

Овощи России

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

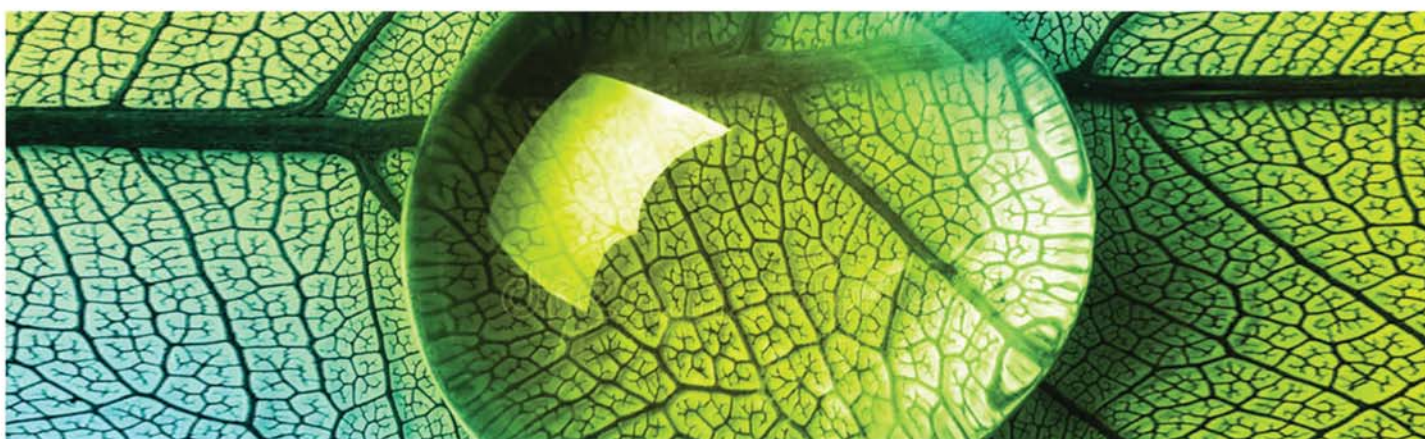
ISSN 2072-9146 (Print)

ISSN 2618-7132 (Online)

3 2022

VEGETABLE
crops of RUSSIA
Scientific peer-reviewed journal

УРАЛХИМ



100% ВОДОРАСТВОРИМЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ



НРК MICRO СТАРТ



НРК MICRO
УНИВЕРСАЛ



НРК MICRO ФИНАЛ



СЕЛИТРА КАЛИЕВАЯ
13.7-0-46.2



МОНОАММОНИЙ-
ФОСФАТ ВОДО-
РАСТВОРИМЫЙ



НИТРАТ КАЛЬЦИЯ
КОНЦЕНТРИ-
РОВАННЫЙ



АГРОКОНСУЛЬТИРОВАНИЕ

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



АГРОСОПРОВОЖДЕНИЕ

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



АГРОЛАБОРАТОРИЯ

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



УРАЛХИМ +7 495 721-89-89 / marketing@uralchem.com / www.agro.uralchem.ru / www.uralchem.ru



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



ФГБНУ ФНЦО



Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в
IX Международной научно-практической конференции
«Современные тенденции в селекции и семеноводстве тыквенных культур.

Традиции и перспективы»,
которая состоится

1-4 августа 2022 года

на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
(Московская обл., Одинцовский г.о., пос. ВНИИССОК)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ

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

Конференция будет проводиться в смешанном (очно-дистанционном) формате.

Формы участия: устный доклад, онлайн доклад, стендовый доклад, заочное участие.

Рабочие языки конференции: русский и английский.

Регламент: доклады – 20 мин., сообщения – 15 мин., выступления – 5 мин.

Стендовая презентация не должна превышать формат 1 x 1 м.

Заявки на участие присылать по электронной почте: 100vniissok@mail.ru

Контакты:

Главный редактор: Тареева Марина Михайловна, vegetables.of.russia@yandex.ru

Координаторы конференции:

Коротцева Ирина Борисовна, тел.: 8 916 488 16 37, korottseva@mail.ru

Романов Валерий Станиславович, тел.: 8 926 375 52 47;

Пинчук Елена Владимировна, тел.: 8 916 806 00 12, 100vniissok@mail.ru

Дополнительная информация размещена на сайте ФГБНУ ФНЦО
<http://www.vniissok.ru>

Главный редактор

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Адрес учредителя и редакции: 143080, Россия, Московская область, Одинцовский район,

п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

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

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

Тираж 100 экземпляров.

Дата выхода в свет: 25.06.2022

Цена свободная

Отпечатано в типографии: Акционерное общество «Соломбальская типография».

163012, г. Архангельск, ул. Добролюбова, д. 1.

Тел.: +7 (8182) 48-20-20, www.daprint.ru

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

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

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

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

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

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



Editor in chief

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

EDITORIAL BOARD

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

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

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

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

Agnieszka Sekara – Assoc. Prof., Department of Horticulture, Faculty of Biotechnology and Horticulture, University of Agriculture, Krakow, Poland

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Circulation is 100 copies. Free price. Published: 25.06.2022

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

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

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

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

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

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

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



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

Современные тенденции развития селекции овощных и бахчевых культур.5

Кайгородова И.М., Ушаков В.А., Голубкина Н.А.,**Котляр И.П., Пронина Е.П., Антошкина М.С.**Пищевая ценность, качество сырья и продовольственное значение
культуры гороха овощного (*Pisum sativum* L.).....16**Колдаев В.М., Маняхин А.Ю.**Содержание антоцианов в пищевых растениях
при тепловой обработке и хранении.....33**Суслова В.А., Корнилова М.С., Рябчикова Н.Б.**Влияние погодных условий на урожайность и
биохимический состав плодов дыни в Волгоградском Заволжье.....39**САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ****Федосов А.Ю., Меньших А.М., Иванова М.И.**

Дефицитное орошение овощных культур.44

Дубенок Н.Н., Ильченко К.Ю., Гемонов А.В.Влияние капельного орошения на формирование
корневой системы саженцев малины в условиях Нечерноземной зоны России.....50**Маврина П.О., Маланкина Е.Л.**Фенольные соединения культивируемого цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.).....55**Санаев С.Т., Сапарниязов И.А.**Возделывание сортов и гибридов сахарной кукурузы
как основной культуры в Каракалпакстане.....58**АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ****Ермак М.В., Мацишина Н.В., Фисенко П.В.**Фенология картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* на юге Дальнего Востока.62**ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО****Волкова Е.Н., Шелоухова Н.А.**Фотометрический метод в исследованиях реакции
устойчивости сортов картофеля к азотному стрессу.71**Бобков В.С., Полякова М.Н.,****Мелешин А.А., Ворончихина И.Н.**Влияние добавки муки из корнеклубней сортов батата (*Ipomoea batatas* Lam.)
с окрашенной мякотью на хлебопекарные и потребительские качества пшеничного хлеба.76**Васильева С.В., Зейрук В.Н.,****Деревягина М.К., Белов Г.Л., Колесова Е.А.**Эффективность регулятора роста растений Атоник плюс
на картофеле в условиях Московской области.82**Никитин Е.Б., Проскурина Л.И.,****Белов А.Н., Шаров Б.А., Урюмцева Т.И.**Результаты применения органоминерального удобрения,
полученного с помощью биокаталитических процессов.90**МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА****Абдулмажидов Х.А.**Основные предпосылки для выбора оптимального состава комплекса машин
для очистки и восстановления мелиоративных каналов.94

BREEDING, SEED PRODUCTION AND PLANT BIOTECHNOLOGY**Pivovarov V.F., Soldatenko A.V.,****Pyshnaya O.N., Gurkina L.K., Pinchuk E.V.**

Modern trends in the development of selection of vegetable and melon crops.5

Kaigorodova I.M., Ushakov V.A., Golubkina N.A.,**Kotlyar I.P., Pronina E.P., Antoshkina M.S.**

Nutritional value, quality of raw materials

and food value of vegetable pea culture (*Pisum sativum* L.).....16**Koldaev V.M., Manyakhin A.Yu.**

Effect of heat treatment and storage

on anthocyanins levels in food plants.33

Suslova V.A., Kornilova M.S., Ryabchikova N.B.

The influence of weather conditions on the yield and biochemical composition

of melon fruits in the Volgograd Trans-Volga region.39

HORTICULTURE, VEGETABLE PRODUCTION, VITICULTURE AND MEDICINAL CROPS**Fedosov A.Yu., Menshikh A.M., Ivanova M.I.**

Deficient irrigation of vegetable crops.....44

Dubenok N.N., Ilchenko K.Yu., Gemonov A.V.

The effect of drip irrigation on the formation of the root system

of raspberry seedlings in the conditions of the Non-black soil zone of Russia.....50

Mavrina P.O., Malankina E.L.Phenolic compounds of cultivated chicory (*Cichorium intybus* L.).55**Sanaev S.T., Saparniyazov I.A.**

Cultivation of some varieties

and hybrids of sugar corn as a vegetable crop.58

AGROCHEMISTRY, SOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE**Ermak M.V., Matsishina N.V., Fisenko P.V.**Phenology of the 28-spotted potato ladybird beetle *Henosepilachna vigintioctomaculata*

in the south of the Russian Far East.62

AGRICULTURE AND PLANT PRODUCTION**Volkova E.N., Sheloukhova N.A.**

Photometric method of response to changes in potato varieties to nitrogen stress.71

Bobkov V.S., Polyakova M.N.,**Meleshin A.A., Voronchikhina I.N.**The effect of the addition of flour from the root tubers of sweet potato varieties (*Ipomoea batatas* Lam.)

with colored pulp on the baking and consumer qualities of wheat bread.76

Vasilieva S.V., Zeyruk V.N.,**Derevyagina M.K., Belov G.L., Kolesova E.A.**

The effectiveness of the plant growth regulator Atonic Plus

on potatoes in the conditions of the Moscow region.82

Nikitin E.B., Proskurina L.I.,**Belov A.N., Sharov D.A., Uryumceva T.I.**

Results of application of organomineral fertilizer obtained

with biocatalytic processes.90

IRRIGATION ENGINEERING, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS**Abdalmazhidov Kh.A.**

Principles for optimizing the composition of a complex

of machines for cleaning and restoring reclamation canals.94

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-5-15>
УДК 631.52+631.53+573.6

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

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

*Автор для переписки: pishnaya_o@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в написании статьи.

Для цитирования: Пивоваров В.Ф., Солдатенко А.В., Пышная О.Н., Гуркина Л.К., Пинчук Е.В. Современные тенденции развития селекции овощных и бахчевых культур. *Овощи России*. 2022;(3):5-15.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-5-15>

Поступила в редакцию: 17.05.2022

Принята к печати: 30.05.2022

Опубликована: 25.06.2022

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

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

*Corresponding author: pishnaya_o@mail.ru

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

Author contributions: All authors contributed to the writing of the article.

For citations: Pivovarov V.F., Soldatenko A.V., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K., Pinchuk E.V. Modern trends in the development of selection of vegetable and melon crops. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):5-15.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-5-15>

Received: 17.05.2022

Accepted for publication: 30.05.2022

Published: 25.06.2022

Современные тенденции развития селекции овощных и бахчевых культур

Резюме

В статье отражены вопросы настоящего состояния научных исследований в ФГБНУ ФНЦО, показаны направления и перспективы развития селекции и семеноводства овощных культур. Создаются сорта, реализующие биоклиматический потенциал зоны возделывания, отвечающие требованиям рынка, способные давать высокие урожаи при воздействии биотических и абиотических стрессоров. Селекция ведется в сочетании классических методов с инновационными технологиями. Учеными биотехнологами усовершенствован базовый протокол культуры микроспор *in vitro* для семейства *Brassicaceae*, разрабатываются этапы технологии получения удвоенных гаплоидов в культуре микроспор *in vitro* для семейства *Apiaceae*. Впервые разработан эффективный протокол получения удвоенных гаплоидов редиса европейского. В культуре неопыленных семяпочек *in vitro* получены удвоенные гаплоиды овощных культур семейств *Cucurbitaceae*, *Amaranthaceae*, *Amaryllidaceae*. Проводятся исследования на повышенное содержание биологически активных веществ и антиоксидантов. Важное место занимают иммунологические исследования по изучению устойчивости овощных культур к вредным заболеваниям. Разрабатываются системы защитных мероприятий против вредителей, болезней и сорняков для овощных культур на основе применения новых экологически безопасных препаратов. На основе фундаментальных и приоритетных прикладных исследований предыдущих лет в 2021 году завершено создание 21 сорта и гибрида капусты, свеклы столовой, томата, перца сладкого, лука репчатого, шнитта, порея, огурца, дыни, салата, кресс-салата, картофеля, астры, лихниса. Наряду с созданием новых селекционных достижений совершенствуются технологии их выращивания за счет использования новых агротехнических приемов, микроудобрений, биопрепаратов и гуматов на овощных культурах в различных почвенно-климатических зонах России. Разрабатываются новые агроприемы в культивировании грибов. Ведется разработка методов повышения всхожести семян, первичного семеноводства, элементов технологии производства маточников и семян различных овощебахчевых культур; зональных технологий производства семян, обеспечивающих повышение их урожайности. Разрабатываются исходные требования на совершенствование машин по овощеводству с целью оптимизации технологических процессов. В 2021 году коллективом ученых получена премия Правительства РФ за научную работу «Разработка и внедрение инновационных технологий выращивания овощных культур и картофеля для обеспечения населения экологически чистыми продуктами питания».

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



Modern trends in the development of selection of vegetable and melon crops

Abstract

The article reflects the issues of the current state of scientific research in the FSBSI FSVC, directions and prospects for the development of selection and seed production of vegetable crops are shown. Varieties have been created that realize the bioclimatic potential of the cultivation zone, meet market requirements, and are capable of producing high yields under the influence of biotic and abiotic stressors. Selection is carried out in a combination of classical methods with innovative technologies.

Biotechnologists have improved the basic protocol for *in vitro* microspore culture for the *Brassicaceae*, stages of technology for obtaining doubled haploids in microspore culture *in vitro* for the *Apiaceae* are being developed. For the first time, an effective protocol for obtaining double haploids of European radish has been developed. Doubled haploids of vegetable crops of the *Cucurbitaceae*, *Amaranthaceae*, *Amaryllidaceae* were obtained *in vitro* in the culture of unpollinated ovules. The Center conducts research on the increased content of biologically active substances and antioxidants. An important place is occupied by immunological studies on the resistance of vegetable crops to harmful diseases. The institution develops systems of protective measures against pests, diseases and weeds for vegetable crops based on the use of new environmentally friendly preparations. On the basis of fundamental and priority applied research of previous years, the creation of 21 varieties and hybrids of cabbage, table beet, tomato, sweet pepper, onion, chives, leek, cucumber, melon, lettuce, chervil, potato, aster, lychnis has been completed. Along with the creation of new breeding achievements, technologies for their cultivation are being improved through the use of new agricultural practices, microfertilizers, biological products and humates on vegetable crops in various soil and climatic zones of Russia. New agricultural methods are being developed in the cultivation of mushrooms. In the field of seed production, methods are being developed to increase the germination of seeds, seed production, elements of the technology for the production of mother liquors and seeds of various vegetable and melon crops; zonal seed production technologies that increase their yield. In 2021, a team of scientists received an award from the Government of the Russian Federation for scientific work "Development and implementation of innovative technologies for growing vegetables and potatoes to provide the population with environmentally friendly food".

Keywords: scientific research, vegetable crops, breeding, seed production, immunity, biologically active substances, manufacturing technologies, standards, seed germination, agricultural practices

Отрасль овощеводства в Российской Федерации является одной из наиболее важных в структуре агропромышленного комплекса. Она снабжает население необходимой овощной продукцией, напрямую связана со здоровьем, работоспособностью человека и средой его обитания. Нарастание экологической и социальной нагрузки на человека требует полноценного питания, а овощи являются основными поставщиками углеводов, витаминов, антиоксидантов, минеральных солей, фитонцидов, эфирных масел и пищевых волокон, необходимых для нормального функционирования организма. В мире насчитывается более 1200 видов овощных растений, относящихся к 78 семействам, из которых культивируется около 600 видов, остальные используются в дикорастущем состоянии. Промышленное овощеводство, в большинстве стран мира, занимается выращиванием ограниченного набора культур (около 35). В России используют – 65-70 видов (по мнению автора до 100 видов и разновидностей, на основе анализа ассортимента продовольственных и семенных рынков) овощных культур, из них примерно 15 в промышленных масштабах [1].

Российская Федерация занимает восьмое место в мире по производству овощей и бахчевых культур [2].

Рекомендациями по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания, утвержденных приказом Министерства здравоохранения от 2 августа 2016 года №614 предусмотрено овощей и бахчи в среднем на одного человека 140 кг в год в т. ч. по их видам: капуста – 40 кг, томат – 10 кг, огурец – 10 кг, морковь – 17 кг, свекла столовая – 18 кг, лук – 10 кг, прочие овощи (перец сладкий, зеленные, кабачок, баклажан и др.) – 20 кг, бахчевые (арбуз, тыква, дыня) – 15 кг [3].

Согласно Росстату, за 2020 год, фактическое потребление овощей в России на душу населения составляет 104 кг. Во многих зарубежных странах этот показатель значительно выше, например, в Италии приходится – 215 кг, во Франции – 135 кг, в Польше – 124 кг. Для решения продовольственной проблемы в ближайшее время необходимо увеличить производство овощей. Одним из стратегических факторов увеличения их производства является селекция овощных культур. В овощеводстве России с ее разнообразием почвенно-климатических зон и жесткостью природных условий роль сорта особенно возрастает. Усилия российских селекционеров направлены на создание сортов, наиболее полно реализующих биоклиматический потенциал зоны, отвечающих возрастающим требованиям рынка, качеству и внешнему виду разнообразной овощной продукции, способных давать высокие урожаи при воздействии биотических и абиотических стрессоров. Решение этой задачи в относительно короткие сроки возможно лишь при сочетании методов классической селекции с инновационными технологиями. Создание любого сорта или гибрида начинается с фундаментальных исследований коллекционного и исходного материала, заключающихся в разработке научных основ ускорения селекционного процесса с использованием биотехнологических, молекулярно-генетических, цитологических и физиолого-биохимических методов.

Анализ мировых тенденций в селекции показывает, что большинство современных конкурентоспособных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур создано с использованием биотехнологии. Вовлечение в селекцион-

ный процесс биотехнологических методов, а именно технологии удвоенных гаплоидов, обусловлено преимуществом проведения эффективного отбора среди гомозиготных линий уже в первом поколении. Метод гаплоидии позволяет ускорить создание выровненных линий по сравнению с традиционной селекцией в 5-6 раз [4]. Кроме того, гаплоидная биотехнология позволяет не только получить гомозиготные линии из гибридных комбинаций, но и использовать генетическое разнообразие для создания новых форм [5].

Основные биотехнологические исследования в нашей стране в области овощеводства сосредоточены в ФГБНУ ФНЦО. Учеными биотехнологами усовершенствован базовый протокол культуры микроспор *in vitro* для семейства Brassicaceae, получены и включены в селекционный процесс линии с удвоенным гаплоидным набором хромосом капусты белокочанной, капусты брокколи, репы, рапса, капусты пурпурной, горчицы сарептской, индау посевного. Впервые разработан эффективный протокол получения удвоенных гаплоидов редиса европейского [6], который является самой малоотзывчивой культурой в этом семействе и до настоящего времени еще никому в мире не удалось получить удвоенные гаплоиды этой культуры. Также разрабатываются этапы технологии получения удвоенных гаплоидов в культуре микроспор *in vitro* для семейства Apiaceae, получены ДН-растения нескольких сортоформ моркови столовой и пастернака овощного. В культуре неопыленных семяпочек *in vitro* получены удвоенные гаплоиды овощных культур семейства Cucurbitaceae (огурец, кабачок, патиссон, тыква) [7, 8], семейства Amaranthaceae (свеклы столовой и свеклы сахарной) [9] и семейства Amaryllidaceae (овощные культуры рода *Allium*) [10]. Проводятся фундаментальные исследования по изучению этапов андрогенеза и гиногенеза, позволяющие определить основные причины и разработать пути преодоления низкой отзывчивости овощных культур в условиях *in vitro*.

