarium sp.*

Введение

Род Жимолость (*Lonicera*) семейства Жимолостные (Caprifoliaceae) включает около 200 видов, распространенных преимущественно в районах с умеренным климатом [1, 2]. Жимолость съедобная (*Lonicera edulis*) произрастает в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, а также в Корее и Китае. Это популярная плодово-ягодная культура с высоким содержанием биологически активных веществ в плодах. Размножение *in vitro*, в отличие от традиционных способов размножения жимолости, позволяет получить большое количество качественного посадочного материала в короткие сроки. По данным Н.А. Семеновой (2016) [3], одна введенная в культуру меристема *L. edulis* продуцирует более тысячи растений в год. Растения жимолости, полученные методом культуры тканей, успешно черенкуются. Как правило, процент укоренения таких черенков близок к 100% [4].

Процесс микроклонального размножения растений начинается с этапа введения в культуру *in vitro* путем изолирования и стерилизации первичного растительного материала. Это наиболее трудоемкий и затратный процесс, при этом необходимо учитывать сезонность физиологического развития растений [3]. Наиболее эффективен способ введения в культуру *L. edulis* в фазе выхода из состояния покоя (февраль-апрель), при котором с зимующих растений нарезают черенки и помещают их в светокамеры в сосуды с водой. Отрастающие узлы зеленых однолетних побегов, микрочеренки длиной 15-20 мм, верхушечные и пазушные почки, а также апексы побегов используют для получения первичных эксплантов [5-11].

Отделение экспланта от маточного растения и последующая его стерилизация являются для него двойным стрессом. Поэтому развитие экспланта и начало его быстрой регенерации зависит не только от вида растения и стерилизующего агента, но и от общей методики данного процесса. Обычно стерилизация начинается с промывки эксплантов раствором ПАВ и проточной водой. В дальнейшем поэтапно используют различные фунгициды и стерилизаторы. В качестве стерилизаторов применяют ртутьсодержащие препараты [9-13], растворы гипохлорита натрия или кальция [11-18] и перекиси водорода [19]. При этом нужно отметить, что использование ртутьсодержащих препаратов увеличивает степень стерильности эксплантов, но угнетает их последующее развитие [12, 20, 21]. Для клонального микроразмножения жимолости в основном используют среду Мурасиге и Скуга с добавлением фитогормонов, обычно 0,5-2 мг/л БАП, иногда дополнительно вводят 0,1-0,2 мг/л ИМК [8, 13, 17, 22]. Имеются также работы по успешному культивированию жимолости на других средах. [14, 15, 19].

У разных видов и сортов жимолости существуют значительные видовые и сортовые различия по отношению к факторам культивирования *in vitro*, и эффективность процесса зависит в том числе и от генотипа растений, о чем указывается в работах многих авторов [10, 11, 13, 18, 23-26]. В связи с этим введение в культуру *in vitro* ранее не изученных сортов жимолости является актуальным направлением исследований.

Цель исследований: получение асептической культуры жимолости съедобной сорта Подарок амурчанам *in vitro* и исследование её регенерационной способности.

Задачи:

1. Изучить эффективность применения стерилизующих агентов (фунгицид фундазол 1 г/л + раствор бытового отбеливателя АСЕ (0,50% содержание гипохлорита натрия)) на этапе введения жимолости в культуру *in vitro*.
2. Исследовать морфометрические показатели регенерантов жимолости.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили на базе лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки.

Исходный растительный материал – сорт жимолости Подарок амурчанам селекции Дальневосточного государственного аграрного университета. Включен в Государственный реестр селекционных достижений в 2015 году, и допущен к использованию во всех регионах РФ [27]. Сорт среднепозднего срока созревания, столового назначения, зимостойкий, устойчивый к засухе. Вкус ягод сладко-кислый с горчинкой, освежающий. В них содержится сахара – 7,9 %, витамина С – 81,7 мг/%. Средняя урожайность – 66,6 ц/га.

Получение асептической культуры. Черенки жимолости длиной 30-35 см, нарезанные в фазу цветения, после удаления листьев промывались мыльным раствором и проточной водопроводной водой. В качестве первичных эксплантов использовали неодревесневшие зеленые микрочеренки длиной 10-15 мм с 1-2 междоузлиями. Стерилизация материала проводилась согласно методических указаний ВИР с модификациями (добавление этапов обработки фунгицидом и 70% этанолом) [28]. Экспланты помещали в колбы с раствором ПАВ 5%, встряхивали на шейкере 20 минут и затем промывали проточной водопроводной водой 20 минут. Дальнейшая схема стерилизации включала: фунгицид Беномил (Фундазол), СП (500 г/кг, 1 г/л) (Союзагрохим, АХП, Россия) (15 минут); свежеприготовленный бытовой отбеливатель АСЕ (ООО «Проктер энд Гэмбл-Новомосковск», г. Новомосковск, Россия) разбавленный дистиллированной водой в соотношении 1:9 (0,50% содержание NaOCl в рабочем растворе) (20 минут); 70% этанол (1-2 секунды) и промывка автоклавированной дистиллированной водой 3 раза по 5 мин в каждой сменной порции. Две последние операции проводили в стерильных условиях ламинар-бокса. Первичные экспланты пассировали на питательную среду с минеральной основой по Мурасиге-Скуга [29], содержащую 20 г/л сахарозы и 6 г/л агар (далее – МС), дополненную 6-бензиламинопурином (БАП) в концентрации 0,5 мг/л. pH среды доводили до 5,7-5,8 с помощью 1 н КОН. Изолированные *in vitro* объекты культивировались в стеклянных емкостях объемом 250 мл, температуре 22-25°C, при освещенности 4 тыс. лк, в условиях культуральной комнаты. Стеллажи были укомплектованы лампами для выращивания растений Quantum line ver. 1 (lm281b + pro 3000K + SMD 5050, 660 нм) (Samsung, Япония). Постоянная температура

поддерживалась сплит-системой Rovex RS-07MST1 / RS-07MST1 Aux Air, Китай). Аэрацию как элемент микроклимата обеспечивал аэратор AceLine TFSL-6 (Китай). Уровень влажности контролировали с помощью POLARIS PUN 9105 IQ (Китай), при $16 \pm 1,25$ ч. световом дне [30]. Учет общего количества стерильных эксплантов проводили через три недели культивирования. Эффективность стерилизации рассчитывали по отношению количества неинфицированных эксплантов (n) к числу эксплантов, введенных в культуру *in vitro* (N) в процентах:

$$P = \frac{n}{N} \times 100$$

По окончании культивирования на 40-е сутки оценивали жизнеспособность эксплантов по соотношению живых эксплантов к общему количеству введенных в культуру.

Микроразмножение и учет морфометрических показателей. Субкультивирование эксплантов в виде микрочеренков с 1-2 междоузлиями осуществляли на свежую питательную среду МС, дополненную БАП 0,5 мг/л. Морфометрические показатели определяли на 35-е сутки культивирования растений. Учитывали количество боковых побегов, высоту растения, количество

редь зависит от эффективности процесса получения асептической культуры. В результате проведенных исследований установлено, что из 42 обработанных стерилизующими агентами эксплантов непораженными инфекцией остались 24 микрочеренков, а активно регенерирующих – 20 микрочеренков. Анализ инфицированного материала показал, что при введении в культуру *in vitro* жимолость поражается преимущественно грибами рода *Fusarium* (рис. 1). В итоге эффективность стерилизации с поэтапным использованием Фундазола, КЭ (1 г/л) и АСЕ, разбавленного дистиллированной водой в соотношении 1:9, составила 57,1%. Жизнеспособность введенных в культуру эксплантов оказалась на уровне 50,0%.

Инициированные к росту экспланты помещали на свежую питательную среду для микроклонального размножения. Последующие субкультивирования проводили микрочеренками (рис. 2) с интервалом 35-40 суток. Также нами было выявлено, что удаление листовых пластинок при проведении микрочеренкования жимолости приводит к резкому снижению приживаемости и, в большинстве случаев, – к гибели микроклонов (процент гибели 98,7%), при этом увеличиваются затраты времени на проведение данного процесса.

Исследование морфометрических показателей микрорастений жимолости на 35-е сутки культивирования



Рис. 1. Инфицированные грибами р. *Fusarium* первичные экспланты жимолости (слева) и макроконидии *Fusarium*, 100x и 400x Axiolab 5 (Carl Zeiss) (справа)

Fig. 1. Primary honeysuckle explants infected by р. *Fusarium* (left) and the *Fusarium* macroconidia, 100x and 400x Axiolab 5 (Carl Zeiss) (right)

междоузлий более 4 мм, количество, длину и ширину листьев. Коэффициент размножения рассчитывался как количество черенков длиной 10-15 мм, полученных с одного микрорастения после этапа пролиферации. Приготовление и стерилизация бокса, посуды, инструментов проводились по общепринятым методикам [31].

Статистическую обработку проводили в программе PAST v. 4.03 (PAleontological Statistics, Норвегия, версия программы 4.03) [32].

Исследования проводились в 2022 году, количество итераций эксперимента – 5.

Результаты исследования и их обсуждение

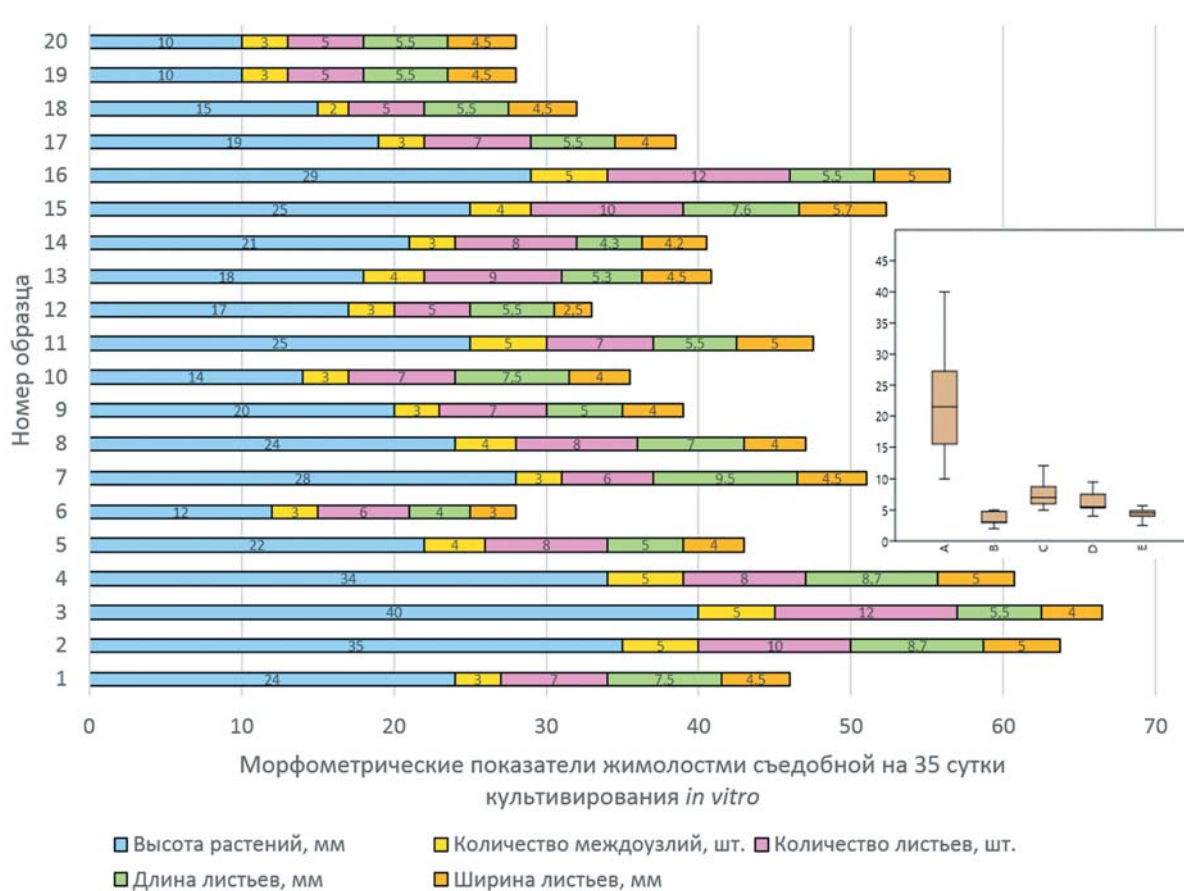
Успешное культивирование и микроклональное размножение растений в условиях *in vitro* в первую оче-

in vitro показало, что средняя длина побегов достигла 22,1 мм, варьируя от 10 до 40 мм (рис. 2, 3). Близкие результаты получены в исследованиях С.С. Макарова и др. [31], которые на среде МС, обогащенной БАП 0,5 мг/л, наблюдали среднюю длину побегов жимолости сорта Морена в пределах 17 мм. Известно, что при добавлении цитокинина в питательную среду снимается апикальное доминирование, при этом стимулируется развитие боковых побегов [33]. В наших опытах микрорастения жимолости образовывали дополнительно от 1 до 3 микропобегов, в среднем 2,0 шт. Такие показатели, как количество, длина и ширина листьев микрорастений жимолости также варьировали в довольно широком диапазоне, в среднем составив 7,6 шт., 6,2 мм и 4,3 мм соответственно.

Коэффициент размножения растений при микро-



Рис. 2. Микроклоны жимолости на 1-е (слева) и 35-е (справа) сутки культивирования *in vitro*
Fig. 2. Honeysuckle microclones on the 1st (left) and 35th (right) day of cultivation *in vitro*



Статистический показатель	Длина побега, мм (A)	Количество междоузлий, шт. (B)	Количество листьев, шт. (C)	Длина листьев, мм (D)	Ширина листьев, мм (E)
MEAN	22,1	3,7	7,6	6,2	4,3
SD	1,9	0,2	0,5	0,3	0,2
MIN	10,0	2,0	5,0	4,0	2,5
MAX	40,0	5,0	12,0	9,5	5,7
25th%	15,5	3,0	6,0	5,4	4,0
75th%	27,3	4,75	8,8	7,5	4,9
V, %	37,5	25,6	28,1	24,9	16,5

Рис. 3. Морфометрические показатели жимолости на 35-е сутки культивирования *in vitro* (средние показатели 7 пассажей)
Fig. 3. Morphometric parameters of honeysuckle on the 35th day of cultivation *in vitro* (averages of 7 passages)



Рис. 4. Регенеранты жимолости сорта Подарок амурчанам
Fig. 4. Regenerated honeysuckle plants of variety Podarok amurchanam

размножении зависит от количества и длины междоузлий на побегах, оптимальная длина которых должна достигать 4-10 мм [3]. По нашим данным, количество междоузлий (более 4 мм) колебалось в пределах 2-5 шт., в среднем 3,7 шт. При этом средний коэффициент размножения составил $4,65 \pm 0,025$.

При дальнейшем микроклональном размножении было проведено 7 пассажей и получено достаточное количество

микрорастений жимолости (250 шт.) (рис. 4), что позволило перейти к следующему этапу работы – укоренению черенков в питательной среде для ризогенеза.

Выводы

1. Эффективность стерилизации микрочеренков жимолости сорта Подарок амурчанам с поэтапным использованием Фундазола, КЭ (1 г/л) и АСЕ, разбавленного дистиллированной водой в соотношении 1 : 9, составила 57,1%. При этом жизнеспособность введенных в культуру эксплантов оказалась на уровне 50,0%.

2. Удаление листовых пластинок при проведении микрочеренкования жимолости приводит к резкому снижению приживаемости и, в большинстве случаев, – к гибели микроклонов (процент гибели 98,7%), при этом увеличиваются затраты времени на проведение данного процесса.

3. Культивирование микрочеренков на питательной среде с минеральной основой по Мурасиге-Скуга, дополненной бензиламинопурином (БАП) в концентрации 0,5 мг/л, способствует нормальному росту и развитию регенерантов жимолости. На 35-е сутки культивирования высота растений достигла 10-40 см (среднем 22,1 мм), количество боковых побегов и количество междоузлий составило 1-3 шт. (в среднем 2,0 шт.) и 2-5 шт. (в среднем 3,7 шт.) соответственно, среднее значение коэффициента размножения – 4,65.

• Литература

1. Svarcova I., Heinrich J., Valentova K. Berry fruits as a source of biologically active compounds: The case of *Lonicera caerulea*. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2007;151(2):163-74. DOI: 10.5507/bp.2007.031.
2. Miyashita T., Ohashi T., Shibata F., Araki H., Hoshino Y. Plant regeneration with maintenance of the endosperm ploidy level by endosperm culture in *Lonicera caerulea* var. *emphylocalyx*. *Plant Cell Tiss Org.* 2009;(98):291-301.
3. Семенова Н.А. Совершенствование технологии размножения *in vitro*, условий адаптации и дорастивания жимолости съедобной: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2016. 18 с.
4. Шипунова А.А. Микроклональное размножение малины и жимолости. *Плодоводство и ягодоводство России.* 2009;22(2):381-384. EDN KXWPDV.
5. Высоцкий В.А. Морфогенез и клональное микро размножение растений. *Культура клеток растений и биотехнология.* М., 1986. С. 91-102.
6. Куклина А.Г., Семерикова Е.А. Возможности размножения перспективных сортов жимолости синей. *Актуальные проблемы садоводства России и пути их решения.* 2007. С.163-164.
7. Муратова С.А., Янковская М.Б., Шорников Д.Г. Особенности введения в культуру *in vitro* плодовых и ягодных растений. *Плодоводство. Ин-т плододства Нац. акад. наук Беларуси. Самохваловичи.* 2005;17(2):182-185.
8. Сорокин А.А. Размножение жимолости в культуре *in vitro*. Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур: материалы междунар. науч.-метод. конф. 12-14 авг. 2003 г., Мичуринск. Воронеж: Кварта, 2003. С. 119-124.
9. Макаров С.С., Кузнецова И.Б., Смирнов В.С. Влияние способов стерилизации и типов эксплантов жимолости синей на их жизнеспособность в условиях *in vitro*. *Лесохозяйственная информация.* 2018;(2):96-101. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.10. EDN XQFWKT.
10. Китапбаева А.А., Шарипханова А.С., Игисина Ж.Т., Карменова Б.К., Кабатаева Ж.К. Введение в культуру *in vitro* и микроклональное размножение двух видов жимолости. *Science and world.* 2017;9-2(49):16-18. EDN NXSLXX.
11. Krupa-Makiewicz M., Ochman I. Propagation of Blue Honeysuckles (*Lonicera caerulea* L.) in *In Vitro* Culture. *Journal of Basic & Applied Sciences.* 2014;(10):164-169.
12. Dziedzic E. Propagation of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Pojark.) in *in vitro* culture. *J. Fruit and Ornamental Plant Res.* 2008;(16):93-100.
13. Sedláček J., Paprštein F. *In vitro* propagation of blue honeysuckle. *Hort. Sci. (PRAGUE).* 2007;(34):129-131.
14. Mihaljevic I., Tomas V., Vukovic D., Dugalic K. Propagation of three Blue Honeysuckle (*L. caerulea*) cultivars in *in vitro* culture. *Pomologia croatica.* 2019;(23):41-48.
15. Osburn L.D., Yang X., Li Y., Cheng Z-M. Micropropagation of Japanese Honeysuckle (*Lonicera japonica*) and Amur Honeysuckle (*L. maackii*) by Shoot Tip Culture. *Journal of Environmental Horticulture.* 2009;(27):195-199.
16. Fira A., Clapa D., Cristea V., Plopa C. *In vitro* propagation of *Lonicera kamtschatica*. *Agriculture - Science and Practice.* 2014;1-2(89-90):90-99.
17. Orlova N.D., Molkanova O.I., Koroleva O.V. Improvement of clonal micropropagation technique of promising *Lonicera caerulea* L. cultivars. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.* 2021;941(1):012030. DOI:10.1088/1755-1315/941/1/012030.
18. Karhu S.T. Axillary shoot proliferation of blue honeysuckle. *Plant Cell, Tissue and Organ Cult.* 1997;(48):195-201. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1005842022064>
19. Маркова М.Г., Сомова Е.Н. Оптимизация этапа введения в культуру ткани в клональном микро размножении жимолости синей. *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки.* 2016;2(3(7)):30-35. EDN WNCRHN.
20. Муратова С.А., Янковская М.Б., Шорников Д.Г., Особенности введения в культуру *in vitro* плодовых и ягодных растений. *Плодоводство: Ин-т плододства Нац. акад. наук Беларуси. Самохваловичи.* 2005;17(2):182-185.
21. Zapolsky Ya.S., Medvedeva T.V., Natalchuk T.A., Bublyk M.O. Propagation of edible honeysuckle (*Lonicera edulis turcz*) in *in vitro* conditions. *Agricultural science and practice.* 2018;5(2):18-26.
22. Мадушкина О.В., Пронина И.Н. Клональное микро размножение плодовых и ягодных культур в системе производства высококачественного посадочного материала. *Научные основы эффективного садоводства: Труды ВНИИС им. И.В. Мичурина.* Воронеж: Кварта, 2006. С. 327-342.
23. Шорников Д.Г., Брюхина С.А., Муратова С.А. [и др.] Оптимизация условий культивирования *in vitro* ягодных и декоративных культур. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки.* 2010;15(2):640-645. EDN MSOGLX.
24. Georges D., Chenieux J.C., Ochatt S.J. Plant regeneration from aged-callus of the woody ornamental species *Lonicera japonica* cv. Hall's Prolific. *Plant Cell Rep.* 1993;(13):91-94.
25. Cambecedes J., Duron M., Decourtie L. Adventitious bud regeneration from leaf explants of the shrubby ornamental honeysuckle, *Lonicera nitida* Wils cv. Maigrün: effects of thidiazuron and 2,3,5-triiodobenzoic acid. *Plant Cell Rep.* 1991;(10):471-474.
26. Ochatt S.J. Requirements for plant regeneration from protoplasts of the shrubby ornamental honeysuckle, *Lonicera nitida* cv. Maigrün. *Plant Cell, Tissue Organ Cult.* 1991;(25):161-167.
27. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. С. 646.
28. Дунаева С.Е., Пендин Г.И., Антонова О.Ю., Швачко Н.А., Ухатова Ю.В., Шувалова Л.Е., Волкова Н.Н., Гавриленко Т.А. Сохранение вегетативно размножаемых культур в *in vitro* и крио коллекциях: метод. указания. 2-е изд., расширенное и доп. СПб., 2017. С. 71.

29. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962;(15):473-497. DOI 10.1098/rstb.2000.0713.

30. Мацшина Н.В., Фисенко П.В., Ермак М.В., Собко О.А., Волков Д.И., Балеевских А.Г. Пища как фактор плодovitости, продолжительности развития и изменения морфометрических показателей у *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky). *Овощи России*. 2021;(5):81-88. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-81-88>. EDN ZWRISM.

31. Авксентьева О.А., Петренко В.А. Биотехнология высших растений: культура *in vitro*: учеб.-метод. пособие. Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2011. 60 с.

32. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001;4(1):1-9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf (accessed: 10.01.2024).

33. Макаров С.С., Калашникова Е.А. Влияние состава питательной среды на клональное микроразмножение жимолости съедобной. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2017;(49):217-222. EDN YZJZPL.

References

1. Svarcova I., Heinrich J., Valentova K. Berry fruits as a source of biologically active compounds: The case of *Lonicera caerulea*. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2007;151(2):163-74. DOI: 10.5507/bp.2007.031.

2. Miyashita T., Ohashi T., Shibata F., Araki H., Hoshino Y. Plant regeneration with maintenance of the endosperm ploidy level by endosperm culture in *Lonicera caerulea* var. *emphyllolocalyx*. *Plant Cell Tiss Org.* 2009;(98):291-301.

3. Semenova N.A. Improving *in vitro* technologies of propagation and the conditions for the adaptation and growing of edible honeysuckle: abstract of a thesis for the degree of the Candidate of Agricultural Sciences. Moscow, 2016. 18 pp. (In Russ.)

4. Shipunova A.A. Micropropagation of raspberry and honeysuckle. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2009;22(2):381-384. EDN KXWPDB. (In Russ.)

5. Vysotskii V.A. Cell culture of plants and biotechnology. Moscow, 1986; 91-102. (In Russ.)

6. Kuklina A.G., Semerikova E.A. Opportunities for propagating promising varieties of *Lonicera caerulea*. *Topical issues of horticulture in Russia and solutions*. 2007;163-164. (In Russ.)

7. Muratova S.A., Yankovskaya M.B., Shornikov D.G. Characteristics of the establishment of the *in vitro* culture of fruit and berry plants. *Fruit growing : the Institute of Fruit Growing, the National Academy of Sciences of Belarus. Samokhvalovichii*. 2005;17(2):182-185. (In Russ.)

8. Sorokin A.A. Propagation of honeysuckle *in vitro*. The state and prospects of the development of non-traditional horticultural crops: the proceedings of the International Scientific Conference. 12-14 August 2003, Michurinsk. Voronezh: Kvarta, 2003. P. 119-124. (In Russ.)

9. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Smirnov V.S. Influence of sterilization methods and types of blue honeysuckle explants on their viability under *in vitro* conditions. *Forestry information*. 2018;(2):96-101. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.10. EDN XQFWKT. (In Russ.)

10. Kitapbaeva A.A., Sharipkhanova A.S., Iginova Zh.T., Karmenova B.K., Kabataeva Zh.K. *In vitro* introduction and micropropagation of two honeysuckle species. *Science and world*. 2017;9-2(49):16-18. EDN NXSLXX. (In Russ.)

11. Krupa-Makiewicz M., Ochman I. Propagation of Blue Honeysuckles (*Lonicera caerulea* L.) in *In Vitro* Culture. *Journal of Basic & Applied Sciences*. 2014;(10):164-169.

12. Dziedzic E. Propagation of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *kamtscatica* Pojark.) in *in vitro* culture. *J. Fruit and Ornamental Plant Res.* 2008;(16):93-100.

13. Sedláč J., Paprštein F. In vitro propagation of blue honeysuckle. *Hort. Sci. (PRAGUE)*. 2007;(34):129-131.

14. Mihaljevic I., Tomas V., Vukovic D., Dugalic K. Propagation of three Blue Honeysuckle (*L. caerulea*) cultivars in *in vitro* culture. *Pomologia croatica*. 2019;(23):41-48.

15. Osburn L.D., Yang X., Li Y., Cheng Z-M. Micropropagation of Japanese Honeysuckle (*Lonicera japonica*) and Amur Honeysuckle (*L. maackii*) by Shoot Tip Culture. *Journal of Environmental Horticulture*. 2009;(27):195-199.

16. Fira A., Clapa D., Cristea V., Plota C. *In vitro* propagation of *Lonicera kamtschatica*. *Agriculture - Science and Practice*. 2014;1-2(89-90):90-99.

17. Orlova N.D., Molkanova O.I., Koroleva O.V. Improvement of clonal micropropagation technique of promising *Lonicera caerulea* L. cultivars. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021;941(1):012030. DOI:10.1088/1755-1315/941/1/012030.

18. Karhu S.T. Axillary shoot proliferation of blue honeysuckle. *Plant Cell, Tissue and Organ Cult.* 1997;(48):195-201. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1005842022064>

19. Markova M. G., Somova E. N. Optimization of the stage of administering in tissue culture in the clonal micropropagation of blue honeysuckle. *Vestnik of Mari State University. Chapter: Agriculture. Economics*. 2016;2(3(7)):30-35. EDN WNCRHN. (In Russ.)

20. Muratova S.A., Yankovskaya M.B., Shornikov D.G. Characteristics of the establishment of the *in vitro* culture of fruit and berry plants. *Fruit growing : the Institute of Fruit Growing, the National Academy of Sciences of Belarus. Samokhvalovichii*. 2005;17(2):182-185. (In Russ.)

21. Zapolsky Ya.S., Medvedeva T.V., Natalchuk T.A., Bublyk M.O. Propagation of edible honeysuckle (*Lonicera edulis* turcz) in *in vitro* conditions. *Agricultural science and practice*. 2018;5(2):18-26.

22. Matushkina O.V., I.N. Pronina. Micropropagation of fruit and berry crops in the production of high quality planting material. Scientific basis of efficient horticulture : scientific papers of the National Scientific Research Institute of Horticulture named after I.V. Michurin. Voronezh: Kvarta, 2006. P. 327-342. (In Russ.)

23. Shornikov D.G., Bryukhina S.A., Muratova S.A., Yankovskaya M.B., Papikhin R.V. *In vitro* conditions improvement for berry and ornamental plants micropropagation. *Bulletin of Tambov University. Series: Natural and technical sciences*. 2010;15(2):640-645. EDN MSOGXL. (In Russ.)

24. Georges D., Chenieux J.C., Ochatt S.J. Plant regeneration from aged-callus of the woody ornamental species *Lonicera japonica* cv. Hall's Prolific. *Plant Cell Rep.* 1993;(13):91-94.

25. Cambededes J., Duron M., Decourtye L. Adventitious bud regeneration from leaf explants of the shrubby ornamental honeysuckle, *Lonicera nitida* Wils cv. Maigrün: effects of thidiazuron and 2,3,5-triiodobenzoic acid. *Plant Cell Rep.* 1991;(10):471-474.

26. Ochatt S.J. Requirements for plant regeneration from protoplasts of the shrubby ornamental honeysuckle, *Lonicera nitida* cv. Maigrün. *Plant Cell, Tissue Organ Cult.* 1991;(25):161-167

27. State register of breeding achievements admitted to use. Vol. 1. "Plant varieties". Moscow: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2022. p. 646. (In Russ.)

28. Dunaeva S.E., Pendinen G.I., Antonova O.YU., Shvachko N.A., Ukhvatova YU.V., Shuvalova L.E., Volkova N.N., Gavrilenko T.A. Preserving vegetatively propagated crops in cryo- and *in vitro* collections. 2nd ed. Saint Petersburg, 2017. p 71. (In Russ.)

29. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962;(15):473-497. DOI 10.1098/rstb.2000.0713.

30. Matsishina N.V., Fisenko P.V., Ermak M.V., Sobko O.A., Volkov D.I., Baleevskih A.G. Food as a factor of fertility, development duration, and changes in morphometric parameters in *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky). *Vegetable crops of Russia*. 2021;(5):81-88. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-81-88>. EDN ZWRISM

31. Avksent'eva O. A., Petrenko V. A. Biotechnology of vascular plants : *in vitro* culture : study guide. Khar'kov: KHNU im. V. N. Karazina, 2011. 60 p. (In Russ.)

32. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001;4(1):1-9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf (accessed: 10.01.2024).

33. Makarov S.S., Kalashnikova E.A. Influence of nutrient medium composition on clonal micropropagation of honeysuckle edible. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2017;(49):217-222. EDN YZJZPL. (In Russ.)

Об авторах:

Тамара Ивановна Хоружева – младший научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, автор для переписки, horuzevatamara@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0140-394X>

Светлана Александровна Боровая – научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, borovayasveta@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7440-5129>, Scopus Author ID: 57204034528, SPIN-код: 1789-9633

Наталья Геннадьевна Богинская – младший научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, boginskaia98@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8844-8616>, SPIN-код: 2265-0465

About the Authors:

Tamara I. Khoruzheva – Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, Correspondence Author, horuzevatamara@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0140-394X>

Svetlana A. Borovaya – Researcher, Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, borovayasveta@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7440-5129>, Scopus Author ID: 57204034528

Natalya G. Boginskaya – Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, boginskaia98@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8844-8616>

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-61-67>
УДК 635.63:631.524.86:631.234-036

И.Б. Коротцева*, С.Н. Белов,
М.Е. Слетова

Федеральное бюджетное
научное учреждение «Федеральный
научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)
143072, Россия, Московская область,
Одинцовский район, пос. ВНИССОК,
ул. Селекционная, 14

*Автор для переписки: korottseva@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об
отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Коротцева И.Б.: научное руко-
водство исследованием, концептуализация,
разработка методологии исследования, подго-
товка и создание рукописи. Белов С.Н.: визуа-
лизация, проведение исследований, формаль-
ный анализ. Слетова М.Е.: проведение иссле-
дований, курирование данных, редактирова-
ние рукописи.