В 2021 году в рамках реализации проекта РФФИ «19-316-90034 Аспиранты» были впервые подробно изучены, описаны и запечатлены в иллюстративном материале все этапы эмбриогенеза редиса европейского в культуре микроспор *in vitro*, описаны близнецовые формы и абберрантные формы эмбриоидов. Были найдены ранее не описанные в литературе паттерны формирования эмбрионных структур: упорядоченные деления в микроспорах с интактными экзинами, прикрепление суспензоров – к апикальным частям эмбриоидов и формирование апикально-базальной оси вдоль оси суспензорных нитей при формировании эмбриоида в середине филамента. Отмечено неравномерное созревание эмбриоидов, а также определены сроки созревания эмбриоидов редиса европейского от первых делений до семядольной стадии развития в течение 17-25 дней [11].

Проведено постадийное изучение процесса эмбриогенеза в культуре изолированных микроспор моркови столовой и показаны возможные пути их развития. Выявлено, что индукция эмбриогенеза возможна лишь у микроспор моркови, находящихся на поздней стадии вакуолизации в период движения ядра от центра клетки к полюсу вдоль длинной оси клетки. Было показано, что первые деления начинались на третий день культивирования микроспор и эмбриоиды достигали глобулярной стадии развития, видимой невооруженным глазом к четвертой неделе.

Также в ходе проведенных исследований было отмечено, что образовавшиеся эмбриониды, начиная с глобулярной стадии развития, были способны формировать на своей поверхности вторичные эмбриониды. Из одного первичного эмбриоида моркови столовой можно получить до 1000 вторичных эмбрионидов в зависимости от генотипа за один пассаж в течение четырех недель [12].

Разработан эффективный протокол получения удвоенных гаплоидов *Brassica rapa* L. ssp. *chinensis* в культуре изолированных микроспор [13], а также были оптимизированы основные этапы технологии и впервые удалось получить ДН-растения капусты краснокочанной [14].

В ФГБНУ ФНЦО селекционные программы по созданию F_1 гибридов лука репчатого, моркови, капусты белокочанной строятся на основе использования ЦМС. Современные молекулярные методы исследований, проведенные в центре, позволили изучить молекулярно-генетическую природу признака ЦМС [15, 16]. В текущем году проведен отбор стерильных линий моркови столовой на основе результатов ДНК-анализа, где было подтверждено наличие последовательностей, отвечающих за проявление признака мужской стерильности типа петалоид у ряда селекционных образцов, что способствовало ускоренному подбору генотипов для создания гибридов F_1 .

Селекция чеснока (*A. sativum* L.) в основном проводится клоновым отбором, поэтому очень важным является идентификация селекционных образцов различного происхождения методами молекулярного анализа. В 2021 году изучено 54 селекционных образца чеснока озимого по изменчивости 17 микросателлитных локусов, что позволило выявить генетические различия между родственными сортообразцами, выращенными в различных пунктах и имеющие различные морфологические показатели. Были установлены генетические взаимосвязи между всеми изученными образцами и определено положение каждого генотипа среди других, что открывает возможности для отбора форм с комплексом ценных признаков [17].

Для рационального использования генетических ресурсов и получения новых форм с высоким показателем гетерозиса и стабильности проявления хозяйственно ценных признаков необходимо знать генетическую основу используемого материала. Впервые установлены генетические взаимосвязи между селекционными образцами капусты кочанной отечественной селекции на основе полиморфизма микросателлитных локусов. SSR маркеры показали эффективность в выявлении генетической изменчивости у 24 генотипов капусты кочанной, среди которых были близкие по происхождению и принадлежащие к одному сортотипу. Результаты ДНК-анализа подтвердили все родственные связи среди традиционных сортов и новых гибридов. Установленная генетическая основа изученных образцов может быть определяющей для возможных комбинационных скрещиваний при получении новых селекционных форм и гибридных комбинаций [18].

Значимым воздействием на процесс созревания плодов томата является транскрипционный фактор (ТФ) гена RIN, который запускает работу множества структурных и регуляторных генов, от которых зависят такие аспекты созревания, как потеря хлорофилла, биосинтез каротиноидов, ароматических компонентов, органических кислот, модификация структуры клеточных стенок и накопление сахаров. При совместном исследовании с ФИЦ

«Биотехнология» РАН впервые клонированы и секвенированы ортологи гена RIN у семи сортов культурного томата (*Solanum lycopersicum* L.), двух дикорастущих видов, используемых в селекционном процессе (*S. pimpinellifolium* L., *S. cheesmaniae* (L. Riley) Fosberg), и дикорастущего образца *S. lycopersicum* L. Показано, что полиморфизм нуклеотидных и аминокислотных последовательностей RIN у группы исследуемых сортов выше, чем у анализируемых дикорастущих видов. Определен профиль экспрессии двух изоформ гена RIN – RIN1i и RIN2i, в процессе созревания плодов у пяти сортов *S. lycopersicum* и дикорастущего вида *S. cheesmaniae*. Выявлена положительная корреляция количества транскриптов RIN2i с содержанием сахаров в спелом плоде. Показана активация экспрессии обеих изоформ гена RIN в ответ на экзогенное воздействие сахарозы. Это предполагает не только влияние ТФ RIN на накопление сахаров в процессе созревания, но и обратное воздействие: повышение концентрации сахаров приводит к увеличению экспрессии гена RIN [19, 20]. Полученные результаты используются в селекции томата.

Наиболее перспективными являются исследования по направлению в селекции на повышенное содержание биологически активных веществ (БАВ), актуальность которых определяется правительственной концепцией государственной политики в области здорового питания населения России, предусматривающей создание технологий производства качественно нового поколения пищевых продуктов с направленно измененным химическим составом, повышенным содержанием биологически активных веществ, преимущественно антиоксидантов.

По результатам исследований, проведенных в ФГБНУ ФНЦО показано, что содержание водорастворимых антиоксидантов в семенах сои овощной в фазе технической спелости составляет 2,6 мг-экв галловой кислоты/г, в фазе биологической спелости в семенах овощных форм оно на 15,0% выше, чем у масличных сортов, и в среднем достигает 2,2 мг-экв ГК/г. Суммарная количество полифенольных соединений в семенах образцов овощной сои по фазам развития находится на уровне 4,1 и 4,8 мг-экв ГК/г соответственно, что выше, чем у масличных, на 36,6 и 26,3 %. Накопление изофлавонов в семенах сои в фазе технической спелости составляет 0,69 мг-экв кверцетина/г. В процессе развития растений к концу фазы биологической спелости оно увеличивается у овощных сортов до 0,90 мг-экв кверцетина/г, что больше, чем у зерновых, на 9,7 %. Полученные результаты позволяют рекомендовать использование овощных форм *Glycine max* (L.) Merr. в селекционных программах на повышенное накопление водо- и спирторастворимых антиоксидантов [21].

Одним из популярных направлений в области здорового питания является применение пророщенных семян различных сельскохозяйственных культур. Среди них проростки капустных культур семейства Brassicaceae, которые выделяются высоким содержанием глюкозинолатов (GLSs) и фенольных соединений. Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в исследованных проростках капустных культур находилось в пределах концентраций от 3,58–4,57 мг-экв ГК/г (сырой массы). Проростки капусты декоративной – сорт Малиновка, капусты кольраби – гибрид F_1 Соната и капусты краснокочанной – сорт Гако 741 отличались наибольшими показателями полифенолов и суммы антиоксидантов, по сравнению с проростками других капустных культур [22].

Получение функциональных продуктов питания с повышенным содержанием селена и природных антиоксидантов является важнейшей задачей современной нутрициологии. В 2021 году проведена сравнительная оценка адаптационной способности проростков семи видов капустных культур (капуста белокочанная, краснокочанная, кольраби, японская, китайская, цветная) к воздействию селената натрия. Установлено снижение адаптационного индекса по отношению к селену в ряду: «японская > белокочанная > кольраби > китайская > цветная > краснокочанная». Выявлено, что эффективность обогащения селеном не только видоспецифична, но также зависит от способа внесения элемента (корневое, внекорневое обогащение, обогащение проростков семян) и от генетических особенностей сорта, наиболее четко проявляющихся при опрыскивании растений раствором селената натрия [23].

Важным соединением, обладающим высокой антиоксидантной активностью, являются каротиноиды, а тыква – один из основных их источников для человека. Исследование каротиноидного состава мякоти тыквы сорта Конфетка впервые позволило выявить, что это единственный известный в настоящее время сорт, накапливающий исключительно лютеин в мякоти и лютеин и зеаксантин в коже. Содержание лютеина в мякоти тыквы составляло 11 мг/100 г, в коже – 41,3 мг/100 г, в плаценте – 51,2 мг/100 г. Уровень зеаксантина отсутствовал в мякоти и составил в коже – 28,3 мг/100 г, и в плаценте – 10 мг/100 г. Бета-каротин был обнаружен только в плаценте, где его содержание достигало 94,7 мг/100 г. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования всех частей тыквы сорта Конфетка как в пищевой промышленности, так и в производстве детских продуктов питания и БАДов, содержащих лютеин и зеаксантин [24].

Растения рода *Amaranthus* L. привлекают к себе внимание исследователей и практиков сельского хозяйства высокой урожайностью, особенностями приспособления к условиям среды, сбалансированностью белка, минеральных солей, содержанием ценных биологически активных веществ (БАВ), применимостью в лекарственной и пищевой сферах промышленности [25]. Амарантин как водорастворимый антиоксидант перспективен для использования в медицине, а также для восстановления природной окраски в пищевой промышленности [26]. Накопление пигмента амарантина зависит как от генотипа, так и от условий выращивания. В отчетном году продолжено изучение динамики содержания амарантина сорта Валентина и показано, что оптимальными фазами для получения высокого выхода амарантина с растения при возделывании в открытом грунте Московской области является: начало бутонизации и начало формирования семян, т.е. III и IV фазы (140 и 183 мг/растение); у сорта Дон Педро – III фаза цветения (125 мг/растение); у сорта Факел – IV фаза – начало формирования семян (146 мг/растение) [27].

Полисахариды – один из важнейших классов природных соединений, имеющих практическое применение в различных областях науки и техники. Особое место среди полисахаридов *Amaranthus* L. занимает пектин, который входит в состав структурных элементов клеточной ткани высших растений и выполняет функции связывающих и упрочняющих компонентов клеточной стенки, а также регулирует водный обмен. Методом высокоэффективной

жидкостной хроматографии установлено, что в пектиновых фракциях содержатся моносахариды глюкоза, галактоза, рамноза, арабиноза и галактуроновая кислота. Содержание галактуроновой кислоты в гидролизате, полученном действием H_2SO_4 , составляло 0,63%, а в гидролизате, полученном с трифторуксусной кислотой, – 1,68%. Физико-химические свойства исследованных пектинов из амаранта сорта Валентина (высокая молекулярная масса и степень этерификации) позволяют рекомендовать их для пищевой промышленности [28].

Важным направлением исследований ФГБНУ ФНЦО также является изучение технологичности создаваемых сортов и гибридов. В текущем году изучена пригодность новых сортов и гибридов свеклы столовой как сырья для производства сушеной продукции. По содержанию сухого вещества (15,4–14,5%) выделены сорта Бордовая ВНИИО, Русская односемянная и Маришка. Наибольшим содержанием сахаров (12,06 до 10,23%) характеризовались сорта Бордовая ВНИИО, Бордо 237 и Маришка, по содержанию бетанина (более 200 мг%) отмечены сорта Бордовая ВНИИО, Русская односемянная и Маришка. По результатам исследований сорта Бордовая ВНИИО, Маришка и Бордо 237 рекомендованы к возделыванию в зонах заготовительной деятельности перерабатывающих предприятий, обеспечивающих получение сушеной продукции высокого качества [29].

На основе фундаментальных и приоритетных прикладных исследований предыдущих лет в 2021 году завершено создание 21 сорта и гибрида овощных, бахчевых и цветочных культур. Располагаясь в различных эколого-географических зонах России ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» и его филиалы проводят зональную селекцию по основным овощным культурам, где в новых генотипах реализуется высокий потенциал продуктивности и качества, адаптивности к различным почвенно-климатическим условиям, устойчивости к наиболее вредоносным патогенам.

Традиционно в России наиболее значимой овощной культурой является капуста белокочанная, которая занимает более 24% площадей всех овощных культур в стране. В Западной Сибири в структуре посевных площадей под овощными культурами капуста белокочанная занимает от 35 до 50%. Для данного региона в 2021 году создан среднеспоздний сорт капусты белокочанной Волнушка с урожайностью 79,9–85,3 т/га, с высокими вкусовыми качествами, устойчивостью к абиотическим и биотическим условиям среды [30].

Большую популярность имеют луковые культуры. Для условий Центрального Черноземного региона создан сорт лука репчатого (*Allium cepa* L.) Воронеж с полуострым вкусом, высоким содержанием сухого вещества, продолжительным периодом хранения (8–9 месяцев) и лежкостью 97,8%.

Для Центрального и Средневолжского регионов выведен среднеспелый сорт лука репчатого (*A. cepa* L.) Атлет с округлой луковицей, массой 120–140 г и желто-коричневой окраской сухих чешуй, полуострого вкуса [31].

Для экономии энергозатрат в севочной культуре, создаются сорта и гибриды лука репчатого для холодного способа хранения сева. Сорт лука репчатого (*A. cepa* L.) Юбилейный Ершовский предназначен для товарного производства в Центральном регионе. Пригоден для посева в однолетней культуре и через севок. Сеевок имеет низкий

процент усушки в процессе хранения. Урожайность более 70 т/га.

В последние годы особую популярность в нашей стране завоевал лук порей (*Allium porrum* L.) благодаря своим целебным свойствам и зимостойкости. Для выращивания в Нечерноземной зоне создан позднеспелый сорт лука порея Брунгильда, характеризующийся высокой выровненностью растений, большой отбеленной частью стебля, длительным периодом хранения и зимостойкостью 95-97%.

В 2021 году для условий Западной Сибири получен среднеспелый сорт лука шнитт Лукерья, характеризующийся продолжительным сроком отдачи урожая товарного зеленого лука и высокой морозостойкостью.

Создаются селекционные достижения по корнеплодной группе культур. Для товарного производства создан сорт свеклы столовой Маруся, характеризующийся высокой урожайностью (80-85 т/га) и товарностью (95-97%), устойчив к загущению (600 тыс. растений/га) и цветущности.

На фоне усиливающейся инфекционной нагрузки на культуру томата защищенного грунта, обусловленной появлением новых болезней и новых физиологических рас традиционных патогенов, возрастает значение создания и использования в производстве гетерозисных гибридов с комплексной устойчивостью. В 2021 году созданы: гибриды томата Афанасий F₁ и Корсика F₁ группы биф, характеризующиеся устойчивостью к фузариозному увяданию, *ToMV* и кладоспориозу; гибрид томата Крашенка F₁ коктейльного типа с устойчивостью к *VTM* и кладоспориозу, а также растрескиванию и осыпанию.

Селекционная работа по созданию сортов томата для промышленных технологий возделывания в открытом грунте направлены на создание сортов и гибридов с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам и высокой технологичностью. Для условий ЦЧО создан сорт томата Бухаровец, отличающийся высокими вкусовыми качествами. Сорт пригоден для свежего потребления и приготовления томатопродуктов.

В силу особенностей почвенно-климатических факторов Дальневосточный регион имеет самый напряженный в России инфекционный фон, в связи с чем селекция томата, прежде всего, направлена на устойчивость к наиболее вредоносным заболеваниям. Для условий Приморского края создан сорт томата Фитилек толерантен к альтернариозу. Отличается медленным ростом и развитием до фазы завязывания 2-3 кисти. И в дальнейшем, при благоприятных условиях, наблюдается интенсивное отрастание вегетативной массы и формирование плодов.

В последние годы возрос спрос мелкотоварного производителя на гибриды перца (*Capsicum annuum* L.) с высокими технологическими качествами и ранней отдачей урожая. В 2021 году создан гибрид перца сладкого F₁ Турмалин, предназначенный для выращивания в пленочных теплицах, с урожайностью товарных плодов в весенне-летнем обороте – более 7 кг/м². Кубовидные, красные плоды отличаются высоким содержанием аскорбиновой кислоты в биологической спелости – 414 мг%. Для промышленного выращивания в открытом грунте создан гибрид F₁ Эликсир с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам, высокой продуктивностью, товарностью и технологичностью.

Ведётся активная работа по созданию гибридов огурца партенокарпического типа и пчёлоопыляемых для откры-

того грунта и весенних плёночных теплиц. В 2021 году создан раннеспелый партенокарпический гибрид огурца Борец F₁ с генетически обусловленным отсутствием горечи в зеленце.

По бахчевым культурам перед селекционерами стоит задача создания отечественных сортов и гибридов, отличающихся высокими вкусовыми, пищевыми и технологическими качествами, устойчивостью к био- и абиотическим факторам среды, с высоким потенциалом продуктивности. Для условий Нижнего Поволжья создан сорт дыни Кассандра с высокими вкусовыми качествами, содержанием сухого вещества 13,0-17,8% и хорошей транспортабельностью.

Благодаря успехам селекции, обеспечены темпы распространения салата-латука. Многообразие сортотипов и сортов, приспособленных к различным условиям выращивания, а также высокие вкусовые достоинства и товарные качества позволили этой культуре стать самой популярной среди овощных растений. В отчетном году создан сорт салата листового (*Lactuca sativa* L.) Улада, характеризующийся относительной засухоустойчивостью, практически не поражается сосудистым бактериозом. Урожайность – 59 т/га.

Для расширения ассортимента овощных культур интродуцируются новые виды и создаются новые сорта культур, ранее неизвестные в широких масштабах. К таким культурам можно отнести кервель (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.). В 2021 году создан сорт кервеля Огородник, который рекомендуется для использования в качестве салатной зелени (листья, молодые стебли) и пряной приправы (сушёные листья, зрелые семена).

Приморский филиал ФНЦО занимается селекцией картофеля. С учетом современного состояния экономических и почвенно-климатических условий, обоснована необходимость выведения раннеспелых и среднеранних сортов, на чем и сосредоточена работа селекционеров. Для условий Приморья создан сорт картофеля Дальневосточный столового назначения с устойчивостью к раку и золотистой картофельной нематоде.

В процессе селекции важное место занимают иммунологические исследования по изучению устойчивости овощных культур к наиболее вредоносным заболеваниям. Ежегодно проводится мониторинг по изучению фитопатогенного состояния посевов и скрининг устойчивых форм для селекции. Показано, что в условиях Московской области поражение посевов чеснока фузариозом проявляется ежегодно, но с различной интенсивностью. Сотрудниками ФГБНУ ФНЦО показано, что число и соотношение видов грибов рода *Fusarium* в патогенном комплексе изменяется от года к году, регистрируются новые виды и расы патогена, ранее не отмеченные. Показано, что наличие в фитопатогенном комплексе в посевах чеснока грибов других родов (*Botrytis*, *Alternaria* и др.) усиливает вредоносность видов *Fusarium*. В отчетном году совместно с ФИЦ Биотехнологии РАН проведена видовая идентификация выделенных грибных патогенов методами ДНК-маркирования. Анализ морфолого-культуральных признаков грибных изолятов, а также нуклеотидных последовательностей четырех участков ДНК (спейсеры *ITS*, гены *EF1a*, *RPB1* и *RPB2*) показал, что возбудителем сухой гнили зубков чеснока является патогенный гриб *Fusarium proliferatum*. Дополнительно в полевых усло-

виях была проведена идентификация на основе анализа последовательностей спейсеров *ITS* и гена *EF1* афитопатогенных грибов, обитающих в корневой зоне растений чеснока. В результате в корневой сфере сортов чеснока были обнаружены два вида грибов рода *Fusarium* (*F. proliferatum* и *F. oxysporum* f. sp. *cepae*), а также виды *Rhizoctonia solani*, *Volutella rosea* и *Ceratobasidium* sp. Анализ растений чеснока, собранных в период вегетации, позволил определить, что грибы *F. proliferatum* и *F. oxysporum* присутствует в растениях чеснока в процессе роста, а при послеуборочном хранении в очагах сухой гнили детектируется только *F. proliferatum* [32, 33].