Для цитирования: Коротцева И.Б., Белов С.Н.,
Слетова М.Е. Селекция огурца для весенних
пленочных теплиц на устойчивость к настоя-
щей мучнистой росе. *Овощи России*.
2024;(1):61-67. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-61-67>

Поступила в редакцию: 25.12.2023

Принята к печати: 25.01.2024

Опубликована: 19.02.2024

Irina B. Korottseva*, Sergey N. Belov,
Maria E. Sletova

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

*Corresponding Author: korottseva@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare that there
are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: Irina B. Korottseva: scienti-
fic management of research, conceptualization,
development of research methodology, prepara-
tion and creation of a manuscript. Sergey N.
Belov: visualization, conducting research, formal
analysis. Maria E. Sletova: conducting research,
curating data, editing the manuscript.

For citation: Korottseva I.B., Belov S.N., Sletova
M.E. Cucumber breeding for spring film green-
houses for resistance to real powdery mildew.
Vegetable crops of Russia. 2024;(1):61-67. (In
Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-61-67>

Received: 25.12.2023

Accepted for publication: 25.01.2024

Published: 19.02.2024

Селекция огурца для весенних пленочных теплиц на устойчивость к настоящей мучнистой росе

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Мучнистая роса – одно из самых распространенных и вредоносных забо-
леваний огурца (*Cucumis sativus* L.) в открытом и защищенном грунте. Причем, в закры-
том грунте, вредоносность выше, чем в полевых условиях. Урожай огурца, вследствие
поражения растений мучнистой росой, снижается на 30–50%, а в отдельных случаях,
более чем на 70%. Создание современных гибридов огурца невозможно без постоянно-
го привлечения в селекционный процесс новых источников хозяйственно полезных при-
знаков, в том числе и устойчивости к настоящей мучнистой росе. Очень важно совме-
стить в одной линии и высокую степень партенокарпии, и женский тип цветения, и устой-
чивость к наиболее вредоносным заболеваниям. Эту задачу попытались решить в
нашей работе.

Материалы и методы. Опыт был заложен в 2018–2022 годах в Одинцовском районе
Московской области на базе головного учреждения ФГБНУ ФНЦО в условиях весенней
грунтовой теплицы типа «Блочная», на естественном инфекционном фоне. На базе лабо-
ратории селекции и семеноводства тыквенных культур было изучено 27 коллекционных
и около 50-ти селекционных образцов огурца партенокарпического типа. В статье
представлена оценка устойчивости к настоящей мучнистой росе 36 наиболее
выровненных и наиболее ценных по комплексу хозяйственно полезных признаков
селекционных образцов огурца. По каждому образцу оценивали по 2–3 семьи, по 6 расте-
ний в каждой, в течение 2-х лет. В течение всего вегетационного периода оценивали
интенсивность поражения мучнистой росой по четырех бальной шкале и распростране-
ние болезни в %.

Результаты и их обсуждение. Среди коллекционных образцов огурца, на естественном
инфекционном фоне не поразились мучнистой росой два гибрида агрофирмы BEJO
ZADEN B.V.: Амур 1801 F₁, Артист F₁, гибрид без названия агрофирмы MONSANTO
HOLLAND B.V., условно названный – Семенис F₁ и гибрид Кибрия F₁ агрофирмы RIJK
ZWAAN. В слабой степени, менее чем на один балл, поразились: Орфей F₁, Меренга F₁,
Маринда F₁, Маша F₁, Othello F₁, Лист F₁, Адам F₁, СВ 4097 F₁ и Красотка F₁. Выделены 11
селекционных образцов огурца, отобранные в предыдущие годы исследований по ком-
плексу хозяйственно полезных признаков, которые не поразились этой болезнью в те-
чение 2-х лет исследований. Будет продолжена работа по оценке этих линий на устойчи-
вость к настоящей мучнистой росе на искусственном инфекционном фоне.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

огурец, линия, селекция, толерантность, настоящая мучнистая роса

Cucumber breeding for spring film greenhouses for resistance to real powdery mildew

ABSTRACT

Relevance. Powdery mildew is one of the most common and harmful diseases of
cucumber (*Cucumis sativus* L.) in open and protected ground. Moreover, in the
closed ground, the harmfulness is higher than in the field. The yield of cucumber,
due to the defeat of plants by powdery mildew, decreases by 30–50%, and in some
cases by more than 70%. The creation of modern cucumber hybrids is impossible
without the constant involvement in the breeding process of new sources of eco-
nomically useful traits, including resistance to real powdery mildew. It is very im-
portant to combine in one line both a high degree of parthenocarp, and the female type
of flowering, and resistance to the most harmful diseases. We tried to solve this
problem in our work.

Materials and methods. The experience was laid in 2018–2022 in the Odintsovo dis-
trict of the Moscow region on the basis of the head institution of the Federal State
Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)
in the conditions of a spring ground greenhouse of the Block type, on a natural infec-
tious background. On the basis of the laboratory of breeding and seed production of
pumpkin crops, 27 collectible and about 50 breeding samples of parthenocarpic
cucumber were studied. The article presents an assessment of the resistance to this
powdery mildew of 36 of the most aligned and most valuable cucumber breeding
samples in terms of a complex of economically useful features. 2–3 families, 6 plants
in each, were evaluated for each sample for 2 years. During the entire growing sea-
son, the intensity of powdery mildew damage was assessed on a four-point scale
and the spread of the disease in %.

Results. Among the collection samples of cucumber, on a natural infectious back-
ground, two hybrids of the agrofirm BEJO ZADEN B.V. were not affected by powdery
mildew: Amur 1801 F₁, Artist F₁, a hybrid without a name of the agrofirm MONSANTO
HOLLAND B.V., conventionally named – Semenish F₁ and hybrid Kibria F₁ of the
agrofirm RIJK ZWAAN. To a small extent, less than one point, they were amazed:
Orpheus F₁, Merengue F₁, Marinda F₁, Masha F₁, Othello F₁, List F₁, Adam F₁, SV 4097
F₁ and Krasotka F₁. 11 cucumber breeding samples selected in previous years of
research on a complex of economically useful signs that were not affected by this
disease during 2 years of research were identified. Work will continue to evaluate
these lines for resistance to real powdery mildew on an artificial infectious back-
ground.

KEYWORDS:

cucumber, breeding, tolerance, powdery mildew

Введение

Мучнистая роса – одно из самых распространенных и вредоносных заболеваний огурца (*Cucumis sativus* L.) в открытом и защищенном грунте. Причем, в закрытом грунте вредоносность выше, чем в полевых условиях. Урожай огурца, вследствие поражения растений мучнистой росой, снижается на 30–50%, а в отдельных случаях, более чем на 70% [1, 2]. По данным Налобовой В.Л. потери урожая огурца от мучнистой росы в пленочной теплице достигали 30,9% [3]. Вредоносность в значительной степени зависит от времени появления первых симптомов.

В настоящее время в открытом грунте Нечерноземной зоны, из-за сильного поражения пероноспорозом, настоящую мучнистую росу на огурцах можно встретить крайне редко, главным образом, на сильно восприимчивых сортах. Основной вред эта болезнь наносит в защищенном грунте, как в весенних, так и зимних теплицах. Особенно актуальна устойчивость к мучнистой росе, при выращивании огурца на досвечивании.

Наиболее распространена мучнистая роса при выращивании культуры в условиях искусственного освещения в осеннее – зимние месяцы [4]. В настоящее время на светокультуре преимущество отдается иностранным гибридам огурца. Одной из главных причин является слабая устойчивость отечественных гибридов к мучнистой росе.

Первые симптомы могут появиться на семядольных или на настоящих листьях нижнего или среднего яруса. Патоген может также развиваться на черешках листьев и стебле. Поражение мучнистой росой проявляется на листьях в виде отдельных пятен белого налета, которые постепенно сливаются, образуя на листовой поверхности порошкообразный налет конидиального спороношения. Листья темнеют и деформируются, приобретая волнистую поверхность, подсыхают по краям. Плоды не повреждаются, но в связи с общим обезвоживанием растения, мельчают, приобретают горьковатый вкус и вянут. На заключительной стадии развития гриба погибают сначала отдельные плети, а потом и всё растение [1, 5].

В условиях Нечерноземного региона в открытом и защищенном грунте, среди выращиваемых представителей семейства *Cucurbitaceae*, наибольшее распространение и вредоносность оказывают 2 вида мучнисторосяных грибов: *Podosphaera xanthii* (*Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht ex Fr.) Poll. или *Podosphaera fusca* (Fr.) U. Braun & N. Shishkoff) и *Erysiphe cichoracearum* f. sp. *cucurbitacearum* (DC. ex Merat) (*Golovinomyces cichoracearum*). Оба возбудителя мучнистой росы являются облигатными паразитами [5, 6, 7]. В условиях теплиц чаще всего наибольший вред приносит патоген *Sphaerotheca fuliginea* [6]. По данным лаборатории молекулярно-иммунологических исследований, возбудителем мучнистой росы на растениях огурца в условиях весенних пленочных теплиц ФГБНУ ФНЦО в 2021, 2022 годах являлся патоген *Sphaerotheca fuliginea* (синоним) *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & N. Shishkoff или синоним *Podosphaera fusca* (Fr.) U. Braun & N. Shishkoff [8].

Полная устойчивость огурца к мучнистой росе (*Sphaerotheca fuliginea* Poll.) контролируется тремя рецессивными генами: *pm-1*, *pm-2*, *pm-3*, первый и второй содержатся у сорта Natsu fushinari, а третий у – PI 200815 PI и 200818 [9, 10, 11]. Позже был обнаружен еще один рецессивный ген *pm-h*, который обуславливает устойчивость к этому заболеванию в фазе семядольных листьев [12]. Полигенный рецессивный характер наследования устойчи-

вости к мучнистой росе у огурца подтвердили Пивоваров В.Ф., Юрина О.В. (1970), Пивоваров В.Ф. (1971) и др. [13, 14, 15]. В связи с этим, при селекции гетерозисных гибридов огурца обе родительские формы должны обладать устойчивостью к мучнистой росе.

Что касается устойчивости, благодаря способности этих облигатных биотрофов к достаточно быстрому формированию новых рас, а также сезонным изменениям в структуре патоконтекста, большинство современных сортов и гибридов огурца восприимчивы к возбудителям мучнистой росы. Среди сортов, наиболее устойчивых к этой болезни, большинство относится к пчелоопыляемому типу. Среди отечественных – это: Садко F₁, Конкурент, Парад, Белорусский, Верасень, Зарница и др. [3, 5]. По данным Баклановой О.В. и Чистяковой Л.А., высокой комплексной устойчивостью к мучнистой росе и пероноспорозу обладали пчелоопыляемые гибриды: Рябчик F₁, Наташа F₁, Кречет F₁ [16].

В связи с ростом числа локальных очагов поражения и появлением эпифитотий настоящей мучнистой росы, направление по селекции на устойчивость для защищенного грунта приобретает большую актуальность. В настоящее время в РФ активно ведется селекция огурца для защищенного грунта на устойчивость к настоящей мучнистой росе. В НИИОЗГ созданы бугорчатые гибриды партенокарпического типа: Барселона F₁, Шарж F₁, Кадриль F₁ и др. [17] и коктейльные гибриды огурца партенокарпического типа с гладкими плодами – Министар F₁ и Промини F₁, характеризующиеся устойчивостью к этой болезни [18].

Следует отметить, что устойчивость к мучнистой росе может изменяться в зависимости от возраста и продуктивности растений, условий выращивания, видового состава возбудителей, инфекционной нагрузки и других факторов [13].

Создание современных гибридов огурца невозможно без постоянного привлечения в селекционный процесс новых источников хозяйственно полезных признаков, в том числе и устойчивости к настоящей мучнистой росе. Очень важно совместить в одной линии и высокую степень партенокарпии, и женский тип цветения, и устойчивость к наиболее вредоносным заболеваниям. Эту задачу попытались решить в нашей работе.

Условия проведения опытов

Опыт был заложен в 2018-2022 годах в Одинцовском районе Московской области в условиях весенней грунтовой теплицы типа «Блочная» на базе головного учреждения ФГБНУ ФНЦО. Посев на рассаду проводили в начале мая, посадку рассады – в фазу 2-х настоящих листьев. Густота стояния растений – 2,8 шт./м². Агротехника выращивания – общепринятая для условий весенних пленочных теплиц.

Возбудителю настоящей мучнистой росы, который по своей природе является облигатным биотрофом, для активного распространения необходимо наличие оптимальных гидротермических условий. Метеорологические составляющие исследуемого периода 2018, 2021 и 2022 годов в целом создали благоприятные условия для развития эпифитотии настоящей мучнистой росы, как в открытом, так и в защищенном грунте на представителях семейства тыквенные. Так, в 2018 году среднесуточная температура воздуха в мае на 3,6°C превышала среднепогодные показатели, что способствовало более раннему развитию болезни на растениях-хозяевах в естественной среде, а условия пониженной влажности (количество осадков почти

Таблица 1. Среднесуточная температура воздуха и суммарное количество осадков по месяцам в различные годы исследований (Одинцовский район, 2018, 2021 и 2022 годы)

Table 1. Average daily air temperature and the total amount of precipitation by month in various years of research (Odintsovo district, 2018, 2021 and 2022)

Метеорологические условия	май				июнь				июль				август			
	2018	2021	2022	*гг	2018	2021	2022	гг	2018	2021	2022	гг	2018	2021	2022	гг
Температура воздуха, °C	16,6	14	10,4	13	15,4	20,2	19	17	17,6	22,2	20,6	18	15,8	19,4	22,2	15
Сумма осадков, мм	62,2	105	21	100	26	62	10,2	110	66	62	16,8	135	30,6	73	2,6	80

*гг – среднесуточные данные



Рис. 1. Гидротермические показатели 2018, 2021 и 2022 годы
Fig. 1. Hydrothermal indicators 2018, 2021 and 2022

в два раза меньше климатической нормы) способствовали повышению агрессивности возбудителя.

Вегетационный сезон 2021 года был жарким и засушливым, с превышением температурных значений над среднесуточными в среднем на 2°C, что сказалось на сдвиге даты появления первых симптомов и начала интенсивного заражения, на более поздние сроки, в среднем на 2 недели, по сравнению со среднесуточными наблюдениями. При этом осадков выпало почти на 30 мм меньше нормы. Особенно низкие значения пришлось на август, в период активного плодоношения, что послужило дополнительным фактором восприимчивости растений к патогену.

Гидротермические показатели 2022 года характеризовались более низкими значениями температуры воздуха в мае, на 2,6°C ниже среднесуточных, и количеством осадков – на 79 мм меньше нормы. Кроме того, на культурах семейства Cucurbitaceae в естественной среде ранним утром наблюдались обильные росы, которые являются оптимальной средой для стимуляции патогенеза мучнистой росы.

Таким образом, в 2018, 2021 и 2022 годах условия вегетационного периода были довольно засушливыми, на фоне

как повышенных, так и пониженных температур воздуха, которые благоприятствовали возникновению оптимальных условий для более раннего патогенеза мучнистой росы на восприимчивых растениях. А также способствовали значительному повышению агрессивности возбудителя мучнистой росы, что, в свою очередь, служило дополнительным фактором для развития эпифитотии этой болезни на культуре огурца в условиях весенних пленочных теплиц.

Материалы и методы

На базе лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур было изучено 27 коллекционных и около 50 селекционных образцов огурца партенокарпического типа.

В статье представлена оценка устойчивости к настоящей мучнистой росе 36 наиболее выровненных и наиболее ценных по комплексу хозяйственно полезных признаков селекционных образцов огурца. По каждому образцу оценивали по 2-3 семьи, по 6 растений в каждой, в течение 2-х лет.

В пленочной неотапливаемой теплице проводили оценку интенсивности поражения растений огурца мучнистой

росой на естественном инфекционном фоне, в соответствии с «Рекомендациями и методическими указаниями по селекции и семеноводству огурца» [19] и «Широким унифицированным классификатором СЭВ и международным классификатором СЭВ вида *Cucumis sativus* L.» [20].

Интенсивность поражения огуречных растений оценивали по следующей шкале:

- 0 – здоровые растения;
- 0,1 – единичные признаки заболевания;
- 1 – поражено до 1/4 поверхности листа;
- 2 – поражено до 1/2 поверхности листа;
- 3 – поражено до 2/3 поверхности листа;
- 4 – поражено более 2/3 поверхности листа.

Средний балл (интенсивность) поражения сорта вычисляли по формуле:

$$Cb = \frac{\sum(r \times b)}{n},$$

где $\sum$ – сумма произведений ($r \times b$); r – количество пораженных растений; b – балл поражения; n – количество учитываемых растений.

Мониторинг выравненности и напряженности естественного инфекционного фона для оценки линейного материала на устойчивость к настоящей мучнистой росе в условиях защищенного грунта в течение трех лет (2018, 2021 и 2022 годы) оценивали по интенсивности поражения (Cb , балл) и распространению (P , %) настоящей мучнистой росы на растениях огурца, являющимися в течение исследуемого периода стандартом восприимчивости ($St S$ – линия 1771) и стандартом толерантности ($St R$ – сорт Единство). Следует отметить, что распространенность настоящей мучнистой росы на восприимчивой линии 1771 на протяжении всего периода исследований была стабильно высокой и составила 100% с варьированием показателя пораженности растений 3-4 балла, в зависимости от года.

Пораженность растений определяли в динамике, отмечали нарастание интенсивности развития симптомов в период массового плодоношения и в конце вегетации.

Результаты и их обсуждение

В 2018 году в весенней пленочной теплице, в период массового плодоношения, было отмечено поражение растений огурца мучнистой росой, некоторых образцов – в сильной степени. Неустойчивый стандарт, на конец августа, поразился мучнистой росой на 3,0 балла (табл. 2).

На естественном инфекционном фоне отсутствие симптомов мучнистой росы было выявлено у двух коммерческих гибридов агрофирмы BEJO ZADEN B.V.: Амур 1801 F_1 , Артист F_1 и гибрида без названия агрофирмы MONSANTO HOLLAND B.V., условно названного Семенис F_1 . В слабой степени, менее чем на один балл, поразились: Орфей F_1 , Меренга F_1 , Маринда F_1 , Маша F_1 , Othello F_1 , Лист F_1 , Адам F_1 и Красотка F_1 . Высокую восприимчивость к возбудителю (степень поражения 2,7-3,0 балла) продемонстрировали три гибрида: Санькина любовь F_1 , Лель F_1 и Кураж F_1 . Немного меньше, на 2,3 балла, поразился гибрид Герман F_1 . Остальные исследуемые гибриды поразились в средней степени (1,5-1,9 балла).

В 2021 году в весенней пленочной теплице изучали еще 7 коллекционных образцов огурца, пользующихся большой популярностью среди фермеров. В этом году на естественном инфекционном фоне мучнистая роса проявилась в средней степени, восприимчивый стандарт поразился на 1,0-1,5 балла. Три гибрида: Семенис F_1 , Кибрия F_1 и СВ 4097 F_1 совсем не поразились настоящей мучнистой росой. Гибрид Catarina F_1 поразился на уровне неустойчивого стандарта, а остальные – на 0,3-0,6 балла (табл. 3).

На изучаемых гибридах в результате инцуктирования были получены семена, которые высевали в 2022 году по семьям. В этом году на естественном инфекционном фоне

Таблица 2. Оценка интенсивности поражения коллекционных образцов огурца настоящей мучнистой росой (интенсивность поражения, балл). Весенняя теплица, естественный инфекционный фон, 2018 год
Table 2. Assessment of the lesion of collectible cucumber samples with real powdery dew (degree of lesion, score). Spring green house, natural infectious background, 2018

Коллекционный образец	Происхождение	Х ср	
		10.08.	29.08.
Единство – толерантный ст.	ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОВОЩЕВОДСТВА»	0	0
Nong 3027 – неустойчивый стандарт	Китай	0,2	3,0±0,2
Красотка F_1	ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОВОЩЕВОДСТВА»	0	0,6±0,08
Адам F_1	BEJO ZADEN B.V.	0	0,5±0,1
Артист F_1	BEJO ZADEN B.V.	0	0
Амур1801 F_1	BEJO ZADEN B.V.	0	0
Лист F_1	RIJK ZWAAN ZAADTEELT EN ZAADHANDEL B.V.	0	0,6±0,15
Эксельсиор F_1	ENZA ZADEN BEHEER B.V.	0,1	1,5±0,22
PMT	ООО «ГЕТЕРОЗИСНАЯ СЕЛЕКЦИЯ»	0,1	1,5±0,2
Лель F_1	ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОВОЩЕВОДСТВА»	0,3	2,8±0,2
Othello F_1	MORAVOSEED SPOLECNOST S RUCENI OMEZENYM; ИП Алексашова М.В.	0	0,7±0,13
Семенис F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0	0
Орфей F_1	ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ 'НК. ЛТД»	0	0,3±0,15
Санькина любовь F_1	ООО «ГЕТЕРОЗИСНАЯ СЕЛЕКЦИЯ»	0,5	3,0±0,17
Кураж F_1	ООО «СЕЛЕКЦИОННАЯ ФИРМА ГАВРИШ»	0,15	2,75±0,12
Герман F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0	2,3±0,19
Монисия F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0,1	1,9±0,07
Меренга F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0	0,4±0,05
Маринда F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0	0,6±0,05
Маша F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0	0,8±0,23



Рис. 2. Поражение растения огурца мучнистой росой в сильной степени
Fig. 2. Defeat of the cucumber plant powdery mildew to a strong degree



Рис. 3. Поражение растения огурца мучнистой росой в слабой степени
Fig. 3. Defeat of the cucumber plant powdery mildew to a mild degree

отмечали локальные эпифитотии патогена, восприимчивый стандарт уже при оценке в третьей декаде июля (25.07) получил максимальный балл. Все семьи Catarina F₂ оказались на уровне неустойчивого стандарта и были отбракованы. В популяциях Саунд F₂ отдельные семьи поразились на 0,5, а другие – на 1,5 балла. В популяциях Bjorn F₂ только одна семья оказалась без симптомов, а у другой балл поражения варьировал в интервале от 0,5 до 1,0 балла. И лишь популяции Семенис F₂ и Кибрия F₂ совсем не поразились этой болезнью (табл. 3).

В лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур ФГБНУ ФНЦО был получен ряд линий огурца, отличающихся комплексом хозяйственно полезных признаков. Наиболее выровненные из них представлены в таблице 4. В качестве восприимчивого стандарта использовали образец из Японии 1771, толерантного – сорт Единство. В течение двух лет исследований в необогреваемых пленочных теплицах на естественном инфекционном фоне проводили иммунологическую оценку селекционных образцов огурца

на устойчивость к возбудителю настоящей мучнистой росы *Sphaerotheca fuliginea* (синоним) *Podosphaera xanthii*. Как отмечалось ранее, в 2022 году наблюдалось эпифитотийное развитие заболевания с более интенсивным поражением, чем в 2021 году. Первые симптомы мучнистой росы на огурце в 2022 году появились уже в конце первой декады, а в 2021 году – в третьей декаде июля. Стандарт восприимчивости на естественном инфекционном фоне в 2021 году поразился в среднем на 3 балла, тогда как в 2022 – на 4 балла. Следует отметить, что на толерантном стандарте симптомов проявления мучнистой росой отмечено не было в течение исследуемого периода (табл. 4).

Из 36 селекционных образцов огурца на 11 не были обнаружены симптомы настоящей мучнистой росы в течение 2-х лет исследований. Еще один образец оценивался в течение одного года и тоже не поразились этой болезнью. Двенадцать линий поразились не более, чем на 0,5 балла. Следует отметить, что на большинстве из них признаки настоящей мучнистой росы были обнаружены лишь в один из двух лет исследований. Распространение болезни на этих образцах составило от 20 до 100%. Наиболее ценными были две линии: Геп. F₉₋₁₀ и Шар. F₇, на которых мучнистая роса поразила не более 20-30% растений.

Четыре линии оказались менее устойчивыми, поразились на 0,7-1,5 балла и нуждаются в доработке по этому признаку.

Еще четыре линии: Л.77/1, Под.в. F₇₋₈, Пролекс 27-3 В₁ и Кар. F₆ к/б ред. поразились в сильной степени – на 2,5-4,0 балла, на

Таблица 3. Иммунологическая оценка коллекционных образцов огурца к мучнистой росе (весенняя пленочная теплица, 2021, 2022 годы)
Table 3. Immunological assessment of cucumber collection samples for powdery mildew (spring film phase, 2021, 2022)

Коллекционный образец	Происхождение	Поклоение F ₁ 20.08.2021			Поклоение F ₂ 25.07.2022		
		Сb, балл		P, %	Сb, балл		P, %
		min-max	х _{ср}		min-max	х _{ср}	
Образец 1771 неустойчивый стандарт	Япония	1,0-1,5	1,2	100	4,0	4,0	100
Семенис	MONSANTO HOLLAND B.V.	0	0	0	0	0	-
Кибрия	RIJK ZWAAN ZAADTEELT EN ZAADHANDEL B.V.	0	0	0	0	0	-
СВ 4097	MONSANTO HOLLAND B.V.	0	0	0	0-0,3	0,2	5
Bjorn	ENZA ZADEN BEHEER B.V.	0,2-0,5	0,4	66	0-1,0	0,3	42
Мадрилене	MONSANTO VEGETABLE IP MANAGEMENT B.V.	0,4-0,8	0,6	15	-	-	-
Catarina	SEMILLAS FITO S.A.	1,0-1,5	1,3	100	0-1,5	1,0	85
Саунд	RIJK ZWAAN ZAADTEELT EN ZAADHANDEL B.V.	0-0,5	0,3	25	4,0	4,0	60

Примечание: P – распространение болезни; Сb – интенсивность поражения

Таблица 4. Оценка интенсивности поражения мучнистой росой селекционных линий огурца партенокарпического типа (2021, 2022 годы, пленочная теплица)
Table 4. Assessment of powdery mildew lesions of selection lines of parthenocarpic cucumber (2021, 2022, film greenhouse)

№	Линия	Интенсивность поражения мучнистой росой, балл				Распространение болезни, %	
		2021 год		2022 год		2021 год	2022 год
		min-max	хсред	min-max	хсред		
1	Единство – толерантный st	0	0	0	0	0	0
2	Образец 1771 –неустойчивый st	2,5-3,5	3	4	4	100	100
3	24-905 RZ F ₄₋₅	0,2	0,2	0	0	40	0
4	Адам F ₃₋₄	0,7-2,0	1,0	0,3	0,3	100	50
5	Бар. F ₆₋₇ 1	0	0	0,5-1,0	0,75	0	75
6	Гар. F ₆₋₈	0	0	0	0	0	0
7	Геп. F ₉₋₁₀	0	0	0-0,5	0,3	0	20
8	Гер. F ₅₋₆ к/б	0,5	0,5	0,5	0,5	100	90
9	Каб. F ₅₋₆ к/б 1 ред	0,2-1,0	0,5	0,5-1,0	0,73	100	100
10	Кап. F ₇₋₆	0	0	0	0	0	0
11	Кар. F ₅ м/б	0	0	0	0	0	0
12	Кар. F ₆ к/б ред.	2,5-3,0	2,7	-	-	100	-
13	Кар. F ₆₋₇ к/б част.	0	0	0	0	0	0
14	Л-25	0	0	0	0	0	0
15	Л-77/1	3,0-3,5	3,2	3,3-3,5	3,4	100	90
16	Лист F ₄₋₅	0	0	0	0	0	0
17	Мад. F ₅	0-0,8	0,5	0	0	70	0
18	Мам. F ₄	0	0	0	0	0	0
19	Мар. F ₄	0-0,3	0,1	0-0,5	0,3	33,3	50
20	Мер. F ₅₋₆	0	0	0	0	0	0
21	Мон. F ₄₋₅ к/б	0	0	0	0	0	0
22	Мон.. F ₃₋₄ м/б	0-0,7	0,35	0	0	50	0
23	Пик. F ₆ гл.	0-0,1	0,05	0	0	50	0
24	Под.в. F ₇₋₈	2,5	2,5	3	3	100	100
25	Пр. F ₉₋₁₁	0	0	0	0	0	0
26	Пролекс 2 В ₁	1,7	1,7	2	2	80	90
27	Пролекс 27-3 В ₁	2,5	2,5	3	3	80	90
28	Пыж. F ₅₋₆ к/б	0,5	0,5	0,5	0,5	100	100
29	Пыж. F ₆ гл.	-	-	0	0	-	0
30	Сен. F ₉₋₁₁	2	2	2,0-2,5	2,3	80	90
31	Тат. F ₈₋₉	0	0	0	0	0	0
32	Тр. F ₆ к/б	0,7	0,7	1,0-1,5	1,2	100	100
33	Ур. F ₅₋₆	0-0,5	0,1	0-0,4	0,2	41,7	50
34	Хас. F ₅	0-0,7	0,3	1,5-2,0	1,75	60	80
35	Шар. F ₇	0-0,5	0,1	0,5	0,5	29,4	20
36	Эксель F ₅ р/б	0-0,2	0,07	0-0,7	0,35	33,3	60
37	Эксель F ₅ ч/б	0-0,3	0,1	0-0,3	0,2	83,3	50
38	Л-35	0-0,2	0,1	-	-	66,6	-
	НСР ₀₅		0,22		0,20		

уровне восприимчивого стандарта – образца из Японии. Распространение болезни на этих образцах достигало 80-100%. Немного в меньшей степени – на 1,7-2,3 балла, поразились в оба года исследований образцы Пролекс 2 В₁, Сен. F₉₋₁₁; в 2022 году – в течение одного года – линия Хас. F₅. Мучнистая роса поразила эти образцы на 80-90%.

Таким образом, поражение мучнистой росой изучаемых образцов огурца в значительной степени зависело как от генотипа изучаемых образцов, так и условий выращивания. Что согласуется с данными других исследователей [1, 3, 6, 7]. Самые восприимчивые образцы существенно поразились этой болезнью в оба года исследований. Однако в 2022 году интенсивность поражения мучнистой росой большинства образцов была выше, чем в 2021 году.

Выводы

Предварительная оценка селекционных образцов огурца на устойчивость к мучнистой росе позволила выделить линии, наименее пораженные этой болезнью. В селекции на устойчивость к настоящей мучнистой росе наиболее целесообразно использовать следующие коллекционные образцы огурца: Артист F₁, Амур 1801 F₁, Семенис F₁, Кибрия F₁, СВ 4097 F₁. Выделены 11 селекционных образцов огурца, которые не поразились этой болезнью в течение 2-х лет исследований. Работа по оценке этих линий на устойчивость к настоящей мучнистой росе на искусственном инфекционном фоне будет продолжена.