Патогенный комплекс бобов овощных во все годы исследований был представлен доминирующими возбудителями шоколадной пятнистости (*Botrytis fabae*), аскохитоза (*Ascochyta fabae*), фузариозного увядания (*Fusarium solani*, *F. oxysporum* v. *oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. sporotrichiella*). В отдельные годы зарегистрированы эпифитотии ржавчины бобов (*Uromyces viciae-fabae*) и стеμφиллиоза (*Stemphylium* spp.). В связи с изменением климата отмечено нарастание вредоносности вирусных патогенов, в частности вируса желтой мозаики фасоли – ВЖМФ (*Bean yellow mosaic – BYMV*) и вируса огуречной мозаики – ВОВ (*Cucumber mosaic virus – CMV*). Сорт Русские белые обладает высокой устойчивостью к болезням грибной и вирусной этиологии, по сравнению с другими районированными и широко выращиваемыми сортами бобов овощных. В годы эпифитотий степень поражения аскохитозом, шоколадной пятнистостью, фузариозом, вирусом желтой мозаики фасоли оставалась низкой и не превышала 14%. Сорт бобов овощных Русские белые может быть рекомендован для выращивания в регионах с неблагоприятной эпифитотийной обстановкой [34].

В области семеноводства ведется разработка методов по повышению всхожести семян, первичного семеноводства, элементов технологии производства маточников и семян различных овощных и бахчевых культур; зональных технологий производства семян, обеспечивающих повышение их урожайности. На Быковском филиале в 2021 году были проведены исследования по влиянию увеличения густоты стояния растений на выход семян с единицы площади. Показано, что при снижении площади питания у арбуза с 3,15 м² до 2,10 м² выход семян увеличился на 33,9%, а снижение площади питания дыни до 1,05 м² позволило увеличить выход семян на 34,4% по сравнению с контролем. Установлено, что на выход семян бахчевых культур положительно влияют обработки регуляторами роста и внесение новых видов и норм водорастворимых удобрений. Обработка вегетирующих растений препаратом Вигор Форте увеличивала выход семян мускатной тыквы в 2,7 раза, а тыквы крупноплодной – на 52,6% выше контроля. При применении комплексного удобрения Новалон Фолиар в дозе 900 г/100 л раствора выход семян тыквы мускатной превысил контроль в 2,7 раза, а тыквы крупноплодной – в 2,3 раза.

Для представителей семейства *Ariaseae* характерна разнокачественность семян, обусловленная матрикальным фактором. Известно, что степень развития зародыша вследствие матрикальной разнокачественности определяет активность его роста. В исследованиях ВНИИО-филиала ФГБНУ ФНЦО показано, что морфометрические параметры зародыша играют ключевую роль в противо-

стоянии семян укропа действию температурного стрессора в процессе прорастания. На первых этапах прорастания зародыши семян из соцветий первых порядков обладают преимуществом, имеют более крупный эндосперм по сравнению со вторым, а, следовательно, и больший запас питательных веществ – потенциальный ресурс для поддержания высокого темпа роста зародыша и эффективного преодоления температурного стресса. Менее развитый зародыш семян в соцветиях второго порядка ветвления при прорастании более чувствителен к действию высоких температур (40°C) [35].

В совместной работе сотрудников ФГБНУ ФНЦО, Агрофизического НИИ, СПб государственного университета, НИИ проблем хранения Росрезерва разработан алгоритм автоматического рентгенографического анализа качества семян овощных культур, подготовлена программа «Сортсемконтроль-2», которая распознает семена по следующим показателям: полноценные, недовыполненные, невыполненные, уродливые. Проводит анализ фракционного состава партии для предпосевной подготовки семян [36].

Предгорная зона Северного Кавказа является оптимальным регионом для производства высококачественных семян лука репчатого. На Северо-Кавказском филиале оптимизированы элементы технологии возделывания семенников лука репчатого сортов Ампэкс и Примо селекции центра. Для получения более высокой урожайности качественных семян рекомендуется: посадку маточников проводить в первой декаде ноября, использовать маточные луковицы размером 8 см, схема посадки – 75х10 см, глубина посадки – 15 см [37].

В отчетном году получен патент на изобретение по повышению всхожести семян клевера и амаранта заключающийся в предпосевной обработке путем замачивания природной минеральной серосодержащей воде. Изобретение позволяет снизить заболеваемость семян и растений, обеспечивая получение здорового посевного материала [38].

Также получен патент на способ предпосевной обработки семян позволяющий повысить энергию прорастания и всхожесть. Он заключается в обработке семян клевера и амаранта рабочим раствором гидротермального нанокремнезема [39].

Наряду с созданием новых селекционных достижений совершенствуются технологии их выращивания за счет использования новых агротехнических приемов, микроудобрений, биопрепаратов и гуматов. По результатам научных исследований, проведенных в 2021 году, выявлено, что наиболее перспективной для производства овощей является органо-минеральная система, при которой наибольшая урожайность сочетается с достаточно высокими качественными показателями продукции. Причем, при органической системе удобрения нитратное загрязнение продукции практически отсутствовало, при органо-минеральной – было существенно меньше, чем при минеральной [40].

Исследования, проведенные на однолетней культуре лука репчатого, показали, что биокомпосты из навоза КРС, конского и куриного помета в сбалансированных дозах с минеральными удобрениями по азоту, а также регуляторы роста Циркон и Арголан позволяют существенно увеличить урожайность однолетнего лука до 58,8-66,4 т/га при повышении стандартности луковиц без

снижения биохимических показателей качества. Наиболее эффективными были куриный помет (16% прибавки), Арголан (21% прибавки) и Циркон (10-21% прибавки урожая разных гибридов) [41].

В отчетном году проведено изучение степени влияния разных условий возделывания на качество продукции капусты белокочанной. Показано, что в процессе вегетации капусты на низких уровнях минерального питания накопление сахарозы в кочанах происходит быстрее, отношение дисахаридов к моносахарам увеличивается раньше, чем при средних и высоких дозах, и, следовательно, капуста созревает быстрее. Показано, что при планировании урожайности капусты белокочанной следует учитывать, что повышенные дозы минеральных удобрений могут значительно повысить количество получаемой продукции, но существенно снизить её качество [42].

В 2021 году проведены исследования по совершенствованию технологии возделывания перца сладкого на обыкновенных черноземах Ростовской области, имеющих слабощелочную реакцию среды, мощный гумусовый горизонт, среднюю обеспеченность подвижным фосфором и высокую обменным калием. Изучено комплексное действие основного внесения расчетных доз минеральных удобрений, капельного орошения, трехкратной подкормки водорастворимыми удобрениями «Мастер» и органоминеральным наноудобрением «Арксоил». Наиболее высокая продуктивность растений была получена при комплексном использовании расчетной дозы на урожайность 90 т/га в сочетании с корневой подкормкой - 86,8 т/га при хорошем качестве плодов перца [43].

Кроме того, проведено изучение эффективности обработок водорастворимыми удобрениями и регуляторами роста по вегетирующим растениям дыни и арбуза в сухостепных условиях Заволжья. Показано, что использование водорастворимых удобрений и регуляторов роста для фоллиарных обработок обеспечивает растения дыни и арбуза необходимыми элементами питания, что способствует усилению их ростовых процессов, повышает устойчивость растений к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды, повышает урожайность. Максимальный эффект в увеличении урожайности дыни был достигнут в варианте Вигор Форте + Агровин Профи + NPK комплекс – на 10-20% больше по сравнению с другими изучаемыми препаратами. Максимальная урожайность арбуза отмечена в вариантах Вигор Форте + Агровин Профи и Вигор Форте + Агровин Профи + NPK комплекс, что на 4,6-35,1% выше контроля [44, 45].

Разработаны новые приемы технологий возделывания бахчевых культур, позволяющие получать гарантированные урожаи плодов без снижения качества продукции арбуза столового в условиях сухостепного Заволжья. Показано, что использование в технологии выращивания арбуза столового хелатов В и Fe, а также Акварина является эффективным приемом для получения гарантированных урожаев. Применение водорастворимых удобрений, при различных способах их использования, обеспечивало прибавку урожайности арбуза на 1,6-8,3 т/га, или на 6,9-35,9% в сравнении с контролем (вариант без обработок). Самые крупные плоды были получены в вариантах хелат В и Акварин овощной (обработка расте-

ний) – 6,8 кг. Сравнительный анализ биохимического состава плодов показал положительное действие водорастворимых микроудобрений на улучшение качества плодов, что проявилось в увеличении содержания витамина С и сахаров [46].

Установлена эффективность применения влагонасыщенного гидрогеля при выращивании рассады огурца для открытого грунта. Показано, что внесение в рассадную смесь гидрогеля обеспечивает приживаемость рассады на 98-100%. Анализ расчетов экономической эффективности показывает, что производство огурца в открытом грунте в условиях Московской области является рентабельным. Затраты на внесение гидрогеля в рассадную смесь превышают затраты контрольного варианта всего на 0,4-0,8%, в то время как рентабельность повышается на 15,4-69,1% по сравнению с контролем [47].

Продолжается изучение характера влияния длительного применения различных сочетаний минеральных и органических удобрений на плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность овощных культур в стационарном полевом опыте Западно-Сибирского филиала. Показано, что экстенсивное использование почвы в овощном севообороте приводит к существенному снижению содержания гумуса – на 1,32% в пахотном слое. Использование минеральных удобрений в парных сочетаниях и в виде полного минерального удобрения не оказывает существенного влияния на содержание гумуса. Систематическое применение органических удобрений приводит к росту содержания гумуса на 0,98% к контролю, но не обеспечивает его поддержание на исходном уровне. Наибольший прирост урожайности огурца и томата получен при использовании полного минерального удобрения в полуторной дозе [48].

В настоящее время все актуальнее становится потребность ресурсосберегающего и экологически оправданного подхода к применению удобрений. Учеными Приморского филиала проведено изучение внесения биоугля в почву под овощные культуры для Дальневосточного региона. Установлено, что наибольший положительный эффект (снижение эмиссии, улучшение водно-физических показателей, повышение урожайности) от внесения биоугля наблюдается на бездренажных участках, что говорит о перспективах его применения в качестве мелиоранта. Выявлено, что при внесении биоугля идет его разложение под действием внешних факторов среды и физическое измельчение при обработке почвы, что увеличивает его удельную поверхность и водоудерживающую способность. Внесение биоугля улучшает свойства почв и повышает содержание органического углерода. Урожайность при его внесении в дозе 3 кг/м² увеличивается в три раза на участке без дренажной системы по сравнению с контролем, что показывает перспективу применения биоугля на Дальнем Востоке Российской Федерации при выращивании овощных культур [49].

Важнейшей и приоритетной подотраслью растениеводства является тепличное овощеводство, позволяющее обеспечить население продукцией во внесезонный период. Увеличить объем производства овощных культур можно благодаря использованию перспективных технологий выращивания, к которым относятся современные гидропонные системы, позволяющие существенно повы-

сильнее урожайность. Гидропоника становится более популярной в крупных фермерских хозяйствах. Особый интерес представляет многоярусная гидропоника. Проведенные исследования показывают, что в условиях гидропонной технологии «Фитопирамида» наблюдается более раннее вступление в фазу цветения и созревания как образцов томата группы черри, так и крупноплодных сортов различного типа роста по сравнению с пленочной грунтовой теплицей. Более раннее вступление томата в плодоношение, более короткий вегетационный период, а также высокая плотность посадки растений на установках «Фитопирамида» обуславливают возможность проведения наибольшего числа культурооборотов в год для получения максимального урожая с единицы площади (в теплицах круглогодичного использования) [50]. Для расширения ассортимента овощных культур, выращиваемых на проточных линиях проведено изучение ряда пряно-вкусовых культур. В результате изучения показано, что лекарственные и ароматические растения семейства *Lamiaceae*, *Hypericaceae*, *Ariaceae* могут выращиваться на вертикальных гидропонных конструкциях и накапливать при этом антиоксиданты и полифенольные соединения, обуславливающие их лекарственные свойства [51].

Промышленное грибоводство в России является составной частью отрасли овощеводства защищенного грунта. Анализ состояния промышленного грибоводства в Российской Федерации показывает, что потенциал для его развития значителен. Сектор производства съедобных грибов в России начал быстро развиваться. За короткий срок российское грибоводство переместилось с 22-го места (18 000 метрических тонн грибов ежегодно по состоянию на 2017 год) до 10-го (85 000 метрических тонн грибов ежегодно по состоянию на 2020 год).

В ФГБНУ ФНЦО проводятся работы в области научного сопровождения изучения и разработки новых агроприемов, способствующих увеличению выхода культивируемых грибов, развитию закрытого производства процессов, в том числе переработка свежей грибной продукции, что обеспечивает высокие экономические эффективность производства и окупаемость инвестиций [52].

В лаборатории грибоводства ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО и на базе действующего предприятия по выращиванию дереворазрушающих грибов ООО «Апрель» разработан технологический процесс полного цикла культивирования шиитаке и установлены его оптимальные параметры в производственных условиях. В результате изучения установлено, что оптимальная продолжительность периода выращивания шиитаке и получение урожая в камерах выращивания составляет в среднем 53-68 суток. Важнейшая составляющая технологического процесса культивирования шиитаке – приготовление субстрата, подбор исходных материалов и биологически активных добавок, обеспечивающих его высокую питательность (содержание общего азота 0,8-1,2% и более) и возможность получения урожая более 30-35% от массы субстрата с высокой экономической эффективностью от 290% (рентабельность производства) [53].

Продолжены исследования по разработке и совершенствованию интегрированной защиты овощных, бахчевых и цветочных культур от вредителей, болезней и сорняков, с комплексным использованием современных химических и биологических препаратов в различных

почвенно-климатических условиях. В отчетном году разработана система защитных мероприятий против болезней огурца и томата на основе применения новых экологически безопасных препаратов для оптимизации фитосанитарного состояния теплиц, повышения выхода товарной овощной продукции и улучшения ее качества, обеспечивающая биологическую эффективность от 74,0 до 92,3 % к контролю, прибавку урожая от 13 до 18 % в зависимости от культуры [54].

По результатам научных исследований Воронежского филиала получены данные и показана эффективность использования биопрепаратов картоспорина и биоудобрения ПроРостим для борьбы с болезнями (антракноз, бактериоз) на овощной фасоли, в условиях ЦЧО, а также возможность повышения урожайности и качества семян.

Проведено изучение эффективности рострегулирующих и антипатогенных микробных консорциумов на урожайность и качество капусты белокочанной в условиях полевого опыта. Установлено, что на интенсивном фоне, как отдельное, так и совместное применение биофунгицида Тридем и микробного комплекса БИС стимулировало повышение урожайности, положительно влияло на качество продукции и способствовало снижению численности патогенных грибов и бактерий в почве [55].

Доработан и прошел лабораторные испытания опытный образец пневмостола для доработки семян овощных и пряноароматических культур. Очистка семенного вороха на пневмосортировальном столе происходит за счет разности плотности между семенами основной культуры и отделяемыми примесями. В результате использования ПСС-1 создается возможность получения высококачественных семян с чистотой не менее 99,0%.

Проведены лабораторные и полевые испытания способа возделывания семенников свёклы столовой с использованием съемных вращающихся и стационарных несущих горшков, обеспечивающий высокий выход семенного материала.

В условиях рыночных отношений важное значение приобретает экономическое обоснование стабилизации отрасли селекции и семеноводства овощных культур; разработка стандартов и нормативно-технологической документации на семена, посадочный материал, товарную продукцию овощных и бахчевых культур. Разработаны стандарты: «45727225-69-2021 СТО. Чипсы из корнеплодов сельдерея, пастернака и петрушки. Промышленное сырье. Технические условия», «45727225-70-2021 СТО Чипсы из корнеплодов свёклы столовой. Промышленное сырье. Технические условия» для внедрения в производство.

В 2022 году коллективом учёных получена премия Правительства РФ за научную работу «Разработка и внедрение инновационных технологий выращивания овощных культур и картофеля для обеспечения населения экологически чистыми продуктами питания».

Представленный обзор проведенных в 2021 году исследований по селекции, семеноводству и технологиям возделывания овощных культур показывает их научную эффективность и необходимость их дальнейшего продолжения как одного из важных направлений, обеспечивающих овощеводство страны высокопродуктивными сортами и гибридами, качественным семенным материалом высших репродукций и прогрессивными технологиями выращивания.

Об авторах:

Виктор Федорович Пивоваров – доктор с.-х. наук, академик РАН, научный руководитель, pivovarov@vniissok.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9522-8072>
Алексей Васильевич Солдатенко – доктор с.-х. наук, чл.-корр. РАН, гл.н.с., alexsoldat@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9492-6845>
Ольга Николаевна Пышная – доктор с.-х. наук, г.н.с., автор для переписки, pishnaya_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9744-2443>
Любовь Кирилловна Гуркина – кандидат с.-х. наук, с.н.с., <https://orcid.org/0000-0002-8384-2857>
Елена Владимировна Пинчук – кандидат с.-х. наук, с.н.с., techh620@yandex.ru <https://orcid.org/0000-00030824-8864>

About the authors:

Victor F. Pivovarov – Doc. Sci. (Agriculture), Academician of the Russian Academy of Sciences, Scientific Supervisor, pivovarov@vniissok.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9522-8072>
Alexey V. Soldatenko – Doc. Sci. (Agriculture), Corr. RAS, Chief Researcher, alexsoldat@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9492-6845>
Olga N. Pyshnaya – Doc. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Correspondence Author, pishnaya_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9744-2443>
Lyubov K. Gurkina – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-8384-2857>
Elena V. Pinchuk – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, techh620@yandex.ru <https://orcid.org/0000-00030824-8864>

• Литература

- Мамедов М.И. Овощеводство в мире: производство основных овощных культур, тенденция развития за 1993-2013 годы по данным FAO. *Овощи России*. 2015;(2):3-9. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-2-3-9>
- Стадник А.Т., Чернова С.Г., Ожогова О.В., Целуйко И.Г. Тенденции производства, потребления, импорта овощей и картофеля в Российской Федерации. *Культура. Наука. Производство*. 2019;(3):79-84.
- Приказ Минздрава России от 19 августа 2016 г. № 614 <https://www.rosminzdrav.ru/news/2016/08/26/3128-prikazom-minzdrava-rossii-utverzheny-rekomendatsii-po-ratsionalnym-normam-potrebleniya-pischevyh-produktov>
- Rahman M., Michalak de Jiménez M. Behind the scenes of microspore-based double haploid development in Brassica napus: A review. *J. Plant Sci. Mol. Breed*. 2016;(5):1-9. <http://dx.doi.org/10.7243/2050-2389-5-1>
- Shamekova M.H., Volkov D.V., Zatybekov A.K., Zhambakin K.Zh. Double haploid production of spring rapeseed with the value traits. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Biological and Medical*. 2015;3(309):5-11.
- Kozar E., Domblides E. Protocol of European Radish (*Raphanus sativus* L.) Microspore Culture for Doubled Haploid Plant Production. In: Segui-Simarro J.M. (eds) Doubled Haploid Technology. *Methods in Molecular Biology*. 2021;(2288). Humana, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1335-1_13
- Domblides E., Shmykova N., Khimich G., Korotseva I., Kan L., Domblides A., Pivovarov V. and Soldatenko A. Production of doubled haploid plants of Cucurbitaceae family crops through unpollinated ovule culture *in vitro*. *Acta Horticulture*. 2020;(1294):19-28. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1294.4>
- Домблides Е.А., Ермолаев Е.А., Белов С.Н. Получение удвоенных гаплоидов *Cucurbita pepo* L. Овощи России. 2021;(4):11-26. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-11-26>
- Zayachkovskaya T., Domblides E., Zayachkovsky V., Kan L., Domblides A., Soldatenko A. Production of gynogenic plants of red beet (*Beta vulgaris* L.) in unpollinated ovule culture *in vitro*. *Plants*. 2021;(10):2703. <https://doi.org/10.3390/plants10122703>
- Романова О.В., Середин Т.М., Романов В.С. Гаплоидия на шнитт-луке (*Allium schoenoprasum* L.) через гиногенез. В книге: Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии. Сборник тезисов докладов 20-й Всероссийской конференции молодых учёных, посвященной памяти академика РАСХН Георгия Сергеевича Муромцева. Москва, 2020. С.74-76. <https://doi.org/10.48397/ARRIAB.2020.20.042>
- Kozar E.V., Domblides E.A., Soldatenko A.V. Embryogenesis of European Radish (*Raphanus sativus* L. subsp. sativus) var. radicola in culture of isolated microspores *in vitro*. *Plants*. 2021;(10):2117. <https://doi.org/10.3390/plants10102117>
- Shmykova N., Domblides E., Vjurtts T., Domblides A. Haploid embryogenesis in isolated microspore culture of carrots (*Daucus carota* L.). *Life*. 2021;(11):20. <https://doi.org/10.3390/life11010020>
- Shumilina D., Kozar E., Chichvarina O., Korotseva K., Domblides E. Brassica rapa L. ssp. chinensis isolated microspore culture protocol. in: segui-simarro j.m. (eds) doubled haploid technology. *Methods in Molecular Biology*. 2021;(2288). Humana, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1335-1_9
- Mineykina A., Bondareva L., Soldatenko A., Domblides E. Androgenesis of red cabbage in isolated microspore culture *in vitro*. *Plants*. 2021;(10):1950. <https://doi.org/10.3390/plants10091950>
- Domblides E.A., Domblides A.S., Zayachkovskaya T.V., Bondareva L.L. Identification of cytoplasm types in accessions of the Brassicaceae family (*Brassicaceae* Burnett) by DNA markers. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2016;(6):510-519.
- Домблides А.С. Поиск генисточников признака стерильности у образцов лука репчатого с использованием ДНК маркеров. *Овощи России*. 2019;(5):15-19. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-5-15-19>
- Кохтенкова И.Г., Скорина В.В., Домблides, А.С. Идентификация сортов чеснока озимого (*Allium sativum* L.) с использованием микросателлитных маркеров. *Земледелие и растениеводство*. 2021;3(136):44-47.
- Домблides А.С., Бондарева Л.Л., Пивоваров В.Ф. Оценка генетического разнообразия образцов капусты кочанной (*Brassica oleracea* L.) с использованием SSR маркеров. *Сельскохозяйственная биология*. 2020;55(5):890-900. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2020.5.890rus>
- Слугина М.А., Джос Е.А., Щенникова А.В., Кочиева Е.З. содержание сахаров в спелом плоде томата коррелирует с уровнем экспрессии изоформы RIN2I гена *Ripening Inhibitor*. *Физиология растений*. 2021;68(6):589-599. <https://doi.org/10.31857/S0015330321050195>
- Slugina M.A., Dzhos E.A., Schennikova A.V., Kochieva E.Z. The sugar content in the tomato ripe fruit correlates with the expression level of the RIN2I isoform of the ripening inhibitor gene. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2021;68(6):1038-1047.
- Шафигулин Д.Р., Гинс М.С., Пронина Е.П., Байков А.А. Онтогенетические изменения содержания вторичных метаболитов (спирто- и водорастворимых антиоксидантов) в семенах сои овощной. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2021;(2):25-29. <https://doi.org/10.31857/S2500262721020058>
- Ушакова О.В., Молчанова А.В., Бондарева Л.Л. Содержание биологически активных веществ в проростках капусты рода *Brassica* L. *Овощи России*. 2021;(1):96-104. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-96-104>
- Антошкина М.С., Голубкина Н.А., Паслова Т.О., Бондарева Л.Л. Особенности обогащения селеном отдельных представителей капустных культур. В сборнике: Фундаментальные основы биогеохимических технологий и перспективы их применения в охране природы, сельском хозяйстве и медицине. Труды XII Международной биогеохимической школы, посвященной 175-летию со дня рождения В. В. Докучаева. Тула, 2021. С.330-334.
- Голубкина Н.А., Химич Г.А., Антошкина М.С., Плотникова У.Д., Надежкин С.М., Коротцева И.Б. Особенности каротиноидного состава тыквы Конфетка, перспективы использования. *Овощи России*. 2021;(1):111-116. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-111-116>
- Кононков П.Ф., Гинс В.К., Гинс М.С., Рахимов М.В. Технология выращивания и переработки листовой массы амаранта как сырья для пищевой промышленности. М.: РУДН, 2008. 195 с.
- Гинс М.С. Биологически активные вещества амаранта. М.: РУДН, 2002. 183 с.
- Платонова С.Ю., Торрес Миньо К.Х., Гинс Е.М., Гинс М.С., Романова Е.В. Фенологические особенности развития красноокрашенных сортов амаранта в условиях открытого грунта Московской области с высоким содержанием натурального пигмента амарантина. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2021;15(2):107-117. <https://doi.org/10.22363/2312-797X.2021-16-2-107-117>
- Минзанова С.Т., Мионов В.Ф., Миндубаев А.З., Цепяева О.В., Миронова Л.Г., Милюков В.А., Гинс В.К., Гинс М.С., Кононков П.Ф., Бабаев В.М., Пивоваров В.Ф. Выделение и физико-химические свойства пектиновых полисахаридов из листьев амаранта. *Сельскохозяйственная биология*. 2021;56(3):591-601. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2021.3.591rus>
- Гаспарян Ш.В., Масловский С.А., Замятина М.Е., Карпова Н.А., Борисов В.А., Фильрозе Н.А. Технологическая оценка современных сортов и гибридов свеклы столовой как сырья для производства сушеной продукции. *Пищевая промышленность*. 2021;(1):12-15. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2021-10002>
- Кашнова Е.В. Новый сорт капусты белокочанной сибирской селекции. *Заметки ученого*. 2021;(12-1):271-275.
- Ибрагимбеков М.Г., Давлетбаева О.Р., Ховрин А.Н. Оценка новых сортообразцов лука репчатого в гибридном питомнике в условиях Центральной полосы России. *Картофель и овощи*. 2022;(1):37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.82.14.005>
- Филишин М.А., Данилова О.А., Середин Т.М. Идентификация патогенных грибов в луковичках чеснока при хранении и в корневой сфере в период роста растений. *Овощи России*. 2021;(3):105-109. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-105-109>
- Anisimova O.K., Seredin T.M., Danilova O.A., Filyushin M. First report of fusarium proliferatum causing garlic clove rot in Russian Federation. *Plant Dis*. 2021. Apr 9. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-20-2743-PDN>
- Енгальцева И.А., Козарь Е.Г., Пронина Е.П., Ушаков В.А. Иммунологическая

оценка нового перспективного сорта бобов овощных (*Vicia faba* L.) Русские белые на устойчивость к наиболее вредоносным фитопатогенам. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022;(1):8-12. <https://doi.org/10.31857/S2500262722010021>

35. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Еремина Н.А. Развитие зародыша семян укропа после воздействия кратковременного температурного стресса. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2021;2(59):7-17. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2021-59-2-7-17>

36. Мусаев Ф.Б., Белецкий С.Л., Потрахов Н.Н. Разработка компьютерной программы автоматического рентгенографического анализа качества семян овощных культур. *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2021;3(160):86-95. <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2021-3-160-86-95>

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

38. Способ стимуляции повышения всхожести семян. Патент на изобретение 2746803 С1. 21.04.2021. Зеленков В.Н., Бекузарова С.А., Косолапов В.М., Иванов М.И., Алексеева К.Л., Латушкин В.В., Разин О.А., Заявка № 2020120268 от 18.06.2020

39. Способ предпосевной обработки семян однолетних сельскохозяйственных культур / Патент на изобретение 2752532 С1, 29.07.2021. Зеленков В.Н., Бекузарова С.А., Потапов В.В., Иванов М.И., Косолапов В.М., Латушкин В.В., Разин А.Ф., Алексеева К.Л. Заявка № 2020120220 от 18.06.2020.

40. Борисов В.А., Успенская О.Н., Васючков И.Ю. Урожайность и качество овощных культур при использовании минеральной, органической и органо-минеральной систем удобрения. *Агрохимия*. 2021;(12):42-46. <https://doi.org/10.31857/S000218812112005X>

41. Борисов В.А., Коломиец А.А., Васючков И.Ю., Бебрис А.Р. Продуктивность и качество репчатого лука при использовании минеральных удобрений, биокомпонентов и регуляторов роста. *Овощи России*. 2021;(5):39-43. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-39-43>

42. Успенская О.Н., Борисов В.А., Васючков И.Ю., Коломиец А.А., Костенко Г.А. Влияние минеральных удобрений на качество капусты белокочанной. *Плодородие*. 2021;4(121):22-25. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.121.07>

43. Борисов В.А., Меньших А.М., Соснов В.С. Урожайность и качество перца сладкого при комплексном применении удобрений и орошения на обыкновенных черноземах. *Картофель и овощи*. 2021;(10):21-23. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.35.63.007>

44. Рябчикова Н.Б. Сравнительная оценка фоллиарных обработок растений дыни водорастворимыми удобрениями и регуляторами роста. *Известия ФНЦО*. 2021;(3-4):94-100. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2021-3-4-94-100>

45. Рябчикова Н.Б., Быкова М.В., Бочерова И.Н. Сравнительная оценка фоллиарных обработок растений арбуза столового водорастворимыми удобрениями и регуляторами роста. *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 2021;(139):125-134. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2021-139-125-134>

46. Галичкина Е.А., Быкова М.В., Надежкин С.М., Цирульников Н.В. Эффективность применения различных видов удобрений и способов их использования при выращивании арбуза столового. *Овощи России*. 2021;(5):49-53. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-49-53>

47. Енгальчева Н.А., Енгальчев Д.И., Алексеева К.Л. Эффективность применения гидрогеля при выращивании рассады огурца для открытого грунта. *Известия ФНЦО*. 2021;(1-2):84-89. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2021-1-2-84-89>

48. Пивоваров В.Ф., Надежкин С.М., Солдатенко А.В., Воронкин Е.В. Влияние длительного применения удобрений на плодородие чернозема выщелоченного, урожайность и качество овощных культур. *Плодородие*. 2021;3(120):89-92. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.120.17>

49. Нестерова О.В., Семаль В.А., Бовсун М.А., Васенев И.И., Брикманс А.В., Карпенко Т.Ю., Сакара Н.А. Изменение свойств агропочв юга Дальнего Востока России при внесении биоугля. *Агрохимический вестник*. 2021;(5):18-23. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-5-004>

50. Ерошевская А.С. Оценка прохождения фенотипа томата на многоярусных установках «Фитопирамида». *Овощи России*. 2021;(5):54-58. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-54-58>

51. Балашова И.Т., Беспалько Л.В., Молчанова А.В., Сирота С.М., Солдатенко А.В. Биохимический состав ряда лекарственных растений при культивации на многоярусных гидропонных конструкциях. В книге: Ароматические и лекарственные растения: интродукция, селекция, агротехника, биологически активные вещества, влияние на человека. Тезисы международной научно-практической конференции. Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН. Симферополь, 2021. С.8.

52. Mishurov N.P., Selivanov V.G., Devochkina N.L., Rubtsov A.A. High-tech production of edible mushrooms on an industrial basis in the Russian Federation. *IOP*

Conference Series: Earth and Environmental Science. Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture. 2021;(3):032080.

53. Девочкина Н.Л., Мукиенко С.В., Дугуниев Л.Г. Шитакэ. Введение в промышленную культуру дереворазрушающего экзотического гриба долголетия. *Картофель и овощи*. 2021;(5):17-20. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.42.11.002>

54. Алексеева К.Л., Сметанина Л.Г., Енгальчева Н.А., Енгальчев Д.И., Селиванов В.Г. Современные технологии интегрированной защиты тепличных овощных культур от болезней и вредителей. М.2021. 96 с.

55. Маркарова А.Э., Маркарова М.Ю., Разин О.А., Надежкин С.М. Совершенствование элементов технологии выращивания капусты белокочанной в Нечерноземной зоне России. *Известия ФНЦО*. 2021;(3-4):84-88. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2021-3-4-84-88>.

• References

- Mamedov M.I. Vegetable production in the world: production of main vegetable crops, development trend during 1993-2013 based on the data of FAO. *Vegetable crops of Russia*. 2015;(2):3-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-2-3-9>
- Stadnik A.T., Chernova S.G., Ozhogova O.V., Tseluiko I.G. Trends in production, consumption, import of vegetables and potatoes in the Russian Federation. *Culture. The science. Production*. 2019;(3):79-84. (In Russ.)
- Order of the Ministry of Health of Russia dated August 19, 2016 No. 614 <https://www.rosminzdrav.ru/news/2016/08/26/3128-prikazom-minzdrava-rossii-utverzhdeny-rekomendatsii-po-ratsionalnym-normam-potrebleniya-pischevykh-produktov>. (In Russ.)
- Rahman M., Michalak de Jiménez M. Behind the scenes of microspore-based double haploid development in *Brassica napus*: A review. *J. Plant Sci. Mol. Breed*. 2016;(5):1-9. <http://dx.doi.org/10.7243/2050-2389-5-1>
- Shamekova M.H., Volkov D.V., Zatybekov A.K., Zhambakin K.Zh. Double haploid production of spring rapeseed with the value traits. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Biological and Medical*. 2015;3(309):5-11.
- Kozar E., Domblides E. Protocol of European Radish (*Raphanus sativus* L.) Microspore Culture for Doubled Haploid Plant Production. In: Segui-Simarro J.M. (eds) Doubled Haploid Technology. Methods in Molecular Biology. 2021;(2288). Humana, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1335-1_13
- Domblides, E., Shmykova, N., Khimich, G., Korotseva, I., Kan, L., Domblides, A., Pivovarov, V. and Soldatenko, A. Production of doubled haploid plants of *Cucurbitaceae* family crops through unipollinated ovule culture *in vitro*. *Acta Horticulture*. 2020;(1294):19-28. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1294.4>
- Domblides E.A., Ermolaev A.S., Belov S.N. Obtaining doubled haploids of *Cucurbita pepo* L. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(4):11-26. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-11-26>
- Zayachkovskaya T., Domblides E., Zayachkovsky V., Kan L., Domblides A., Soldatenko A. Production of gynogenic plants of red beet (*Beta vulgaris* L.) in unipollinated ovule culture *in vitro*. *Plants*. 2021;(10):2703. <https://doi.org/10.3390/plants10122703>
- Romanova O.V., Seredin T.M., Romanov V.S. Haploidy on chives (*Allium schoenoprasum* L.) through gynogenesis. In the book: Biotechnology in crop production, animal husbandry and agricultural microbiology. Collection of abstracts of the 20th All-Russian Conference of Young Scientists, dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences Georgy Sergeevich Muromtsev. Moscow, 2020. Pp. 74-76. (In Russ.) <https://doi.org/10.48397/ARRIAB.2020.20.042>
- Kozar E.V., Domblides E.A., Soldatenko A.V. Embryogenesis of European Radish (*Raphanus sativus* L. subsp. *sativus* convar. *radicula*) in culture of isolated microspores *in vitro*. *Plants*. 2021;(10):2117. <https://doi.org/10.3390/plants10102117>
- Shmykova N., Domblides E., Vjurtts T., Domblides A. Haploid embryogenesis in isolated microspore culture of carrots (*Daucus carota* L.). *Life*. 2021;(11):20. <https://doi.org/10.3390/life11010020>
- Shumilina D., Kozar E., Chichvarina O., Korotseva K., Domblides E. Brassica rapa L. ssp. chinensis isolated microspore culture protocol. in: segui-simarro j.m. (eds) doubled haploid technology. *Methods in Molecular Biology*. 2021;(2288). Humana, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1335-1_9
- Mineykina A., Bondareva L., Soldatenko A., Domblides E. Androgenesis of red cabbage in isolated microspore culture *in vitro*. *Plants*. 2021;(10):1950. <https://doi.org/10.3390/plants10091950>
- Domblides E.A., Domblides A.S., Zayachkovskaya T.V., Bondareva L.L. Identification of cytoplasm types in accessions of the Brassicaceae family (*Brassicaceae* Burnett) by DNA markers. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2016;(6):510-519.
- Domblides A.S. Searching for sterility genes in bulb onion breeding accessions with the use of DNA markers. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(5):15-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-5-15-19>