• Литература

1. Ахатов А.К. Мир огурца глазами фитопатолога. М.: Тов-во науч. изданий «КМК». 2020. 320 с.
2. Павлова О.В., Шевкунов В.Н., Дорогина Д.Д., Благорова Е.Н. Оценка перспективных гибридов огурца НИИОЗГ по урожайности, хозяйственно-ценным признакам и устойчивости к н.м.р. в летне-осеннем обороте остекленных теплиц. *Овощеводство – от теории к практике*. 2018. С.34-37. EDN XQWEST.
3. Налобова В.Л. Селекция огурца на устойчивость к болезням. Минск: ООО «Белпринт», 2005. 200 с.
4. Кокоулина Е.М. Болезни огурца при малообъемной технологии выращивания. *Защита и карантин растений*. 2008;(4):50. EDN LPWPZL.
5. Налобова В.Л., Павлова И.В., Ивановская М.В. Дифференциация видового состава возбудителей мучнистой росы тыквенных культур. *Земледелие и растениеводство*. 2018;(1):44-47.
6. Слетова М.Е. Видовой состав возбудителей настоящей мучнистой росы тыквенных культур. *Овощи России*. 2022;(4):91-97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-91-97>. EDN NBIFTP.
7. Гладышко С.Н., Кушнерева В.П., Корганова Н.Н. Исходный материал для селекции огурца с групповой устойчивостью к болезням. *Селекция семеноводство овощных культур*. 2002;(37):60-64.
8. Braun U., Cook R.T.A., Inman A.J., Shin H.D. The Taxonomy of the Powdery Mildew Fungi. in: *The Powdery mildews: A Comprehensive Treatise*. 2002;(1):13-55. ISBN: 9780890542910.
9. Kooistra E. Powdery mildew resistance in cucumber. *Euphytica*. 1968;17(2):236-244.
10. Стрельникова Т.Р., Маштакова А.Х., Руденко Н.М. Создание исходных форм тепличных огурцов, устойчивых к мучнистой росе. Вопросы частной генетики и селекции овощных культур: *Тезисы докладов научно-производственной конференции*. Молд. НИИОЗИО. Кишинёв. 1974. С. 142-144.
11. Jiahua X., Wehner T.C. Gene List 2001 for Cucumber. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*. 2001;(24):110-136.
12. Shanmugasundaram S., Williams P.H., Peterson C.E. Inheritance of resistance to powdery mildew in cucumber. *Phytopathology*. 1971;(61):1218-1221. DOI: 10.1094/Phyto-61-1218.
13. Пивоваров В.Ф., Юрина О.В. Видовой состав и особенности развития мучнистой росы огурцов в условиях Московской обл. *Труды молодых ученых по селекции и семеноводству овощных культур*. М., 1970. Вып. 3. С. 81-85.
14. Пивоваров В.Ф. Мучнистая роса огурца в пленочных теплицах. *Труды молодых ученых и аспирантов по селекции и семеноводству овощных культур*. ВНИИССОК. М., 1971. Вып.4. С. 53-54.
15. Юрина О.В., Пивоваров В.Ф., Балашова Н.Н. Селекция и семеноводство тыквенных культур в России. Москва, 1998. 423 с.
16. Бакланова О.В., Чистякова Л.А. Коллекционные образцы партенокарпических и пчелоопыляемых гибридов огурца – исходный материал для селекции новых гетерозисных гибридов. *Известия ФНЦО*. 2022;(2):45-53. DOI 10.18619/2658-4832-2022-2-45-53. EDN IXCCIH.
17. Шамшина А. В. Партенокарпические гибриды F1 огурца с бугорчатыми плодами для пленочных теплиц. *Гавриш*. 2009;(6):2-5.
18. Хомченко Н.Н., Шевкунов В.Н., Муляр В.Н., Плужник И.С., Курепин А.В. Создание короткоплодных партенокарпических линий огурца гладкого типа. *Овощи России*. 2022;(1):24-32. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-24-32>. EDN FRBBGZ.
19. Рекомендации и методические указания по селекции и семеноводству огурца. М.: ВНИИССОК, 1999. 243 с.
20. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ вида *Cucumis sativus* L. Л., 1980. 28с.

• References

1. Akhatov A.K. The world of cucumber through the eyes of a phytopathologist. - M.: Comrade of scientific publications "KMK". 2020. 320 p. (In Russ.)
2. Pavlova O.V., Shevkunov V.N., Dorogina D.D., Blagorodova E.N. Evaluation of promising hybrids of cucumber NIIOZG by yield, economically valuable characteristics and resistance to n.m.r. in the summer-autumn turnover of glazed greenhouses. *Vegetable growing – from theory to practice*. 2018. pp.34-37. EDN XQWEST. (In Russ.)
3. Nalobova V.L. Cucumber breeding for disease resistance. Minsk: Belprint LLC, 2005. 200p. (In Russ.)
4. Kokoulina E.M. Cucumber diseases with low-volume cultivation technology. *Plant protection and quarantine*. 2008;(4):50. EDN LPWPZL. (In Russ.)
5. Nalobova V.L., Pavlova I.V., Ivanovskaya M.V. Differentiation of specific composition of powdery mildew agents of gourd family crops. *Crop Farming and Plant Growing*. 2018;(1):44-47. (In Russ.)
6. Sletova M.E. Species composition and identification of pathogens of real powdery mildew of pumpkin crops. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(4):91-97. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-91-97>. EDN NBIFTP.
7. Gladysheko S.N., Kushnereva V.P., Korganova N.N. Source material for cucumber breeding with group disease resistance. *Breeding and seed production of vegetable crops*. 2002;(37):60-64. (In Russ.)
8. Braun U., Cook R.T.A., Inman A.J., Shin H.D. The Taxonomy of the Powdery Mildew Fungi. in: *The Powdery mildews: A Comprehensive Treatise*. 2002;(1):13-55. ISBN: 9780890542910.
9. Kooistra E. Powdery mildew resistance in cucumber. *Euphytica*. 1968;17(2):236-244.
10. Strelnikova T.R., Mashtakova A.H., Rudenko N.M. Formation of initial forms of greenhouse cucumbers resistant to powdery mildew. *Issues of private genetics and breeding of vegetable crops: Abstracts of the scientific and industrial conference*. Mold. NIIOZO. Chisinau. 1974. pp. 142-144. (In Russ.)
11. Jiahua X., Wehner T.C. Gene List 2001 for Cucumber. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*. 2001;(24):110-136.
12. Shanmugasundaram S., Williams P.H., Peterson C.E. Inheritance of resistance to powdery mildew in cucumber. *Phytopathology*. 1971;(61):1218-1221. DOI: 10.1094/Phyto-61-1218.
13. Pivovarov V.F., Yurina O.V. Species composition and features of the development of powdery mildew of cucumbers in the conditions of the Moscow region. *Proceedings of young scientists on breeding and seed production of vegetable crops*. M., 1970. Issue 3. pp. 81-85. (In Russ.)
14. Pivovarov V.F. Powdery mildew of cucumber in film greenhouses. *Proceedings of young scientists and postgraduates on breeding and seed production of vegetable crops*. VNISSOK. M., 1971. Vol. 4. Pp.53-54. (In Russ.)
15. Yurina O.V., Pivovarov V.F., Balashova N.N. Selection and seed production of pumpkin crops in Russia. Moscow, 1998. 423 p. (In Russ.)
16. Baklanova O.V., Chistyakova L.A. Collectible samples of parthenocarpic and bee-pollinated cucumber hybrids - the source material for breeding new heterotic hybrids. *News of FSVC*. 2022;(2):45-53. DOI 10.18619/2658-4832-2022-2-45-53. EDN IXCCIH. (In Russ.)
17. Shamshina A.V. Parthenocarpic hybrids of F1 cucumber with tuberous fruits for film greenhouses. *Gavrih*. 2009;(6):2-5. (In Russ.)
18. Khomchenko N.N., Shevkunov V.N., Muliar V.N., Pluzhnik I.S., Kurepin A.V. Creation of parthenocarpic lines of smooth and short type of cucumber. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):24-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-24-32>. EDN FRBBGZ.
19. Recommendations and guidelines for cucumber breeding and seed production. M.: VNISSOK, 1999.243 p. (In Russ.)
20. The broad unified classifier of CMEA and the international classifier of CMEA of the species *Cucumis sativus* L. L., 1980. 28 p. (In Russ.)

Об авторах:

Ирина Борисовна Коротцева – кандидат с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства тыквенных культур, <https://orcid.org/0000-0001-5108-3289>, SPIN-код: 2400-3150, автор для переписки, korottseva@mail.ru

Сергей Николаевич Белов – м.н.с. лаб. репродуктивной биотехнологии в селекции с.-х. растений, <https://orcid.org/0000-0002-4387-9153>, SPIN-код: 2054-6579, belov@vniissok.ru

Мария Евгеньевна Слетова – кандидат с.-х. наук, с.н.с. лаб. иммунитета и защиты растений, SPIN-код: 6272-6594, <https://orcid.org/0000-0003-4117-2565>, gvina@yandex.ru

About the Authors:

Irina B. Korottseva – Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Laboratory of Selection and Seed Production of Pumpkin Crops, <https://orcid.org/0000-0001-5108-3289>, Correspondence Author, korottseva@mail.ru

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

Maria E. Sletova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Laboratory of Immunity and Plant Protection, <https://orcid.org/0000-0003-4117-2565>, gvina@yandex.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-68-73>
УДК 635.52:631.526.32:631.589.2

М.В. Ковальчук^{1,*}, М.М. Циунель¹

¹ ООО «НИИ селекции овощных культур»
127006, Россия, г. Москва, а/я 67

² ФГБОУ ВО РГАУ –
МСХА имени К.А. Тимирязева
127434, Россия, г. Москва,
ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки: mariyak737@gmail.com

Вклад авторов: М.В. Ковальчук – замысел и дизайн исследования, сбор данных или анализ и интерпретацию данных, подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания. М.М. Циунель – окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ковальчук М.В., Циунель М.М. Формирование модели сорта салата (*Lactuca sativa* L.) сортотипа Батавия для гидропонной культуры. *Овощи России*. 2024;(1):68-73. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-68-73>

Поступила в редакцию: 25.12.2023

Принята к печати: 25.01.2024

Опубликована: 19.02.2024

Mariya V. Kovalchuk^{1,*},
Mikhail M. Tsiunel¹

¹ LLC "Research Institute of Vegetable Breeding"
PO Box 67, Moscow, 127006, Russia

² Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy
(RSAU-MTAA)
49, Timiryazevskaya st., Moscow, Russia, 127434

*Corresponding Author: mariyak737@gmail.com

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

Authors' contribution: Mariya V. Kovalchuk – study conception and design, data collection, or data analysis and interpretation, drafting the article or revising it critically for significant intellectual content. Mikhail M. Tsiunel – final approval of the version of the article for publication.

For citation: Kovalchuk M.V., Tsiunel M.M. Formation of a model of lettuce (*Lactuca sativa* L.) variety of the Batavia type for hydroponic cultivation. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):68-73. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-68-73>

Received: 25.12.2023

Accepted for publication: 25.01.2024

Published: 19.02.2024

Формирование модели сорта салата (*Lactuca sativa* L.) сортотипа Батавия для гидропонной культуры



РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время существует тенденция на увеличение объемов выращивания салата на гидропонике. Такие особенные условия выращивания салата на гидропонике как повышенная влажность в зоне корней, разный уровень освещенности в течение года, особенности минерального питания, диктуют ряд необходимых характеристик, которыми должны обладать сорта. Кроме того, сорт салата для гидропоники должен стабильно давать высокую урожайность и обладать хорошими потребительскими качествами. Соответственно требуется вести селекцию отдельно для специфических условий гидропоники. И для теоретического обоснования селекции сортов салата для этой технологии и повышения эффективности селекционного процесса необходимо сформировать модель сорта, что и является целью данной работы.

Материалы и методы. Были изучены 13 наиболее распространенных сортов салата: 8 сортов светло-зеленой Батавии и 5 – темно-зеленой. В фазу технологической спелости описывали морфологические признаки растений и определяли биометрические показатели растений.

Результаты. На основании изучения в 2021-2023 годах 13 наиболее часто выращиваемых на гидропонике сортов салата сортотипа Батавия определены критерии модели сорта для гидропоники. Выявлены признаки листовой розетки, листовой пластинки, показатели скороспелости и продуктивности, присущие этим сортам, и на их основе сформирована модель сорта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

салат, селекция, сорт, модель, морфологические признаки

Formation of a model of lettuce (*Lactuca sativa* L.) variety of the Batavia type for hydroponic cultivation

ABSTRACT

Relevance. Currently, there is a tendency to increase the volume of lettuce cultivation in hydroponics. Such specific conditions for growing lettuce hydroponically as high humidity in the root zone, different levels of illumination throughout the year and specific mineral nutrition, dictate a number of necessary characteristics that varieties should possess. In addition, the lettuce variety for hydroponics should consistently give high yield and have good consumer qualities. Accordingly, it is necessary to carry out selection separately for specific hydroponic conditions. And for theoretical justification of the selection of lettuce varieties for this technology and increasing the efficiency of the breeding process, it is necessary to form a model of the variety, which was the goal of this research.

Methods. The 13 most common lettuce varieties were research: 8 light green and 5 dark green Batavia. The morphological characteristics of plants in the phase of industrial ripeness were described and the biometric traits of plants were determined.

Results. Based on research in 2021-2023 the 13 most commonly hydroponically grown lettuce varieties of the Batavia variety have been defined as the variety model criteria for hydroponics. The characteristics of a leaf rosette, leaf blade, indicators of early ripening and productivity inherent in these varieties were identified, and a model of the variety was formed on their basis.

KEYWORDS:

lettuce, breeding, variety, model, morphological characteristics

Введение

Салат-латук среди зеленных овощей считается основной культурой, так как имеет наибольший уровень потребления, в последнее время производство салата увеличивается, растет интерес населения [1, 2, 3]. При этом рынок семян постоянно требует разнообразия сортимента, появления сортов с новым набором качеств, что и является актуальной задачей для отечественных селекционеров [4, 5].

Для непрерывного поступления свежей зеленой продукции круглый год необходимо выращивать салат в условиях как открытого, так и защищенного грунта, в частности, на гидропонике. Такие специфические условия выращивания салата на гидропонике как повышенная влажность в зоне корней, разный уровень освещенности в течение года, особенности минерального питания, диктуют ряд необходимых характеристик, которыми должны обладать сорта [6-10]. Кроме того, сорт салата для гидропоники должен стабильно давать высокую урожайность и обладать хорошими потребительскими качествами. Соответственно, необходимо вести селекцию салата по отдельному направлению – для технологии гидропоники. Существенно повысить эффективность селекционного процесса можно благодаря разработке модели сорта, сочетающего в себе различные полезные качества [11-16]. Целью исследования является предложить модель сорта для салата сорто типа Батавия (светло-зеленой и темно-зеленой). Для этого необходимо провести описание и оценку наиболее широко выращиваемых сортов салата Батавия в данной технологии.

Материалы и методы

Были изучены 13 сортов салата: 8 сортов светло-зеленой Батавии и 5 – темно-зеленой. Сорта Афицион (RZ), Афилион (RZ), Отили (RZ), Олмети (RZ), Тональ (Vilmorin), Хризолит (Гавриш), Абордаж (Гавриш), Джейд (Sakata), Старфайтер (RZ), Лифли (Nunhems), Кисми (Enza Zaden), Конвершн (RZ), Нефрит (Гавриш) наиболее распространены и используются в условиях

гидропонике круглый год или в определенные сезоны выращивания [17].

Исследования проводили в условиях проточной гидропоники в весенний сезон выращивания на базе АО "Агрокомбинат "Московский" в 2021-2023 годах. Посев проводили в горшок диаметром 5 см по три семени в каждый, сорта включали по 18 горшков. Расстановку рассады проводили при появлении корней из всех прорезей горшочка. В 2021 году – посев 5 апреля, расстановка рассады – 22 апреля (на 17 сутки от посева), уборка – 11 мая (на 36 сутки от посева); 2022 год – посев 6 апреля, расстановка рассады – 22 апреля (на 16 сутки от посева), уборка – 11 мая (на 36 сутки от посева); 2023 год – посев 5 апреля, расстановка рассады – 21 апреля (на 16 сутки от посева), уборка – 10 мая (на 36 сутки от посева). Оценка и учет растений салата проводилась на 36 сутки после посева. Растения в фазу технической спелости фотографировали и проводили биометрические измерения: диаметр и высота розетки, длина гипокотыля, длина и ширина листовой пластинки, ширина и толщина черешка, масса трех растений с горшком, количество листьев, масса товарных листьев в горшочке. Также визуально отмечали положение листа, цвет, состояние корней, окраску и степень глянцевитости и пузырчатости листовой пластинки, размер пузырей, волнистость края листа.

При проведении исследования руководствовались методическими указаниями: «Визуальное фенотипирование в селекции растений» [18] и «Методика проведения испытаний на отличимость, однородность, стабильность. Салат (*Lactuca sativa* L.)» [19].

Результаты их обсуждения

Прежде формирования перечня критериев модели сорта, была проведена оценка в 2021-2023 годах сортов салата светло-зеленой и темно-зеленой Батавии в условиях гидропоники в весенний сезон выращивания (табл. 1 и 2). Оценка проводили по основным хозяйственно ценным признакам, учитывались размеры розетки листьев и листа, количество листьев, каче-



Рис. 1. Лист салата сорто типа Батавия светло-зелёная – сорт Афицион
Fig. 1. Lettuce leaf of the light green Batavia – cv. Aficion урной III года вегетации



Рис. 2. Лист салата сорто типа Батавия темно-зелёная – сорт Старфайтер
Fig. 2. Lettuce leaf of the Batavia dark green – cv. Starfighter

Таблица 1. Биометрические показатели сортов салата Батавия светло-зеленая и темно-зеленая при весеннем сезоне выращивания (в среднем за 2021-2023 годы)
Table 1. Biometric characteristics of light green and dark green Batavia lettuce during the spring growing season (average for 2021-2023)

Название сорта	Диаметр розеток листьев в горшке, см	Высота розеток листьев в горшке, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Толщина черешка, см	Ширина черешка, см	Количество листьев, шт./раст.	Масса товарных листьев в горшке, г	Масса с горшком 3 раст., г
светло-зеленая Батавия									
Афицион (стандарт)	30,3	24,2	20,5	15,0	4,0	1,5	11,7	105,3	186,0
Афилион	30,5	24,2	19,4	14,8	4,0	1,4	11,0	103,8	182,8
Отили	26,8	19,7	15,3	10,7	2,4	1,3	12,0	109,1	190,4
Тональ	29,5	20,2	15,5	11,0	2,2	1,3	12,3	102,2	184,8
Олмети	27,0	23,5	15,5	10,5	3,1	1,0	9,3	108,1	186,0
Джейд	26,6	19,9	18,1	13,2	3,2	1,0	12,0	110,6	186,5
Хризолит	30,5	25,4	22,5	13,8	3,8	2,0	10,0	104,0	186,8
Абордаж	27,3	20,9	17,4	15,0	3,4	1,2	12,0	111,3	194,5
HCP ₀₅	3,9	3,1	2,5	2,9	1,4	0,1	0,9	6,8	9,2
темно-зеленая Батавия									
Старфайтер (стандарт)	30,2	24,7	22,3	14,8	4,2	1,0	10,0	114,5	200,3
Кисми	25,8	21,0	18,7	11,5	2,7	1,0	8,0	104,7	190,8
Лифли	27,5	21,7	20,3	13,0	3,7	1,5	10,3	106,4	188,7
Конвершн	30,2	25,0	24,8	14,0	3,3	1,5	10,0	103,1	193,0
Нефрит	31,3	25,6	24,5	15,0	3,0	1,6	11,3	112,1	203,2
HCP ₀₅	3,7	2,4	2,9	2,1	1,1	0,1	0,7	6,3	9,8

ственные признаки: положение листа, пузырчатость листа, волнистость края листа, глянецовитость листа (рис. 1 и 2). Также оценивали фенологический показатель – количество дней от посева до технической спелости.

Светло-зеленые сорта Батавии по внешнему виду можно разделить на две группы:

1) классические сорта Афицион, Афилион и Хризолит;

2) сорта, имеющие более низкую и раскидистую розетку листьев, такие как Отили, Тональ, Олмети, Джейд и Абордаж.

Салаты из второй группы нередко используются в летних посевах, заменяя Афицион и Хризолит, так как они лучше приспособлены к жарким условиям, не вытягиваются, при этом набирают достаточную для реализации массу за такое же время [1,2].

Измерение диаметра розеток проводили именно на трех растениях в одном горшочке, так как это наиболее информативно в условиях гидропоники, чем диаметр одной розетки листьев отдельно. Наиболее крупные розетки листьев среди светло-зеленых салатов у сорта Хризолит (диаметр 30,5 см и высота 25,4 см), немного крупнее, чем у сорта-стандарта Афицион (диаметр 30,3 см и высота 24,2 см). Наименьший диаметр розеток листьев (трех растений в горшке) наблюдался у сорта Джейд (26,6 см), а наименьшая высота розеток листьев (трех растений в горшке) – у сорта Отили (19,7 см). Длина листа у светло-зеленых сортов варьировала от 15,3 до 22,5 см, ширина листа – от 10,5 до 15,0 см. Среди темно-зеленых салатов менее крупные, чем у стандарта, розетки листьев имели сорт Кисми (диаметр 25,8 см и высота 21,0 см) и сорт Лифли (диаметр

27,5 см и высота 21,7 см). Также у этих сортов наблюдались меньшие размеры листьев (длина листа 18,7 см и ширина листа 11,5 см – у сорта Кисми; длина листа 20,3 см и ширина листа 13,0 – у сорта Лифли). Наиболее крупные розетки листьев среди темно-зеленых салатов наблюдались у сортов Старфайтер (диаметр 30,2 см и высота 24,7 см), Конвершн (диаметр 30,2 см и высота 25,0 см) и Нефрит (диаметр 31,3 см и высота 25,6 см).

Толщина черешка варьировала от 2,2 см (Отили) до 4,2 см (Старфайтер). Ширина черешка варьировала от 1,0 см (у сортов Олмети, Джейд, Старфайтер, Кисми) до 2,0 см (Хризолит). Размер черешка влияет на массу листьев и на устойчивость розетки.

Количество листьев одного растения у сортов светло-зеленой и темно-зеленой Батавии составляло от 8,3 до 12,3 шт. У сорта Кисми – 8,3 листьев, у сорта Олмети – 9,0 листьев, у четырех сортов – 10,0-10,3 листьев, у трех – 11,0-11,7 листьев и у сортов Отили, Тональ, Джейд и Абордаж – по 12,0-12,3 листьев.

Согласно методике, для измерений следует выбирать 3-4 настоящий лист и при меньшем размере листа и меньшем количестве листьев (например, у сорта Кисми) не обязательно следует меньшая масса товарных листьев. И у всех изученных сортов этот показатель на уровне стандарта, немного выше или несущественно ниже стандарта. Это объясняется тем, что у растений с меньшим количеством листьев, размеры и масса этих листьев могут отличаться не так сильно, как у сортов с большим размером 3-4 листа. Также на массу листьев влияет толщина листа. Толщина листа является иногда и неизменным признаком сортотипа (например, у сортотипа Фриллис всегда толстый лист), однако сорта, относящиеся к типу Батавия, могут быть со

Таблица 2. Степень выраженности признаков листа салата сортоотбора Батавия (2021-2023 годы)
Table 2. Degree of expression of Batavia type lettuce leaf traits (2021-2023)

Название сорта	Положение листа	Волнистость края листа	Глянцевитость листа	Пузырчатость	Размер пузырей
светло-зеленая Батавия					
Афицион (стандарт)	прямостоячий	сильная	средняя	сильная	средний
Афилион	прямостоячий	сильная	средняя	сильная	средний
Отили	полупрямостоячий	средняя	средняя	средняя	средний
Тональ	прямостоячий	средняя	средняя	средняя	средний
Олмети	прямостоячий	средняя	средняя	средняя	средний
Джейд	прямостоячий	средняя	средняя	средняя	средний
Хризолит	прямостоячий	сильная	средняя	сильная	средний
Абордаж	полупрямостоячий	сильная	средняя	сильная	средний
темно-зеленая Батавия					
Старфайтер (стандарт)	прямостоячий	сильная	слабая	средняя	средний
Кисми	прямостоячий	средняя	сильная	средняя	средний
Лифли	полупрямостоячий	средняя	средняя	слабая	средний
Конвершн	прямостоячий	средняя	сильная	сильная	маленький
Нефрит	прямостоячий	сильная	средняя	средняя	средний

средним или толстым листом[19]. Чем толще лист, тем больше масса растений, но на вкус и консистенцию салата это не должно отрицательно влиять.

Масса горшка (диаметр 5 см) с грунтом и корнями (со срезанными розетками листьев) составляла от 77 до 96 г, в среднем 85 г. На этот показатель влияет объем и масса корневой системы, а также увлажненность грунта в горшке. Таким образом, масса трех растений с горшком зависит от количества, размера и толщины листьев, от развитости корневой системы и увлажненности горшка. На производстве при уборке взвешивают горшки с растениями, поэтому при селекции салата в модели сорта должен использоваться этот параметр как основной[2]. Среди светло-зеленых сортов наибольшая масса наблюдалась у сорта Абордаж – 194,5 г, наименьшая – у сорта Афилион – 182,8 г. При этом масса товарных листьев в горшке у этих сортов составляла 111,3 г и 103,8 г, соответственно, минимальное значение этого показателя отмечено у сорта Тональ – 102,2 г. Масса трех растений с горшком темно-зеленых сортов находилась в пределах 190,8-203,3 г, наибольшая товарная масса листьев у сорта Старфайтер – 114,5 г, а наименьшая – у сорта Конвершн – 103,1 г.

Положение листа влияет на диаметр розетки листьев, а сорта салата для гидропоники должны иметь полупрямостоячий или прямостоячий лист для обеспечения компактности розетки и возможности использовать стандартную упаковку салата (пакет). Волнистость края листа наблюдалась средняя и сильная, однако стоит отметить, что чем волнистость листа больше, тем более привлекательный внешний вид имеет растение. Также и с пузырчатостью листовой пластинки, у сортов

светло-зеленой и темно-зеленой Батавии она наблюдалась от слабой до сильной, преимущественно со средним размером пузырей. Глянцевитость листа отмечена в основном средняя, однако, сорт Старфайтер имеет слабую глянцевитость, а сорта Кисми и Конвершн сильную.

Эти комплексные показатели сортов салата легли в основу моделей сорта для светло-зеленой и темно-зеленой Батавии для выращивания в условиях гидропоники (табл. 3), они определяют высокую продуктивность, привлекательный внешний вид, технологичность и легкость уборки. Сорта для гидропоники должны отличаться быстрым ростом, но при этом быть устойчивыми к цветущности, стебель не должен начать вытягиваться раньше срока уборки. У сортов светло-зеленой Батавии от посева до уборки проходит 36-41 день, у темно-зеленых сортов – 35-39 дней.

Кроме основных биометрических показателей (размеры розетки и листа, количество листьев) также важно указать в модели сорта, что гипокотиль растений должен быть укороченным, это необходимо чтобы салат не заваливался, однородно смотрелся в каждом горшочке. Также на компактность розетки оказывает влияние положение листа, требуются сорта преимущественно с прямостоячим листом, при определенных условиях допустимо наличие полупрямостоячего листа.

При выращивании на гидропонике особое внимание уделяется корневой системе, она должна быть хорошо развита, не поражена корневыми гнилями, белого цвета. Масса трех растений с горшком модельного сорта составляет не менее 182 г у светло-зеленой Батавии и не менее 190 г – у темно-зеленой Батавии.

Таблица 3. Основные показатели модели сорта салата сортотипа Батавия для гидропоники
Table 3. The main criteria for the Batavia lettuce variety cultivar model for hydroponics

Показатели	Значение	
	светло-зеленая Батавия	темно-зеленая Батавия
От посева до Технической спелости, дней	36-41	35-39
Высота розетки, см	19-26	21-26
Диаметр розетки, см	26-31	25-32
Длина листа, см	15-23	18-25
Ширина листа, см	10-15	11-15
Толщина черешка, см	2,2-4,0	2,7-4,2
Ширина черешка, см	1,0-2,0	1,0-1,6
Количество листьев, шт	9-13	8-11
Гипокотиль	укороченный	
Масса товарных листьев в горшке, г	102-112	103-114
Масса 3-х раст. с горшком, г	> 182	>190
Окраска листа	зеленая, желтовато-зеленая	зеленая, серовато-зеленая
Интенсивность окраски листа	очень светлая, светлая	средняя, темная, очень темная
Положение листа	полупрямостоячий, прямостоячий	
Глянцевитость листа	средняя, сильная	
Пузырчатость листа	средняя, сильная	
Волнистость края листа	средняя, сильная	
Подсыхание нижних листьев	отсутствует	
Корневая система	здоровая, белого цвета	
Устойчивость к инфекционным заболеваниям	ложная мучнистая роса, вирус салатной мозаики, бактериоз, корневые гнили	
Устойчивость к неинфекционным заболеваниям	краевой ожог	

Окраска листа может быть зеленой, желтовато-зеленой или серовато-зеленой, а интенсивность окраски от очень светлой до очень темной.

Кроме окраски листьев на привлекательность внешнего вида оказывает влияние пузырчатость листа, волнистость края листа, наличие глянца, отсутствие некротических пятен, отсутствие подсыхания нижних листьев.

Также сортам салата важно иметь устойчивость к краевому ожогу и инфекционным заболеваниям (ложной мучнистой росе, вирусу салатной мозаики, бактериозу, корневым гнилям).

Выводы

1. В результате оценки 13 сортов салата сортотипа Батавия выявлены различия по биометрическим показателям:

1) светло-зеленые сорта: диаметр розеток – 26,6-30,5 см, высота розеток – 19,7-25,4 см, длина листа – 15,3-22,5 см, ширина листа – 10,5-15,0 см, толщина черешка – 2,2-4,0 см, ширина черешка – 1,0-2,0 см, количество листьев – 9,3-12,3 шт., масса товарных листьев в горшочке – 102,2-111,3 г, масса трех растений в горшочке – 182,8-194,5 г;

2) темно-зеленые сорта: диаметр розеток – 25,8-31,3 см, высота розеток – 21,0-25,6 см, длина листа – 18,7-24,8 см, ширина листа – 11,5-15,0 см, толщина черешка – 2,7-4,2 см, ширина черешка – 1,0-1,6 см, количество листьев – 8,0-11,3 шт., масса товарных листьев в горшочке – 103,1-114,5 г, масса трех растений в горшочке – 188,7-203,2 г. Также выявлено, что эти сорта обладают прямостоячим и полупрямостоячим положением листа, волнистостью края листа от средней до сильной, от слабой до сильной глянцевитостью и пузырчатостью.

2. Для сортов салата светло-зеленой и темно-зеленой Батавии для гидропоники определены следующие критерии модели сорта по 21 признаку. Общие показатели для сортотипа Батавия: укороченный гипокотиль, прямостоячий или полупрямостоячий лист, глянцевитость листа средняя или сильная, пузырчатость листа средняя или сильная, волнистость края листа средняя или сильная, отсутствие подсыхания нижних листьев, здоровая корневая система белого цвета, устойчивость к ложной мучнистой росе, вирусу салатной мозаики, бактериозу, корневым гнилям, устойчивость к краевому ожогу.

Критерии модели светло-зеленого сорта салата Батавия: от посева до технической спелости – 36-41 день, высота розетки – 19-26 см, диаметр розетки – 26-31 см, длина листа – 15-23 см, ширина листа – 10-15 см, толщина черешка – 2,2-4,0 см, ширина черешка – 1,0-2,0 см, количество листьев – 9-13 шт., масса товарных листьев в горшке – 102-112 г, масса трех растений с горшком не менее – 182 г, окраска листа – зеленая или желтовато-зеленая, интенсивность окраски – очень светлая или светлая.

Критерии модели темно-зеленого сорта салата Батавия: от посева до технической спелости – 35-39 день, высота розетки – 21-26 см, диаметр розетки – 25-32 см, длина листа – 18-25 см, ширина листа – 11-15 см, толщина черешка – 2,7-4,2 см, ширина черешка – 1,0-1,6 см, количество листьев – 8-11 шт., масса товарных листьев в горшке – 103-114 г, масса трех растений с горшком – не менее 190 г, окраска листа – зеленая или серовато-зеленая, интенсивность окраски – средняя, темная или очень темная.

• Литература

1. Солдатенко А.В., Разин А.Ф., Шатилов М.В., Иванова М.И., Тактарова С.В., Кузьякин М.В., Соколова Е.С., Буканов В.С. Проблемы производства салата в открытом грунте и особенности его выращивания в условиях мелкотоварного производства (на примере ООО «Весёлый агроном» Дмитровского района Московской области). *Овощи России*. 2018;(2):55-60. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-55-60>. EDN XPLULZ.
2. Мирончева П.А., Константинович А.В. Сортоизучение салата латука (*Lactuca sativa* L.) в условиях тонко-проточной гидропоники АО «Объединенные технологии ЛТД» Москва. *Овощеводство – от теории к практике: практика использования инноваций в овощеводстве*. 2021. С. 51-56. EDN BYCIV.
3. Ловчихова Е.И., Волченкова А.С., Зверева Г.П. Перспективы и тенденции развития отрасли овощеводства. *Вестник аграрной науки*. 2023;3(102):161-167. DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.3.161. EDN EEOIEH.
4. Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Гуркина Л.К., Пинчук Е.В. Селекция и семеноводство овощных культур – на инновационный путь развития. *Овощи России*. 2023;(1):5-13. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-5-13>. EDN WZOVBP.
5. Пинчук Е.В., Беспалько Л.В., Козарь Е.Г., Балашова И.Т., Сирота С.М., Шевченко Т.Е. Ценная овощная зелень на гидропонике для круглогодичного потребления. *Овощи России*. 2019;(3):45-53. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-45-53>. EDN GKUVHV.
6. Козловская И.П., Сакова Е.А. Формирование листового аппарата у растений салата на субстратах различного состава при выращивании в зимних теплицах. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022;(2):77-80. <https://rep.bsau.by/handle/doc/17634>. EDN CKURCW.
7. Плотникова Л.Я., Самойлов В.Н. Влияние светодневности и УФ-излучения на ростовые и биохимические показатели салата листового (*Lactuca sativa* L.). *Успехи современного естествознания*. 2021;(5):24-30. DOI 10.17513/use.37620. EDN BQMVI.
8. Sustar-Vozlic J., Ugrinović K., Maras M., Křístková E., Lebeda A., Meglič V. Morphological and genetic diversity of Slovene lettuce landrace «Ljubljanska ledenka» (*Lactuca sativa* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2021;(68):185-203. DOI:10.1007/s10722-020-00978-5.
9. Damerum A., Chapman M. A., Taylor G. Innovative breeding technologies in lettuce for improved post-harvest quality. *Postharvest Biology and Technology*. 2020;(168):11266. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.11266>.
10. Lei C., Engeseth N.J. Comparison of growth characteristics, functional qualities, and texture of hydroponically grown and soil-grown lettuce. *LWT*. 2021;150(2):111931. DOI:10.1016/j.lwt.2021.111931
11. Комар-Тёмная Л.Д. Критерии модели сорта и взаимосвязи хозяйственно ценных признаков хеномелеса в связи с селекцией. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019;180(3):71-75. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-3-71-75>. EDN ZHNRS.
12. Бабайцева Т.А., Гамберова Т.В. Модель сорта озимой тритикале для условий Среднего Предуралья. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018;1(62):27-31. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.62.1.27-31. EDN YSACUO.
13. Миюц О.А., Мирошников М.П. Обоснование параметров модели высокопродуктивного сорта фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* (L.) Savi) для Центральной полосы России. *Земледелие*. 2021;(4):31-34. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10408. EDN RPTPIK.
14. Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений. Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т цитологии и генетики; Рос. акад. сельскохозяйственных наук, Сиб. отд-ние, Сиб. НИИ растениеводства и селекции; Том. гос. ун-т, Биол. ин-т. Изд. 2-е, перераб. и доп. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2009. 427 с.
15. Бобкова О.Н. Оценка хозяйственно полезных признаков для создания модели сортов салата посевного (*Lactuca sativa* L.). *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019;(3):138-142. EDN NQVRQJ.
16. Бобкова О.Н., Скорина В.В. Оценка исходного материала для селекции салата листового по комплексу хозяйственно ценных признаков в зависимости от сроков посева. *Овощеводство*. 2022;(26):6-14.
17. Мирончева П.А., Константинович А.В. Перспектива выращивания сортов салата латука (*Lactuca sativa* L.) селекции Rijk Zwaan в летний и зимний периоды в условиях тонко-проточной гидропоники АО «Объединенные технологии ЛТД». *Аграрная наука - 2022: материалы Всероссийской конференции молодых исследователей, Москва, 22–24 ноября 2022 года*. Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. С. 1661-1663. EDN NZXIGR.
18. Цаценко Л.В., Савиченко Д.Л. Визуальное фенотипирование в селекции растений. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2017;(128):1039-1051. DOI 10.21515/1990-4665-128-071. EDN YOSRYR.
19. UPOV, TG /13/11 от 14.06.2019 «Методика проведения испытаний на отличимость, однородность, стабильность. Салат (*Lactuca sativa* L.)».

Об авторах:

Мария Вячеславовна Ковальчук – научный сотрудник ООО "НИИ селекции овощных культур", аспирант кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, <https://orcid.org/0009-0006-5685-5763>, автор для переписки, maryak737@gmail.com
Михаил Мечиславович Циунель – кандидат с.-х. наук, зам. Директора ООО "НИИ селекции овощных культур", SPIN-код: 1476-8768, <https://orcid.org/0009-0008-2985-5551>, mciunel@yandex.ru

• References

1. Soldatenko A.V., Razin A.F., Shatilov M.V., Ivanova M.I., Taktarova S.V., Kuzyakin M.V., Sokolova E.S., Bukanov V.S. Problems of lettuce production in open ground and peculiarities of his growing in conditions of small-manufacture production (on the example of llc "Vesely agronom" Dmitrovskiy district of Moscow region). *Vegetable crops of Russia*. 2018;(2):55-60. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-55-60>. EDN XPLULZ.
2. Mironcheva P.A., Konstantinovich A.V. Varietal study of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in conditions of NFT hydroponics JSC "United Technologies LTD" Moscow. *Vegetable growing - from theory to practice: practice of using innovations in vegetable growing*. 2021. P. 51-56. EDN BYCIV. (In Russ.)
3. Lovchikova E.I., Volchenkova A.S., Zvereva G.P. Prospects and trends in the development of the vegetable growing industry. *Bulletin of agrarian science*. 2023;3(102):161-167. DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.3.161. EDN EEOIEH. (In Russ.)
4. Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K., Pinchuk E.V. Selection and seed production of vegetable crops – on an innovative path of development. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(1):5-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-5-13>. EDN WZOVBP.
5. Pinchuk E.V., Bepalko L.V., Kozar E.G., Balashova I.T., Sirota S.M., Shevchenko T.E. Valuable vegetable green on hydroponics for seasonal use. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(3):45-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-45-53>. EDN GKUVHV.
6. Kozlovskaya I.P., Sakova E.A. Formation of leaf apparatus in lettuce plants on substrates of various compositions when grown in winter greenhouses. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skhozaystvennoy akademii*. 2022;(2):77-80. <https://rep.bsau.by/handle/doc/17634>. EDN CKURCW. (In Russ.)
7. Plotnikova L.Ya., Samojlov V.N. The effect of leds and uv-radiation on the growth and biochemical parameters of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2021;(5):24-30. DOI 10.17513/use.37620. EDN BQMVI. (In Russ.)
8. Sustar-Vozlic J., Ugrinović K., Maras M., Křístková E., Lebeda A., Meglič V. Morphological and genetic diversity of Slovene lettuce landrace «Ljubljanska ledenka» (*Lactuca sativa* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2021;(68):185-203. DOI:10.1007/s10722-020-00978-5.
9. Damerum A., Chapman M. A., Taylor G. Innovative breeding technologies in lettuce for improved post-harvest quality. *Postharvest Biology and Technology*. 2020;(168):11266. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.11266>.
10. Lei C., Engeseth N.J. Comparison of growth characteristics, functional qualities, and texture of hydroponically grown and soil-grown lettuce. *LWT*. 2021;150(2):111931. DOI:10.1016/j.lwt.2021.111931
11. Komar-Tyomnaya L.D. Criteria of the cultivar model and interrelations among economically useful characteristics of Chaenomeles in connection with breeding. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2019;180(3):71-75. (In Russ.) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-3-71-75>. EDN ZHNRS.
12. Babaytseva T.A., Gamberova T.V. The model of the winter triticale variety for the Middle Urals. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2018;1(62):27-31. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.62.1.27-31. EDN YSACUO. (In Russ.)
13. Miyuts O.A., Miroshnikova M.P. Justification of the model parameters of a high-productive variety of haricot (*Phaseolus vulgaris* (L.) Savi) for Central Russia. *Zemledelie*. 2021;(4):27-31. (In Russ.) DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10407. EDN RPTPIK.
14. Goncharov N.P., Goncharov P.L. Methodical bases of plant breeding. Novosibirsk: Geo. 2009. 427 c. (In Russ.)
15. Bobkova O.N. Evaluation of economically useful characteristics to create a model of lettuce varieties (*Lactuca sativa* L.). *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skhozaystvennoy akademii*. 2019;(3):138-142. EDN NQVRQJ. (In Russ.)
16. Bobkova O.N., Skorina V.V. Initial material evaluation for selection of bunching lettuce with a complex of economically valuable symbols depending on sowing times. *Vegetable Growing*. 2018;(26):6-14. (In Russ.)
17. Mironcheva P.A., Konstantinovich A.V. Prospects for growing varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) selected by Rijk Zwaan in summer and winter under conditions of NFT hydroponics of JSC United Technologies Ltd. *Agricultural Science - 2022: materials of the All-Russian Conference of Young Researchers, Moscow, November 22–24, 2022. M., 2022. P. 1661-1663. EDN NZXIGR. (In Russ.)*
18. Tsatsenko L.V., Savichenko D.L. Visual phenotyping in plant breeding. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2017;(128):1039-1051. DOI 10.21515/1990-4665-128-071. EDN YOSRYR. (In Russ.)
19. UPOV, TG /13/11 dated 14/06/2019 (Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability. Lettuce (*Lactuca sativa* L.)).

About the Authors:

Mariya V. Kovalchuk – Researcher LLC "Research Institute of Vegetable Breeding", PhD-student, Department Botany, Plant Breeding and Seed Technology, RSAU-MTAA, <https://orcid.org/0009-0006-5685-5763>, Correspondence Author, maryak737@gmail.com
Mikhail M. Tsiunel – Cand. Sci. (Agriculture), Deputy Directors LLC "Research Institute of Vegetable Breeding", <https://orcid.org/0009-0008-2985-5551>, mciunel@yandex.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-74-80>
УДК 635.21:631.53:632.937.16

Ol'ga A. Sobko*,
Petr V. Fisenko, Irina V. Kim

Federal State Budget Scientific Institution
"Federal Scientific Center of Agricultural
Biotechnology of the Far East named
after A.K. Chaiki"
Volozenina st., 30B Timiryazevsky stl.,
Ussuriysk, Primorsky kray, 692539, Russia

*Corresponding Author: o.eyvazova@gmail.com

Conflict of interests. The authors have
no conflict of interests to declare.

Authors' Contribution: O.A. Sobko: conceptualiza-
tion, methodology, data verification, application of
statistical methods to analyze the study data, con-
ducting the study, writing-reviewing and editing the
manuscript. P.V. Fisenko: conceptualization,
methodology, writing-reviewing and editing of the
manuscript. I.V. Kim: conceptualizing, editing the
manuscript.

For citation: Sobko O.A., Fisenko P.V., Kim I.V.
Plant viruses in the system of seed potato produc-
tion. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):74-80.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-74-80>

Received: 19.10.2023

Accepted for publication: 01.11.2023

Published: 19.02.2024

О.А. Собко*,
П.В. Фисенко, И.В. Ким

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

*Автор для переписки: o.eyvazova@gmail.com

Вклад авторов: О.А. Собко: концептуализация,
методология, верификация данных, примене-
ние статистических методов для анализа дан-
ных исследования, проведение исследования,
написание-рецензирование и редактирование
рукописи. П.В. Фисенко: концептуализация,
методология, написание-рецензирование и
редактирование рукописи. И.В. Ким: концеп-
туализация, редактирование рукописи.

Для цитирования: Sobko O.A., Fisenko P.V.,
Kim I.V. Plant viruses in the system of seed potato
production. *Vegetable crops of Russia*.
2024;(1):74-80. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-74-80>

Поступила в редакцию: 19.10.2023

Принята к печати: 01.11.2023

Опубликована: 19.02.2024

Plant viruses in the system of seed potato production



ABSTRACT

Solanum tuberosum L. is susceptible to 40 different virus species and 2 viroids. To prevent plant viruses from spreading in field conditions, it is necessary to have reliable data on the species composition of plant reservoirs of viral infection, the total activity of insect vectors, and possible ways of virus transmission in a particular territory of seed material production. Attention should be paid to the factors that facilitate and hinder the disease development in crops and to disease symptoms in different potato varieties. Manifestations of viral infections were monitored on every plant from the sample at the stages of initial growth, bud formation, and flowering and before the removal of potato haulms. Insects were collected using standard entomological method. The total RNA was isolated employing commercial kits for the extraction of nucleic acids from plant material "PhytoSorb" (Syntol LLC) and the benchtop automated extraction instrument KingFisher Flex (ThermoScientific) with magnetic particles. Plant viral infection was observed to accumulate if potato planting material was not renewed. The tested potato plants contained mixed viral infection, which consisted of viruses from mosaic group: PVY, PVX, PVM, PVS PVA, as well as PSTVd and PLRV. Without the renewal of seed potatoes, the concentration of plant viruses in an agroecosystem rises and causes secondary infections in potato plants. The research identified the main insect-vectors in the agroecosystem of potato fields: insects from genera *Cicadella*, *Henosepilachna vigintioctomaculata*, *Dolycoris baccarum*, *Mythimna separata*, *Lygus pratensis*, and *Rhopalosiphum padi*. Many wild weeds serve as fodder plants for insect vectors facilitating the accumulation of plant viruses in agroecosystems. It was established that perennial weeds were the main plant reservoirs of dangerous viral infections, e.g. *Sonchus arvensis* and *Taraxacum officinale*. We determined that *Trifolium pratense typus* L., *Chenopodium album* L., *Plantago major* L., *Barbarea vulgaris* W.T. Aiton, and *Ambrosia artemisiifolia* L. were the reservoirs of PVY. All these factors can lead to an epiphytotic situation.

KEYWORDS:

potato, phytophagous insects, plant viruses, plant reservoirs of infection

Фитовирусы в системе семеноводства картофеля

РЕЗЮМЕ

Solanum tuberosum L. поражается примерно 40 различными видами вирусов и 2 виридами. Для ограничения распространения фитовирусов в полевых условиях необходимо обладать достоверными сведениями о видовом составе растений-резервуаров, суммарной векторной активности переносчиков и выявлении возможных путей распространения инфекции в конкретных местах выращивания семенного материала. Важно также выявление факторов, способствующих или препятствующих заражению растений вирусами и проявлению признаков болезней на различных сортах картофеля. Учет проявления фитовирусов осуществляли осмотром каждого растения в пробе, проводили по полным всходам, в фазу бутонизации-цветения и перед уничтожением ботвы. Сбор насекомых осуществляли стандартным энтомологическим методом. Тотальную РНК выделяли коммерческими наборами для выделения нуклеиновых кислот из растительного материала «ФитоСорб» (Синтол) с использованием магнитных частиц на автоматической станции выделения KingFisher Flex (ThermoScientific). Нами обнаружен факт накопления фитовирусной нагрузки в условиях отсутствия обновления посадочного материала картофеля. Исследуемые растения картофеля содержали смешанную вирусную инфекцию, состоящую из вирусов мозаичной группы: PVY, PVX, PVM, PVS PVA, а также PSTVd и PLRV. В результате отсутствия обновления семян происходит концентрация фитовирусов в агроэкосистеме, что увеличивает дополнительную вирусную нагрузку и способствует вторичному заражению картофеля. Среди насекомых, обитающих в агроэкосистеме картофельного поля, нами установлено, что векторами вирусной инфекции являлись насекомые рода Цикадка, *Henosepilachna vigintioctomaculata*, *Dolycoris baccarum*, *Mythimna separata*, *Lygus pratensis*, *Rhopalosiphum padi*. Многие дикорастущие сорные растения являются кормовыми для насекомых – векторов, что способствует накоплению вирусной нагрузки в агробиоценозе, нами установлено, что основными растениями-резервуарами опасных вирусов картофеля являются многолетние, т.е. зимующие сорняки, такие как *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*. Мы определили, что носителями PVY являются *Trifolium pratense typus* L., *Chenopodium album* L., *Plantago major* L., *Barbarea vulgaris* W.T. Aiton, *Ambrosia artemisiifolia* L. Все эти факторы являются одной из основных причин возникновения эпифитотийных ситуаций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

картофель, фитофаги, фитовирусы, растения-резервуары

Introduction

Potato is a strategic agricultural crop playing an essential role in the global food security. The key biological characteristic of potato is its ability to propagate vegetatively. However, this creates such problems as the physiological aging of the crop and the accumulation of specific pathogens, both of which decrease the yield [1, 2]. For this reason, monitoring and controlling viral infections is of vital importance for the production of breeder seeds.

Solanum tuberosum L. is susceptible to 40 different virus species and 2 viroids. The most pathogenic and widespread of them are *PLRV* (potato leaf roll virus), *PVY* (potato virus Y), *PVX* (potato virus X), *PVS* (potato virus S), *PVM* (potato virus M), and *PSTVd* (potato spindle tuber viroid) [3-6]. Viral infections have an adverse effect on vegetatively propagating crops, including potato, due to an increased probability of vertical virus transmission via tubers from one generation to the next. Potato virus Y (*PVY*) can cause 80% yield loss, *PVX* – up to 15-30% yield loss, and *PVS* – around 10-20% [7]. Factors that facilitate the incubation, transmission, and accumulation of plant viruses in agroecosystems include the genetic variability of viruses, the improvement and modifications of agricultural methods, large-scale monocrops, global transfer of plant materials, and an increase in the population size and habitat range of insect vectors [8]. The progression of viral diseases depends on the interaction between the following components: the populations of viral pathogens, host-plants, and insect vectors as well as environmental conditions. Each component plays a specific role in the spread and development of viral infections [9]. As a disease progresses, a complex system of ecological interactions develops: parasite – vector – host (pathosystem) [10]. Most plant viruses rely on specific vectors for the transmission from one plant to another and code specific proteins to enable this process and thus ensure their own survival [11]. The most dangerous insect vectors belong to five insect orders – *Coleoptera*, *Hemiptera*, *Homoptera*, *Lepidoptera*, and *Thysanoptera*. The complex life cycles of insect vectors, including their ability to change hosts and hibernate in winters, as well as a high multiplication rate and adaptability to new ecosystems provide almost unlimited opportunities for increasing their population size and habitat range [12]. The transmission of plant viruses can also be carried out by protists, ascomycota, mites, and nematodes. There are natural plant reservoirs and focuses of infection for almost all viruses. Moreover, they are often located near crop fields. Today 77 plant species from 62 genera have been registered to harbor 109 viral and virus-like infections. Infection can remain in such focuses for a long time. The transmission of viruses occurs both ways – from natural focuses into agroecosystems and vice versa. K.P. Dyakonov et al. showed that infection from weeds and wild plants “returns” to agroecosystems with the potato ladybird beetle *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motchulsky, 1857) and the aphid species *Uroleucon gobonis* Mats. This case describes so called horizontal transmission of plant viruses – from one host to another. Some viruses can be transmitted vertically from parents to progeny [13]. Potato viruses pose a serious danger due to the predominantly vegetative propagation style of the crop [14]. Accumulated over the years, potato viruses lead to degeneration and decrease the potential yield of varieties by 30–80% [15]. The ability of

a potato virus to be transmitted via tubers is key important for its survival and results in seed infection, which usually causes more severe symptoms than a primary infection [5, 16]. This decreases the quality and productivity of seed material with each passing generation.

In field conditions, the sources of *PLRV* are usually seeds and weeds growing near crops. *PLRV* is persistently transmitted by aphids, mechanical transmission is not possible because *PLRV* can not survive outside plant cells for a long time without losing its infectivity. Various strains of *PVY* and mosaic viruses *PVA*, *PVM*, *PVX*, and *PVS* are non-persistently transmitted by aphids and other insects and with planting material. The transmission through contact from infected plants to healthy ones can happen when plants are already damaged by agricultural machinery. The mechanical transmission of *PVM* and *PVA* is not always possible presumably due to a low concentration of viruses in plant tissues [17-21]. To prevent plant viruses from spreading in field conditions, it is necessary to have reliable data on the species composition of plant reservoirs of viral infection, the total activity of insect vectors, and possible ways of virus transmission in the particular territory of seed material production. Attention should also be paid to the factors that facilitate and hinder the disease development in crops and the monitoring of disease symptoms in different potato varieties [22].

The quality of seed material is key important for obtaining high yield of potato. An objective of seed potato production is the constant renewal of potato varieties and the use of more promising and productive ones with certain properties to satisfy customer requirements [23]. Preserving the varietal purity of seeds at a high level and maintaining the initial quality of each variety over a long period of time are the key goals of seed potato growing. In the modern conditions, the large-scale production of potato cannot develop without a well-organized system of seed potato growing that is able to meet the demand of private and corporate producers of potato. For this reason, a radical increase in the quality of breeder and elite seed potatoes as well as in the output should be a priority for the potato industry [24]. To achieve this goal, it is necessary to create a system for controlling the circulation of viral infections not only in potato fields but also in the surrounding forests.

Materials and methods

Insects were collected by the standard methods: sweeping with entomological nets, using insect traps, and the method of 100 leaves. Dry herbage was swept with entomological nets from 10 a.m. to 12.00 a.m. The samples were collected with 10-25 sweeps in different places across the studied field. The net was quickly shaken and fastened at the neck after the last sweep, the sack was then tied and placed into a killing jar. The species composition and the number of the collected insects were determined in the laboratory conditions [25]. A field guide was used to verify the species composition of the insects [26, 27]. The method of yellow pan traps is based on the ability of certain aphid species to fly towards yellow light. Tin pans (24 cm in diameter and 7-8 cm in height) colored with a bright yellow oil paint were placed at a distance of 60 cm from each other in the field and in the adjacent plot. Water was poured into the pan traps and washing powder was added to enhance the capturing ability. Insects were collected daily in the

morning (at the same time) [25]. The method of 100 leaves involved collecting 100 leaves from 100 plants in a random order across the diagonal of the field in the mornings. The sample consisted of 33 lower, 34 middle, and 33 upper leaves. The leaves were wrapped in packages; the species composition and the number of the collected aphids were determined shortly after the collection using a stereo microscope in laboratory conditions. The counting of aphids on leaves was conducted at ten-day intervals [25, 28].

Manifestations of viral infections were monitored on every plant from the sample at the stages of initial growth, bud formation, and flowering and before the removal of potato haulms. The severity of viral infections was calculated as percentage of plants with symptoms to the total number of plants. For visual evaluation, both disease incidence and the degree of disease development were recorded. To estimate the degree of damage (disease development), we used a nine-point scale of resistance to viruses [29, 30].

Leaves of potato plants and weeds were collected in separate filter-paper packages, rolled into polyethylene bags and frozen at 20 °C to identify viruses by PCR. The leaf surface was cleaned with a non-woven fabric moistened in alcohol to prevent contamination. The insects were placed in test tubes with 70% alcohol [31].

The total RNA was isolated employing commercial kits for the extraction of nucleic acids from plant material “PhytoSorb” (Syntol LLC) and the benchtop automated

extraction instrument KingFisher Flex (ThermoScientific) with magnetic particles. The extraction efficiency was estimated by electrophoresis in a 1% agarose gel stained with ethidium bromide and a subsequent visualization with exposure to UV radiation using imaging system GelDoc Go (BioRad). Plant viruses from the insect samples were detected by RT-PCR with fluorescent detection in real time employing QuantStudio 5 (Applied Biosystems) and commercial kits “PhytoScreen” for “Potato Virus X. Y. M. L. S. A – RV” (Syntol LLC). Viral infections were identified by a rise of fluorescence signal in the fluorophore channel of a specific fluorescent probe aimed at detecting the cDNA of a certain virus in the course of PCR. The identification of plant viruses in potato accessions, weeds, and insects was conducted by classic PCR and gel electrophoresis. The reverse transcriptase reaction was performed using RNAscribe RT (Bilabmix) and a random hexanucleotide primer. The PCR was carried out employing MiniAmp (Applied Biosystems) [32].

The statistical processing of the experimental data was performed using Past 4.03.

Results and discussion

Analysis of data obtained from a visual assessment of plants during the growing season 2020–2022 revealed various symptoms of the disease. Viral infection was observed to accumulate when potato was continuously planted in the same field and when seed potatoes harvested from this field

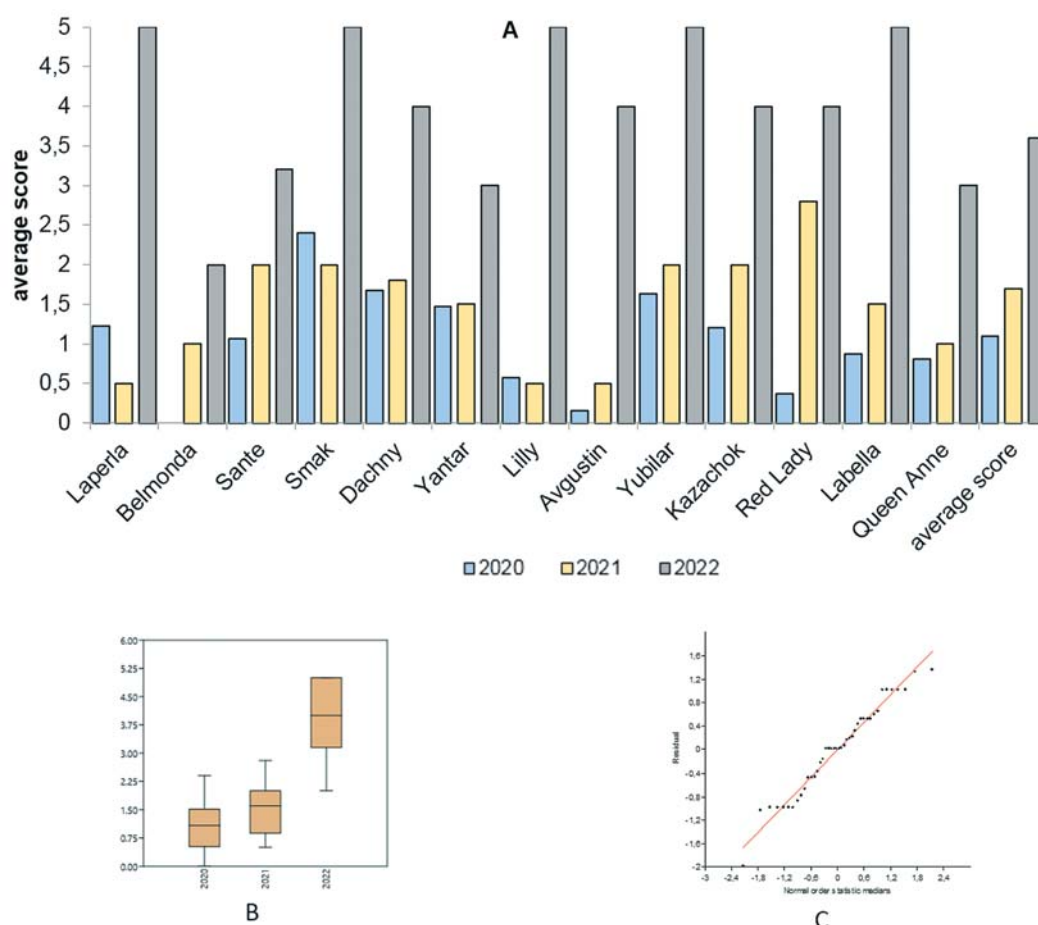


Fig. 1. The damage caused to potato varieties by plant viruses (point score) (A); $\pm$ SD (B);

The graph assessing the normality of distribution according to Shapiro and Wilk (C)

Рис. 1. Повреждение сортов картофеля фитовирусной инфекцией (оценка в баллах) (A); $\pm$ SD (B);

График нормальности распределения по Шапиро-Уилку (C)

were used for planting. Viral infection accumulated in potato tubers of varieties Avgustin, Dachnyi, Kazachok, Yubilyar, Yantar', Belmonda, Labella, Red Lady, Sante, and Queen Anne over the years of our research. The average degree of damage in the experimental potato fields was 1.1 points in 2020, 1.7 points in 2021, and 3.6 points in 2022. Manifestations of viral infections grew in number in the experimental potato fields with each subsequent growing season. Potato varieties Smak, Laperla, and Lilly experienced a slight decrease in the severity of viral infection in the second year of research (2021) compared to 2020 but the progression of diseases accelerated significantly in 2022. This can be explained by the environmental conditions of 2021 being unfavorable for the growth and development of these potato varieties in comparison to 2020 and 2022. The spring of 2021 was late and cold delaying the planting of potato. Precipitation was abundant in the summer and autumn and negatively affected potato plants in general (Fig. 1).

There were almost no symptoms of viral infection on variety Belmonda in 2020 but plant viruses continued to accumulate in tubers without manifesting themselves on potato leaves. This resulted in a higher number of diseased plants in 2021 and 2022. The same tendency was observed for varieties Avgustin and Red Lady. Our data are in agreement with the results of Panycheva Yu.S. et al. [5] who showed that the contamination of starting material had been the main factor in the progression of viral infection in an experimental field plot. The authors noted that under optimal conditions the dynamics of virus accumulation in

fields depended on the initial amount of an infection in plants and varieties [5].

The studied varieties were tested for the presence of plant viruses under laboratory conditions by RT-PCR. The tested potato plants contained mixed viral infection, which consisted of viruses from mosaic group: *PVY*, *PVX*, *PVM*, *PVS* *PVA*, as well as *PSTVd* and *PLRV*.

The following symptoms were detected on potato plants in the first year of our research: leaf curl, bulging yellow veins, dwarf forms, and the necrosis of leaves. Mixed viral infection progressed and spread slowly; not all of the studied potato varieties were effected and their developmental rates varied insignificantly. Mixed viral infection including plant viruses from mosaic group – *PVX*, *PVA*, *PVS*, and *PVM* – as well as *PLRV* and *PSTVd* was detected in the experimental field plot in 2021. The amount of complex viral infection was not the same among the studied varieties leading to differences in its manifestation on plants. The following symptoms could be observed in 2021: mottles, chlorosis, bulging leaf surface, waving leaf edges, leaf curl, dwarf forms, curled petals, unopened buds, and red lining along leaf edges. Symptoms differed not only among the varieties but also on the same genotype. The infection resulted in the following symptoms in 2022: mottles of different intensity depending on the variety and the total amount of viral infection, dwarf forms, interveinal chlorosis, red lining along leaf edges, waving leaf edges, and leaf curl. All of the symptoms were distinct on potato plants and demonstrated the accumulation of plant viruses (Fig. 2) [33].