17. Kokhtenkova I. G., Skorina V. V., Domblides, A. S. Identification of varieties of winter garlic (*Allium sativum* L.) using microsatellite markers. *Agriculture and plant growing*. 2021;3(136):44-47. (In Russ.)
18. Domblides A.S., Bondareva L.L., Pivovarov V.F. Evaluation of the genetic diversity of head cabbage (*Brassica oleracea* L.) samples using SSR markers. *Agricultural Biology*. 2020;55(5):890-900. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiologiya.2020.5.890rus>
19. Slugina M.A., Dzhos E.A., Shchennikova A.V., Kochieva E.Z. Sugar content in ripe tomato fruit correlates with the level of expression of the RIN2 isoform of the Ripening Inhibitor gene. *Plant Physiology*. 2021;68(6):589-599. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S001530321050195>
20. Slugina M.A., Dzhos E.A., Schennikova A.V., Kochieva E.Z. The sugar content in the tomato ripe fruit correlates with the expression level of the RIN2 isoform of the ripening inhibitor gene. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2021;68(6):1038-1047.
21. Shafigullin D.R., Gins M.S., Pronina E.P., Baikov A.A. Ontogenetic changes in the content of secondary metabolites (alcohol- and water-soluble antioxidants) in vegetable soybean seeds. *Russian Agricultural Science*. 2021;(2):25-29. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S2500262721020058>
22. Ushakova O.V., Molchanova A.V., Bondareva L.L. Content of biologically active substances in seedlings of cabbage of the genus *Brassica* L. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):96-104. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-96-104>
23. Antoshkina M.S., Golubkina N.A., Paslova T.O., Bondareva L.L. Features of selenium enrichment of individual representatives of cabbage crops. In the collection: Fundamental foundations of biogeochemical technologies and prospects for their application in nature conservation, agriculture and medicine. *Proceedings of the XII International Biogeochemical School dedicated to the 175th anniversary of the birth of V.V. Dokuchaev*. Tula, 2021. pp. 330-334. (In Russ.)
24. Golubkina N.A., Khimich G.A., Antoshkina M.S., Plotnikova U.D., Nadezhkin S.M., Korotseva I.B. Peculiarities of pumpkin carotenoid composition 'Konfetka' variety, prospects of utilization. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):111-116. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-111-116>
25. Kononkov P.F., Gins V.K., Gins M.S., Rakhimov M.V. Technology of cultivation and processing of amaranth leaf mass as a raw material for the food industry. M.: RUDN, 2008. 195 p. (In Russ.)
26. Gins M.S. Biologically active substances of amaranth. M.: RUDN, 2002. 183 p. (In Russ.)
27. Platonova S.Yu., Torres Minho K.Kh., Gins E.M., Gins M.S., Romanova E.V. Phenological features of the development of red-colored varieties of amaranth in open ground conditions of the Moscow region with a high content of natural pigment amaranth. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry*. 2021;15(2):107-117. (In Russ.) <https://doi.org/10.22363/2312-797X.2021-16-2-107-117>
28. Minzanova S.T., Mironov V.F., Mindubaev A.Z., Tsepaeva O.V., Mironova L.G., Milyukov V.A., Gins V.K., Gins M.S., Kononkov P.F., Babaev V.M., Pivovarov V.F. Isolation and physico-chemical properties of pectin polysaccharides from amaranth leaves. *Agricultural biology*. 2021;56(3):591-601. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiologiya.2021.3.591rus>
29. Gasparyan Sh.V., Maslovsky S.A., Zamyatina M.E., Karpova N.A., Borisov V.A., Filroze N.A. Technological assessment of modern varieties and hybrids of table beet as a raw material for the production of dried products. *Food industry*. 2021;(1):12-15. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2021-10002>
30. Kashnova E.V. A new variety of white cabbage of Siberian selection. *Notes of a scientist*. 2021;(12-1):271-275. (In Russ.)
31. Ibragimbekov M.G., Davletbaeva O.R., Khovrin A.N. Evaluation of new variety samples of onion in a hybrid nursery in the conditions of the Central strip of Russia. *Potatoes and vegetables*. 2022;(1):37-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.82.14.005>
32. Filyushin M.A., Danilova O.A., Seredin T.M. Identification of pathogenic fungi in garlic bulbs during storage and in the root zone during plant growth. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):105-109. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-105-109>
33. Anisimova O.K., Seredin T.M., Danilova O.A., Filyushin M. First report of fusarium proliferatum causing garlic clove rot in Russian Federation. *Plant Dis*. 2021. Apr 9. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-20-2743-PDN>
34. Engalycheva I.A., Kozar E.G., Pronina E.P., Ushakov V.A. Immunological evaluation of a new promising variety of vegetable beans (*Vicia faba* L.) Russian whites for resistance to the most harmful phytopathogens. *Russian Agricultural Science*. 2022;(1):8-12. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S2500262722010021>
35. Bukharov A.F., Baleev D.N., Eremina N.A. Development of the germ of dill seeds after exposure to short-term temperature stress. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2021;2(59):7-17. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2021-59-2-7-17>
36. Musaev F.B., Beletsky S.L., Potrakhov N.N. Development of a computer program for automatic X-ray analysis of the quality of seeds of vegetable crops. *Biology of Plants and Gardening: Theory, Innovations*. 2021;3(160):86-95. (In Russ.) <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2021-3-160-86-95>
37. Mastyaev I.S., Agafonov A.F., Krivenkov L.V., Podorogin V.A., Ushakov V.A. The effects of timing, scheme, planting depth and size of the uterine bulbs on the productivity of seed plants and seed quality onions in the conditions of the Foothill zone of the North Caucasus. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):55-62. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-55-62>
38. Method for stimulating the increase in seed germination / Patent for invention 2746803 C1. 04/21/2021. Zelenkov V.N., Bekuzarova S.A., Kosolapov V.M., Ivanova M.I., Alekseeva K.L., Latushkin V.V., Razin O.A., Application No. 2020120268 dated 06/18/2020
39. Method for pre-sowing treatment of seeds of annual agricultural crops. Patent for invention 2752532 C1, 07/29/2021. Zelenkov V.N., Bekuzarova S.A., Potapov V.V., Ivanova M.I., Kosolapov V.M., Latushkin V.V., Razin A.F., Alekseeva K.L. Application No. 2020120220 dated 06/18/2020.
40. Borisov V.A., Uspenskaya O.N., Vasyuchkov I.Yu. Productivity and quality of vegetable crops when using mineral, organic and organo-mineral fertilizer systems. *Agrochemistry*. 2021;(12):42-46. <https://doi.org/10.31857/S00021881212005X>
41. 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>
42. Uspenskaya O.N., Borisov V.A., Vasyuchkov I.Yu., Kolomiets A.A., Kostenko G.A. Influence of mineral fertilizers on the quality of white cabbage. *Fertility*. 2021;4(121):22-25. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.121.07>
43. Borisov V.A., Men'shikh A.M., Sosnov V.S. Productivity and quality of sweet pepper with the complex application of fertilizers and irrigation on ordinary chernozems. *Potatoes and vegetables*. 2021;(10):21-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.35.63.007>
44. Ryabchikova N.B. Comparative evaluation of foliar treatments of melon plants with water-soluble fertilizers and growth regulators. *News of FSVC*. 2021;(3-4):94-100. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2021-3-4-94-100>
45. Ryabchikova N.B., Bykova M.V., Bocherova I.N. Comparative evaluation of foliar treatments of table watermelon plants with water-soluble fertilizers and growth regulators. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2021;(139):125-134. (In Russ.) <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2021-139-125-134>
46. Galichkina E.A., Bykova M.V., Nadezhkin S.M., Tsurulnikova N.V. The effectiveness of the use of various types of fertilizers and methods of their application in the cultivation of watermelon. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(5):49-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-49-53>
47. Engalycheva N.A., Engalychev D.I., Alekseeva K.L. Efficiency of hydrogel application when growing cucumber seedlings for open ground. *News of FSVC*. 2021;(1-2):84-89. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2021-1-2-84-89>
48. Pivovarov V.F., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V., Voronkin E.V. Influence of long-term use of fertilizers on the fertility of leached chernozem, productivity and quality of vegetable crops. *Fertility*. 2021;3(120):89-92. (In Russ.) <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.120.17>
49. Nesterova O.V., Semal V.A., Bovsun M.A., Vasenev I.I., Brikmans A.V., Karpenko T.Yu., Sakara N.A. Changes in the properties of agricultural soils in the south of the Russian Far East during the introduction of biochar. *Agrochemical Bulletin*. 2021;(5):18-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-5-004>
50. Eroshevskaya A.S. Evaluation of tomato phenological stages passing on multi-level installations «Fitopiramida». *Vegetable crops of Russia*. 2021;(5):54-58. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-54-58>
51. Balashova I.T., Bepalko L.V., Molchanova A.V., Sirota S.M., Soldatenko A.V. Biochemical composition of a number of medicinal plants during cultivation on multi-tiered hydroponic structures. In the book: Aromatic and medicinal plants: introduction, selection, agricultural technology, biologically active substances, impact on humans. Abstracts of the international scientific-practical conference. Nikitsky Botanical Garden - National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Simferopol, 2021. P.8. (In Russ.)
52. Mishurov N.P., Selivanov V.G., Devochkina N.L., Rubtsov A.A. High-tech production of edible mushrooms on an industrial basis in the Russian Federation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture*. 2021;(3):032080.
53. Devochkina N.L., Mukienko S.V., Dugunieva L.G. Shiitake. Introduction to the industrial culture of a wood-destroying exotic longevity fungus. *Potatoes and vegetables*. 2021;(5):17-20. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.42.11.002>
54. Alekseeva K.L., Smetanina L.G., Engalycheva N.A., Engalychev D.I., Selivanov V.G. Modern technologies for the integrated protection of greenhouse vegetable crops from diseases and pests. M., 2021. 96 p. (In Russ.)
55. Markarova A.E., Markarova M.Yu., Razin O.A., Nadezhkin S.M. Improving the elements of technology for growing white cabbage in the Non-Chernozem zone of Russia. *News of FSVC*. 2021;(3-4):84-88. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2021-3-4-84-88>

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-16-32>
УДК 635.656-02:664.84

И.М. Кайгородова*, В.А. Ушаков,
Н.А. Голубкина, И.П. Котляр,
Е.П. Пронина, М.С. Антошкина

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Кайгородова И.М., Голубкина Н.А., Антошкина М.С. – проведение лабораторных анализов. Кайгородова И.М., Ушаков В.А., Голубкина Н.А., Котляр И.П. – изучение литературы. Все авторы принимали участие в написании статьи.

Для цитирования: Кайгородова И.М., Ушаков В.А., Голубкина Н.А., Котляр И.П., Пронина Е.П., Антошкина М.С. Пищевая ценность, качество сырья и продовольственное значение культуры гороха овощного (*Pisum sativum* L.). Овощи России. 2022;(3):16-32. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-16-32>

Поступила в редакцию: 07.02.2022

Принята к печати: 29.04.2022

Опубликована: 25.06.2022

Irina M. Kaigorodova*, Vladimir A. Ushakov,
Nadezhda A. Golubkina, Irina P. Kotlyar,
Ekaterina P. Pronina, Marina S. Antoshkina

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

*Corresponding author: kaigorodova-i@mail.ru

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

Author contributions: I.M. Kaigorodova, N.A. Golubkina, M.S. Antoshkina – conducting laboratory tests. I.M. Kaigorodova, V.A. Ushakov, N.A. Golubkina, I.P. Kotlyar – the study of literature. All authors took part in writing the article.

For citations: Kaigorodova I.M., Ushakov V.A., Golubkina N.A., Kotlyar I.P., Pronina E.P., Antoshkina M.S. Nutritional value, quality of raw materials and food value of vegetable pea culture (*Pisum sativum* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):16-32. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-16-32>

Received: 07.02.2022

Accepted for publication: 29.04.2022

Published: 25.06.2022

Пищевая ценность, качество сырья и продовольственное значение культуры гороха овощного (*Pisum sativum* L.)



Резюме

Горох овощной на сегодняшний день – наиболее широко используется среди основных овощных бобовых культур. Благодаря высокой пищевой ценности он имеет важное продовольственное значение и возделывается практически повсеместно. Высокие пищевые качества гороха овощного определяются содержанием белка, углеводов, пищевых волокон, витаминов, а также макро- и микроэлементов. Белок гороха популярен благодаря доступной цене по сравнению с белком животного происхождения. Ценность белка гороха определяет его аминокислотный состав и его высокая сбалансированность, особенно ценны аминокислоты, которые не синтезируются в организме животных и человека. В статье рассматривается пищевая ценность гороха овощного (зеленых бобов; свежего, замороженного и консервированного гороха овощного; сухих семян); содержание водорастворимого белка, аминокислотный состав, содержание макро- и микроэлементов в семенах гороха овощного сортов селекции ФГБНУ ФНЦО; качество свежего гороха овощного как сырья для консервирования в зависимости от типа семян и структуры крахмального зерна; требования к качеству сырья гороха овощного для консервирования; проростки и микрозелень как полезные и питательные продукты для свежего потребления; лечебные свойства гороха овощного; сорта гороха овощного для различного направления использования.

Ключевые слова: Горох овощной (*Pisum sativum* L.), пищевая ценность, водорастворимый белок, аминокислотный состав, макро- и микроэлементы, типы семян, крахмальные зерна, проростки, микрозелень, сорта

Nutritional value, quality of raw materials and food value of vegetable pea culture (*Pisum sativum* L.)

Abstract

Vegetable peas are by far the most widely used among the main vegetable legumes. Due to its high nutritional value, it has an important food value and is cultivated almost everywhere. High nutritional qualities of vegetable peas are determined by the content of protein, carbohydrates, dietary fiber, vitamins, as well as macro- and microelements. Pea protein is popular due to its affordable price compared to animal protein. The value of pea protein is determined by its amino acid composition and its high balance, especially valuable amino acids that are not synthesized in animals and humans. The article discusses the nutritional value of vegetable peas (green beans; fresh, frozen and canned vegetable peas; dry seeds); the content of water-soluble protein, amino acid composition, the content of macro- and microelements in the seeds of vegetable peas of FSBSI FSVC selection varieties; the quality of green peas as raw materials for canning, depending on the type of seeds and the structure of starch grains; requirements for the quality of raw vegetable peas for canning; seedlings and microgreens as useful and nutritious products for fresh consumption; medicinal properties of vegetable peas; varieties of vegetable peas for various uses.

Keywords: vegetable peas (*Pisum sativum* L.), nutritional value, water-soluble protein, amino acid composition, macro- and microelements, seed types, starch grains, seedlings, microgreens, varieties

Горох овощной относится к виду горох посевной (*Pisum sativum* L.). Во времена Средневековья горох являлся важной частью питания большинства людей на Ближнем Востоке, в Северной Африке и Европе [1]. К XVII и XVIII векам стали употреблять в пищу «зелёный горошек», то есть незрелый горох сразу после сбора. Употребление в пищу зелёного горошка во Франции и Англии характеризовалось высказыванием «и мода, и безумие» [2]. В этот период англичанами были выведены новые культурные сорта гороха, которые стали известны как «садовый» (англ. garden pea) или «английский» (English pea) горох. Далее популярной культурой горох овощной стал и в Северной Америке. С изобретением процесса консервирования и замораживания продуктов горох овощной стал доступным круглый год, а не только в летний период, как прежде.

Горох овощной на сегодняшний день наиболее широко используется среди основных овощных бобовых культур. Благодаря высокой пищевой ценности он имеет важное продовольственное значение и возделывается практически повсеместно. Производство гороха овощного (peas green) по данным ФАО (2020 год) в мире составило более 19,87 млн тонн, производственные посевы располагались на площади более 2,53 млн га. Лидерами по производству гороха в 2019 году являлись: Китай (11,25 млн т/1,40 млн га), Индия (5,70 млн т/0,56 млн га), США (279,34 тыс. т/52,89 тыс. га), Франция (265,42 тыс. т/45,51 тыс. га) и Пакистан (218,64 тыс. т/31,13 тыс. га) [3]. Посевные площади в Российской Федерации незначительны, более 27,71 тыс. га, производство – 116,12 тыс. т. Основные посевные площади, около 14,00 тыс. га, расположены в Южном Федеральном округе (Краснодарский край, Республика Адыгея, Ростовская область) и Северо-Кавказском ФО – 5,0 тыс. га (Ставропольский край, Республика Кабардино-Балкария).

Возделывают в основном горох овощной мозговых сортов, имеющие крахмальные зерна особой структуры (*P.*

sativum convar. *medullare*). Горох овощной свежий (зеленый горошек) убирают в фазе технической спелости (рис. 1а), что соответствует XI этапу органогенеза [4]. У «сахарных» или десертных сортов, не имеющих пергаментный слой в плодах (*P. sativum* convar. *axiphium*), употребляют в пищу молодые бобы с семенами. Сбор таких бобов (лопатонок) осуществляют в начале технической спелости, когда семена не полностью сформированы, что соответствует X этапу онтогенеза (рис. 1б).

Горох овощной употребляют в свежем виде, замораживают и готовят консервы «зеленый горошек». Замороженный – широко используется в кулинарии для приготовления салатов, супов, лапши, каши, запеканки и других блюд. При производстве консервов «зеленый горошек» также используют сублимированное сырье. Для этого уборку горошка производят в биологической стадии спелости семян, подвергают сублимации (испарению влаги без перехода в жидкое состояние), хранят и в течение календарного года консервируют. Для сублимации как правило, используют гладкозерные сорта.

Благодаря высокой биологической ценности гороху свойственны следующие лечебные воздействия на организм: снижается уровень холестерина [5]; контролируется количество сахара в крови [6]; расщепляются и синтезируются аминокислоты; предотвращается возникновение онкологических образований [7]; стимулируется функциональность органов пищеварительной системы [8]; понижается кислотность в желудке [9]; осуществляется профилактика сердечно – сосудистых заболеваний [10-12]. Употребление гороха овощного стимулирует рост мышечной ткани у подростков и способствует удержанию правильного тонуса, оказывает благоприятное воздействие на умственные способности, а у людей старших возрастов блокирует процессы старения [13].

Высокие пищевые качества гороха овощного определяются содержанием белка, углеводов, пищевых волокон, а также макро- и микроэлементов (табл. 1).



а. лущильный (a. husking)



б. «сахарный» (b. «sugar»)

Рис. 1. Типы гороха овощного
Fig. 1. Types of vegetable peas

Таблица 1. Пищевая ценность гороха овощного в зависимости от направления использования и способов переработки [14-18]
Table 1. Nutritional value of vegetable peas depending on the direction of use and processing methods [14-18]

Состав	Техническая спелость		Продукт после переработки		Биологическая спелость
	зеленые бобы	горох овощной свежий	горох овощной замороженный	горох овощной консервированный	семена (воздушно-сухие)*
кКал/100 г (кДж/100 г)					
Энергетическая ценность	40 (167)	81 (339)	77(322)	69 (289)	250 (1046)
г/100 г продукта					
Вода	88,9	78,9	80,0	89,3	4,2-8,7
Белок	2,8	5,4	5,2	4,4	20,6-28,1
Жиры	0,2	0,4	0,4	0,4	1,5-2,5
Углеводы:	7,8	14,5	13,6	12,6	38,2-61,6
сахара	5,8	5,7-7,9	5,0	4,2	3,2
клетчатка	3,0	5,7	4,5	4,1	7,5
крахмал	0,4	н/д	4,2	н/д	39,5
Зола	0,2	0,9	0,8	1,0	2,8-3,9
Пищевые волокна	6,75	5,70	13,30	3,10	15,9-26,4
мг/100 г					
Калий (K ⁺)	200,0	244,0	192,0	106,0	414-1040
Фосфор (P)	53,0	108,0	51,0,0	63,0	163-390
Магний (Mg ²⁺)	24,0	33,0	23,0	19,0	47-135
Кальций (Ca ²⁺)	11,2	25,0	22,0	20,0	41-157
Железо (Fe)	2,1	1,5	2,0	1,3	0,6-9,7
Цинк (Zn ²⁺)	0,3	1,2	0,4	0,7	0,7-5,7
Марганец (Mn ²⁺)	0,3	0,4	0,3	0,3	1,1-2,1
Медь (Cu ²⁺)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2-0,9

* Содержание в семенах макро- и микроэлементов валовое

Энергетическая ценность гороха овощного в зависимости от направления использования и способов переработки составляет (40-250 ккал/100 г или 167-1046 кДж/100 г). Энергетическая ценность сухих семян составляет 250 ккал/100 г, содержание белка – 20,6-28,1%, углеводов – 38,2-61,6%, пищевых волокон – 15,9-26,4% и жиров – 1,5-2,5%. Содержание воды на уровне 80-90% содержится практически во всех категориях сырья, кроме семян (до 8,7%). В свежем горохе содержится 5,4% белка и 14,5% углеводов, в консервированном и замороженном горохе их немного ниже, а в свежих зеленых бобах эти показатели снижаются в два раза – 2,8% и 7,8%, соответственно. Содержание сахара в зеленых бобах около 6%, в свежем горохе до 8%, а в сырье количество сахара снижается.

Высокая концентрация минеральных веществ содержится в сухих семенах, так как уборку такого сырья производят в более поздние сроки, и наблюдается более значительное накопление этих веществ. Также достаточно высокое содержание элементов содержит свежий горох. Так, калия в горохе овощном накапливается от 106 мг/100 г до 244 мг/100 г, в семенах 414-1040 мг/100 г;

фосфора от 63 мг/100 г до 108 мг/100 г, в семенах 163-390 мг/100 г; магния от 19 мг/100 г до 33 мг/100 г, в семенах 47-135 мг/100 г; кальция от 11 мг/100 г до 25 мг/100 г, в семенах 41-157 мг/100 г; железа от 1,3 мг/100 г до 2,1 мг/100 г, в семенах 0,6-9,7 мг/100 г; цинка от 0,3 мг/100 г до 1,2 мг/100 г, в семенах 0,7-5,7 мг/100 г; марганца от 0,3 мг/100 г до 2,1 мг/100 г; меди от 0,1 мг/100 г до 0,9 мг/100 г. Во всем мире в рамках программы биофортификации ученые проводят исследования по обогащению урожая и увеличению концентрации питательных микроэлементов (например, йода и цинка) в бобовых культурах [19-20].

При изучении питательных веществ гороха овощного ученые подчеркнули его значение в питании человека благодаря широкому витаминному составу [21]. Витаминных в горохе насчитывается более 15 видов. Из жирорастворимых витаминов в свежем зелёном горошке присутствуют А, Е и К. Из водорастворимых – витамины С, В₁, В₂, В₃ (РР), В₄, В₆ и В₉. Важен не только качественный, но и их количественный состав. Горох овощной имеет различное соотношение витаминов, которое изменяется в зависимости от направления использования и способов переработки (табл. 2).

Таблица 2. Содержание витаминов в горохе овощном в зависимости от направления использования и способов переработки, на 100 г продукта [14; 22]
Table 2. Vitamin content in vegetable peas, depending on the direction of use and processing methods, per 100 g of product [14; 22]

Наименование витамина	Зеленые бобы	Горох овощной свежий	Горох овощной замороженный	Горох овощной консервированный
Витамин С, мг	60,0	40,0	18,0	9,6
Витамин А, мкг	326,0	230,0	42,0	23,0
Витамин Е, мг	0,39	0,13	0,00	0,02
К (филлохинон), мкг	18,6	24,8	27,9	21,4
В ₁ (тиамин), мг	0,08	0,27	0,06	0,08
В ₂ (рибофлавин), мг	0,15	0,13	0,10	0,02
В ₃ (РР, ниацин), мг	0,6	2,1	0,5	1,0
В ₄ , (холин), мг	20,0	28,4	27,0	-
В ₆ (пиридоксин), мг	0,16	0,17	0,15	0,07
В ₉ (фолиевая к-та), мкг	48,0	65,0	53,0	44,0

Высокое содержание витамина С находится в свежих зеленых бобах (60 мг/100 г) и свежем горохе (40 мг/100 г). В два раза снижается уровень витамина С при консервировании и значительно теряется при заморозке. С помощью сублимации удастся сохранить высокий уровень этого витамина (28,8 мг/100 г), но нужно иметь в виду, что при восстановлении продукта – уровень витамина С также снижается [14; 22].

Высокая концентрация витамина А, (в том числе альфа- и бета-каротинов) находятся в свежих зеленых бобах и в свежем горохе (326-230 мкг/100 г), в других видах гороха содержание этого витамина незначительное (23-42 мкг/100 г).

Витамина Е в свежих бобах гороха овощного накапливается 0,39 мг/100 г, в свежем горохе этот показатель снижается в три раза (0,13 мг/100 г). А в переработанном виде в горохе витамина Е практически не содержится.