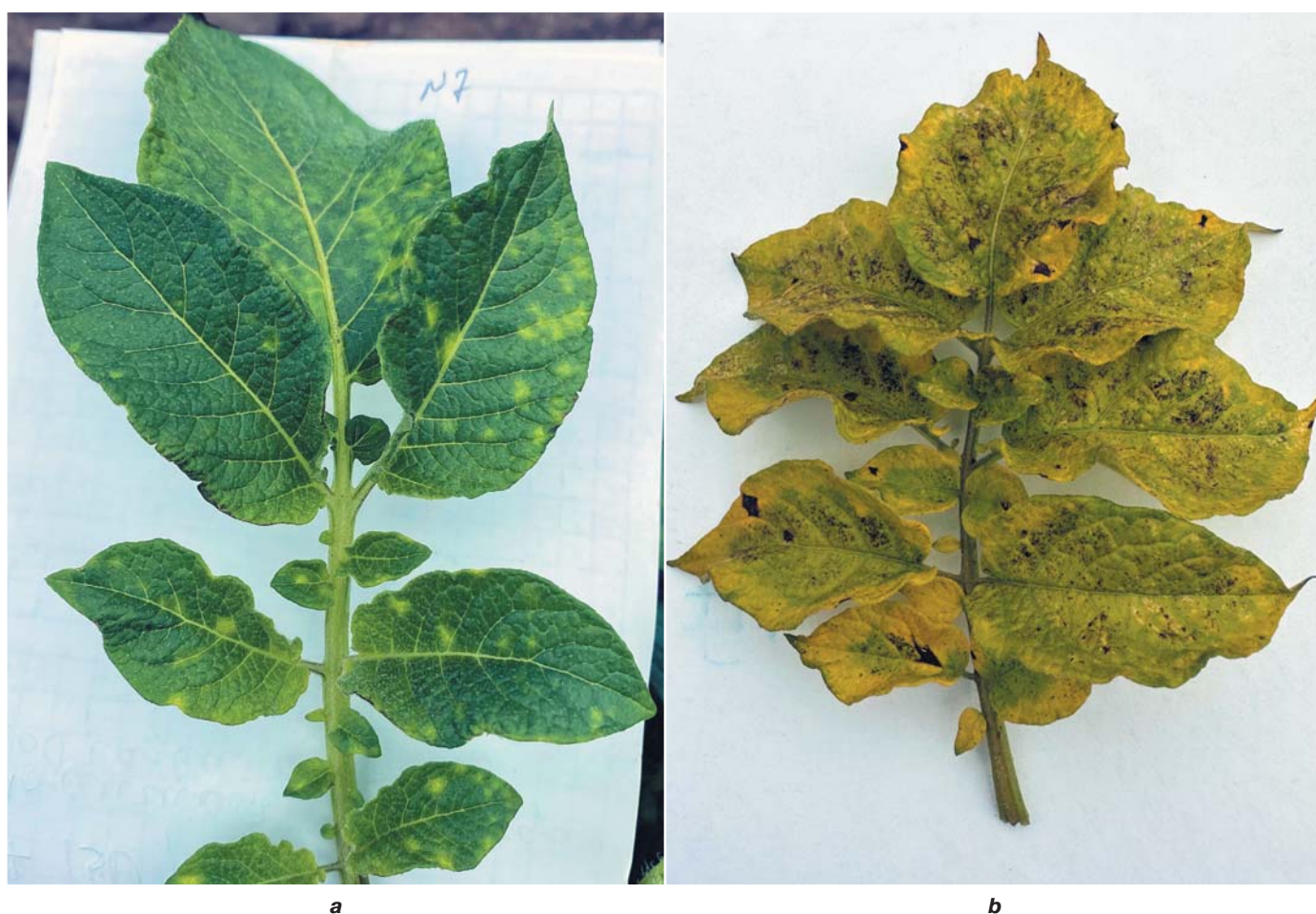


Fig. 2. Symptoms of mixed viral infection a) *PVY*, *PVX*, *PVM*, *PVS*; b) *PVY*, *PVX*, *PVM*, *PVS*, *PLRV*, *PSTVd*
Рис. 2. Проявление смешанной вирусной инфекции на картофеле:
a) *PVY*, *PVX*, *PVM*, *PVS*; b) *PVY*, *PVX*, *PVM*, *PVS*, *PLRV*, *PSTVd*

In our previous studies, we found that the distribution of plant viruses among the studied varieties was uneven. During the years of research, the species composition of viruses did not change significantly. The manifestation of symptoms depended on both the amount and composition of the viral infection [33]. For example, a high concentration of PVX in plants of potato variety Laperla with an equal proportion of all other viruses lead to the development of chlorosis along leaf edges, the necrosis and deformation of leaves, dwarf forms, and mottles. In the case of variety Labella, a low concentration of the viruses from mosaic group and PLRV resulted only in chlorosis but the increase in the concentration of PVY by 7,000 times, of PVM by 90 times, and of PVS by two times lead to leaf chlorosis, intense mottles, and uniformly yellow coloration of leaves (Table) [33].

Over time, the accumulation of viral infection and its transmission to progeny via tubers causes the degradation of varieties and reduces their yield by 30-80%. Latent character of viral infections plays an important role in their gradual accumulation in seed potatoes and potato fields despite the absence of any visual manifestations on plants and the failure of traditional diagnostic methods to detect an infection due to its low amount.

Our research established that the following insect species were vectors of viral infections in the agroecosystem of potato fields: species from genera *Cicadella*, *Henosepilachna vigintioctomaculata*, *Dolycoris baccarum*, *Mythimna separate*, *Lygus pratensis*, and *Rhopalosiphum padi*. Additionally, leafhoppers and aphids *Cicadella* sp. and *Rhopalosiphum padi* were vectors of PVY, PVS, PVM, PVA, PLRV, and PSTVd.

In Primorsky kray, the potato ladybird beetle *Henosepilachna vigintioctomaculata* is the most dangerous pest. The mouthparts of chewing insects often carry infection such as PVX, PVS, and PVM along with plant juice. The infection also passes through the alimentary canal of insects and remains in their excrements. The most active vectors are larvae and young adult beetles of *Henosepilachna vigintioctomaculata* due to their high mobility and voracity [34].

Many wild weeds serve as fodder plants for insect vectors facilitating the accumulation of viral infection in agroecosystems. Weeds are one of the natural sources of viral infection for potato [35]. For example, our research established that the main plant reservoirs of potato viruses are perennial weeds such as the field sowthistle *Sonchus arvensis* and the common dandelion *Taraxacum officinale*. Plants of *Tripleurospermum inodorum* infected with PVS suffered from different pathological processes – changes in leaf shape, leaf curl, proliferation, the abscission of flowers and buds, purple leaf axils, the yellowing of abscission of upper leaves, and the general inhibition of plant growth [36]. Our research determined that *Trifolium pratense typus* L., *Chenopodium album* L., *Plantago major* L., *Barbarea vulgaris* W.T. Aiton, and *Ambrosia artemisiifolia* L. were plant reservoirs of PVY. These plants had no symptoms of viral infections. Transmitting plant viruses by weeds is possible through their direct contact (in the case of mechanically transmitted viruses) with cultivated plants or due to small distances between the plant reservoirs of infection and cultivated plants in fields (in the case of the viruses that depend on vectors).

Table. Quantitative estimation of plant virus load on potato varieties and petunia plants [33]
Таблица. Количественная оценка фитовирусной нагрузки на сортах картофеля и петунии [33]

	PVY		PVX		PVA		PVM		PVS		PLRV		PSTVd	
	Ct	Rq	Ct	Rq	Ct	Rq	Ct	Rq	Ct	Rq	Ct	Rq	Ct	Rq
Labella I	33,52 ±0,19	0,15 ±0,08	35,30 ±0,24	0,07 ±0,02	35,32 ±0,24	0,02 ±0,02	34,67 ±0,23	0,06 ±0,01	29,17 ±0,41	0,06 ±0,02	35,90 ±0,24	0,13 ±0,01	-	-
Labella II	20,82 ±0,29	1066 ±1,01	38,09 ±0,25	0,01 ±0,02	36,34 ±0,13	0,01 ±0,02	28,97 ±0,31	1,89 ±0,09	28,18 ±0,31	1,41 ±0,09	36,51 ±0,13	0,05 ±0,01	-	-
Laperla I	19,78 ±0,27	2545 ±1,01	-	-	-	-	33,15 ±0,19	0,11 ±0,03	25,02 ±0,15	12,53 ±0,09	37,44 ±0,39	0,03 ±0,01	-	-
Laperla II	28,79 ±0,31	3,61 ±0,09	36,64 ±0,13	0,07 ±0,02	34,10 ±0,23	0,05 ±0,02	31,70 ±0,63	0,26 ±0,03	24,72 ±0,15	16,30 ±0,10	35,29 ±0,24	0,11 ±0,01	-	-
Smak I	17,63 ±0,22	9407 ±1,03	-	-	35,55 ±0,24	0,02 ±0,02	31,86 ±0,63	0,32 ±0,03	27,28 ±0,27	3,37 ±0,09	39,24 ±0,11	0,01 ±0,01	38,68 ±0,25	0,0042 ±0,02
Smak II	19,55 ±0,27	1605 ±1,01	40,79 ±0,09	0,001 ±0,02	35,89 ±0,24	0,01 ±0,02	17,94 ±0,22	3304 ±1,01	27,75 ±0,27	1,80 ±0,09	36,42 ±0,13	0,05 ±0,01	25,05 ±0,15	55,62 ±0,09
Red Lady	30,49 ±0,63	1,05 ±0,09	34,96 ±0,23	0,08 ±0,02	34,07 ±0,23	0,03 ±0,02	31,66 ±0,63	0,27 ±0,03	27,91 ±0,27	1,29 ±0,03	34,98 ±0,23	0,14 ±0,01	-	-
Augustin	32,59 ±0,42	0,24 ±0,08	35,51 ±0,24	0,05 ±0,02	36,49 ±0,13	0,01 ±0,02	16,05 ±0,10	14767	28,95 ±0,31	0,95 ±0,03	37,03 ±0,39	0,04 ±0,01	38,54 ±0,25	0,004 ±0,02
Yantar	19,44 ±0,27	2533 ±1,01	38,17 ±0,25	0,01 ±0,02	-	-	28,97 ±0,31	2,08 ±0,09	28,97 ±0,31	0,71 ±0,03	38,23 ±0,25	0,02 ±0,01	-	-
Belmonda	19,06 ±0,27	2294 ±1,01	-	-	35,54 ±0,24	0,02 ±0,02	33,39 ±0,19	0,09 ±0,03	16,13 ±0,10	5510 ±1,01	37,80 ±0,39	0,02 ±0,01	-	-
Petunia sp. I	33,56 ±0,19	0,15 ±0,08	-	-	-	-	-	-	34,50 ±0,23	0,02 ±0,01	-	-	-	-
Petunia sp. II	19,65 ±0,27	2699 ±1,01	-	-	-	-	36,69 ±0,13	0,01 ±0,02	35,38 ±0,24	0,01 ±0,01	37,48 ±0,39	0,03 ±0,01	-	-

Conclusions

Our research revealed that plant viruses accumulated in potato seed material when it was not renewed. Without the renewal of seeds, plant viruses accumulated in agroecosystems increasing the total amount of viral infection and causing secondary infections in potato plants. All these factors might lead to an epiphytotic situation. Among insects inhibiting the agroecosystem of potato fields, the following species were established to be vectors of plant viruses: leafhoppers Cicadellidae, *Henosepilachna vigintioctomaculata*, *Dolycoris baccarum*, *Mythimna separata*, *Lygus pratensis*, and *Rhopalosiphum padi*. Many wild weeds serve as fodder plants for insect vectors facilitating the accumulation of viral infection in an agroecosystem. Based on the

research results, the main plant reservoirs of dangerous viral infection were perennial weeds such as *Sonchus arvensis* and *Taraxacum officinale*. The reservoirs of PVY were *Trifolium pratense typus* L., *Chenopodium album* L., *Plantago major* L., *Barbarea vulgaris* W.T. Aiton, and *Ambrosia artemisiifolia* L.

The main methods for protecting potato against viral infections are the culling of infected seed potatoes, elimination of viruses in seed material, control of insect vectors, and minimization of secondary infection incidence. Virus accumulation and changes in the geography of their distribution reflect the general dynamics of interactions between plant viruses and their hosts under the conditions of modern agricultural production.

• Литература / References

1. Alegbeleye O., Odeyemi O.A., Strateva M., Stratev D. Microbial spoilage of vegetables, fruits and cereals. *Appl. Food Res.* 2022;2(1):100122. DOI: 10.1016/j.afres.2022.100122.
2. Shahzad A., Sharma S., Parveen S. Historical perspective and basic principles of plant tissue culture. *Plant Biotechnology: principles and applications*. 2017; Springer: Singapore: 1-36.
3. Hameed A., Mehmood M.A., Shahid M., Fatma S., Khan A., Ali S. Prospects for potato genome editing to engineer resistance against viruses and cold-induced sweetening. *GM Crops Food*. 2020;(11):185-205. DOI: 10.1080/21645698.2019.1631115.
4. Ignatov A.N., Panycheva YU.S., Voronina M.V., Vasiliev D.M., Jalilov F.S. Dynamics of species composition of potato pathogens in the European part of the Russian Federation. *Potato and vegetables*. 2019;(9):28-32. DOI: 10.25630/PAV.2019.57.62.003. EDN BLIXJR. (In Russ.)
5. Panycheva Yu.S., Vasil'ev D.M., Suprunova T.P., Sakharova A.N., Ignatov A.N. Dynamics of Potato Virus Y disease on potato varieties in the field. *Potato and vegetables*. 2019;(5):25–29. DOI: 10.25630/PAV.2019.45.82.006. EDN YDIQDQ. (In Russ.)
6. Rojas M.R., Gilbertson R.L. Emerging Plant Viruses: a Diversity of Mechanisms and Opportunities. *Plant Virus Evolution*. 2008. P.27-51. Springer-Verlag Berlin: Heidelberg.
7. Kolychikhina M.S., Beloshapkina O.O., Phiri C. Change in potato productivity under the impact of viral diseases. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021;663(1):012035. DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012035.
8. Kumar R., Jeevalatha A. Viral diseases and their management in potato production. *Summer School on «Current Trends in Quality Potato Production, Processing & Marketing»*. 2014. CPRI: Shimla: P.115-127.
9. Zvereva A.S., Pooggin M.M. Silencing and Innate Immunity in Plant Defense Against Viruses and Non Viral Pathogens. *Viruses*. 2012;(4):2578-2597. DOI: 10.3390/v4112578.
10. Brown J.K.M., Tellier A. Plant-Parasite Coevolution: Bridging the Gap between Genetics and Ecology. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2011;(49):345-367. DOI: 10.1146/annurev-phyto-072910-095301.
11. Whitfield A.E., Falk B.W., Rotenberg D. Insect vector-mediated transmission of plant viruses. *Virology*. 2015;(479-480):278-289. DOI: 10.1016/j.virol.2015.03.026.
12. Cuniffe N.J., Taylor N.P., Hamelin F.M., Jeger M.J. Epidemiological and ecological consequences of virus manipulation of host and vector in plant virus transmission. *PLoS Comput Biol.* 2021;17(12):e1009759. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1009759.r001.
13. Dyakonov K.P., Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Romanova S.A. Interactions in the system "virus – vector - agroecosystem". *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2005;(3):107-115. EDN HVJGHT.
14. Yvon R., Danièle B. Aphid Transmission of Potato Viruses. *Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes*. 2001; Springer Nature: Switzerland. P.195-225. DOI: 10.1007/978-94-007-0842-6.
15. Giner A., Lakatos L., García-Chapa M., López-Moya J.J., Viral J.B. Protein Inhibits RISC Activity by Argonaute Binding through Conserved WG/G.W Motifs. *PLoS Pathog.* 2010;6(7):e1000996. DOI: 10.1371/journal.ppat.1000996.
16. Malko A., Frantsuzov P., Nikitin M., Statsyuk N., Dzhavakhiya V., Golikov A. Potato Pathogens in Russia's Regions: An Instrumental Survey with the Use of Real-Time PCR/ RT-PCR in Matrix Format. *Pathogens*. 2019;8(1):18. DOI: 10.3390/pathogens8010018.
17. Bragard C., Dehnen-Schmutz K., Gonthier P., Jacques M.-A., Miret J.A.J., Justesen A.F. et al. Pest categorisation of potato virus M (non-EU isolates) / EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). *EFSA Journal*. 2020;18(1):5854. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.5854.
18. Bragard C., Dehnen-Schmutz K., Gonthier P., Jacques M.-A., Miret J.A.J., Justesen A.F. et al. Pest categorisation of potato virus S (non-EU isolates) / EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). *EFSA Journal*. 2020;18(1):5855. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.5855.
19. Bragard C., Dehnen-Schmutz K., Gonthier P., Jacques M.-A., Miret J.A.J., Justesen A.F. et al. Pest categorisation of potato virus X (non-EU isolates) / EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). *EFSA Journal*. 2020;18(1):5937. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.5937.
20. Bragard C., Dehnen-Schmutz K., Gonthier P., Jacques M.-A., Miret J.A.J., Justesen A.F. et al. Pest categorisation of potato virus Y (non-EU isolates) / EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). *EFSA Journal*. 2020;18(1):5938. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.5938.
21. Bragard C., Dehnen-Schmutz K., Gonthier P., Jacques M.-A., Miret J.A.J., Justesen A.F. et al., Pest categorisation of potato virus A (non-EU isolates) / EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). *EFSA Journal*. 2020;18(1):5935. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.5935.
22. Fingu-Mabola Ju.C., Francis F. Aphid–Plant–Phytovirus Pathosystems: Influencing Factors from Vector Behaviour to Virus Spread. *Agriculture*. 2021;11(6):502. DOI: 10.3390/agriculture11060502.
23. Kakabayev A., Suraganov M., Abdurahmanov I., Belgibayeva A., Kakabayev N., Auzhanova M., Sharipova B. The yield of elite potato varieties for primary seed production using precision agriculture technologies in the conditions of Northern Kazakhstan. *E3S Web of Conferences*. 2023;(386):03001. DOI: 10.1051/e3sconf/202338603001.

24. Wu C., Ma H., Fang X., Liu R., Shi X., Zhang K. et al., Differences in Dry Matter Accumulation and Distribution Patterns between Pre-Elite Seed and Certified Seed of Virus-Free Potato. *Horticulturae*. 2023;(9):644. DOI: 10.3390/horticulturae9060644.
25. Zhevora S.V., Fedotova L.S., Starovoitov V.I. et al. Methods for conducting agrotechnical experiments on, making records, and performing analyses of potato. Moscow: Nauka. 2019. 120 p. ISBN 978-5-901282-26-7. EDN DMROXP. (In Russ.)
26. Anufriev G.A., Vinokurov N.N., Golub V.B. et al. (Eds.). Field guide on the insect species of the Far East of the USSR. Vol. II: Ravnokrylye i poluzhostkokrylye [*Homoptera* and *Hemiptera*]. Leningrad : Nauka 1988. 972 p. EDN TMSAYL. (In Russ.)
27. Grachev V.G., Dubrovin N.N., Egorov A.B., et al (Eds.). Field guide on the insect species of the Far East of the USSR. Vol. III, Part 2: *Coleoptera* or beetles. Saint Petersburg: Nauka, 1992. 704 p. (In Russ.)
28. Storozhenko S.Yu., Kuznetsov V.N. (Eds.) Insect pests of the Far East. Vladivostok: Dal'nauka. 1995. 276 p. (In Russ.)
29. Bock C.H., Poole G.H., Parker P.E., Gottwald T.R. Plant Disease Severity Estimated Visually, by Digital Photography and Image Analysis, and by Hyperspectral Imaging. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2010;29(2):59-107. DOI: 10.1080/07352681003617285.
30. Kreuze J.F., Souza-Dias J.A.C., Jeevalatha A., Figueira A.R., Valkonen J.P.T., Jones R.A.C. Viral Diseases in Potato. *The Potato Crop*. 2020; Springer Nature. P.389-430. DOI: 10.1007/978-3-030-28683-5_11.
31. Yardimci N., Çulal Kılıç H., Özdemir T. Detection of PVY (potato y potyvirus), on potato cultivars using biological and molecular methods growing in south-west turkey. *J. Anim. Plant Sci*. 2014;24(5):1525-1530.
32. Khamphirapaeng P., Cheewangkoon R., McGovern R.J., Wong S.-M., To-Anun C. Detection of Tobacco mosaic virus in Petunia and Tobacco by light microscopy using a simplified inclusion body staining technique. *J. Agr. Techn*. 2017;13(2):163-168.
33. Sobko O.A., Fisenko P.V., Kim I.V., Matsishina N.V. Potato viruses of 7 commercial cultivars grown in field Primorsky Krai of Russia. *Vegetable Crops of Russia*. 2022;(1):79-85. DOI: 10.18619/2072-9146-2022-1-79-85. EDN DINLHG.
34. Ermak M.V., Matsishina N.V. The potato ladybird beetle *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motsch.): classification, morphology and harmfulness (review). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(6):97-103. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-97-103>.

- EDN RVRLJD. (In Russ.)
35. Shah M.A., Kumar R., Kaundal P., Sharma S. Prevalence of Natural Infection of Potato Viruses in Weeds and Other Crops. *J. Mycol. Pl. Pathol*. 2020;50(1):105-109.
36. Sobko O.A., Matsishina N.V., Fisenko P.V., Kim I.V., Didora A.S., Boginskay N.G., Volkov D.I. Viruses in the agrobiocenosis of the potato fields. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(677):52093. DOI: 10.1088/1755-1315/677/5/052093

• Литература / References

4. Игнатов А.Н., Панычева Ю.С., Воронина М.В., Васильев Д.М., Джаилилов Ф.С.-У. Динамика видового состава патогенов картофеля в европейской части РФ. *Картофель и овощи*. 2019;(9):28-32. DOI: 10.25630/PAV.2019.57.62.003. EDN BLIXJR.
5. Панычева Ю.С., Васильев Д.М., Супрунова Т.П., Сахарова А.Н., Игнатов А.Н. Динамика поражения сортов картофеля вирусом Y в полевых условиях. *Картофель и овощи*. 2019;(5):25–29. DOI: 10.25630/PAV.2019.45.82.006. EDN YDIQDQ.
13. Дьяконов К.П., Волков Ю.Г., Какарека Н.Н., Романова С.А. Взаимоотношения в системе "вирус - вектор - агробиоценоз". *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2005;(3):107-115. EDN HVJGHT.
25. Жевора С.В., Федотова Л.С., Старовойтов В.И. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. ФГБНУ ВНИИХ. М.: ФГУП "Издательство "Наука", 2019. 120 с. ISBN 978-5-901282-26-7. EDN DMROXP.
26. Ануфриев Г.А., Винокуров Н.Н., Голуб В.Б. Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т II: Равнокрылые и полужесткокрылые. Л.: Наука. 1988. 972 с. EDN TMSAYL.
27. Грачев В.Г., Дубровин Н.Н., Егоров А.Б. Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. III, ч. 2: Жесткокрылые или жуки. СПб.: Наука. 1992. 704 с.
28. Стороженко С.Ю., Кузнецов В.Н. Насекомые – вредители сельского хозяйства Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 1995. 276 с.
34. Ермак М.В., Мацишина Н.В. Картофельная коровка *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motsch.): систематика, морфология и её вредоносность (литературный обзор). *Овощи России*. 2022;(6):97-103. DOI: 10.18619/2072-9146-2022-6-97-103. EDN RVRLJD.

About the Authors:

Olga A. Sobko – Researcher of the Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, SPIN: 8082-5318, Scopus Author ID: 57218617568, <https://orcid.org/0000-0002-4383-3390>, Correspondence Author, o.evyazova@gmail.com

Petr V. Fisenko – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Acting Head of the laboratory of Breeding and Genetic Research of Field Crops, <https://orcid.org/0000-0003-1727-4641>, SPIN: 9916-1382, Scopus Author ID: 26532574300, phisenko@bk.ru

Irina V. Kim – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Acting Head of the Laboratory of Potato Disease Diagnostics, <https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>, kimira-80@mail.ru

Об авторах:

Ольга Абдулалиевна Собко – аспирант, научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, <https://orcid.org/0000-0002-4383-3390>, SPIN-код: 8082-5318, Scopus Author ID: 57218617568, автор для переписки, o.evyazova@gmail.com

Петр Викторович Фисенко – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, и.о. зав. лабораторией селекционно-генетических исследований полевых культур, <https://orcid.org/0000-0003-1727-4641>, SPIN-код: 9916-1382, Scopus Author ID: 26532574300, phisenko@bk.ru

Ирина Вячеславовна Ким – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, и.о. зав. лабораторией диагностики болезней картофеля, SPIN-код: 4991-4382, <https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>, kimira-80@mail.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-81-86>
УДК 633.88:631.811.98:631.559(470.6)

Р.Р. Тхаганов^{1*},
Н.И. Сидельников²

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (Северо-Кавказский филиал)
353225, Россия, Краснодарский край, Динской район, ст. Васюринская, пос. ЗОС ВНИИЛР

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»
117216, Россия, г. Москва, ул. Грина, д. 7

*Автор для переписки:
krasnodarvilar@gmail.com

Финансирование. Работу проводили согласно гос. задания по теме: «Роль экзогенных регуляторов роста и микроудобрений в повышении продуктивности и устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды лекарственных растений при их культивировании в Северо-Кавказском регионе» (№ FGUU-2022-0009).

Конфликт интересов. Сидельников Н.И. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2017 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Вклад авторов. Р.Р. Тхаганов: концептуализация, методология, написание – подготовка черновика рукописи, проведение исследования, написание-рецензирование и редактирование рукописи. Н.И. Сидельников: концептуализация, научное руководство исследованием, редактирование рукописи.

Для цитирования: Тхаганов Р.Р., Сидельников Н.И. Влияние комплексного применения Циркона и Силипланта на урожайность корней эхинацеи пурпурной в условиях Западного Предкавказья. *Овощи России*. 2024;(1):81-86. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-81-86>

Поступила в редакцию: 28.12.2023
Принята к печати: 18.01.2024
Опубликована: 19.02.2024

Ruslan R. Thaganov^{1*},
Nikolay I. Sidelnikov²

¹ All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (North Caucasus branch)
village ZOS VNIILR, Vasyurinskaya station,
Dinskoy district, Krasnodar Territory, Russia,
353225

² All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants
7, Grina str., Moscow, Russia, 117216

*Corresponding Author:
krasnodarvilar@gmail.com

Funding. The work was carried out in accordance with the state regulations. assignments on the topic: "The role of exogenous growth regulators and microfertilizers in increasing productivity and resistance to abiotic and biotic environmental factors of medicinal plants during their cultivation in the North Caucasus region" (No. FGUU-2022-0009).

Conflict of interest. Sidelnikov N.I. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2017, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

Authors' contribution. Thaganov R.R.: conceptualization, methodology, writing the manuscript, conducting the study, writing and editing the manuscript. N.I. Sidelnikov: conceptualization, scientific supervision of the study, editing the manuscript.

For citation: Thaganov R.R., Sidelnikov N.I. Effect of integrated use of Zircon and Siliplant on productivity of *Echinacea purpurea* roots in Western Caucasus. *Vegetable crops of Russia*, 2024;(1):81-86. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-81-86>

Received: 28.12.2023
Accepted for publication: 18.01.2024
Published: 19.02.2024

Влияние комплексного применения Циркона и Силипланта на урожайность корней эхинацеи пурпурной в условиях Западного Предкавказья

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* L.) – многолетнее лекарственное растение, из травы которой созданы десятки препаратов, использующиеся для укрепления иммунной системы, при лечении заболеваний воспалительного характера. В настоящее время в корневой системе растения обнаружены оксикоричные кислоты, алкамиды, и на их основе созданы препараты «Ангиноль» и «Простанорм». Выпуск и создание новых лечебных препаратов из корней и корневищ эхинацеи зависит от стабильной сырьевой базы, которую можно обеспечить за счет получения максимальных урожаев корней.

В результате исследований по определению сроков уборки, способов повышения урожайности подземной массы в условиях Краснодарского края было выявлено, что высокая урожайность корней и корневищ эхинацеи определялась на плантациях III-IV годов вегетации, которая в среднем составляла 10 ц/га, содержание в них оксикоричных кислот 3,9%. В дальнейшем происходит снижение урожайности до 8 ц/га, а действующих веществ до 2,1%. Двукратные обработки Цирконом (0,04 л/га) и Силиплантом (0,5 л/га) как по отдельности, так и в смеси дали возможность повысить урожай на III и IV годах до 28-30% и улучшить качество сырья, содержание действующих веществ возросло на 5-7%. Комплексное применение данных препаратов на V году вегетации позволяет поднять урожайность корней до 10,3 ц/га при высоком содержании оксикоричных кислот – 2,55%. Было выявлено, что некорневые подкормки вегетирующих растений двухкомпонентной системой Силиплант + Циркон способствуют адаптации эхинацеи к засушливым погодным условиям и дают возможность получать стабильные урожаи лекарственного сырья с высоким качеством независимо от погодных условий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Echinacea purpurea, урожайность корней и корневищ, оксикоричные кислоты, лекарственное сырье, погодные условия, Силиплант, Циркон

Effect of integrated use of Zircon and Siliplant on productivity of *Echinacea purpurea* roots in Western Caucasus

ABSTRACT

Echinacea purpurea L. – is a perennial medicinal plant, from the herb of which dozens of preparations have been created that are used to strengthen the immune system, in the treatment of inflammatory diseases. At present, oxyconic acids and alkamides have been found in the plant's root system, and the preparations «Anginol» and «Prostanov» have been created on their basis. The production and creation of new medicinal products from the roots and rhizomes of the *Echinacea purpurea* depends on a stable raw material base, which can be ensured by obtaining maximum yields of roots.

As a result of studies to determine the timing of harvesting, methods to increase the yield of the underground mass in the conditions of the Krasnodar Territory, it was revealed that the high yield of roots and rhizomes of *Echinacea purpurea* was determined on plantations III-IV years of growing, which averaged 10 c/ha, they had an oxyconic acid content of 3,9%. In the future, there is a decrease in yield to 8 c/ha, and active substances to 2.1%. Dual treatments treatments Zircon (0.04 l/ha) and Siliplant (0.5 l/ha) both separately and in the mixture gave the opportunity to increase the yield for III and IV years to 28–30% and improve the quality of raw materials, the content of active substances increased by 5–7%. The complex use of these drugs in the V year of vegetation allows to increase the yield of roots to 10.3 c/ha with a high content of oxyconic acids – 2.55%. It was revealed that foliar fertilization of vegetative plants with two-component system Siliplant + Zircon promotes the adaptation of *Echinacea purpurea* to dry weather conditions and makes it possible to obtain stable yields of medicinal raw materials with high quality regardless of weather conditions.

KEYWORDS:

Echinacea purpurea, root and rhizome yield, medicinal raw materials, oxyconic acids, weather conditions, Siliplant, Zircon

Введение

Препараты на основе растительного сырья широко используются в медицинской практике в лечебных целях, так как они менее вредны для организма человека, чем их синтетические аналоги. Из огромного ассортимента лекарственных растений большое значение имеет эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* L.), семейства Астровые, или Сложноцветные (*Asteraceae*). Это многолетнее травянистое, поликарпическое растение, достигающее высоты 60-180 см. Растение имеет прямой разветвленным стебель, с расположенными на нем сидячими, очередными яйцевидно-ланцетными листьями, и коротким корневищем с многочисленными тонкими корнями. Соцветия – одиночные корзинки пурпурового цвета на длинных неветвящихся цветоносах [1].

В надземной части эхинацеи содержатся полисахариды (рамноза, ксилоза, арабиоза), гидроксикоричные кислоты (цикориевая, кофейная, каftarовая, хлорогеновая), флавоноиды, гликопротеины, эфирное масло и микроэлементы [2, 3]. На основе экстрактов травы эхинацеи на территории России и за ее пределами были созданы десятки лекарственных средств, использующихся для укрепления иммунной системы человека, лечения респираторных симптомов, хронических заболеваниях воспалительного характера.

За последние годы огромное внимание фармакологов было обращено к корням эхинацеи. При изучении их химического состава было установлено, что помимо оксикоричных кислот, полисахаридов (инулин) имеются циклические алкалоиды – алкамиды, которые обладают противогрибковой активностью [4, 5], они ингибируют ключевые ферменты метаболизма арахидоновой кислоты, ответственные за образование простагландинов, и оказывающих фармакологическое действие на сократительную функцию гладкой мускулатуры, жировой и водно-солевой обмены и образование тромбов [5, 6]. На основе корней и корневищ эхинацеи созданы препараты «Ангиноль», применяемый при различных видах ангины, и «Простанорм», который оказывает простатотропное действие [7].

Выпуск разработанных препаратов и создание новых лечебных препаратов на основе подземных органов эхинацеи зависит от стабильной сырьевой базы данного вида лекарственного сырья. Обеспечить это возможно только при получении максимальных урожаев корней и корневищ.

В литературе вопросу повышения урожайности корней лекарственных культур посвящены лишь единичные работы. Так, при обработке Силиплантом вегетирующих растений синюхи голубой и лопуха большая урожайность корней повышалась на 16% и 18%, соответственно [8, 9]. Применение Циркона при вегетативном размножении облепихи, шиповника, белладонны, мелиссы обеспечило высокую приживаемость черенков и активизацию роста корней [10]. Наибольшая эффективность была получена при комплексном применении Силипланта и Циркона: урожайность корней лапчатки белой повышалась на 27% и шалфея лекарственного на 40% [11, 12].

Цель исследований состояла в определении сроков уборки, разработке приемов повышения урожайности сырья на корень и корневища эхинацеи пурпурной за счет применения Циркона – регулятора роста и Силипланта – кремнийсодержащего микроудобрения.

Материалы и методы

Опыты по испытанию комплексной системы применения Циркона и Силипланта закладывались в условиях Западного Предкавказья в лекарственном севообороте Северо – Кавказского филиала ВИЛАР в 2009-2016 годах.

Опытные участки филиала представлены сверхмощным черноземом. Агрохимические показатели опытного участка: содержание гумуса 3,5%, подвижного фосфора (P_2O_5) – 37 мг/кг, подвижного калия – 338 мг/кг, обменного калия (K_2O) – 29,8 мг/кг, обменного Mg – 0,4 мг/кг, подвижной S – 1,2 мг/кг, подвижного Mn – 3,6 мг/кг, подвижной Cu – 0,13 мг/кг, подвижного Zn – 0,5 мг/кг, подвижного Co – 0,14 мг/кг, верхние пахотные слои почвы имеют слабокислую реакцию – pH водной вытяжки 5,1-5,5.

При организации исследований использовались методические указания, разработанные для лекарственных культур [13].

В полевых опытах применялось размещение делянок – рендомизированное, повторность опытов – четырехкратная, площадь делянки – 12 м², ширина междурядий составляла 60 см.

Обработка вегетирующих растений Цирконом (регулятор роста – 0,04 л/га) и Силиплантом (жидкое удобрение с высоким содержанием биоактивного кремния – 0,5 л/га) проводились на III-V годах вегетации эхинацеи. Опрыскивание производили в 2 срока: первое в фазу отрастания (2-я декада мая), затем в фазу начала бутонизации осуществлялась уборка надземной массы и после отрастания – второе (2-я декада июля). Контрольные растения обрабатывались водой. Расход рабочей жидкости – 300 л/га. Уборка корней и корневищ эхинацеи осуществлялась в 3-ей декаде октября, перед этим удалялась надземная часть растений.

Количественное определение содержания оксикоричных кислот проводилось согласно ТУ на корни и корневища эхинацеи пурпурной № 9373-122-04868244-2008. Статистическая обработка проведена по Б.А. Доспехову [15].

Результаты и их обсуждение

Проведенными в Московской и Белгородской областях исследованиями было установлено, что наибольшая урожайность корней и корневищ, а также содержание действующих веществ (оксикоричные кислоты) в них наблюдается с III года вегетации. На базе полученных данных были составлены «Технические условия» на корни и корневища эхинацеи пурпурной (ТУ 9373-122-04868244-2008), где предусматривается уборка на этот вид сырья именно на III году с содержанием действующих веществ 1,5%.

Однако проводить уборку подземных органов на III году вегетации не совсем корректно, так как это многолетнее растение, которое может произрастать в

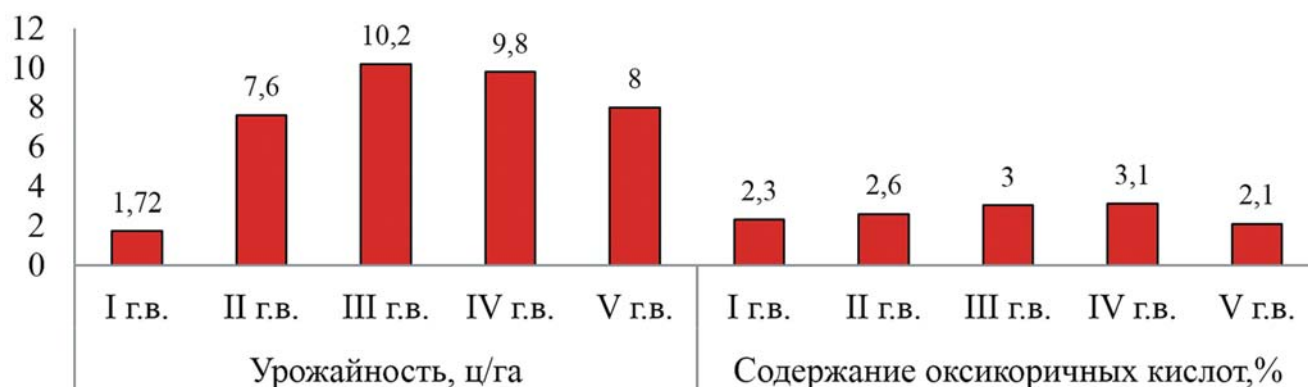


Рис. 1. Содержание оксикоричных кислот и урожайность корней и корневищ в зависимости от возраста культуры (2009-2016 годы)

Fig. 1. The content of hydroxycinnamic acids and the yield of roots and rhizomes depending on the age of the crop (2009-2016)

течение 5-7 лет на одной площади и давать высокий урожай надземной массы.

Основываясь на вышесказанном, необходимо проследить возможность получения корней и корневищ эхинацеи не только на III году вегетации, но и в последующие годы. На III и IV годах произрастания культуры наблюдается самая высокая урожайность корней (10,4 ц/га и 9,8 ц/га) с высоким содержанием действующих веществ (3,0% и 3,1%). В последующие годы урожайность снижается до 8 ц/га с содержанием в них действующих веществ 2,1%. Это можно объяснить тем, что в сырье присутствует значительное количество одревесневших корней, которые необходимо удалять (рис. 1).

Для получения оптимального урожая корней эхинацеи, проведены опыты по испытанию жидкого удобрения с высоким содержанием биоактивного кремния – Силиплант и природного стимулятора роста – Циркона. Выбор этих препаратов обусловлен общностью их действия, которое заключается в их влиянии на содержание фитогормона – ауксина, который оказывает положительное действие на процессы

корнеобразования. Так, по литературным данным, оба препарата повышают содержание ауксинов – Циркон предотвращает их распад за счет активизации фермента ауксиноксидазы [15], Силиплант – усиливает их синтез [16].

Двухэтапное опрыскивание положительно повлияло на увеличение корневой системы, что сказалось на урожайности, так на варианте с применением Циркона она возросла на 1,8 ц/га, а с Силиплантом на 1,5 ц/га (табл. 1).

Наибольшая прибавка наблюдалась при комплексном применении данных препаратов: на III г.в. – на 28%, на IV г.в. – на 30%. В этом же варианте содержание оксикоричных кислот повышалось на 5-7%. Анализируя полученные результаты, необходимо отметить, что повышение урожайности корней и корневищ эхинацеи наблюдается и с отдельным применением Циркона и Силипланта (10-14%).

На фотографиях видна разница по габитусу корневой системы эхинацеи III года вегетации контрольного варианта и варианта совместного применения Силиплант + Циркон (рис. 2).

Таблица 1. Биопродуктивность корней и корневищ эхинацеи пурпурной III и IV годов вегетации в зависимости от применения Силипланта и Циркона (средние данные за 3 года)
Table 1. Bioproductivity of roots and rhizomes of Echinacea purpurea of the III and IV years of vegetation depending on the use of Siliplant and Zircon application (average data for 3 years)

Вариант	III год вегетации				IV год вегетации			
	урожайность		содержание оксикоричных кислот		урожайность		содержание оксикоричных кислот	
	ц/га	% к контролю	% на абс. сух. в-во	% к контролю	ц/га	% к контролю	% на абс. сух. в-во	% к контролю
Контроль, (вода)	10,2	-	3,85	-	9,8	-	3,91	-
Силиплант, 0,5 л/га	11,7	15	3,87	1	11,4	16	4,00	2
Циркон, 0,04 л/га	12,0	18	3,88	1	11,4	16	4,01	3
Силиплант + Циркон (0,5 л/га + 0,04 л/га)	13,1	28	4,13	7	12,7	30	4,11	5
НСР ₀₅	1,12		0,11		1,05		0,10	



Контроль, (вода)

Силиплант + Циркон

Рис. 2. Корни и корневища эхинацеи пурпурной III года вегетации**Fig. 2. Roots and rhizomes of Echinacea purpurea in the third year of vegetation**

Таблица 2. Действие Циркона, Силипланта на урожайность корней и корневищ, на содержание действующих веществ в эхинацее V года вегетации (2015-2017 годы)
Table 2. Effect of Zirkon, Siliplant on root and rhizome yield on active substances content in Echinacea purpurea of the V year of vegetation (2015-2017)

Вариант	Урожайность		Содержание оксикоричных кислот	
	ц/га	% к контролю	% на абс. сух. в-во	% к контролю
Контроль, (вода)	8,0		2,34	-
Силиплант, 0,5 л/га	9,4	17	2,42	5
Циркон, 0,04 л/га	9,5	19	2,46	7
Силиплант + Циркон (0,5 л/га + 0,04 л/га)	10,3	29	2,55	10
НСР ₀₅	0,94		0,06	

Обобщая результаты опытов по влиянию некорневых подкормок бинарной смесью Силиплант + Циркон на урожайность корней эхинацеи, можно высказать предположение, что в действии данных препаратов при их совместном применении наблюдается эффект аддитивности, т.е. суммирование их влияния на ростовые процессы в растениях и в конечном итоге на биопродуктивность.

Установлено снижение урожайности корней на V году жизни, поэтому были продолжены исследования по действию регулятора роста и микроудобрения на данный срок вегетации эхинацеи. В таблице 2 представлены результаты приведенных испытаний.

Полученные результаты показали увеличение урожайности корней и корневищ на вариантах Силиплант и Циркон на 17-19 %, при их комплексном применении –



Контроль, (вода)

Силиплант + Циркон

Рис. 3. Корни и корневища эхинацеи пурпурной V года вегетации**Fig. 3. Roots and rhizomes of Echinacea purpurea in the fifth year of vegetation**

Таблица 3. Урожайность корней и корневищ эхинацеи при применении регулятора роста и микроудобрения в зависимости от погодных условий
Table 3. Yield of roots and rhizomes of Echinacea at application of growth regulator and microfertilizer depending on weather conditions

Вариант	Благоприятные условия (2011, 2013 годы)				Засушливые условия (2012, 2014 годы)			
	урожайность		содержание оксикоричных кислот		урожайность		содержание оксикоричных кислот	
	ц/га	% к контролю	% на абс. сух. в-во	% к контролю	ц/га	% к контролю	% на абс. сух. в-во	% к контролю
Контроль, (вода)	11,2	100	2,81	-	9,2	-	3,171	-
Силиплант	13,0	116	2,87	2	10,6	15	3,30	4
Циркон	13,2	118	2,94	5	10,8	17	3,39	7
Силиплант + Циркон	14,4	129	3,05	10	11,6	26	3,51	11
НСР ₀₅	1,05		0,11		1,04		0,13	

на 29 %, уровень содержания оксикоричных кислот составляет 2,34-2,55 % (St 1,5 %) (рис. 3).

Проведенными исследованиями было установлено, что благодаря применению комплекса Циркон + Силиплант, возможно проводить уборку корневой системы в зависимости от потребностей фармацевтической промышленности и на V год вегетации культуры.

Жизнедеятельность растительного организма зависит от интенсивности водного режима и способности растений удерживать и экономно расходовать воду в условиях высоких температур и низкой влагообеспеченности. В условиях Краснодарского края в последнее время наблюдаются частые засухи, высокие температуры и недостаток влаги, что приводит к снижению устойчивости лекарственных растений к стрессовым факторам, уменьшению урожайности и ухудшению качества сырья.

В годы проведения научной работы на эхинацее пурпурной (2011-2014 гг.) метеорологические условия сильно различались, так для 2012 и 2014 годов были характерны низкая влагообеспеченность и повышенная температура воздуха. 2011 и 2013 годы – оптимальные по температурному и водному режиму.

Засуха 2012 и 2014 годов негативно повлияла на развитие как надземной, так и корневой системы эхинацеи на III-м году вегетации, это сказалось на снижении массы корней и корневищ на 2 ц/га. При двукратном

опрыскивании вегетирующих растений Цирконом и Силиплантом произошло увеличение урожайности корней и корневищ при различных погодных условиях. При благоприятных погодных условиях повышение на этих опытных вариантах составило – 1,8-2,0 ц/га, засушливых – 1,4-1,6 ц/га, при комплексном применении Силиплант + Циркон – 3,2-2,4 ц/га, соответственно.

Под влиянием Силипланта наблюдалось незначительное повышение содержания действующих веществ в корнях и корневищах (4%) независимо от погодных условий, при применении Циркона оно составляет до 7%, в варианте Силиплант + Циркон отмечена наибольшая прибавка этого показателя – до 11% (табл.3).

Сравнивая показатели урожайности корней по всем вариантам опыта в условиях высоких температур и низкой влагообеспеченности с благоприятными погодными условиями, было установлено, что потери урожая в контроле составляют 18%, в вариантах Циркон или Силиплант 4-5%, при комплексном применении данных препаратов наблюдалась даже небольшая прибавка урожайности корней (4%) (рис.4).

Таким образом, путем индуцирования механизма адаптации эхинацеи к стрессовым факторам (высокие температуры и низкая влажность) с помощью комплекса Циркон + Силиплант, возможно получать стабильные урожаи корней и корневищ с высоким качеством независимо от погодных условий.

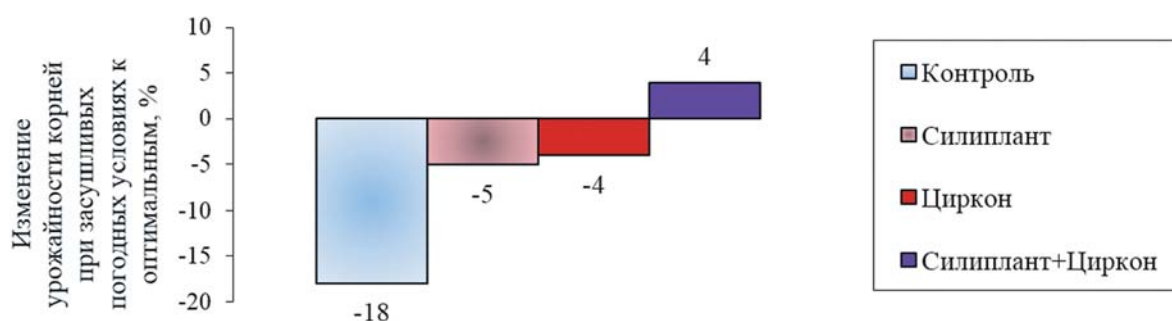


Рис. 4. Снижение урожайности корней и корневищ эхинацеи III года вегетации при неблагоприятных условиях (2012, 2014 годы)
Fig. 4. Decrease in the yield of roots and rhizomes of Echinacea in the third year of vegetation under unfavorable conditions (2012, 2014)

Заключение

В результате проведенной научной работы, выявлена возможность проведения уборки корней и корневищ в условиях Западного Предкавказья на III и IV годах вегетации культуры, при урожайности в пределах 10 ц/га и высоком содержании оксикоричных кислот - 3,1 %.

В последующие годы вегетации эхинацеи наблюдается снижение урожайности до 8 ц/га и содержание в сырье оксикоричных кислот до 2,5 %. Комплексное применение Силипланта и Циркона обеспечивает увеличение урожайности корней на III - V гг. по сравнению с конт-

ролем на 28 - 30 % и содержание оксикоричных кислот на 5 - 10 %.

Применение данной бинарной смеси на V году вегетации позволяет получать урожайность корневой системы на уровне контрольного варианта растений III года вегетации.

Опрыскивание эхинацеи двухкомпонентной смесью Силиплант + Циркон способствует адаптации растений эхинацеи к гидротермальному стрессу и позволяет получать стабильные урожаи качественного сырья независимо от погодных условий.

• Литература

1. Семенихин И.Д., Семенихин В.И. Энциклопедия лекарственных растений, возделываемых в России. Том I. Москва: ОАО "Щербинская типография", 2013. 240 с. ISBN 978-5-9243-0232-4. EDN YLYAKK.
2. Kumar R.M., Ramaiah S. Pharmacological importance of *Echinacea purpurea*. *Int. J. Pharm. Biosci.* 2011;2(4):304-314.
3. Корнильев Г.В., Палий А.Е., Логвиненко Е.А. Биологически активные вещества *Echinacea angustifolia* DC. и *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Коллекция Никитинского ботанического Сада. *Бюллетень государственного Никитинского ботанического сада*. 2014;(111):46-57. EDN UCKQPL.
4. Cruz I., Cheetham J., Armon J., Yack J., Smith M. Alkamides from *Echinacea* disrupt the fungal cell wall-membrane complex. *Phytomedicine*. 2014;21(4):435-442. DOI: 10.1016/j.phymed.2013.10.025
5. Сидельников Н.И., Осипов В.И. [и др.] Фармакологически активные алкаамиды в сырье эхинацеи пурпурной. *Вопросы биологической медицины и фармацевтической химии*. 2015;(8):3-8. EDN WAIQAX.
6. Матюшин А.А., Нестерова О.В., Маланова О.А., Попков В.А. Перспективы использования в фармации растительного сырья, содержащего алкаамиды. *Медико-фармацевтический журнал Пульс*. 2017;19(1):123-128. EDN XTCTKV.
7. Вичканова С.А., Колхир В.К., Сокольская Т.А. и др. Лекарственные средства из растений. М. АДРИС, 2009. 431 с. ISBN 978-5-903155-03-3. EDN QLVFKB.
8. Хазиева Ф.М., Коротких И.Н., Ковалев Н.И. и др. Изучение влияния регуляторов роста и микроудобрений на биопродуктивность синюхи голубой (*Polemonium caeruleum* L.). *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022;14(3):90-104. DOI 10.12731/2658-6649-2022-14-3-90-104. EDN FZROQV.
9. Сидельников Н.И., Ковалев Н.И., Хазиева Ф.М. Роль регуляторов роста и микроудобрений при введении лекарственных растений в культуру. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 2018;(3):62-66. DOI 10.30850/vrsn/2018/3/62-66. EDN XUJTGP.
10. Ковалев Н.И. Применение гидроксикоричных кислот на лекарственных культурах. *Агрохимия*. 2022;(8):87-96. DOI 10.31857/S0002188122080099. EDN QYFIZO.
11. Сидельников А.Н., Хазиева Ф.М., Пушкина Г.П., Бушковская Л.М. Биологические основы технологии возделывания лапчатки белой (*Potentilla alba* L.). М., 2017. 126 с. ISBN 978-5-9216-2230-2. EDN XOZYQX.
12. Ковалев Н.И., Пушкина Г.П. Влияние микроудобрений и регулятора роста на продуктивность лопуха большого (*Arctium lappa* L.) и шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.). Овощи России. 2020;(4):79-83. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-79-83>. EDN GBLNFJ.
13. Цицилин А.Н., Ковалев Н.И., Коротких И.Н., Кудринская (Басалаева) И.В., Бабенко Л.В., Савченко О.М., Хазиева Ф.М. Методика исследований при интродукции лекарственных и эфирномасличных растений. М.: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений", 2022. 64 с. ISBN 978-5-87019-103-4. EDN ELWOOS.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Книга по Требованию, 2013. 349 с.
15. Малеванная Н.Н. Циркон-иммуномодулятор нового типа. Активное начало препарата-росторегулирующий комплекс гидроксикоричных кислот и их производных. «Циркон – природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве». Сборник научных трудов. М.: из-во «НЭСТ М». 2010. С. 3-8.
16. Сластия И.В., Ложникова В.Н., Кондратьева В.В., Ниловская Н.Т. Действие водного стресса и соединений кремния на содержание эндогенных фитогормонов и рост ярового ячменя. *Агрохимия*. 2013;(8):38-48. EDN RORDHL.

• References

1. Semenikhin I.D., Semenikhin V.I. The encyclopedia of the herbs cultivated in Russia. M., 2013. 240 p. ISBN 978-5-9243-0232-4. EDN YLYAKK. (In Russ.)
2. Kumar R.M., Ramaiah S. Pharmacological importance of *Echinacea purpurea*. *Int. J. Pharm. Biosci.* 2011;2(4):304-314.
3. Kornilyev G.V., Paliy A.Y., Logvinenko L.A. Biologically active substances of *Echinacea angustifolia* DC. and *Echinacea purpurea* (L.) Moench. from Nikitsky Botanical Gardens Collection. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2014;(111):46-57. EDN UCKQPL. (In Russ.)
4. Cruz I., Cheetham J., Armon J., Yack J., Smith M. Alkamides from *Echinacea* disrupt the fungal cell wall-membrane complex. *Phytomedicine*. 2014;21(4):435-442. DOI: 10.1016/j.phymed.2013.10.025
5. Sidel'nikov N.I., Ossipov V.I., Sidel'nikov A.N., Haziyeva F.M. Pharmacologically active alkamides in the raw material of *Echinacea purpurea*. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2015;(8):3-8. EDN WAIQAX. (In Russ.)
6. Matyushin A.A., Nesterova O.Y., Malanova O.A., Popkov V.A. The prospects for pharmaceutical use of herbal raw material containing alkalamides. *Medical & pharmaceutical journal pulse*. 2017;19(1):123-128. EDN XTCTKV. (In Russ.)
7. Vichkanova S.A., Kolkhir V.K., Sokolskaya T.A., et al. Medicinal products from plants. M. ADRIS, 2009. 431 p. ISBN 978-5-903155-03-3. EDN QLVFKB. (In Russ.)
8. Haziyeva F.M., Korotkikh I.N., Kovalev N.I., Burova A.E., Romashkina S.I., Samatadze T.E. Growth regulators and microfertilizer on *Polemonium caeruleum* L. application: effectiveness for medicinal raw material and seeds yield increasing. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022;14(3):90-104. DOI 10.12731/2658-6649-2022-14-3-90-104. EDN FZROQV. (In Russ.)
9. Sidel'nikov N.I., Kovalev N.I., Khaziyeva F.M. The growth regulators and micronutrients role under the herbs introduction in to culture. *Vestnik of the russian agricultural science*. 2018;(3):62-66. DOI 10.30850/vrsn/2018/3/62-66. EDN XUJTGP. (In Russ.)
10. Kovalev N.I. Applying of hydroxycinnamic acids on medicinal crops. *Agrohimia*. 2022;(8):87-96. DOI 10.31857/S0002188122080099. EDN QYFIZO. (In Russ.)
11. Sidel'nikov A.N., Khaziyeva F.M., Pushkina G.P., Bushkovskaya L.M. Biological bases of technology of cultivation of *Potentilla alba* L. M., 2017. 126 p. ISBN 978-5-9216-2230-2. EDN XOZYQX. (In Russ.)
12. Kovalev N.I., Pushkina G.P. Growth regulator and microfertilizers on Sage (*Salvia officinalis* L.) and Greater Burdock (*Arctium lappa* L.): effectiveness of complex application. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(4):79-83. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-79-83>. EDN GBLNFJ.
13. Tsitsilin A.N., Kovalev N.I., Korotkikh I.N., Kudrinskaya I.V., Babenko L.V., Savchenko O.M., Khaziyeva F.M. Research methodology during the introduction of medicinal and essential oil plants. M.: Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants," 2022. 64 p. ISBN 978-5-87019-103-4. EDN ELWOOS. (In Russ.)
14. Dospikhov B.A. Field experience methodology: with the basics of statistical processing of research results. M., 2013. 349 p. (In Russ.)
15. Malevannaya N.N. Zircon-immunomodulator of a new type. Active principle of the preparation - growth-regulating complex of hydroxycoric acids and their derivatives. "Zircon is a natural growth regulator. Application in agriculture." Collection of scientific works. M.: from NEST M., 2010. P. 3-8. (In Russ.)
16. Slastyia I.V., Lozhnikova V.N., Kondrat'eva V.V., Nilovskaya N.T. Effect of water stress and silicon compounds on the content of endogenous phytohormones and the growth of spring barley. *Agrohimia*. 2013;(8):38-48. EDN RORDHL. (In Russ.)

Об авторах:

Руслан Рамазанович Тхаганов – старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-2834-3131>, SPIN-код: 2150-4710, автор для переписки, krasnodarvilar@gmail.com
Николай Иванович Сидельников – академик РАН, доктор с-х наук, директор ФГБНУ ВИЛАР, SPIN-код: 2569-5980, AuthorID: 761157, Scopus ID 57190126607

About the Authors:

Ruslan R. Thaganov – Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-2834-3131>, SPIN: 2150-4710, Correspondence Author, krasnodarvilar@gmail.com
Nikolay I. Sidel'nikov – Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr.Sci. (Agr.), director of FSBSI VILAR, SPIN: 2569-5980, Scopus ID 57190126607

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-87-91>
УДК 633.15:581.1.045:631.437.31

Raji Al-Awadi^{1,*},
Abdullah Ulas², Ali Irfan ILBAS²

¹ Agriculture ministry
Kut, Iraq

² Erciyes University
Kayseri, Turkey

*Corresponding Author: rajiali1960@gmail.com,
raji_ali_1961@yahoo.co.uk

Conflict of interests. The authors have no conflict of interests to declare.

Authors' Contribution: All authors participated in the planning and setting up of the experiment as well as in the analysis of the experimental data and the writing of this paper.

For citation: Al-Awadi R., Ulas A., ILBAS A.I. The effect of irrigation water quality on the growth of maize plants, electric conductivity and pH of the soil. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):87-91. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-87-91>

Received: 05.11.2023

Accepted for publication: 05.12.2023

Published: 19.02.2024

Раджи Аль-Авади^{1,*},
Абдулла Улас², Али Ирфан Ильбас²

¹ Министерство сельского хозяйства
Кут, Ирак

² Университет Erciyes
Кайсери, Турция

*Автор для переписки: rajiali1960@gmail.com,
raji_ali_1961@yahoo.co.uk

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов: Все авторы в равной степени принимали участие в написании статьи.

Для цитирования: Al-Awadi R., Ulas A., ILBAS A.I. The effect of irrigation water quality on the growth of maize plants, electric conductivity and pH of the soil. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):87-91. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-87-91>

Поступила в редакцию: 05.11.2023

Принята к печати: 05.12.2023

Опубликована: 19.02.2024

The effect of irrigation water quality on the growth of maize plants, electric conductivity and pH of the soil

Check for updates



ABSTRACT

The research aims to determine the response of the Maize crop to irrigation with salt water during the growth stages, and to study the accumulation of salts in the soil, the degree of their interaction, and the efficiency of water use.

Three types of irrigation water with salt concentrations (1.5, 4.5, 6.5) dSm⁻¹ with three replicates for every kind water. The Randomized Complete Blocks Design was used in the experiment, and it was statistically analyzed using SPSS. Statistically significant differences were found at the 5% level according to Duncan's method. Statistical analysis showed that there were significant differences attributed to the salinity of irrigation water at the level of 4.5 dsm⁻¹ (T2), which caused about 50% damage in plant height, root growth, leaf area per cob length, weight of 500 seeds, grain yield, and soil. Compared to salinity if irrigated with 1.5 dsm⁻¹ (T1) salinity of river water. Using water with a salinity of 6.5 dsm⁻¹ (T3) as wastewater resulted in a reduction of all apparent plant characteristics by 75%. An increase in soil salinity was also observed at the end of the experiment compared to its salinity at the beginning of the experiment, and this damage increases with an increase in the electrical conductivity of the water used in irrigation operations. It has been observed that soil PH decreases with increasing soil salinity.

KEYWORDS:

Maize, Salt water, Phenotypic characteristics, Water use efficiency, Duncan

Влияние качества поливной воды на рост растений кукурузы, электропроводность и pH почвы

РЕЗЮМЕ

Целью исследований является определение реакции кукурузы на орошение соленой водой на этапах роста, изучение накопления солей в почве, степени их взаимодействия и эффективности использования воды.

Использовали три типа поливной воды с содержанием солей 1,5, 4,5, и 6,5 dSm⁻¹ в трех повторностях для каждого вида воды. В эксперименте применяли рандомизированный дизайн полных блоков, который был статистически проанализирован с использованием SPSS. Статистически значимые различия были обнаружены на уровне 5% по методу Дункана. Статистический анализ показал, что существуют значительные различия, связанные с соленостью поливной воды на уровне 4,5 dSm⁻¹ (T2), что приводит к примерно 50% снижению высоты растений, уменьшению роста корней, площади листьев, длины початка, массы 500 семян, урожайности зерна и ухудшению почвы по сравнению с минерализацией при орошении соленостью речной воды 1,5 dSm⁻¹ (T1). Использование в качестве поливной воды с минерализацией 6,5 dSm⁻¹ (T3) привело к снижению всех видимых характеристик растений на 75%. В конце эксперимента также наблюдалось увеличение засоления почвы по сравнению с ее засолением в начале эксперимента, причем этот ущерб увеличивается с увеличением электропроводности воды, используемой в оросительных системах. Было замечено, что pH почвы снижается с увеличением засоления почвы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

кукуруза, поливная вода, соленость воды, фенотипические характеристики, эффективность использования воды

Introduction

Year after year, the need for irrigation water increases until it has become a restriction for agriculture, at a time when there is waste in water use.

The priority was to think about investing in limited water and even using salt water in agriculture, even though Ayers and Westcott [1] classified wastewater as salty. 3.5 dSm^{-1} , considering that it is highly salty water, but it is used in agriculture, which causes the soil salinity to rise up to 4.9 dSm^{-1} .

Fahd et al. [2] indicated the possibility of irrigating yellow maize crops with salt water depending on the stages of growth and its effect on the plant and the accumulation of salts, while Al-Saadawi, and Dahash [3] showed the response of irrigating different types of barley with salt water during different growth stages and the importance of adding salt irrigation water. During growth stages that are not sensitive to salinity, as the germination and emergence stage is the most sensitive stage to salinity for most crops.

Shaaban, et al. [4] studied the effect of different quantities and types of irrigation water on the growth and composition of maize and the distribution of some ions in the soil and found a significant decrease in the absorption of iron, zinc and manganese in plants irrigated with salt water.

Douri [5] indicated that high salinity of irrigation water led to an increase in salt accumulation in the soil, an increase in the concentration of sodium, calcium and magnesium ions in the soil solution and a significant decrease in growth and development plants.

As for Al-Helou et al [6] it was shown that the accumulation of salts in the soil leads to an increase in total dissolved salts (TDS) during irrigation, which lead to a negative impact on plant growth and had a negative impact on agricultural production, and this is as shown by Al-Rubaie et al. [7] therefore, the soil must be washed after harvesting.

The research aims to determine the response of the Maize crop to irrigation with salt water during the growth stages, and to study the accumulation of salts in the soil, the degree of their interaction, and the efficiency of water use.

Materials and Methods

The experiment was carried out at Al-Dabouni Research Station located in the Al-Aziya district at longitude: $45^{\circ}.063$ and latitude $32^{\circ}.9107$

It is bordered to the south by Wasit Governorate, 90 km away, to the north by Baghdad Governorate, 120 km away. It is bordered to the east by Diyala Governorate, 30 km away, and to the west, by Babylon Governorate, 90 km away.

Soil samples were taken to depths of 0-25 cm to determine some chemical and physical soil properties, to grow a plant (*Zea mays*) in the fall season of 2023 in soil woven with Silt Loam.

The average soil electrical conductivity was 2.4 dSm^{-1} and its pH reaction was 7.4. Maize was grown in conditions of the first three three water treatments (salt water mixed with irriga-

tion water to have an electrical conductivity of 4.5 dSm^{-1}

The second treatment: (water, salinity more than 6.5 dSm^{-1}), the third treatment (river water, salinity 1.5 dSm^{-1}). Each irrigation treatment was repeated three times.

The land was prepared by plowing, leveling and fertilizing according to the recommendations of specialists. Local corn seeds planted in plank method (m x m) with 50cm lines between line and line.