Витамин В1 (тиамин) входит в состав важнейших ферментов углеводного и энергетического обмена, а также метаболизма разветвленных аминокислот. Недостаток этого витамина ведет к серьезным нарушениям со стороны нервной, пищеварительной и сердечно-сосудистой систем. Больше всего его находится в свежем горохе овощном (0,27 мг/100 г).

Витамин В2 (рибофлавин) встречается в продуктах в диапазоне от 0,02 мг/100 г (замороженный горох) до 0,15 мг/100 г (свежие бобы).

Витамин РР больше содержится в свежем горохе (2,1 мг/100 г), тогда как в зеленых бобах, замороженном и консервированном горохе его немного (0,6/0,5/1,0 мг/100 г, соответственно).

Витамина В4 (холин) накапливается в зеленых бобах до 20 мг/100 г, тогда как в свежем и замороженном горохе – 27-28 мг/100 г.

Больше всего витамина В₆ (пиродиксина) содержится в свежей продукции (0,16-0,17 мг/100 г). Такой же уровень этого витамина сохраняется при консервировании (0,14 мг/100 г, но он значительно снижается в процессе заморозки (0,07 мг/100 г).

Фолиевая кислота (В₉) – в свежем горохе её содержится 65 мкг/100 г. Самое низкое значение этого витамина находится в замороженном сырье – 44 мкг/100 г.

В горохе также накапливается витамин В₅ (пантотеновая кислота), который участвует в белковом, жировом, углеводном обмене, синтезе ряда гормонов, гемоглобина, способствует всасыванию аминокислот и сахаров в кишечнике. Содержание этого витамина в горохе овощном менее 0,1 мг/100 г.

Биохимический состав семян гороха овощного. Содержание белка и его способность усваиваться организмом это важный показатель пищевой ценности гороха овощного [23]. На содержание белка в горохе влияют как условия окружающей среды, так и генетические факторы [24-27]. Содержание белка по литературным данным в семенах гороха колеблется от 21% до 30%, в среднем 23%, в зависимости от генотипа, условий выращивания и сопутствующих факторов [28]. В местных сортах Эфиопии водорастворимого белка обнаружено 21,6-28,1% [18]. Причем отмечается, что более высокое содержание белка наблюдалось в урожае гороха, выращенном в засушливом месте, с меньшим количеством осадков [29]. Кроме того, известно, что урожайность семян отрицательно коррелирует с содержанием белка, и такие выводы были сделаны различными независимыми исследованиями, проведенными в разные годы и в различных местах [30-32]. Белки гороха классифицируются на основе фракционирования Осборна [33] на две разные категории, то есть глобулины, растворимые в соли, и альбумины, растворимые в воде,

Таблица 3. Содержание водорастворимого белка в семенах гороха овощного, 2018-2020 годы
Table 3. The content of water-soluble protein in vegetable pea seeds, 2018-2020

Сорта	Группа спелости ¹	Содержание белка ² , %	TDS ³ , %	Масса 1000 семян, г
Джиф	6	17,0±0,9b	1,83±0,08a	180±5a
Викинг	7	32,0±2,0a	1,67±0,15ab	180±4a
Барин	5	30,4±2,5a	1,68±0,06ab	170±2b
Неистоцимый 195	4	30,2±2,4a	2,03±0,10a	190±5b
Совинтер	5	30,1±2,3a	1,94±0,03a	170±6ab
Дарунок	6	29,8±2,8a	1,66±0,09ab	160±4b
Каира	5	28,8±2,6a	1,76±0,06a	200±5b
Фрагмент	5	28,2±1,2a	1,79±0,19a	120±5c
Корсар	3	28,0±2,1a	1,80±0,06a	160±3b
Егорка	5	28,0±1,5a	1,46±0,02b	140±4c
Триумф	6	27,8±1,7ab	1,67±0,12ab	210±5c
Виола	5	27,8±1,5ab	1,94±0,05a	170±4b
Великан	5	27,8±1,1ab	2,17±0,01a	180±5a
Геркулес	4	25,9±1,9b	1,84±0,05a	170±4b
Смайлик	3	25,7±2,0b	1,96±0,08a	85±2c
Среднее	–	27,83	1,81	165,67
SD	–	2,00	0,14	21,78
Cv, %	–	7,19	7,48	13,15
HCP ₀₅	–	1,85	0,11	16,72

Значения в столбцах для каждого сорта с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно теста Дункана при $p < 0,05$.

¹ Группы спелости обозначены согласно Государственному реестру селекционных достижений, 2021 год [34]

² Содержание белка определяли по Бредфорду [35], белок экстрагировали буферным раствором (pH 8,0), с небольшой модификацией. Калибровку осуществляли по бычьему сывороточному альбумину (99%) фирмы «Диаэм» (Россия)

³ TDS (total dissolved solids) – водорастворимые соединения

которые в совокупности составляют 80% белка семян гороха. Так, например, у адаптированных сортов селекции ФНЦО концентрация водорастворимого белка в семенах варьирует от 26% до 32%, тогда как у интродуцированного сорта Джоф иностранной селекции содержание белка 17%, что ниже отечественных сортов на 9-15% (табл. 3).

Анализ проведен на семенах, полученных в разные годы (2018-2020 годы); при этом, содержание белка изменялось не значительно по сортам, так как возделывание было в условиях одного региона. Также длина вегетационного периода и масса 1000 семян не оказывали влияния на накопление белка.

Существует множество исследований, в которых сообщается, что добавление горохового белка в зерновые продукты может повысить пищевую ценность продукта, поскольку гороховый белок обеспечивает незаменимые аминокислоты и улучшает текстуру зернового продукта [36-40]. Растительный белок может использоваться в

гидролиза, обладают антигипертензивным действием и антиоксидантной активностью [54]. Высокий уровень антиоксидантов в натуральных продуктах может быть даже более полезным, чем синтетические аналоги [53; 55].

Ценность белка гороха определяет его аминокислотный состав и его высокая сбалансированность [54; 56]. Белок гороха содержит меньшее количество аминокислот серы, то есть метионина и цистина, и более низкие уровни триптофана, тогда как высокие уровни лизина [57]. Особенно ценны аминокислоты, которые не синтезируются в организме животных и человека. К ним относятся: лизин, треонин, метионин, валин, изолейцин, лейцин, триптофан, фенилаланин. Содержание незаменимых аминокислот составило – 73,7 г/кг, из них критических (лизин, треонин, метионин) – 27,3 г/кг семян. В пересчете на содержание белка, их количество составило 336,7 мг/г и 124,7 мг/г, соответственно (табл. 4).

Таблица 4. Аминокислотный состав белка гороха овощного [26]
Table 4. Amino acid composition of vegetable pea protein [26]

Единицы измерения	Лизин	Треонин	Метионин	Валин	Изолейцин	Лейцин	Триптофан	Фенилаланин	Сумма незаменимых аминокислот*
г/кг семян	12,7	10,5	4,1	7,9	9,5	15,9	2,6	10,5	73,7
мг/г белка	58,0	48,0	18,7	36,1	43,4	72,6	11,9	48,0	336,7

* Незаменимые аминокислоты (лизин, треонин, метионин, валин, изолейцин, лейцин, триптофан, фенилаланин)

качестве заменителя животного белка для удовлетворения пищевых потребностей лакто-вегетарианцев и, таким образом, может сделать пищу более здоровой. Исследователи работают над частичной или полной заменой молочных белков гороховым белком и влиянием на вкус и структуру этих продуктов [41-46]. В работе Amagliani [47] обсуждаются исследования ученых белка гороха в качестве инкапсулирующего материала, который является безопасным для здоровья человека, благодаря отсутствию генетических модификаций и не вызывающих аллергических реакций у человека. Так, в пищевой промышленности для обогащения белком широко используется метод экструдированных продуктов (экструзии). Экструзию с низким содержанием влаги (LME, 40%) обычно используют для приготовления закусок, а экструзию с высоким содержанием влаги (HME, > 40%), в основном используют для приготовления аналогов мяса. Применение экструдированных продуктов на основе горохового белка в настоящее время очень распространены, например, гороховый белок добавляют в рисовый крахмал [48-50], пшеничный крахмал [51] и кукурузную крупу [52] для приготовления продуктов, обогащенных белком. Экструдированные продукты, обогащенные гороховым белком, не только характеризуются высоким содержанием белка, но и обладают сбалансированным аминокислотным профилем по сравнению с чистыми экструдатами крахмала. Биоактивные пептиды бобовых также популярны благодаря доступной цене по сравнению с животным белком [53].

Благодаря высокому содержанию белка употребление гороха оказывает положительное влияние на сердечно-сосудистую систему и способствует снижению веса [10]. Биологически активные пептиды, образующиеся во время

Биологическая ценность белка, рассчитанная методом «химического числа», для незаменимых аминокислот составила 79,3%, методом «аминокислотного сора» – 105,5%. По содержанию незаменимых аминокислот белок гороха овощного полностью соответствовал «эталонному белку» ФАО/ВОЗ [26]. Благодаря этому, горох овощной имеет перспективы более широкого использования для оптимизации химического состава мясных полуфабрикатов [58]. Сравнение аминокислотного профиля муки, изолятов и концентратов белка гороха, сои и люпина было проведено Tomoskozi с коллегами. Они пришли к выводу, что состав аминокислот был одинаковым во всех соединениях с наибольшим количеством глутамина и сравнительно меньшими количествами аспарагиновой кислоты, лизина и аргинина и наименьшими показателями метионина, цистеина и триптофана [59]. В исследовании Amarakoon [60] аминокислотный профиль гороха показал, что горох, выращенный в Центральной Европе, богат лейцином, лизином и аргинином, которых достаточно для нормального питания.

Горох овощной помимо содержания белка ценится за содержание углеводов, клетчатки и пищевых волокон [61-68]. Углеводы и пищевые волокна в семенах в среднем составляют 10-20% и 50-64% от сухой массы, соответственно [25; 69-71]. В местных сортах гороха в Эфиопии содержится 16-26% волокна и 38-47% углеводов [18].

Учеными отмечено сильное влияние содержания крахмала на накопление белка [15]. Исследования в Канаде показали, что у лущильного сорта гороха была обнаружена значительная вариация содержания белка в зависимости от местоположения – 14,5%, 18,3%, 24,3% и 28,5%. Также сообщалось, что синтез крахмала является критическим фактором в определении содержания белка в горо-

хе, поскольку горох с гладкими семенами имеет более высокое содержание амилопектина, а крахмал демонстрирует более низкие уровни белка (23-31%), чем семена гороха морщинистые (26-33%) [72]. Рецессивный ген объясняет более высокий уровень белка в морщинистых семенах гороха.

Подробный анализ химических свойств и функциональных характеристик углеводов, в первую очередь крахмала и клетчатки, был изучен исследователями Hoover [7] и Tosh, Yada [62]. Крахмал состоит из амилозы, линейного глюкана с несколькими ветвями, и амилопектина, более разветвленной и крупной молекулы. Соотношение амилозы и амилопектина влияет на усвояемость крахмала. Крахмал гороха содержит промежуточный уровень амилозы, что отражает его уникальную функциональность и более высокий уровень ферментативной устойчивости и медленного его усваивания, что влияет на уровень глюкозы в крови [73]. Ученые имеют схожие мнения о концентрации амилозы и резистентного крахмала у разных видов гороха, в том числе овощного [7; 74], но одни отмечают влияние среды на его накопление [68], другие – его отсутствие [24].

Пищевые волокна в горохе находятся как в семенной оболочке, так и в семядолях. Оболочка содержит в основном клетчатку, тогда как семядольное волокно состоит в основном из полисахаридов с различной степенью растворимости, включая пектины [15; 62; 74]. Свойства крахмала и клетчатки делают горох пищей с низким гликемическим индексом и полезным для профилактики и лечения диабета второго типа [75]. Кроме того, клетчатка может снизить уровень холестерина в крови за счет уменьшения реабсорбции желчных кислот [5].

Калий является ценным элементом для организма, так как соли калия нормализуют деятельность сердечной мышцы, уменьшают способность тканевых белков удерживать воду. При определении его концентрации в семе-

нах гороха овощного было обнаружено, что калий преобладает среди других макроэлементов и его содержание зависит от сорта и зоны выращивания. В различных местных сортах гороха в Эфиопии калия обнаружено существенно меньше, от 414 до 742 мг/100 г [18], чем в семенах гороха из Турции (562,8-937,8 мг/100 г) [28]. По другим исследованиям содержание калия в высушенных семенах гороха может достигать 1040 мг/100 г сухой массы [15-16].

Вторым макроэлементом по накоплению следуют фосфор, содержание которого в семенах по данным разных авторов может составлять 163-390 мг/100 г в [15; 16; 28]. Соединения этого элемента включены во все процессы жизнедеятельности организма. Особое значение они имеют для обмена веществ и функций печени и почек. Благоприятно влияют на нервную систему, ткани мозга и мышц.

Достаточно высокие показатели накопления кальция в горохе овощном – 41,1-157,4 мг/100 г [15; 16; 18]. Он также является важным для организма человека элементом. В составе костной ткани его сосредоточено 99% от общего количества, а еще он участвует в процессе свертывания крови, нормализует возбудимость нервной ткани и сокращение мышц.

В семенах накопление магния по разным данным может быть в пределах 47,3-135,0 мг/100 г [15; 16; 18; 60]. Причем минимальное содержание магния обнаружено в семенах местных сортов Эфиопии, а максимальное – у сортов, выращенных в Северной Дакоте, США. Магний нормализует деятельность мышц сердца и его кровоснабжение, участвует в энергетическом обмене углеводов, входит в состав костей, укрепляет слизистые оболочки и кожу.

В ФГБНУ ФНЦО была изучена биологическая аккумуляция некоторых значимых микроэлементов в семенах 12 генотипов гороха овощного (табл. 5).

Таблица 5. Валовое содержание микроэлементов в семенах гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО, 2018-2019 годы
Table 5. Gross content of trace elements in seeds of vegetable peas of FSBSI FSVС selection, 2018-2019

Сорт	Fe, мг/100 г	Zn, мг/100 г	Mn, мг/100 г	Cu, мг/100 г	TDS*, %
Викинг	7,08±0,10b	1,96±0,07a	0,74±0,01a	0,64±0,01a	1,67±0,15a
Дарунок	7,42±0,21b	2,03±0,10b	0,74±0,02a	0,68±0,01a	1,66±0,09a
Смайлик	7,66±0,15a	1,81±0,11a	0,82±0,03b	0,57±0,02b	1,96±0,08bc
Корсар	6,93±0,16c	2,01±0,04b	0,67±0,01b	0,52±0,01b	1,80±0,06b
Барин	9,99±0,22c	2,19±0,14b	0,80±0,02b	0,75±0,03b	1,68±0,06a
Каира	7,64±0,15a	1,81±0,15a	0,73±0,03a	0,63±0,02a	1,76±0,06ab
Чика	7,95±0,10a	1,99±0,10ab	0,96±0,05c	0,53±0,02b	2,03±0,10c
Триумф	8,51±0,10b	1,69±0,09b	0,62±0,02b	0,65±0,03a	1,67±0,12a
Егорка	8,01±0,20a	2,08±0,12b	0,92±0,01c	0,49±0,02c	1,46±0,02c
Совинтер	9,33±0,13c	2,22±0,14c	0,82±0,01b	0,62±0,01a	1,94±0,03bc
Жегаловец	7,39±0,11b	1,91±0,11a	0,83±0,01b	0,61±0,02a	1,79±0,19ab
Геркулес	8,82±0,10b	2,22±0,18bc	0,89±0,03bc	0,53±0,01b	1,84±0,05b
Среднее	8,06	1,99	0,80	0,60	2,21
SD	0,73	0,13	0,08	0,06	0,76
Cv, %	9,11	6,61	9,96	10,20	34,39
НСР ₀₅	0,55	0,11	0,05	0,05	0,66

Значения в столбцах для каждого сорта с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно теста Дункана при $p < 0,05$

*TDS (total dissolved solids) – водорастворимые соединения

Железо – незаменимая составная часть гемоглобина крови и мышц, а также дыхательного пигмента. Около 60% его сосредоточено в красных кровяных тельцах, а недостаток его может привести к развитию малокровия. Особенно это касается детей, у которых запас железа в организме ограничен. Оно способно накапливаться в организме человека и 30% или 300 мг сосредоточено в костном мозге, помимо этого, железо входит в состав окислительно-восстановительных ферментов. В семенах гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО отмечен высокий уровень накопления железа 6,93-9,99 мг/100 г, а в отдельные годы он достигал 10,2 мг/100 г [17], это объясняется высоким содержанием железа в почве и воде на участках выращивания гороха овощного в условиях опытного поля ФГБНУ ФНЦО. Полученное содержание железа в семенах согласуется с некоторыми литературными данными – 9,7 мг/100 г [15] и 7,8 мг/100 г [16], но в США в Северной Дакоте этого элемента в семенах гороха содержится в два раза меньше – 4,6-5,4 мг/100 г [60]. В сортах Эфиопии уровень железа в семенах был минимальным и составил 0,6-2,3 мг/100 г [18].

Цинк входит в структуру фермента, обеспечивающего процессы дыхания. Он необходим для нормальной функции желез внутренней секреции, предупреждает ожирение печени, нормализует жировой обмен. В зарубежных исследованиях приводятся данные по содержанию цинка в семенах гороха на уровне 4,1 мг/100 г [15]; 3,4 мг/100 г [16]; 3,9-6,3 мг/100 г [60] и 2,1-5,7 мг/100 г [28]. Самое малое накопление в местных сортах гороха в Эфиопии – 0,7-3,1 мг/100 г [18]. Содержание этого элемента в исследуемых образцах ФГБНУ ФНЦО находилось в пределах 1,69-2,22 мг/100 г (табл. 5).

Марганец является одним из незаменимых микроэлементов, принимает участие в костеобразовании, кроветворении, влияет на рост, половое развитие, размножение, иммунитет и обмен веществ, предупреждает ожирение печени. По количеству марганца сорт Чика на 11% превышал средний уровень значений и на 35% минимальный показатель. Содержание этого элемента по сортам было 0,62-0,96 мг/100 г. По литературным данным содержание марганца в семенах гороха составляет 1,1 мг/100 г [15], что немного выше показателей у сортов селекции ФГБНУ ФНЦО выращенных в условиях Московской области. По данным эфиопских исследователей этого элемента в горохе обнаружено 0,2 мг/100 г [18].

Медь имеет важное значение в процессах костеобразования и пигментации волос. Содержание меди изменялось в диапазоне от 0,49 мг/100 г (сорт Егорка) до 0,75 мг/100 г (Барин). Другие авторы приводят показатели содержания меди на уровне 0,9 мг/100 г [15] и 0,7 мг/100 г [16]. По данным эфиопских исследователей этого элемента в горохе обнаружено 0,2 мг/100 г [18].

В исследованиях Ушаковой [17] в других сортах гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО содержание цинка может достигать до 2,4 мг/100 г, марганца – до 3,2 мг/кг.

Помимо перечисленных элементов, в горохе овощном содержится еще свыше 20 микроэлементов, таких как: молибден (1,2 мг/100 г), бор (0,4 мг/100 г), ванадий, кремний, кобальт, никель и другие [15]. Содержание некоторых в 100 граммах продукта значительно превосходит суточную потребность человека в этих элементах [76].

По данным Amarakoon [60], содержание микроэлементов в разных генотипах гороха, возделываемого в

Северной Дакоте, США, было непостоянным и колебалось от 4,6 до 5,4 мг/100 г для железа (Fe), от 3,9 до 6,3 мг/100 г для цинка (Zn), и 13,5 мг/100 г для магния (Mg). Согласно их исследованиям, горох является хорошим источником железа, цинка и магния, но плохим источником кальция. Семена гороха помимо минеральных элементов содержат фитаты (инозитолгексафосфат). Эти соединения обладают антипитательными свойствами, поскольку они снижают доступность основных минералов, особенно железа, цинка и кальция [77]. Они образуют комплексы с железом и цинком, что в некоторых случаях может вызвать дефицит этих элементов в рационе человека [78]. Фитаты являются основной причиной накопления фосфора в тканях растений [79]. Они синтезируются во время созревания семян и составляют от 60 до 90% общего фосфора [80]. С другой стороны, фитаты проявляют некоторые полезные эффекты, поскольку они снижают риск развития ишемической болезни сердца, атеросклероза и диабета, а также проявляют антиоксидантные свойства [79]. Исследования, проведенные в Люблине, показали накопление фитата фосфора в сорте гороха Богун на уровне 17,7 мг/100 г [16].