A seed bed dug 5cm deep and the distance between one bed and another was 20 cm.

That is 15 plants per square meter, every seed that was planted, and after growth, one of them was removed.

The first irrigation for all treatments was done with river water only.

Subsequent irrigations were performed with water with an electrical conductivity of 4.5 dSm^{-1} and 6.5 dSm^{-1} . The control sample was irrigated with water of 1.5 dSm^{-1} conductivity

It gave 8 irrigations within 115 days (corn life) starting from planting on 8/27/2023.

Eight irrigations were carried out within 115 days of the corn life, starting from planting on August 27, 2023, at a rate of three plantings per square meter for each type of irrigation water.

Statistical analysis:

The research was designed according to randomized complete blocks (RCBD) of three water treatments with three replicates for each treatment.

Table 1. Some physical and chemical characteristics of the soil used in the study

Adjective		Value
pH		7.40
EC Dsm^{-1}		2.40
The dissolved ions Mmol L^{-1}	Ca ⁺⁺	3.67
	Mg ⁺⁺	0.89
	Na ⁺	2.41
	K ⁺	0.35
	Cl ⁻	1.24
	SO ₄ ⁻⁻	5.26
	HCO ₃ ⁻	2.23
Soil separators g kg^{-1}	Sand	302
	silt	460
	clay	233

Table 2. Mineral composition, pH and electrical conductivity (EC) of irrigation water before planting

Irrigation water	HCO ₃ mmol L^{-1}	SO ₄ mmol L^{-1}	Cl mmol L^{-1}	Na ⁺ mmol L^{-1}	Mg ⁺⁺ mmol L^{-1}	Ca ⁺⁺ mmol L^{-1}	pH	EC dSm^{-1}
Drainage water	8.5	8.7	15.8	13.1	8.2	6.2	7.6	6.5
River water	2.9	4.6	4.7	6.3	2.7	5.1	7.8	1.5

Table 3. ANOVA explained sum of squares, mean square and significance

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Plant height	Between Groups	21650.000	2	10825.000	30.929	.001
	Within Groups	2100.000	6	350.000		
	Total	23750.000	8			
Root length	Between Groups	302.000	2	151.000	37.750	.000
	Within Groups	24.000	6	4.000		
	Total	326.000	8			
Ear length	Between Groups	122.000	2	61.000	36.600	.000
	Within Groups	10.000	6	1.667		
	Total	132.000	8			
Leaf area	Between Groups	39920000.000	2	19960000.000	124.750	.000
	Within Groups	960000.000	6	160000.000		
	Total	40880000.000	8			
500 grain weight	Between Groups	10338.000	2	4.694	18.695	.003
	Within Groups	1234.000	6	.251		
	Total	11572.000	8			
Grain yield	Between Groups	9.389	2	12.250	59.274	.000
	Within Groups	1.507	6	.207		
	Total	10.896	8			
EC	Between Groups	24.500	2	.370	22.200	.002
	Within Groups	1.240	6	.017		
	Total	25.740	8			
PH	Between Groups	.740	2			
	Within Groups	.100	6			
	Total	.840	8			

SPSS statistical analysis was conducted and significant differences were found at the probability level of 0.05, using Duncan's method.

Results and Discussion

Plant growth and salt accumulation were monitored after harvest. The results showed significant differences at the 5% level in plant height, root length, Ear length, leaf area, 500 grains weight, yield, and soil salinity.

Plant height (cm)

Mean height of plants supplied with low conductivity water measured after harvesting reached 190 cm. Appropriate decrease in plant height was registered with the increase of water salinity, mean value reaching 135 cm at 4.5 dSm⁻¹ water conductivity (T2).

The reason for this decrease is a negative effect of continued irrigation with salt water during the growing season.

High salinity water (EC 6.5 dSm⁻¹) reduced plant height of the plants up to 70 cm with T1 treatment.

The phenomenon was consistent with the results of Monowara and Khatun [8] on the effect of salt water on plant height. Fernandez-Ballester [9] also indicated the growth inhibition effect of salt water.

Salt stress also leads to a decrease in the production of DNA that participates in leaves production.

According to Abboud, Hadi Yasser and Riad Abdel Zaid [10] maize plant irrigation with different water electrical conductivity from 1.8 to 3, 4.5, and 6 dSm⁻¹ resulted in a decrease of maize height from 87 cm to 73.96, 68, 51, 59.72 cm, respectively.

Root length (cm)

The results showed that roots were significantly affected by high salty irrigation water (T3) characterized by root length of 14 cm, while river water sample (T1) produced root length of 32 cm, and in T2 case the root length was 23 cm.

Thus, percentage decrease of root length in T2 and T3 conditions reached 28.1 % and 56.25 % for T2 and T3 conditions compared to T1.

Table 4. The effect of irrigation water quality on the phenotypic characteristics of Maize and soil salinity and pH

Irrigation treatments	Plant height (cm)	Root length (cm)	Ear height (cm)	Leaf area (cm ²)	500 grain weight (g)	Yield (t.ha ⁻¹)	EC (dSm ⁻¹)	pH
River water 1.5 dSm ⁻¹ (T1)	190*	28*	20*	8000*	153*	6.0*	4.5	7.8*
River water 4.5 dSm ⁻¹ (T2)	135	23	16	4400	110	4.8	6.0	7.4
River water 6.5 dSm ⁻¹ (T3)	70	14	11	3000	70	3.5	8.5*	7.1

* significant differences at a probability $P < 0.05$

Water salinity is known to cause a decrease in water absorption and seed imbibition and slow seed transformation during germination, in addition to inhibiting division and elongation processes due to salts [11].

Ear height (cm)

Accordingly Ear length decreased due to water salinity reaching 20% in T2 treatment and 45% in T3 treatment compared to river water application (T1).

The reason may be that salinity inhibits the process of photosynthesis and the manufacture of carbohydrates, which negatively affects cell division and plant growth [12].

Leaf Area (cm²)

The leaf area was measured before the harvesting stage according to the following equation:

Leaf area (cm²) = leaf length x maximum width x 0.75
Correction factor: 0.75 [13]. Plants under T3 treatment demonstrated a 62.5% decrease of leaf area compared to T1 conditions which was in accordance with the observation of leaf chlorophyll content decrease with increasing levels of salinity due to osmotic pressure and the toxic effect of salinity.

This is consistent with the opinion of Bouchareb [14] that the decrease in the total leaf area may be due to the decrease in the number of leaves and their lack of expansion with increasing salinity and lack of irrigation.

The expansion of leaf area depends on leaf swelling, temperature, and drought which lead to a reduction in leaf area as a result of the inhibition of leaf expansion during a decline in the photosynthesis process.

leaf during a decline in the photosynthesis process, and this is consistent with the results of Al-Azzawi [15]. The RNA content of leaves decreases when salinity levels rise from (1.9-17.9 dSm⁻¹) [16].

500 grain weight (g)

Statistical analysis indicates that there is a significant difference when treated with irrigation with river water (T1) with a value of 153 grams, while the treatment with irrigation with drainage water (T3) was 70 grams, meaning that the weight of 500 seeds decreased by an estimated rate of 54.2%, while the treatment with river water mixed with drainage water (T2) gave a value of 110 grams (28.1%).

This decrease is caused by the salinity of irrigation water, which affected the growth of the dry matter of the grains.

It can be noted that the convergence between the decrease in yield and the decrease of approximately 500 grains is less than 50%.

Grain yield (t.ha⁻¹)

The highest grain yield reached 6 t.ha⁻¹ for T1 treatment which is significantly higher than for T2 (4.8 t.ha⁻¹) and T3 treatments (3.5 t.ha⁻¹) and this indicates the importance of providing fresh water in agriculture or performing soil washing operations after the planting season. Accordingly grain yield decrease reached 20% and 41.7% for T2 and T3 conditions.

The results were consistent with the data of Malash, et al. [17] and Bouchareb [14] who demonstrated a 20% decrease in corn grain yield by using different salinity levels of water between 3-4.5 dSm⁻¹.

Soil analysis after the experiment

Salt accumulation in soil

The average soil salinity before planting was 4.2 dSm⁻¹ for depth 0-25 cm increasing up to 4.50 dSm⁻¹ in T1, 6.00 dSm⁻¹ at T2 and 8.50 dSm⁻¹ at T3 salinity levels which corresponds to a 50% increase of soil salinity at the end of the season and indicates significant salt accumulation at the end of the agricultural season and the necessity of soil washing process application.

There is a strong positive moral correlation between the salinity of the soil after irrigation with salty water and the ions of sodium and magnesium in comparison to calcium, because these ions are the basis for raising the salinity of the soil.

This result was proven by Hadithi et al. [12] when they said that increasing the salinity of irrigation water from 1.2 to 4 and 8 dSm⁻¹ led to an increase in soil salinity after harvest from 4.77 to 8.20 and 13.96 dSm⁻¹, respectively.

Furthermore, a negative relationship between pH and the salinity level was recorded by Al-Azzawi [15].

In a whole, it seems obvious that the soil characteristics are most affected by the quality of irrigation water and the most rapid changes are the chemical characteristics of the soil such as electrical conductivity (EC) and the degree of soil interaction (pH).

Irrigation with salty water led to an increase in the concentration of sodium and magnesium after the experiment (3.33),(1.58) (mmolL⁻¹) compared to the initial concentrations of sodium (2.41 mmolL⁻¹) and magnesium (0.89, mmolL⁻¹). In our trial calcium concentration increased from 3.67 mmol L⁻¹ to 5.48 mmol L⁻¹ which was in agreement with Abdal Majeed, et al. [18] who demonstrated that salty water utilization led to a reduction in the saturated water conductivity of the surface soil layer by 15.2% compared to river water application which maintained the level of water conductivity, the phenomenon is connected with the increased concentration of sodium and magnesium compared to calcium, and the dispersion of soil particles and decreased permeability.

Soil pH

The results of the analysis after harvest showed a decrease of pH in soil which was irrigated with T3 drainage water, so it was 7.1, while the degree of soil interaction in the soil that was irrigated with T1 river water was 7.8.

As for the soil that was irrigated with the T2 treatment, its pH was 7.4.

pH decrease with increasing water salinity concentration is known as a dilution effect. The reason is that cations of high concentration of salts exchange with hydrogen bound to the surface of soil particles [19].

The concentration of ions increased with increasing mixing with drainage water, especially for the first depth, 0-30 cm.

It is also noted that the concentration of calcium, sodium, and sulfate ions increases with the increase of the drainage water application

Conclusion

The greater salinity of the irrigation water, the lower the plant production of the corn plant and the greater the accumulation of salts in the soil. Increasing the salinity of the irrigation water from 1.5 to 4.5 dSm⁻¹ will decrease production to 50%. If they use water with a salinity of more than 6.5 dSm⁻¹, the production will decrease to 75%. Production is 100% at the water salinity level of 1.5 dSm⁻¹.

This result applies to the soil, as the salinity of the irrigation water increases, the salinity of the soil will increase.

Recommendations

The use of salt water, although important in reducing the use of fresh water, effectively causes an increase in soil salinity, so we advise against expanding the use of irrigation water if its conductivity is 6 dsm⁻¹.

Drainage water may have a small effect on corn plants, but its effect on soil properties is significant.

Therefore, we recommend using organic fertilization because of its importance in reducing soil salinity.

Adding organic waste reduces the damage caused by the salinity of irrigation water and improves the distribution of soil pores, which increases its ability to retain water and aeration, increases root secretions, and reduces the harmful effect of salts in the soil. Soil solution.

Finally, we recommend using sprinkler and drip irrigation methods for growing yellow corn due to its impact on the amount of production and reducing water consumption.

References / Литература

1. Ayers R.S., Westcott D.W. Water Quality for Agriculture. *FAO Irrigation and Drainage Paper*. 1989. 29. Rev. 1. Rome. <https://www.fao.org/3/t0234e/T0234E00.htm>
2. Fahd, Ali Abd, Kamal Yaqoub Shaba, Ibrahim Lafta Jiyad. Using water for of saline soil. *Iraqi Agriculture Journal*. 2006;11(1):1-12. <https://ijarmoa.gov.iq/files15>
3. Al-Saadawi Ibrahim Shaaban, Muhammad Ibrahim Dahash. Response of different barley varieties to irrigation with salt water during different stages of the growth. *Iraqi Agriculture Journal*. 2000;7(4):64. <https://ijarmoa.gov.iq/files>
4. Shaaban M.M., Housien M.M., El-Saady A.M. Nutritional status in shoots of barley genotypes as affected by salinity of irrigation water. *Amer. J. plant physiol*. 2008;3(2):89-95. DOI:10.3923/ajpp.2008.89.95.
5. Al-Douri, Walid Mahmoud. Salinity tolerance of bread wheat irrigated with salt water during different growth stages. Doctoral thesis College of Agriculture -University of Baghdad. 2005.
6. Al-Helou, Abdel-Zahra Abdel-Rasoul. Some chemical specifications of Shatt al-Arab water and its suitability for various uses in the city of Basra. *Marine Science Journal*. 2001;16(1):10. https://scholar.google.com/citations?vie_op7Dif8C
7. Al-Rubaie, Abbas Hussein, Al-Ani, Fahmiya Abdel-Latif, Al-Jubouri, Rashid Khudair. Study of the effect of gibberellin acid and salinity on the nucleic acid content of yellow corn leaves. *Babylon University Journal*. 1996;1(3):205-206. <https://www.journalofbabylon.com/index.php/JUB-PAS/article/view/751/553>
8. Monowara Khatun, Md Asif Rahan Shuvo, Md Tareq Bin Salam, S.M Hafizur Rahman. Effect of organic amendments on soil salinity and the growth of maize (*Zea mays* L.). *Plant Science Today*. 2019;6(2):106-111. <https://doi.org/10.14719/pst.2019.6.2.491>
9. Fernandez-Ballester G., Garcia-Sanchez F., Cerda A., Martinez V. Tolerance of citrus Rootstock seedlings to saline stress based on the ability to regulate ion uptake and transport. *Trees Physiol*. 2003;(23):265-27. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12566262/>
10. Abboud, Hadi Yasser, Riad Abdel Zaid. Adsorption of positive mineral ions in soil treated with sewage waste and its effect on the growth of yellow corn. *Journal of University of Babylon*. 2015;23(3):165-177. <https://www.iasj.net/iasj/article/108148>
11. Saleh, Shaker Mahdi, Mona Ayed. Physiological responses of maize Plants developing under the influence of some types of environmental stress). *Tikrit University Journal of Agricultural Sciences*. 2018;18(3):1-10. ISSN-1813-1646. <https://www.iasj.net/iasj/article/147842>
12. Al-Hadithi, Essam Muhammad Abdel Hamid, Al-Jumaili, Abboud Muhammad Hazim. Double irrigation technique under surface irrigation. *Rafidain Engineering journal*. 2007;(4):53-60. https://rengj.mosuljournals.com/article_44745_ar.html
13. Arkel, H. Van. Leaf area determinations in sorghum and maize by the length-width method. *Netherlands Journal of Agricultural Research*. 1978;26(2):170-180. <https://library.wur.nl/ojs/index.php/njas/article/view/17096>
14. Bouchareb, Radia. The balance of nucleic acids and amino acids in durum wheat (*Triticum durum* Desf) growing under saline conditions. Master Thesis. Mentouri University – Algeria. 2008. https://bu.umc.edu.dz/theses/biologie/ABOU_2464.pdf
15. Al-Azzawi, Kazem Makki Nasser. The effect of irrigation management using salt water on soil properties and yield of yellow-row corn. Master's thesis - Department of Soil and Water Sciences. College of Agriculture / University of Baghdad. 2010. <https://iqr.iq/search?view=ec1b1f6a1d60862351edabc9c51f21b8>
16. Rhoades J.D., Kandiah A., Mashadi A.M. The use of saline water for crop production. *FAO Irrigation and Drainage*. Paper 48. Rome, Italy. 1992. <https://www.sleigh-munoz.co.uk/wash/Mara/FAOsaline/Saline0a.pdf>
17. Malash N M., Flowers T J., Ragab R. Effect of Irrigation method and salinity of irrigation water on tomato yield, soil moisture and salinity distribution. *Irrig Sci*. 2008;(26):313-323. <https://www.proquest.com/docview/204761354>
18. Abdal Majeed, Osama Abdel Karim, Adnan Hamid Salman, Ibtisam Majeed Rashid, Ahmed Hussein Tali. The effect of irrigation water salinity on the levels of some nutrients available in sandy soil. *Iraqi Agriculture Journal (Research)*. 2016;21(1):88. <https://www.iasj.net/iasj/download/09481b1016199dd8>
- 19- Al-Hassan, Haider Hashem. Study of some chemical properties of soil. 2021. A lecture published in Arabic on the website <https://hama-univ.edu.sy/newsites/agricultural/wp-content/uploads/2021/05-31-3-2021pdf>

About the Authors:

Raji Al-Awadi — PhD, Researcher, Agriculture ministry, Iraq – Kut, Erciyes University, Faculty of Agriculture, Kayseri, Turkey, Corresponding Author, raji_ali_1961@yahoo.co.uk, <https://orcid.org/0000-0002-0323-7957>

Abdullah Ulas — Prof., Erciyes University, Agriculture faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Kayseri, Turkey, agrus@erciyes.edu.tr

Ali Irfan ILBAS — Prof, Erciyes University, Agriculture faculty, Crops Department, Kayseri, Turkey, iilbas@erciyes.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9640-5237>

Об авторах:

Раджи Аль-Авади — PhD, научный сотрудник Министерства сельского хозяйства Ирака – Кут, Университет Ерцис, сельскохозяйственный факультет, Кайсери, Турция, автор для переписки, raji_ali_1961@yahoo.co.uk, <https://orcid.org/0000-0002-0323-7957>

Абдулла Улас — профессор, Университет Ерцис, факультет сельского хозяйства, кафедра почвоведения и питания растений, Кайсери, Турция, agrus@erciyes.edu.tr

Али Ирфан Ильбас — профессор, Университет Ерцис, факультет сельского хозяйства, отдел растениеводства, Кайсери, Турция, iilbas@erciyes.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9640-5237>

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-92-97>
УДК 633.63:631.531.011.2

В.Н. Зеленков^{1,*}, В.В. Латушкин²,
С.В. Гаврилов³, П.А. Верник³, М.И. Иванова²

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» 117216, Россия, г. Москва, ул. Грина, д. 7

² Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) 140153, Россия, Московская область, Раменский район, д. Верей, стр. 1500

³ Автономная некоммерческая организация «Институт стратегий развития» 107031, Россия, г. Москва, ул. Петровка, д. 15/13, стр. 5

*Автор для переписки: zelenkov-raen@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Зеленков В.Н., концептуализация идеи и ее проверка на модели проращивания семян сахарной свеклы, руководство научной работой, планирование и организация эксперимента, анализ и оценка результатов, анализ литературы, редактирование статьи. Латушкин В.В., планирование, постановка и проведение экспериментов и их обработка, анализ литературы, оформление статьи и ее редактирование. Верник П.А., планирование эксперимента, обеспечение эксперимента программной частью для функционирования пилотной установки агробиотоники с монохроматическим излучением. Гаврилов С.В., измерение спектральных характеристик светодиодных светильников, оформление пилотной установки с монохроматическим излучением, проведения эксперимента, программное обеспечение эксперимента. Иванова М.И., планирование эксперимента с сахарной свеклой, анализ литературы по тематике, редактирование статьи.

Для цитирования: Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Гаврилов С.В., Верник П.А., Иванова М.И. Влияние монохроматического излучения разного спектра на прорастание семян (соплодий) свеклы сахарной (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.). *Овощи России*. 2024; (1):92-97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-92-97>

Поступила в редакцию: 25.11.2023

Принята к печати: 25.01.2024

Опубликована: 19.02.2024

Valery N. Zelenkov^{1,*}, Vyacheslav V. Latushkin²,
Sergey V. Gavrilov³, Petr A. Vernik³,
Maria I. Ivanova²

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants. ароматических растений» 7, Grina str., Moscow, Russia, 117216

² All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" p. 500, Vereya village, Ramensky district, Moscow region, 140153, Russia

³ Independent NPO Institute for Socio-Economic Strategies and Development Technologies (Institute for Development Strategies) 15/13, bldg. 5, Petrovka str., Moscow, 107031, Russia

*Corresponding Author: zelenkov-raen@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: Zelenkov V.N., conceptualization of the idea and its testing on a model of germination of sugar beet seeds, supervision of scientific work, planning and organization of the experiment, analysis and evaluation of results, literature analysis, manuscript editing. Latushkin V.V., planning, setting up and conducting experiments and their processing, literature analysis, design of the manuscript and its editing. Vernik P.A., planning the experiment, providing the experiment with software for the operation of a pilot installation of agrobiophotonics with monochromatic radiation. Gavrilov S.V., measurement of the spectral characteristics of LED lamps, design of a pilot installation with monochromatic radiation, conducting an experiment, experiment software. Ivanova M.I., planning an experiment with sugar beets, analyzing literature on the topic, editing the manuscript.

For citation: Zelenkov V.N., Latushkin V.V., Gavrilov S.V., Vernik P.A., Ivanova M.I. Effect of photons of the far red region in the spectrum of LED radiation on the growth and development of sugar beet plants (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.). 2024; (1):92-97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-92-97>

Received: 25.11.2023

Accepted for publication: 25.01.2024

Published: 19.02.2024

Влияние монохроматического излучения разного спектра на прорастание семян (соплодий) свеклы сахарной (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.)



РЕЗЮМЕ

Актуальность и методология. Задача управления ростом и развитием растений свеклы сахарной с помощью светотехнических устройств представляет интерес с точки зрения выявления биологических особенностей культуры и в селекционной практике. Цель исследований – определить ответную реакцию растений на воздействие низкоэнергетического монохромного излучения на начальном этапе онтогенеза (прорастание семян (соплодий) свеклы сахарной). В этой связи семена гибрида Смена проращивали в темноте (контроль) и при разных вариантах непрерывного светодиодного освещения с длинами волн 380 нм, 440 нм, 525 нм, 660 нм и 730 нм.

Результаты. Реакция семян и ростков свеклы сахарной на освещение монохроматическим светом зависит от длины волны. Проращивание семян при облучении монохроматическим дальним красным светом приводит к снижению энергии прорастания на 23%, всхожести семян на 39%, высоты ростков и надземной биомассы на 21,8% по сравнению с контролем (темновое проращивание). Близкие показатели наблюдали по отрицательному эффекту красного света. Воздействие УФ-А света (380 нм) приводило к повышению энергии прорастания на 4%, однако всхожесть, наоборот, снижалась на 12%. Снижалась также (на 9,9%) наземная биомасса ростков. Облучение зеленым и синим светом благоприятно сказывалось на росте: наземная биомасса увеличилась на 19,8% при зеленом спектре и на 7,3% – синем. При этом не наблюдали снижения энергии прорастания и всхожести по сравнению с контролем. Энергия прорастания под влиянием синего света даже возрастала на 12%. При темновом проращивании на 10 сутки формировались вытянувшиеся этиолированные ростки, тогда как в вариантах зеленого, синего и УФ-А облучения – гармонично развитые темно-зеленые ростки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

монохроматическое излучение, спектральный состав света, сахарная свекла, прорастание семян, синерготрон, биометрические показатели

Effect of photons of the far red region in the spectrum of LED radiation on the growth and development of sugar beet plants (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.)

ABSTRACT

Relevance and methodology. The task of controlling the growth and development of sugar beet plants with the help of lighting devices is of interest from the point of view of identifying biological features of the culture and in breeding practice. The purpose of the research is to determine the response of plants to the effects of low-energy monochrome radiation at the initial stage of ontogenesis (germination of seeds (coplodia) sugar beet). In this regard, the seeds of the hybrid Smena were germinated in the dark (control) and under different variants of continuous illumination with wavelengths of 380 nm, 440 nm, 525 nm, 660 nm and 730 nm.

Results. The reaction of sugar beet seeds and sprouts to illumination with monochromatic light depends on the wavelength. Germination of seeds when irradiated with monochromatic far-red light leads to a decrease in germination energy by 23%, seed germination by 39%, the height of sprouts and aboveground biomass by 21.8% compared with the control (dark germination). Similar indicators were observed for the negative effect of red light. Exposure to UV-A light (380 nm) led to an increase in germination energy by 4%, but germination, on the contrary, decreased by 12%. The terrestrial biomass of sprouts also decreased (by 9.9%). Irradiation with green and blue light had a positive effect on growth: the terrestrial biomass of sprouts increased by 19.8% with a green spectrum and 7.3% blue. At the same time, there was no decrease in germination energy and germination compared to the control. The germination energy under the influence of blue light even increased by 12%. With dark germination, elongated etiolated plants were formed on the 10th day, whereas in the variants of green, blue and UV-A irradiation, harmoniously developed dark green shoots were formed.

KEYWORDS:

monochromatic radiation, spectral composition of light, sugar beet, seed germination, synergotron, biometric indicators

Введение

Выращивание растений в регулируемых условиях с использованием светодиодного освещения позволило физиологам воздействовать на рост, метаболизм, продуктивность растений [1,2]. Из способов регулирования наиболее перспективными являются технологии с использованием света различного спектрального состава. В целом, проблема направленной регуляции составляющих продукционного процесса фитоценозов при искусственном облучении является актуальной задачей светофизиологии растений [3,4]. Фотосинтетические и ростовые реакции растений во многом определяются совокупностью параметров освещения: уровень освещенности, спектральный состав, длительность и периодичность освещения [5]. Понимание целостности воздействия света и способов управления освещением дает возможность раскрыть потенциал роста и продуктивности растений. Многочисленными исследованиями установлено, что реакция растений на освещение светом различного состава далеко не всегда является однозначной, и зависит от генотипа и условий выращивания, фенологической фазы и других факторов [6,7].

Наиболее изучено воздействие на растения красного участка спектра, в большинстве исследований отмечается усиление роста у ряда культур [8,9]. Выращивание растений при синем свете в большинстве случаев приводит к снижению интенсивности ростовых процессов и формированию невысоких, крепких растений [10]. В то же время монохроматический синий свет повышает интенсивность фотосинтеза [11]. Установлено значительное влияние синего света на метаболизм и химический состав растений. Так, наибольшее накопление кверцетина, каротиноидов, белка и сухого вещества наблюдалось у капусты Кале на синем участке спектра [12]. Увеличение доли синего спектра при освещении приводит к усилению антиоксидантных свойств растений [6].

Зеленый свет, как следует из данных Мак-Кри и других авторов, не обладает высокой значимостью для фотосинтеза, в отличие от красного и синего спектров. Однако несомненна морфофизиологическая роль зеленого света. В ряде исследований установлено повышение активности ростовых процессов и изменение химического состава растений при облучении зеленым светом [13-15].

УФ-излучения являются в большинстве случаев повреждающими факторами роста и развития растений. В природных условиях истощение озонового слоя приводит к повышенному ультрафиолетовому излучению, которое влияет на рост растений [16]. Ультрафиолетовое излучение в данном случае – его средний диапазон, УФ-В, длина волны 320-280 нм [17]. Развитие адаптивных процессов при действии УФ-радиации на растения во многом находится под контролем системы фитохромов и криптохромов, представляющих собой набор фоторецепторов, работающих вместе с сигнальными системами [16,17]. Однако в отдельных случаях даже УФ-С-излучение (длина волны 280-100 нм) может быть использовано для улучшения физиологических и санитарных свойств семян растений, в частности, содержания касторового масла в определенных дозах (до дозы 20,7 кДж/м², выше которой УФ-С-излучение отрицательно влияет на энергию прорастания семян) [18]. Длинноволновое излучение УФ-А (320-400 нм), в свою очередь, часто благоприятно сказывается на росте и метаболизме растений [19]. Показано, что дополнительное УФ-облучение увеличивало концентрацию каротиноидов и хлорофилла в зеленом листовом салате, одновременно снижая уровни этих соединений в красном листовом салате [20].

Несмотря на проведенные исследования по оценке влияния спектров света на рост и развитие растений, описание ответных реакций остается неизученным в достаточной степени. Особенно это касается такой важной сельскохозяйственной культуры, как свекла сахарная. Поэтому цель данного исследования – изучить реакцию роста растений свеклы сахарной на изменение спектрального состава света при монохроматическом облучении. Задачами исследований, соответственно, являлось изучение влияния низкоэнергетического освещения на морфологические показатели прорастания семян и роста ростков свеклы сахарной.

Методы исследований

Объектом исследований служили семена (соплодия) и растения свеклы сахарной (*B. vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.) гибрида Смена.

Односемянный диплоидный гибрид на стерильной основе N типа Смена включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, в 2010 году. Допущен к использованию в регионах: Центрально-черноземный, Северо-Кавказский. Оригинатором является ФГБУ «Львовская опытно-селекционная станция» (Курская обл.).

В Центрально-Черноземном регионе средняя урожайность корнеплодов – 427 ц/га, содержание сахара – 18,1%, сбор сахара – 77,2 ц/га. Масса корнеплода – 556 г. В Курской области урожайность корнеплодов – 514,5 ц/га, содержание сахара – 17,4%, сбор сахара – 89,2 ц/га, у стандарта Львовский МС 29 соответственно – 475,0 ц/га, 18,0% и 85,2 ц/га. За годы испытаний в полевых условиях наблюдалось очень слабое поражение корневыми гнилями, церкоспорозом, средне - мучнистой росой, выше среднего – корнеедом. В Северо-Кавказском регионе средняя урожайность корнеплодов 412,0 ц/га, содержание сахара – 17,3%, сбор сахара – 75,8 ц/га, у стандарта Кубанский МС 74 – соответственно 398 ц/га, 17,7% и 74,5 ц/га. Масса корнеплода – 531 г. В Краснодарском крае превысил тот же стандарт по урожайности корнеплодов на 52,1 ц/га, содержанию сахара – на 0,1%, сбору сахара – на 11,0 ц/га при уровне соответственно 512,5 ц/га, 16,9% и 84,2 ц/га. За годы испытаний в полевых условиях наблюдалось очень слабое поражение церкоспорозом, среднее – мучнистой росой.

Семена гибрида Смена проращивали согласно ГОСТ 22617.2-94 в течение 4 суток для определения энергии прорастания и 10 суток – всхожести. Для семян использовали подложки из минеральной ваты. По мере подсыхания подложки увлажняли дистиллированной водой. Для проращивания и монохроматического облучения растений использовали макеты со встроенными точечными светодиодными источниками ультрафиолетовой области в 380 нм (СД УФ), синего света в 440 нм (СД СС), зеленого света в 525 нм (СД ЗС), красного света в 660 нм (СД КС) и дальнего красного света в 730 нм (СД ДКС). Измеренные параметры интенсивности по плотности потока фотонов на уровне семян на подложке из минеральной ваты составили для вариантов исследований при СД УФ, СД СС, СД ЗС, СД КС и СД ДКС: 0,367, 6,904, 1,683, 2,577 и 3,506 мкмоль/м²*с., соответственно. Режим инсоляции генерируемого света в экспериментах был непрерывным. Режим питания для ростков при проращивании семян растений был исключительно на резервных запасных веществах семян в течение всего эксперимента. Характеристики светодиодного освещения приведены в таблице согласно протоколам измерений на спектрометре PG 100 N компании UPReTek, Тайвань.

Таблица. Интенсивность светодиодного облучения по спектрам в эксперименте
Table. Intensity of LED irradiation by spectra in the experiment

Спектр	ppfd	pdf	pdf-uv*	pdf-fr*	pdf-b*	pdf-g*	pdf-r*
УФ (380 нм)	0,367	0,9506	0,4433	0,146	0,1067	0,127	0,1357
Синий (440 нм)	6,904	7,125	0,0302	0,194	6,523	0,213	0,1729
Зеленый (525 нм)	1,683	1,821	0,0159	1,683	0,1435	1,44	0,111
Красный (660 нм)	2,577	2,734	0,0176	2,577	0,087	0,135	2,358
Дальний красный (730 нм)	3,506	32,11	0,0435	28,77	0,171	0,182	3,156

*Uv – ультрафиолет, b – синий, g – зеленый, r – красный, fr – дальний красный, ppfd – плотность фотосинтетического фотонного потока (400-700 нм), мкмоль/м²*с, pdf – плотность фотонного потока (в области 300-800 нм), мкмоль/м²*с

Результаты исследований и их обсуждение

Одним из важных факторов прорастания семян является наличие или отсутствие света в этот период. По литературным данным, механизмы воздействия света на прорастание семян носят комплексный, неоднозначный характер [21]. В большинстве ранних литературных источников указывалось в основном на неблагоприятное влияние света на прорастание семян, однако в дальнейшем было сделано заключение, что большинство семян нейтральны к присутствию или отсутствию света при прорастании, но некоторые из них положительно реагируют на действие света [22,23]. По современным данным, для прорастания семян некоторых видов растений свет необходим (например, таких видов, как *Nicotiana*, *Lythrum*, *Chloris*), для других культур необходима, наоборот, темнота, а свет резко задерживает их прорастание (фацелия, амарант, клочовник, персидская вероника, тыква и др. [21,22]).

У светочувствительных видов реакция прорастающих семян на свет регулируется фитохромной пигментной системой. Красный свет стимулирует прорастание семян светочувствительных видов, дальний красный – ингибирует. Стимулирующее влияние красного света нивелируется, если после него семена облучаются дальним красным, и, наоборот. Состояние фитохрома может регулировать синтез по крайней мере четырех типов фитогормонов (ауксины, гиббереллины, этилен, АБК), что, очевидно, и является причиной запуска соответствующих метаболических процессов [21,23]. При этом характерен низкий порог интенсивности света, вызывающий способность к прорастанию у светочувствительных видов. Так, для семян березы достаточно 1 лк, семян сосны – 5 лк, а дальнейшее увеличение интенсивности освещения не оказывает заметного влияния [22,25].

В действующих ГОСТах на методы проращивания семян оговариваются условия определения всхожести – свет или темнота. Семена свеклы столовой и кормовой согласно ГОСТ Т 12038-84 необходимо проращивать в темноте, т.е. предполагается,

что воздействие света снижает количество проросших семян данной культуры. В специальном ГОСТ 22617.2-94 на проращивание семян сахарной свеклы не уточняется прямо необходимость темноты при проращивании, однако проращивание проводят в термостате. Кроме того, свекла сахарная, столовая и кормовая относятся к одному ботаническому виду, что дает основания предполагать сходные требования к условиям выращивания.

Проведенный нами эксперимент показал, что при соблюдении условий ГОСТ (проращивание в темноте) энергия прорастания составила 54%, всхожесть – 86% для контрольного варианта (рис. 1-2). Облучение светодиодами с разной длиной волны по-разному влияло на прорастание семян свеклы сахарной. Так, воздействие монохроматического дальнего красного света (730 нм) с плотностью потока фотонов 32,11 мкмоль/м²*с значительно угнетало процесс прорастания семян. Снижение энергии прорастания составило 42,6%, всхожести – 45,3%, по сравнению с контролем – проращиванием в темноте. Эти данные согласуются с известными физиологам эффектом дальнего красного света на прорастание семян. Однако при освещении красным светом (660 нм) с плотностью потока фотонов 2,734 мкмоль/м²*с также вело к

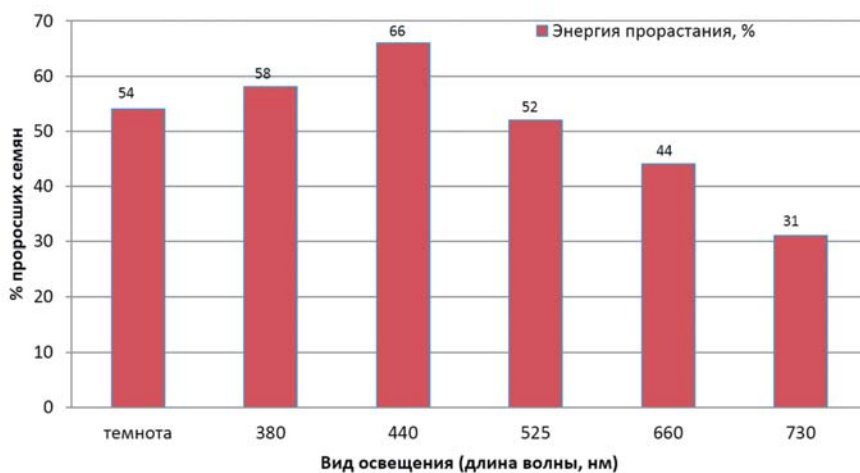


Рис. 1. Энергия прорастания семян свеклы сахарной в зависимости от вида освещения (НСР₀₅=1,4%)
Fig. 1. Germination energy of sugar beet seeds depending on the type of lighting (Isd₀₅=1,4%)

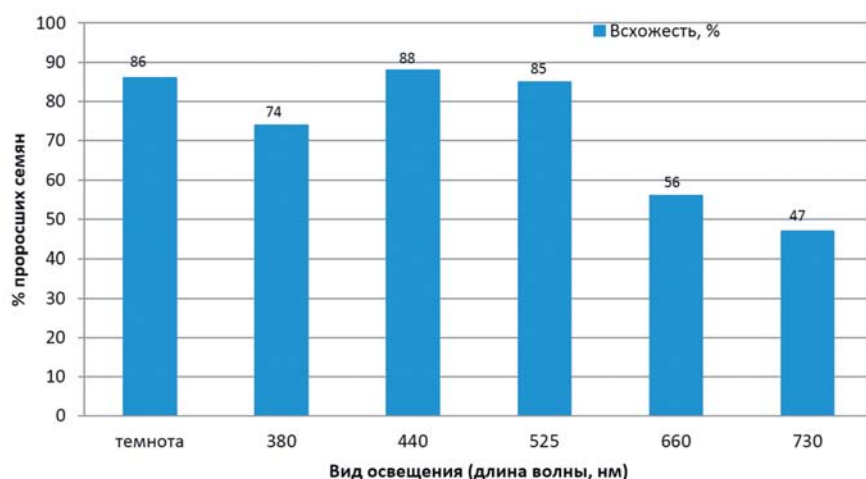


Рис. 2. Всхожесть семян свеклы сахарной в зависимости от вида освещения ($HCP_{05}=2\%$)
Fig. 2. Germination of sugar beet seeds depending on the type of lighting ($Isd_{05}=2\%$)

снижению посевных свойств семян относительно контроля. Показатели энергии прорастания снизились на 18,5%, а всхожести – на 34,9% относительно контроля.

В то же время воздействие монохроматического излучения в синей (440 нм) и зеленой (525 нм) областях при плотности потока фотонов 7,125 мкмоль/м²·с и 1,821 мкмоль/м²·с, соответственно, не приводит к снижению посевных свойств семян, и их различия по всхожести по сравнению с контролем статистически недостоверны. Энергия прорастания под влиянием синего света даже возрастала на 22,2% при сохранении показателя энергии прорастания для зеленого света (525 нм) относительно контроля. Вероятно, световые воздействия при этой длине волны способствуют стимуляции начальных физиологических процессов прорастания семян.

Воздействие УФ-А света (380 нм) приводило к повышению энергии прорастания на 7,4% по сравнению с темновым проращиванием. Однако всхожесть, наоборот, снижалась на 14%. Причины такого воздействия требуют изучения. Следует отметить, что увеличение энергии прорастания по сравнению с контролем наблюдалось и при облучении синим светом (440 нм), однако, в данном случае снижения всхожести семян отмечено не было.

Для более детального исследования влияния монохромного облучения на прорастание семян также проводились измерения высоты ростков (на 4, 6 и 10 сутки после посева) и надземной биомассы растений (на 10 сутки).

Динамика роста сеянцев представлена на рисунке 3. Сравнение ростков по высоте в темноте и при освещении осложняется тем, что без доступа света растения вытягиваются, приобретают светлую окраску, становятся этиолированными. Это наиболее заметно в третий срок наблюдения (на 10 сутки после посева семян). В данном случае высота ростков не может служить показателем нормального роста растений. Тем не менее, в варианте зеленого света высота ростков на 10 сутки приближалась к контролю, при этом ростки были хорошо развитые, не этиолированы, в отличие от контрольных. Хорошо развитые ростки, но несколько меньшей высо-

ты, формировались под синим и УФ-А светом. В начальный период прорастания (4 суток) ростки при освещении синим, зеленым и УФ-А светом превышали по высоте контрольный вариант. В промежуточный период наблюдений (на 6 сутки) растения в варианте зеленого света превосходили по высоте контроль, в вариантах синего и УФ-А света – на уровне контроля. Использование монохромного дальнего красного и красного освещения угнетает рост сеянцев во всех временных точках эксперимента (на 4, 6 и 10 сутки после посева семян). Отметим, что воздействие как красного, так и дальнего красного света, уменьшало энергию прорастания и всхожесть семян (рис. 1-2).

Наиболее информативны для оценки влияния монохроматического облучения при прорастании семян данные учета средней массы 100 ростков в конце периода проращивания – на 10 сутки после посева (рис. 4).

Данные эксперимента подтверждают, что воздействие дальнего красного и красного света угнетает рост растений на начальных этапах онтогенеза (10 суток от посева). Снижение массы 100 ростков составило по сравнению с контролем 21,8% для дальнего красного и 53,7% для красного света. Таким образом, проращивание под освещением с длинами волн 730 нм или 660 нм угнетает прорастание семян свеклы сахарной.

В то же время по сравнению с контролем (темнота) проращивание семян при зеленом и синем свете увеличивает массу ростков соответственно на 19,8% и 7,3%. Отметим, что при этих длинах волн не наблюдалось также уменьшения энергии прорастания и всхожести. Таким образом, монохроматический зеленый и синий свет благоприятно сказывались на прорастании семян и росте сеянцев сахарной свеклы. Под воздействием УФ-А освещения масса 100 ростков снижается, но не так значительно, как при красном и ДК свете (на 9,9%).

Таким образом, реакция семян и ростков свеклы сахарной на освещение монохроматическим светом зависит от длины волны. Это говорит об актуальности подбора вариантов спе-

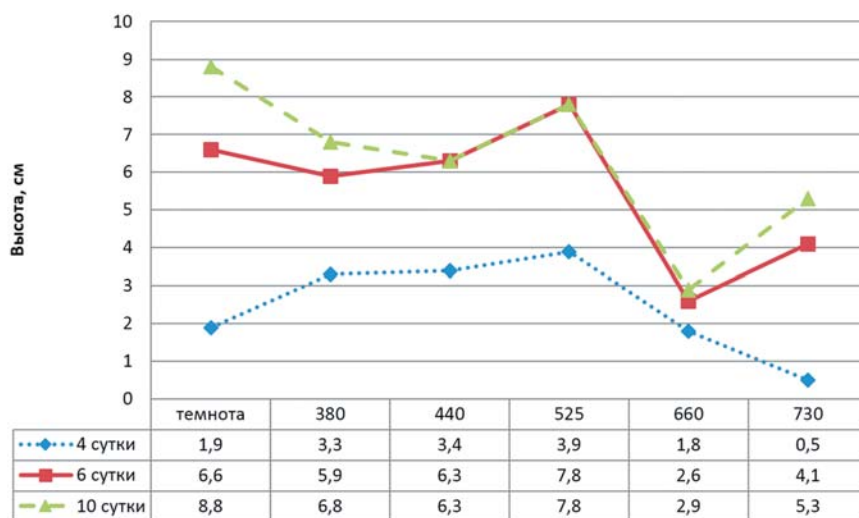


Рис. 3. Высота ростков свеклы сахарной в зависимости от вида освещения (на 10-е сутки $HCP_{05}=0,3$ см)
Fig. 3. Height of sugar beet sprouts depending on the type of lighting (on the 10th day $Isd_{05}=0.3$ cm)

Заключение

Экспериментально показано, что при проращивании семян (соплодий) свеклы сахарной под монохромным дальним красным светом энергия прорастания снижалась на 23%, всхожесть – на 39% по сравнению с контролем – темновым проращиванием. Масса 100 ростков уменьшалась на 21,8%, значительно уменьшалась длина ростков. Также отрицательные результаты получены при проращивании семян под красным светом (660 нм). В то же время установлена стимулирующая роль монохромного зеленого и синего света – увеличение массы ростков составило соответственно 19,8% и 7,3% при сохранении всхожести на уровне контроля – темнового проращивания. По экспериментальным данным, свекла сахарная относительно устойчива к монохромному УФ-А облучению.

Полученные данные могут быть использованы для изучения биологических особенностей свеклы сахарной, технологий предпосевной подготовки соплодий и при разработке систем освещения на разных этапах онтогенеза при выращивании в закрытых агробiotехносистемах.

Материалы представленной в статье работы были доложены и обсуждены на VIII международной научно-практической конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки», Симферополь, 25-29 сентября 2023 г [27].

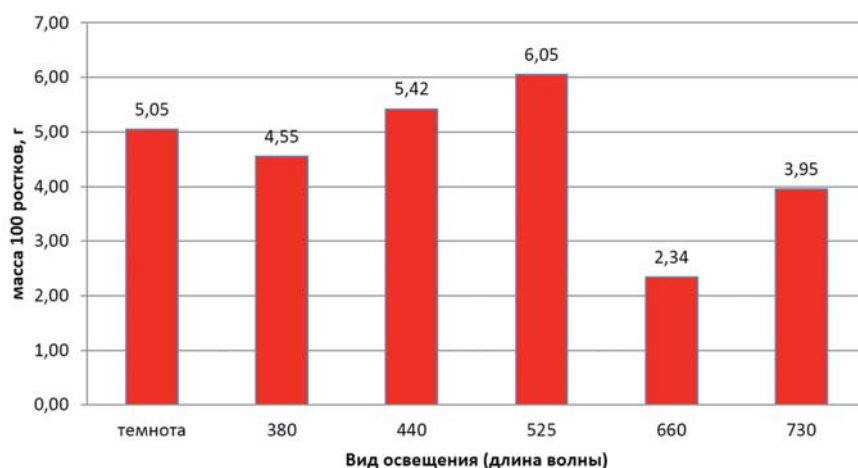


Рис. 4. Средняя масса 100 ростков свеклы сахарной на 10-е сутки проращивания в зависимости от вида освещения ($HCP_{05}=0,21$ г)
Fig. 4. The average weight of 100 sugar beet sprouts on the 10th day of g

специализированного освещения растений, т.е. вариантов освещения, в наибольшей степени раскрывающих потенциальные возможности растений, в частности, свеклы сахарной. Использование монохромного освещения – одна из наиболее существенных технологий такого управления. Положительный эффект светодиодного освещения волнами различного спектра на фотосинтетический аппарат подтверждено на многих наземных растениях [26]. Промышленное производство и использование светодиодов с разной длиной волны такую возможность дает.

Литература

- Драгавцев В.А. Новая регуляция у растений и необходимость создания селекционного фитотрона в РФ. *Журнал технической физики*. 2018;88(9):1331-1335. DOI 10.21883/JTF.2018.09.46416.26-18. EDN YWBPRR.
- Зеленков В.Н., Верник П.А. Создание замкнутых агробiotехносистем на базе цифровых технологий – новые возможности научного познания культур клеток и высших растений. *Актуальная биотехнология*. 2018;3(26):50-54. EDN ZASEKT.
- Landi M., Zivcak M., Sytar O., Brestic M., Allakhverdiev S.I.. Plasticity of photosynthetic processes and the accumulation of secondary metabolites in plants in response to monochromatic light environments: A review. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA). Bioenergetics*. 2020;1861(2):148131. DOI: 10.1016/j.bbabi.2019.148131.
- Li-li Chen, Kai Zhang, Xiao-chen Gong, Hao-ying Wang, Yue-gao Hu. Effects of different LEDs light spectrum on the growth, leaf anatomy, and chloroplast ultrastructure of potato plantlets *in vitro* and minituber production after transplanting in the greenhouse. *Journal of Integrative Agriculture*. 2020;19(1):108-119. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62633-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62633-X)
- Frąszczak B., Kula-Maximenko M. The preferences of different cultivars of lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.) for the spectral composition of light. *Agronomy*. 2021;11(6):1211. DOI: 10.3390/agronomy11061211.
- Stutte G.W., Edney S., Skerrett T. Photoregulation of bioprotectant content of red leaf lettuce with light-emitting diodes. *HortScience*. 2009;44(1):79–82. DOI:10.21273/HORTSCI.44.1.79.
- Bantis F., Ouzounis T., Radoglou K. Artificial LED lighting enhances growth characteristics and total phenolic content of *Ocimum basilicum*, but variably affects transplant success. *Sci. Hortic*. 2016;(198):277–283. DOI:10.1016/j.scienta.2015.11.014.
- Наконечная О.В., Холин А.С., Субботин Е.П., Бурковская Е.В., Хроленко Ю.А., Графицкая И.В., Орловская И.Ю., Бурдуковский М.Л., Михеева А.В., Кульчин Ю.Н. Влияние светодиодного освещения разного спектра на развитие салата листового (*Lactuca sativa*). *Известия РАН, серия биологическая*. 2023;(3):278–286. DOI 10.31857/S1026347022600406. EDN MIAMYY.
- Xiaoyan Zhang, Zhonghua Bian, Xingxing Yuan, Xin Chen, Chungui Lu. A review on the effects of light-emitting diode (LED) light on the nutrients of sprouts and microgreens. *Trends in Food Science & Technology*. 2020;(99):203-216. DOI:10.1016/j.tifs.2020.02.031
- Мартirosyan Ю.Ц., Диловарова Т.А., Мартirosyan В.В., Креславский В.Д., Кособрухов А.А. Действие светодиодного облучения разного спектрального состава на фотосинтетический аппарат растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в культуре *in vitro*. *Сельскохозяйственная биология*. 2016;51(5):680–687. <http://doi.org/10.15389/agrobiol.2016.5.680rus>. EDN WZJQJN.
- Wang J., Lu W., Tong Y., Yang Q. Leaf morphology, photosynthetic performance, chlorophyll fluorescence, stomatal development of lettuce (*Lactuca sativa* L.) exposed to different ratios of red light to blue light. *Frontiers in Plant Science*. 2016;(7):64–73. DOI:10.3389/fpls.2016.00250.
- Якушенкова Т.П. Биохимические особенности *Brassica oleracea* var. *sabellica*, *Ocimum basilicum*, *Petroselinum crispum* при выращивании на различных спектрах света. *Сборник тезисов Всероссийской научной конференции с международным участием, Казань 19-21 сентября 2019*. Казань: Изд-во Казанского университета. 2019. 495 с. DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-495. EDN EMJVP.
- Шейн Е.В., Гончаров В.М. *Агрофизика*. 2-е издание, дополненное и переработанное. М.: "КДУ", "Добросвет", 2019. 184 с. ISBN 978-5-7913-1119-1. – DOI 10.31453/kdu.ru.91304.0090. EDN IJXETL.
- Kim H.H., Wheeler R.M., Sager J.C., Gains G.D., Naikane J.H. Evaluation of lettuce growth using supplemental green light with red and blue light-emitting diodes in a controlled environment - A review of research at Kennedy Space Center. *Acta Horticulturae*. June 2006;711(711):111-119. DOI:10.17660/ActaHortic.2006.711.11.
- Мишанов А.П., Маркова А.Е., Ракутько С.А., Бровцин В.Н., Ракутько Е.Н. Влияние соотношения долей зеленого и красного излучения на биометрические показатели салата. *Сб. науч. трудов. ИАЭП*. 2015;(87):264–271.
- Rutao Z., Guangrong H., Lihong W., Qing Z., Xiaohua H.. Effects of elevated ultraviolet-B radiation on root growth and chemical signaling molecules in plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2019;(17130):683-690. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2019.01.035
- Зеленков В.Н., Лапин А.А., Латушкин В.В., Карпачев В.В. Влияние ультрафиолетового облучения на биохимические свойства растений. *Бутлеровские сообщения*. 2020;63(8):134-140. DOI 10.37952/ROI-jbc-0120-63-8-134. EDN EGLQEH.
- Marcos E.V.A., Eloiny G.B., Rodrigo S.L.A. Physiological and sanitary quality of castor oil plant seeds due to ultraviolet-C radiation. *Industrial Crops and Products*. 2020;(137):9-15. DOI:10.1016/j.indcrop.2019.05.014.
- Dyshlyuk O., Babich A., Prosekov S., Ivanova T. Chaplygina. The effect

of postharvest ultraviolet irradiation on the content of antioxidant compounds and the activity of antioxidant enzymes in tomato. *Heliyon*. January 2020;6(1):e03288. DOI:10.1016/j.heliyon.2020.e03288

20. Caldwell C.R., Britz S.J. Effect of supplemental ultraviolet radiation on the carotenoid and chlorophyll composition of greenhouse-grown leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars. *J. Food Compos. Anal.* 2006;19(6-7):637-644. DOI:10.1016/j.jfca.2005.12.016.

21. Попцов А.В., Некрасов В.И., Иванова И.А. Очерки по семеноведению. М.: Наука, 1981. 112 с.

22. Крокер В., Бартон Л. Физиология семян. М.: Наука, 1955. 399 с.

23. Леманн Е., Айхеле Ф. Физиология прорастания семян злаков. М., Л., 1936. 483 с.

24. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. М.: Наука, 1982. 495 с.

25. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М.: Лесная промышленность, 1983. 464 с.

26. Blaszcak U.J., Abdel Aziz D., Gryko L. Influence of the spectral composition of LED lighting system on plants cultivation in a darkroom. Conference: Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2017. August 2017. DOI:10.1117/12.2281023.

27. Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Верник П.А., Иванова М.И. Проращивание семян сахарной свеклы в условиях низкоэнергетического монохромного облучения в области 380-730 нм. *Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки [Электронный ресурс] : материалы VIII международной научно-практической конференции, Симферополь, 25-29 сентября 2023 г.* Электрон. дан. Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2023. С. 65-66. Электрон. версия. ISBN 978-5-907742-75-8. DOI 10.5281/zenodo.8268094. EDN XBENGX.

• References

1. Dragavtsev V.A. New regulation in plants and the need to create a breeding phytotron in the Russian Federation. *Journal of Technical Physics*. 2018;88(9):1331-1335. DOI 10.21883/JTF.2018.09.46416.26-18. EDN YWBPRR. (In Russ.)

2. Zelenkov V.N., Vernik P.A. Creation of closed agrobiotechnological systems based on digital technologies – new opportunities for scientific knowledge of cell cultures and higher plants. *Current biotechnology*. 2018;3(26):50-54. EDN ZASEKT. (In Russ.)

3. Landi M., Zivcak M., Sytar O., Brestic M., Allakhverdiev S.I.. Plasticity of photosynthetic processes and the accumulation of secondary metabolites in plants in response to monochromatic light environments: A review. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA). Bioenergetics*. 2020;1861(2):148131. DOI: 10.1016/j.bbabo.2019.148131.

4. Li-li Chen, Kai Zhang, Xiao-chen Gong, Hao-ying Wang, Yue-gao Hu. Effects of different LEDs light spectrum on the growth, leaf anatomy, and chloroplast ultrastructure of potato plantlets *in vitro* and minituber production after transplanting in the greenhouse. *Journal of Integrative Agriculture*. 2020;19(1):108-119. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62633-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62633-X)

5. Fraszczak B., Kula-Maximenko M. The preferences of different cultivars of lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.) for the spectral composition of light. *Agronomy*. 2021;11(6):1211. DOI: 10.3390/agronomy11061211.

6. Stutte G.W., Edney S., Skerrett T. Photoregulation of bioprotectant content of red leaf lettuce with light-emitting diodes. *HortScience*. 2009;44(1):79-82. DOI:10.21273/HORTSCI.44.1.79.

7. Bantis F., Ouzounis T., Radoglou K. Artificial LED lighting enhances growth characteristics and total phenolic content of *Ocimum basilicum*, but variably affects transplant success. *Sci. Hortic.* 2016;(198):277-283. DOI:10.1016/j.scienta.2015.11.014.

8. Nakonechnaya O.V., Kholin A.S., Subbotin E.P., Burkovskaya E.V., Khrolenko Yu.A., Grafitskaya I.V., Orlovskaya I.Yu., Burdukovsky M.L., Mikheeva A.V., Kulchin Yu.N. The influence of led lights of different spectrum on the development of *Lactuca sativa*. *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Biological series*. 2023;(3):278-286. DOI 10.31857/S1026347022600406. EDN MIAMVY. (In Russ.)

9. Xiaoyan Zhang, Zhonghua Bian, Xingxing Yuan, Xin Chen, Chungui Lu. A

review on the effects of light-emitting diode (LED) light on the nutrients of sprouts and microgreens. *Trends in Food Science & Technology*. 2020;(99):203-216. DOI:10.1016/j.tifs.2020.02.031

10. Martirosyan Yu.Ts., Dilovarova T.A., Martirosyan V.V., Kreslavsky V.D., Kosobryukhov A.A. The effect of LED irradiation of different spectral composition on the photosynthetic apparatus of potato plants (*Solanum tuberosum* L.) in culture *in vitro*. *Agricultural Biology*. 2016;51(5):680-687. doi: <https://doi.org/10.15389/agrobology.2016.5.680rus>. EDN WZJQJN. (In Russ.)

11. Wang J., Lu W., Tong Y., Yang Q. Leaf morphology, photosynthetic performance, chlorophyll fluorescence, stomatal development of lettuce (*Lactuca sativa* L.) exposed to different ratios of red light to blue light. *Frontiers in Plant Science*. 2016;(7):64-73. DOI:10.3389/fpls.2016.00250.

12. Yakushenkova T.P. Biochemical features of *Brassica oleracea* var. *sabellica*, *Ocimum basilicum*, *Petroselinum crispum* when grown on different light spectra. Collection of abstracts of the All-Russian Scientific Conference with international participation, Kazan, September 19-21, 2019. Kazan: Publishing House of Kazan University. 2019. 485 p. DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-495. EDN EMJVPA. (In Russ.)

13. Shein E.V., Goncharov V.M. Agrophysics. 2nd edition, supplemented and revised. M.: "KDU", "Dobrosvet", 2019. 184 p. ISBN 978-5-7913-1119-1. – DOI 10.31453/kdu.ru.91304.0090. EDN IJXETL. (In Russ.)

14. Kim H.H., Wheeler R.M., Sager J.C., Gains G.D., Naikane J.H. Evaluation of lettuce growth using supplemental green light with red and blue light-emitting diodes in a controlled environment - A review of research at Kennedy Space Center. *Acta Horticulturae*. June 2006;711(711):111-119. DOI:10.17660/ActaHortic.2006.711.11.

15. Mishanov A.P., Markova A.E., Rakutko S.A., Brovtin V.N., Rakutko E.N. The effect of the ratio of green and red radiation on biometric indicators of lettuce. *Collection of scientific works. IAEF*. 2015;(87):264-271. (In Russ.)

16. Rutao Z., Guangrong H., Lihong W., Qing Z., Xiaohua H.. Effects of elevated ultraviolet-B radiation on root growth and chemical signaling molecules in plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2019;(17130):683-690. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2019.01.035

17. Zelenkov V.N., Lapin A.A., Latushkin V.V., Karpachev V.V. Effect of ultraviolet radiation on plant biochemical properties. *Butlerov Communications*. 2020;63(8):134-140. DOI 10.37952/ROI-jbc-01/20-63-8-134. EDN EGLQEH. (In Russ.)

18. Marcos E.V.A., Eloiny G.B., Rodrigo S.L.A. Physiological and sanitary quality of castor oil plant seeds due to ultraviolet-C radiation. *Industrial Crops and Products*. 2020;(137):9-15. DOI:10.1016/j.indcrop.2019.05.014.

19. Dyshlyuk O., Babich A., Prosekov S., Ivanova T. Chaplygina. The effect of postharvest ultraviolet irradiation on the content of antioxidant compounds and the activity of antioxidant enzymes in tomato. *Heliyon*. January 2020;6(1):e03288. DOI:10.1016/j.heliyon.2020.e03288

20. Caldwell C.R., Britz S.J. Effect of supplemental ultraviolet radiation on the carotenoid and chlorophyll composition of greenhouse-grown leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars. *J. Food Compos. Anal.* 2006;19(6-7):637-644. DOI:10.1016/j.jfca.2005.12.016.

21. Poptsov A.V., Nekrasov V.I., Ivanova I.A. Essays on seed science. M.: Nauka, 1981. 112 p. (In Russ.)

22. Crocker V., Barton L. Physiology of seeds. M.: Nauka, 1955. 399 p. (In Russ.)

23. Lehmann E., Eichele F. Physiology of germination of grain seeds. M., L., 1936. 483 p. (In Russ.)

24. Physiology and biochemistry of rest and germination of seeds. Moscow: Nauka, 1982. 495 p. (In Russ.)

25. Kramer P.D., Kozlovsky T.T. Physiology of woody plants. M.: Forest industry, 1983. 464 p. (In Russ.)

27. Zelenkov V.N., Latushkin V.V., Vernik P.A., Ivanova M.I. Germination of sugar beet seeds under low-energy monochrome irradiation in the range of 380-730 nm. Current State, Problems and Prospects for the Development of Agrarian Science [Electronic resource]: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, Simferopol, 25-29 September 2023. Ed. by V. S. Pashtetsky. Electron. dan. Simferopol : IT "ARIAL", 2023. P/65-66. Electron. Version. ISBN 978-5-907742-75-8. DOI 10.5281/zenodo.8268094. EDN XBENGX. (In Russ.)

Об авторах:

Валерий Николаевич Зеленков – кандидат хим. наук, доктор с.-х. наук, проф., гл. научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-5481-2723>, SPIN-код: 5684-6210, автор переписки, zelenkov-raen@mail.ru

Вячеслав Васильевич Латушкин – кандидат с.-х. наук, вед. научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-1406-8965>, slavalat@yandex.ru

Сергей Викторович Гаврилов – начальник отдела телеметрии, <https://orcid.org/0000-0003-2824-9302>, gavrilovr@mail.ru

Петр Аркадьевич Верник – директор института, <https://orcid.org/0000-0001-5850-7654>, petr@zolshar.ru

Мария Ивановна Иванова – доктор с.-х. наук, проф. РАН, гл. научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>, SPIN-код: 1961-9188, ivanova_170@mail.ru

About the Authors:

Valery N. Zelenkov – Dr. Sci. (Agriculture), Prof., Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-5481-2723>, Correspondence Author, zelenkov-raen@mail.ru

Vyacheslav V. Latushkin – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-1406-8965>, slavalat@yandex.ru

Sergey V. Gavrilov – Head of the Telemetry Department, <https://orcid.org/0000-0003-2824-9302>, gavrilovr@mail.ru

Petr A. Vernik – Director, <https://orcid.org/0000-0001-5850-7654>, petr@zolshar.ru

Maria I. Ivanova – Dr. Sci. (Agriculture), Prof., Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>, ivanova_170@mail.ru



ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН СЕМЯН
ФГБНУ ФНЦО

Наши сорта и технологии - гарантия урожая и качества

БОЛЬШОЙ ВЫБОР СЕМЯН от ведущего производителя в России

КОНТАКТЫ:

Отдел продаж ФГБНУ ФНЦО: +7(495)594-77-17, +7(903)190-46-55

E-mail: info@vniissok.com

Интернет-магазин: www.vniissok.com

Магазин "Семена ВНИССОК":

Адрес: 143080, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИССОК, ул. Липовая, д.2

График работы: понедельник-пятница 9.00-18.00, суббота 9.00-17.00, воскресенье 9.00-14.00

В нашем магазине Вы всегда можете самостоятельно купить семена, свежие овощи, рассаду, цветы, а также сопутствующие товары.



Пастернак Белый аист, Жемчуг, репа Петровская 1, свекла столовая Нежность, морковь Нантская 4

на правах рекламы

МАСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

www.vniissok.com