Содержание водорастворимых элементов (TDS) варьировало значительно, от 1,46% до 2,03%, в зависимости от генотипа. В зарубежных исследованиях в семенах содержалось больше золы – 2,94% [16] и 2,76-3,95% [18].

По данным эпидемиологических исследований в странах с высоким потреблением овощей и фруктов частота сердечно-сосудистых и раковых заболеваний на порядок ниже [81]. Защитные свойства связаны, прежде всего, с антиоксидантными свойствами их компонентов и одним из таких компонентов является селен [82], необходимый уровень которого для суточного потребления человеком составляет 70 мкг [83]. Россия относится к странам с низким селеновым статусом, а лидером по производству сельскохозяйственных продуктов с высоким содержанием селена считается Канада [84]. Исследования, проведенные на сортах гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО, показали наличие селена в среднем 12,3 мкг/100г сухих семян [17], тогда как накопление селена в горохе, выращенном в Канаде содержит 4,2 мг/100г. Ученые из Канады предположили, что горох, произведенный там, может быть полезен для некоторых стран, где дефицит селена является значительным [15].

Характеристика семян. Важными сортовыми признаками семян гороха овощного являются такие как – крупность семян (определяется по признаку масса 1000 семян: от очень мелких, менее 50 г до очень крупных, более 350 г) и окраска зрелых семян: от светло-желтой до изумрудной [85] (рис. 2).

В консервной промышленности наиболее востребованы сорта имеющие зеленую окраску семян и семядолей у биологически спелых семян. Для сублимации должны использоваться сорта с массой 1000 семян менее 180 грамм и стойкой зеленой окраской семядолей. Для заморозки используют сорта с более крупными семенами массой 1000 штук – 180-220 грамм с ярко-зеленой или темно-зеленой окраской.

Семена гороха овощного в зависимости от поверхности семян подразделяются на следующие типы: 1. округлые или гладкие; 2. округлые с мелкой ячеистостью или с мелким вдавлением; 3. морщинистые (мозговые) (рис. 2).

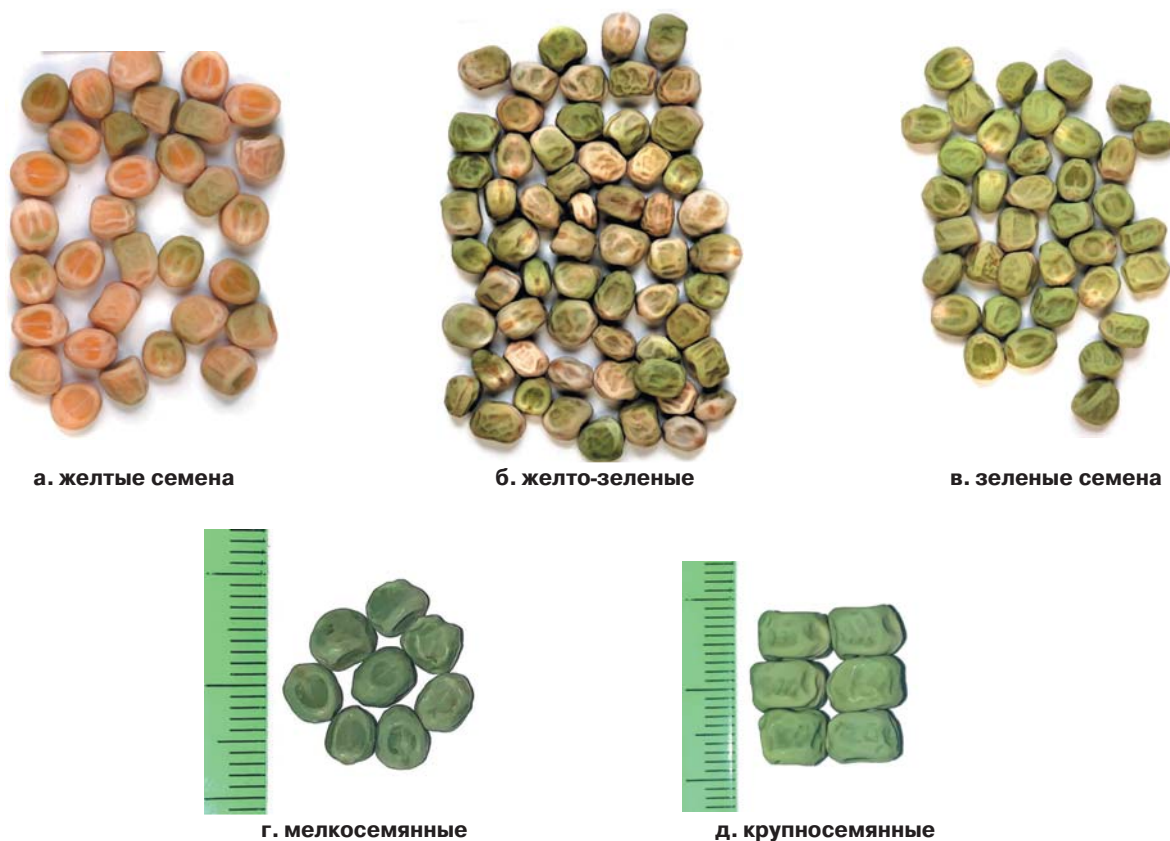


Рис. 2. Окраска и размер семян гороха овощного
Fig. 2. Color and size of vegetable pea seeds



Рис. 3. Типы семян гороха овощного
Fig. 3. Types of vegetable pea seeds

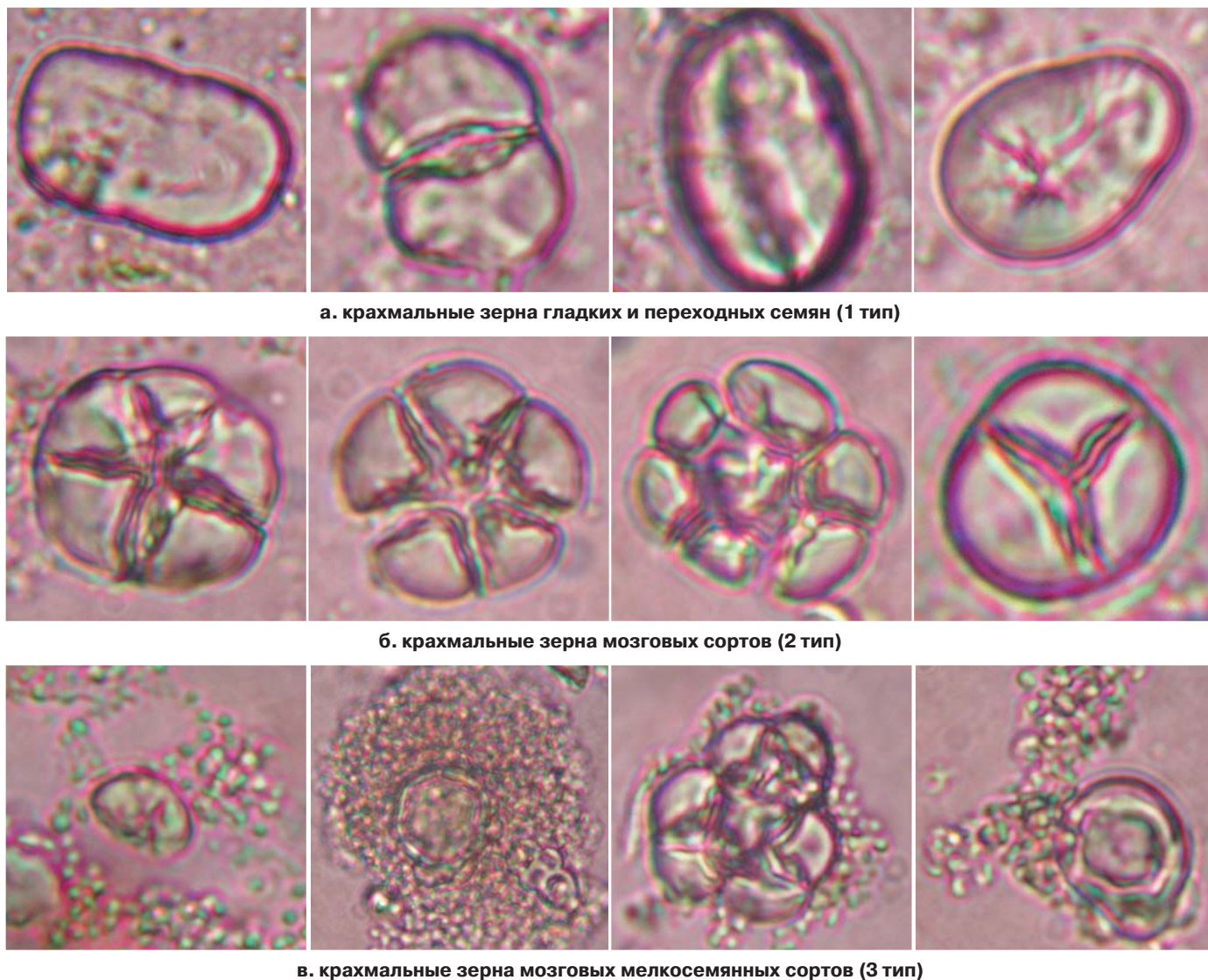
У большинства овощных лущильных сортов семена по форме квадратно- или плоско-сдавленные, у сахарных сортов – округлые или угловатые. Мозговые сорта отличаются по степени морщинистости семян, которая напрямую связана с накоплением крахмала в период технической спелости и содержанием амилозной фракции [86]. У сортов, пригодных для консервирования, с морщинистыми семенами крахмал содержит 70-90% амилозы и 10-30% амилопектина [87]. К высокоамилозным относят сорта с содержанием амилозы в крахмале 80% и выше. Таким образом, показатель «содержание амилозы» в крахмале семян может быть использован в качестве объективного критерия при оценке сортов на качество.

Также, по структуре крахмальных зерен в семенах гороха овощного можно оценить сорта на пригодность для консервирования зеленого горошка. Крахмальные зерна отличаются по размеру и имеют простую или сложную структуру – в зависимости от количества сегментов, на которые они распадаются. Крахмальные зёрна можно классифицировать на три типа: 1. простые с радиальными

щелями или с двумя сегментами (рис. 4а); 2. сложные, распадающиеся на три и более сегмента (рис. 4б) и 3. простые угловатые – полуразрушенные сегменты сложных крахмальных зерен с мелкими осколками в виде пыли (рис. 4в).

Семена округлые или гладкие в настоящее время не используются в консервной промышленности, так как содержание сахара у них не превышает 6%, период технической спелости 1-2 суток, а главное – содержания амилозы 20-38%. Крахмальное зерно у таких сортов простое и крупное в виде шариков неправильной формы.

Зеленый горошек из семян округлой с мелкой ячеистостью, или с мелким вдавлением формой, можно квалифицировать как переходные, характеризуются они коротким периодом технической спелости (до двух суток), содержанием сахара до 7%, амилозы от 30% до 60%. Размер крахмального зерна у них большой, форма имеет сложную структуру с разделением на две-три крупные части. Такой горошек можно использовать для сублимации и заморозки.



а. крахмальные зерна гладких и переходных семян (1 тип)

б. крахмальные зерна мозговых сортов (2 тип)

в. крахмальные зерна мозговых мелкосемянных сортов (3 тип)

Рис. 4. Типы крахмальных зерен
Fig. 4. Types of starch grains

Мозговые сорта отличаются удлиненным периодом технической спелости и значительно превосходят гладкосемянные образцы по содержанию сахара (7-10%). Лучшие по качеству зеленого горошка сорта характеризуются меньшим диаметром сложных крахмальных зерен и большим количеством осколков – крахмальных зерен третьего типа [88-879].

Например, семена сорта Изумруд (селекции ФГБНУ ФНЦО) имеют размер крахмальных зёрен – 16,8 мкм, среднее число сегментов – 5,4 шт. и темнозелёную «изумрудную» окраску зерна в технической и в биологической стадии спелости [90]. Зеленый горошек данного сорта пригоден для консервирования.

Семена с крахмальными зёрнами преимущественно третьего типа имеют наиболее длительный переход полимеризации сахаров в крахмал. Эти сорта относятся к мелкосемянным, также из них готовят консервы премиум класса. Такие сорта наиболее ценятся на рынке зеленого горошка [91].

У мозговых округлых, практически гладких семян размер крахмальных зерен составил – 55,4 мкм², у морщинистых – 16,8 мкм², у мелкоморщинистых – 11,8 мкм²; у барабанчиковидных – от 4,8 мкм² (мелкосемянные) до 15,2 мкм² (крупносемянные). Для предварительной оценки гибридных потомств на пригодность для консервной про-

мышленности можно использовать различия мозговых сортов по степени морщинистости и по размеру и строению крахмальных зерен в биологически спелых семенах.

Требования к качеству сырья гороха овощного для консервирования. Горох убирают в период технической спелости при содержании сухого вещества от 19%. В этой фазе свежий горох содержит максимальное количество полезных веществ. Горох овощной свежий – продукт скоропортящийся, в обычных условиях после обмолота он хранится не более двух часов (в бобах – 10-12 часов). В дальнейшем начинается быстрое размножение микроорганизмов, сопутствующее порче сырья. Промывание и последующее хранение при пониженной температуре позволяют удлинить это время до 7-8 часов. Быстрое перезревание гороха и снижение при этом его пищевых качеств, ставит задачу регулирования сроков созревания и равномерного поступления сырья на перерабатывающие предприятия. Поэтому производственные посевы гороха овощного размещаются, как правило, вокруг предприятий по переработке сырья для оперативной доставки свежего сырья на переработку.

Вкусовые качества свежего гороха определяются соотношением содержания сахара и крахмала, причем повышение крахмала (свыше 3%) влечет за собой резкое их снижение [92-100]. Для сохранения качества зерна,



Рис. 5. Проростки и микрозелень гороха овощного
Fig. 5. Sprouts and microgreens of vegetable peas

период физиологической активности во время созревания гороха, т.е. период технической спелости, должен быть продолжительным и составлять 5-7 суток, независимо от погодных условий [101-102]. На длительность периода технической спелости и качество гороха оказывают влияние: форма семян [101], их размер [91], содержание сахара [104] и количество амилозной фракции в крахмале [105-106].

В настоящее время для производства консервов «зеленый горошек» используют горох овощной мозговых сортов со средним размером массы 1000 семян – 170-200 грамм. Однако установлено, что мелкосемянные сорта обладают высоким содержанием амилозы в крахмале и более продолжительным периодом технической спелости [86; 91]. Пугина в своем исследовании доказала обратную взаимосвязь массы 1000 семян и числа семян в бобе, бобов на растении и прямую – концентрации крахмала с более высоким содержанием амилозы [86]. В связи с этим, для производства консервов премиум класса, актуально возделывание сортов с массой 1000 семян менее 150 г.

Уборка свежего гороха овощного производится в фазе технической спелости при 75-90% выполненных бобов, в этот период сырье пригодное для консервирования и имеет соответствующую плотность (финометров, матюрометров). Технологическую оценку и биохимический анализ свежего гороха проводят согласно требованиям ГОСТа (ГОСТ 5312-2014) по консервам «зеленый горошек» [107]. При определении качества большое внимание уделяется «товарному» виду и органолептической оценке [108-110]. Используют такие показатели как: внешний вид, цвет, прозрачность заливочной жидкости, консистенция зерна, вкус и химический состав (содержание сухого вещества, сахара, крахмала, белка, клетчатки, витамина С). В консервах зерно должно быть выровненное, среднего размера, диаметром до 9 мм; при калибровке фракция 7-8 мм должна составлять более 75% общей массы. Цвет – однородный, интенсивно-зеленый, устойчивый к температурным воздействиям в процессе переработки и хранения. Окраска зерна определяется яркостью и насыщенностью цвета семядолей [112]. Консистенция должна быть нежная, горох с тонкой не грубой кожицей, неотделяющейся при консервировании. Вкус – приятный, сладковатый, с выраженным ароматом. Качество консервов тесно связано с химическим составом зеленого горошка. Зерно горошка высшего сорта должно содержать: спирто-

нерастворимых веществ не более 18%, сахаров – не менее 7,5%, крахмала – не более 2,5% (амилозы – не менее 84% от общего количества), витамина С – не менее 50 мг/100 г, белка – не менее 7%, отношение сахара/крахмал – не менее трёх [87].

Проростки и микрозелень гороха овощного. В последнее время эксперты, занимающиеся исследованием здорового питания, все больше и больше акцентируют внимание на биологической ценности новых свежих продуктов питания – овощных проростков и микрозелени [113]. Они обладают колоссальной пищевой ценностью, так как содержат высокую концентрацию витаминов, минералов, белков, ферментов и антиоксидантов [114-115].

Проростки и микрозелень это современный функциональный органический продукт, полученный из семян (рис. 5).

Сегодня эти продукты – одни из самых интересных новинок на рынке свежих овощей, их также называют «функциональными продуктами» или «суперпродуктами» [116], поскольку, помимо питательных веществ, они могут содержать биоактивные соединения, способные улучшить некоторые функции организма и снизить риск заболеваний.

Овощные проростки – это семена на стадии прорастания с длиной корешка 0,25–0,5 см. Достоинствами проростков являются: простота выращивания, дешевое производство, свежесть продукции, разнообразие, подщелачивающий эффект, легкая усвояемость, высокое содержание растительного белка [117].

Микрозелень гороха – это молодые побеги и имеющие не менее 2-3 настоящих листьев, высотой 12-15 см. На этой стадии развития в них сконцентрировано максимальное количество витаминов, минералов и других питательных веществ (табл. 6).

В 100 грамм свежих проростках микрозелени гороха содержится витамина С 25,1 мг, витамина Е – 4,9 мг, витамина К – 0,7 мкг. Для удовлетворения суточной потребности в витаминах С и Е взрослому человеку необходимо употребить около 250 г свежей микрозелени, а витамина К – 100 г. Свежий бобовый продукт богат минералами, особенно калием (436 мг/100 г). Также, в 100 граммах микрозелени содержится кальций, фосфор и магний (106,0; 54,4 и 26,4 мг, соответственно). Молодые растения также богаты другими питательными веществами: золой (0,36 г/100 г), углеводами (3,39 г/100 г) и белками (3,73 г/100 г); содержит воду и небольшое количество жиров, имеет

Таблица 6. Пищевая ценность свежей микрозелени гороха овощного [118-119]
Table 6. Nutritional value of fresh microgreens of vegetable peas [118-119]

Пищевая ценность					
г/100 г					ккал/100 г
зола	углеводы	белок	вода	жиры	
0,36	3,39	3,73	92,37	0,15	29,83
Содержание витаминов					
Содержание в 100 г продукта			Количество продукта для удовлетворения суточной потребности взрослого человека, г		
Витамин С, мг	Витамин Е, мг	Витамин К, мкг	Витамин С	Витамин Е	Витамин К
25,1	4,9	0,7	239	265	100
Содержание химических элементов (мг/100 г свежего продукта)					
Магний (Mg ²⁺)	Натрий (Na ⁺)	Калий (K ⁺)	Кальций (Ca ²⁺)	Фосфор (P)	Нитраты (NO ₃ ⁻)
26,4	7,9	436	106	54,4	127

энергетическую ценность около 30 ккал на 100 г⁻¹. Однако, как и другие листовые овощи, микрозелень может содержать высокое количество нитратов, которые считаются антипитательными факторами [120-121]. В микрозелени гороха их содержится 127 мг/100 г свежего продукта.

По вкусовым качествам, микрозелень – нежная, сочная, имеет слегка сладковатый вкус с неярко выраженным оттенком ореха. Микрозелень гороха часто используют в разных блюдах, среди самых популярных: фитнес салаты, диетические супы и овощные смузи; также ею украшают готовые блюда.

Достоинство проростков и микрозелени:

- биологическая ценность белка и углеводов – изменяется количественный состав аминокислот, часть из них расщепляется на более простые, которые легко усваиваются [122-123], отмечено увеличение содержания сахаразы, глюкозы и фруктозы [124].
- подщелачивающий эффект – хлорофилл в проростках помогает поддерживать pH крови при изменении кислотности и оксигенизировать клетки человека;
- биодоступное питание – при прорастании семян снижаются ингибиторы, а ферменты активизируются, что позволяет пище легко усваиваться организмом при большом содержании питательных веществ;
- свежесть и доступность – проростки можно выращивать круглый год, что не требует высоких капиталовложений.

В проростках содержание фитохимических соединений выше, чем в растениях в состоянии технической спелости [125-126]. Они являются источником белка, полисахаридов, витаминов, минералов, пищевых волокон и антиоксидантов, обладают антигенотоксичным эффектом [127], богаты фитоэстрогенами (изофлавонокумestan) [128-129]. При содержании жира около 1%, среди жирных кислот преобладает линолевая кислота – 40,6% [130]. Вещества с фитохимическими свойствами (природные антиоксиданты и глюкозинилаты), образующиеся при прорастании, защищают ДНК от повреждения, индуцированного H₂O₂, и играют значительную роль в профилактике рака [131-133].

Проростки гороха синтезируют фитохимические фенольные соединения, которые действуют как ингибиторы на патогенные микроорганизмы. В сочетании с ацетил-

салициловой кислотой проростки эффективны против бактерий вида *Helicobacter Pylori* [127].

Обогащение проростков гороха селеном является перспективным направлением получения функциональных продуктов питания с повышенным содержанием антиоксидантов. По исследованию ученых нашего центра обогащение селеном натрия приводит к увеличению содержания селена с 0,2 до 53,0 мг/г [134]. Продукт становится еще более антиканцерогенным, что является одной из немаловажных особенностей – противостояние процессу старения кожи и человеческого организма в целом [6; 135-136].

В основном микрозелень производят в промышленных условиях. Но получить ее можно легко и в домашних условиях. Срезанную микрозелень горошка можно хранить 2-3 суток, поместив ее в плотно закрытом пластиковом контейнере на нижнюю полку холодильника.

При всей пользе, которую несет горох овощной человеческому организму, им не следует злоупотреблять, так как может возникнуть повышенное газообразование, особенно у пожилых людей, у кормящих женщин и маленьких детей.

Сорта гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО различного направления использования. Федеральный научный центр овощеводства более 100 лет занимается селекцией гороха овощного. На сегодняшний день в Государственном реестре селекционных достижений 2021 года зарегистрировано 45 сортов гороха овощного селекции нашего учреждения [34].

Сорта гороха овощного имеют различные морфотипы, которые различаются по типу листа (усатые и обычные), по размеру семян и по группам спелости. Согласно группам спелости из лущильных сортов, для удобства переработки на консервных заводах выстраивают конвейер посева и поступления свежего гороха на переработку от ранних сортов до более поздних [137-138]. Таким же образом, можно выращивать в приусадебных хозяйствах несколько сортов разных групп спелости для получения более продолжительного времени свежего и полезного продукта.

Широкое распространение в Российской Федерации имеют такие сорта селекции ФГБНУ ФНЦО как: Корсар, Викинг, Барин, Совинтер которые используют в консервной промышленности (рис. 6).

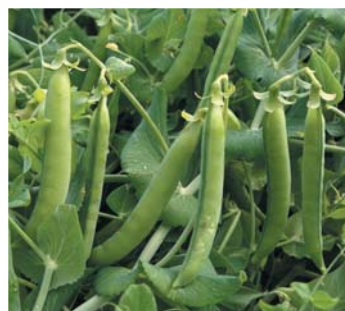


а. Корсар (растение, семена, бобы)

б. Викинг

Рис. 6. Сорта консервной промышленности**Fig. 6. Varieties of the canning industry**

Мелкосемянные сорта Смайлик и Егорка созданы селекционерами для выращивания и приготовления консервов премиум класса (рис. 7).



а. Смайлик (растения, семена)

б. Егорка (бобы в технической стадии спелости)

Рис. 7. Мелкосемянные сорта для консервной промышленности**Fig. 7. Small-seeded varieties for the canning industry**

Сорта с усатым типом листа Дарунок и Триумф используют для выращивания микрозелени (рис. 8).



а. Дарунок

б. Триумф

в. семена Триумф, Дарунок

Рис. 8. Востребованные сорта гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО для выращивания микрозелени**Fig. 8. Popular varieties of vegetable peas of FSBSI FSVS selection for growing microgreens**

Сорта селекции ФГБНУ ФНЦО Сахарный 2 и Великан – десертные сорта для свежего потребления бобов в технической стадии спелости (рис. 9).



а. Сахарный 2

б. Великан (растение, семена)

Рис. 9. Сахарные сорта для свежего потребления бобов
Fig. 9. Sugar varieties for fresh consumption of beans

Закключение

Высокие пищевые качества гороха овощного определяются содержанием белка, углеводов, пищевых волокон, а также макро- и микроэлементов. На содержание белка в горохе влияют условия окружающей среды и генетические факторы. У адаптированных сортов селекции ФГБНУ ФНЦО концентрация водорастворимого белка в семенах варьирует от 26% до 32%, а у интродуцированного сорта Джоф иностранной селекции содержание белка составило всего 17%, что ниже отечественных сортов на 9-15%. Углеводы и пищевые волокна в семенах в среднем составляют 10-20% и 50-64% от сухой массы, соответственно. Энергетическая ценность гороха овощного в зависимости от направления использования и способов переработки составляет (40-250 ккал/100 г или 167-1046 кДж/100 г).

Наиболее высокой концентрацией минеральных веществ отличаются сухие семена, так как уборку их как сырья проводят в более поздние сроки, в период максимального накопления этих веществ. Оценка биоаккумуляции некоторых значимых микроэлементов в семенах гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО показала широкие диапазоны их варьирования: железа – от 6,93 до 9,99 мг/100 г, цинка – от 1,69 до 2,22 мг/100 г, марганца – от 0,62 до 0,96 мг/100 г, меди – от 0,49 до 0,75 мг/100 г, что в целом согласуется с литературными данными. В технической стадии спелости зеленые семена гороха (свежий зеленый горошек) также богаты различными макро- и микроэлементами, которые могут сохраняться и после переработки.

Горох овощной имеет огромное значение в питании человека благодаря широкому витаминному составу, которых в горохе насчитывается более 15 видов. Из жирорастворимых витаминов в свежем зеленом горохе присутствуют А, Е и К. Из водорастворимых – витамины С, В₁, В₂, В₃ (РР), В₄, В₆ и В₉. Важен не только качественный, но и их количественный состав. Горох овощной имеет различное соотношение витаминов, которые также изменяются в

зависимости от направления использования и способов переработки.

Семена гороха овощного в зависимости от типа поверхности подразделяют на следующие типы: округлые или гладкие; округлые с мелкой ячеистостью или с мелким вдавливанием и морщинистые (мозговые). Характеристика семян гороха овощного позволяет оценить их пригодность для различных направлений использования. Оценить сорта на пригодность для консервирования также можно по структуре крахмальных зерен в сухих семенах гороха овощного, которые отличаются по размеру, имеют простую или сложную структуру в зависимости от количества сегментов. Крахмальные зёрна можно классифицировать на три основных типа: простые с радиальными щелями или с двумя сегментами; сложные, распадающиеся на три и более сегмента и простые угловатые – полуразрушенные сегменты сложных крахмальных зерен с мелкими осколками в виде пыли. Для консервной промышленности необходимо создавать мозговые сорта со сложными крахмальными зёрнами второго и третьего типа в биологически спелых семенах. Для сублимации больше подходят сорта с гладким типом семян и крахмальными зёрнами первого типа.

Прораставая семена гороха овощного, получают современный функциональный органический продукт – проростки и микрозелень. Это новое направление использования этой культуры для получения свежих продуктов питания, обладающих высокой биологической ценностью, так как содержат высокую концентрацию витаминов, минералов, белков, ферментов и антиоксидантов, имеют энергетическую ценность около 30 ккал на 100 г⁻¹ [114-115].

Федеральный научный центр овощеводства более 100 лет занимается селекцией гороха овощного. На сегодняшний день в Государственном реестре селекционных достижений 2021 года зарегистрировано 45 сортов гороха овощного селекции нашего учреждения. Широкое распространение в Российской Федерации имеют такие

сорта селекции ФГБНУ ФНЦО как: Корсар, Викинг, Барин, Совинтер, которые используют в консервной промышленности; мелкосемянные сорта Смайлик и Егорка созданы селекционерами для выращивания и приготовления консервов премиум класса; сорта с усатым типом листа Дарунок и Триумф используют для выращивания микрозелени; сорта селекции ФГБНУ ФНЦО Сахарный 2 и Великан – десертные сорта для свежего потребления

бобов в технической стадии спелости. В последние годы особое внимание уделяется качеству продукции и ведется работа по созданию сортов гороха овощного различного направления использования с высоким содержанием биологически активных соединений и высокой аккумулярующей способностью микронутриентов, например селена, магния, цинка и других важных для здоровья человека элементов.

Об авторах:

Ирина Михайловна Кайгородова – старший научный сотрудник, кандидат с.-х. наук; автор для переписки, kaigorodova-i@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5048-8417>

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

Надежда Александровна Голубкина – главный научный сотрудник, доктор с.-х. наук, segolubkina45@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

Ирина Петровна Котляр – ведущий научный сотрудник, кандидат с.-х. наук, irinacotlyar@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0458-9698>

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

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

About the authors:

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

Vladimir A. Ushakov – Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Vegetable Legumes, goroh@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8901-1424>

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

Irina P. Kotlyar – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, irinacotlyar@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0458-9698>

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

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

• Литература

- Bianchini F., Corbetta F. The complete book of fruits and vegetables. New York: Crown. 1976;(40).
- Albany J.B., Lyon Co. Sturtevant's Notes on Edible Plants. Edited by U. P. Hedrick. Report of the New York Agricultural Experiment Station for the year 1919, II. State Printers. 1919;(4):686 p.
- <https://www.fao.org/faostat/r>.
- Сащенко М.Н. Возрастные изменения растений гороха в онтогенезе. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014;2(10):17–26.
- Chen W.J.L., Anderson J.W., Jenkins D.J.A. Propionate may mediate the hypocholesterolemic effects of certain soluble plant fibers in cholesterol-fed rats. *Proc Soc Exp Biol Med*. 1984;(175):215–218.
- Duenas M., Estrella I., Hernandez T. Occurrence of phenolic compounds in the seed coat and the cotyledon of peas (*Pisum sativum* L.). *Eur Food Res Tech*. 2004;(219):116–123.
- Hoover R., Hughes T., Chung H.J. et al. Composition, molecular structure, properties, and modification of pulse starches: a review. *Food Res Int*. 2010;(43):399–413.
- Fernando W.M.U., Hill J.E., Zello G.A. et al. Diets supplemented with chickpea or its main oligosaccharide component raffinose modify fecal microbial composition in healthy adults. *Benef Micro*. 2010;(1):197–207.
- Campos-Vega R., Loarca-Pina G., Oomah B.D. Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Food Res Int*. 2010;(43):461–482.
- Abete I., Parra D., Martinez J.A. Legume-, fish-, or high-protein-based hypocaloric diets: effects on weight loss and mitochondrial oxidation in obese men. *J Med Food*. 2009;(12):100–108.
- Hernsdorff H.M., Zulet M.A., Abete I. et al. A legumebased hypocaloric diet reduces proinflammatory status and improves metabolic features in overweight/obese subjects. *Eur J Nutr*. 2011;(50):61–69.
- Hunninghake D.B., Miller V.T., LaRosa J.C. et al. Longterm treatment of hypercholesterolemia with dietary fiber. *Am J Med*. 1994;(97):504–508.
- Atherton P.J., Smith K., Etheridge T., Rankin D., Rennie M.J. Distinct anabolic signalling responses to amino acids in C2C12 skeletal muscle cells. *Amino Acids*. 2010;(38)5:1533–1539. <https://doi.org/10.1007/s00726-009-0377-x>.
- <https://fitaudit.ru/food>.
- Reichert R.D., MacKenzie S.L. Composition of peas (*Pisum sativum*) varying widely in protein content. *J Agric Food Chem*. 1982;(30):312–317.
- Wozniak A., Soroka M., Stępniewska A., Makarski B. Chemical composition of pea (*Pisum sativum* L.) seeds depending on tillage systems. *J. Elem*. 2014;(19)4:1143–1152. doi: 10.5601/jelem.2014.19.3.484.
- Ушакова О.В., Голубкина Н.А., Ушаков В.А. и др. Сортосвая специфика минерального состава семян гороха овощного. *Материалы конференции "Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования"*. 2017;17:81–84.
- Gebreegziabher B.G., Berhanu A.T. Proximate and mineral composition of Ethiopian pea (*Pisum sativum* var. *abyssinicum* A. Braun) landraces vary across altitudinal ecosystems. *Cogent food & agriculture*. 2020;(6)1:1789421. doi:10.1080/23311932.2020.1789421.
- 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.
- Carvalho L.M., Corrêa M.M., Pereira E.J., Nutti M.R., Carvalho J.L.V., Ribeiro E.M., Freitas S.C. Iron and zinc retention in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) after home cooking. *Food & Nutrition Research*. 2012;(56):1-6. <https://doi.org/10.3402/fnr.v56i0.15618>.
- <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/gorokh>.
- <https://edaplus.info/produce/pea.html>.
- Iqbal A., Khalil I.A., Ateeq N., Sayyar K.M. Nutritional quality of important food legumes. *Food chemistry*. 2006;(97):331–335.
- Hood-Niefer S.D., Warkentin T.D., Chibbar R.N. et al. Effect of genotype and environment on the concentrations of starch and protein in, and the physicochemical properties of starch from, field pea and fababean. *J Sci Food Agric*. 2012;(92):141–150.
- Tzitzikas E.N., Vincken J.P., DeGroot J. et al. Genetic variation in pea seed globulin composition. *J Agric Food Chem*. 2006;(54):425–433.
- Босак В.Н., Сачивко Т.В. Особенности аминокислотного состава и биологическая ценность белка бобовых овощных культур. 2018;37–40.
- Bourgeois M., Jacquin F., Casseculle F., et al. A PQL (protein quantity loci) analysis of mature pea seed proteins identifies loci determining seed protein composition. *Proteomics*. 2011;(11):1581–1594.
- Harmankaya M., Ozcan M.M., Karadas S., Ceyhan E. Protein and mineral contents of pea (*Pisum sativum* L.) Genotypes grown in Central Anatolian region of Turkey. *South western journal of horticulture, biology and environment*. 2010;(1)2:159–165.
- Nikolopoulou D., Grigorakis K., Stasini M., Alexis M.N., Iliadis K. Differences in chemical composition of field pea (*Pisum sativum*) cultivars: Effects of cultivation area and year. *Food Chemistry*. 2007;(103):847–852.
- Wang N., Hatcher D.W., Warkentin T.D., Toews R. Effect of cultivar and environment on physicochemical and cooking characteristics of field pea (*Pisum sativum*). *Food chemistry*. 2010;(118):109–115.
- Al-Karaki G.N., Ereifej K.I. Relationships between seed yield and chemical composition of field peas grown under semi-arid Mediterranean conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 1999;(182):279–284.
- McLean L.A., Sosulski F.W., Youngs C.G. Effects of nitrogen and moisture on yield and protein in field peas. *Canadian journal of plant science*. 1974;(54):301–305.
- Osborne T.B., Campbell G.F. Proteins of the pea. *Journal of the american chemical society*. 1898;(20):348–362.

34. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта растений (официальное издание). ФГБНУ Росинформагротех. 2021;(1):719с.
35. 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.
36. Bustillos M.A., Jonchere C., Garnier C., Reguerre A.L., Valle G.D. Rheological and microstructural characterization of batters and sponge cakes fortified with pea proteins. *Food Hydrocolloids*. 2020;(101):105553. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105553>.
37. Morales-Polanco E., Campos-Vega R., Gaytan-Martinez M., Enriquez L.G., Loarca-Pina G. Functional and textural properties of a dehulled oat (*Avena sativa* L.) and pea (*Pisum sativum*) protein isolate cracker. *LWT – Food Science and Technology*. 2017;(86):418-423. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.015>.
38. Narciso J.O., Brennan C. Whey and pea protein fortification of rice starches: Effects on protein and starch digestibility and starch pasting properties. *Starch-Stärke*, 2018;(70):9-10. 1700315. <https://doi.org/10.1002/star.201700315>.
39. Song W., Yoo S.H. Quality improvement of a rice-substituted fried noodle by utilizing the protein-polyphenol interaction between a pea protein isolate and green tea (*Camellia sinensis*) extract. *Food Chemistry*. 2017;(235):181-187. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.052>.
40. Wee M.S.M., Loud D.E., Tan V.W.K., Forde C.G. Physical and sensory characterisation of noodles with added native and denatured pea protein isolate. *Food Chemistry*. 2019;(294):152-159. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.042>.
41. Ben-Harb S., Irlinger F., Saint-Eve A., Panouille M., Souchon I., Bonnarne P. Versatility of microbial consortia and sensory properties induced by the composition of different milk and pea protein-based gels. *LWT – Food Science and Technology*. 2020;(118):108720. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108720>.
42. Ben-Harb S., Panouille M., Huc-Mathis D., Moulin G., Saint-Eve A., Irlinger F., Bonnarne P. The rheological and microstructural properties of pea, milk, mixed pea/milk gels and gelled emulsions designed by thermal, acid, and enzyme treatments. *Food Hydrocolloids*. 2018;(77):75-84. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.09.022>.
43. Ben-Harb S., Saint-Eve A., Panouille M., Souchon I., Bonnarne P., Dugat-Bony E., Irlinger F. Design of microbial consortia for the fermentation of pea-protein-enriched emulsions. *International journal of food microbiology*. 2019;(293):124-136. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.01.012>.
44. Klost M., Drusch S. Structure formation and rheological properties of pea protein-based gels. *Food hydrocolloids*. 2019;(94):622-630. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.03.030>.
45. Youssef M., Lafarge C., Valentin D., Lubbers S., Husson F. Fermentation of cow milk and/or pea milk mixtures by different starter cultures: Physico-chemical and sensorial properties. *LWT – Food science and technology*. 2016;(69):430-437. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.060>.
46. Dhaliwal S.K., Salaria P., Kaushik P. Pea Seed Proteins: A nutritional and nutraceutical update. Grain and seed proteins functionality. Edited by J.C. Jimenez-Lopez. *Intech Open*. 2021. doi:10.5772/intechopen.95323.
47. Amagliani L., Schmitt C. Globular plant protein aggregates for stabilization of food foams and emulsions. *Trends in Food Science & Technology*. 2017;(67):248-259. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.013>.
48. Beck S.M., Knoerzer K., Foerster M., Mayo S., Philipp C., Arcot J. Low moisture extrusion of pea protein and pea fibre fortified rice starch blends. *Journal of Food Engineering*. 2018;(231):61-71. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.03.004>.
49. Philipp C., Buckow R., Silcock P., Oey I. Instrumental and sensory properties of pea protein-fortified extruded rice snacks. *Food Research International*. 2017;(102):658-665. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.048>.
50. Philipp C., Emin M.A., Buckow R., Silcock P., Oey I. Pea protein-fortified extruded snacks: Linking melt viscosity and glass transition temperature with expansion behaviour. *Journal of Food Engineering*. 2018;(217):93-100. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.08.022>.
51. Lopez-Baron N., Sagnelli D., Blennow A., Holse M., Gao J., Saaby L., Vasanthan T. Hydrolysed pea proteins mitigate in vitro wheat starch digestibility. *Food Hydrocolloids*. 2018;(79):117-126. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.12.009>.
52. Garcia-Segovia P., Igual M., Noguerol A.T., Martinez-Monzo J. Use of insects and pea powder as alternative protein and mineral sources in extruded snacks. *European food research and technology*. 2020;(4):703-712. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03441-y>.
53. Theodore A.E., Raghavan S., Kristinsson H.G. Antioxidative activity of protein hydrolysates prepared from alkaline-aided channel catfish protein isolates. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008;(56):7459-7466.
54. Roy F., Boye J.I., Simpson B.K. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: pea, chickpea and lentil. *Food Res Int*. 2010;(43):432-442.
55. Li Y., Jiang B., Zhang T., Mu W., Liu J. Antioxidant and free radical-scavenging activities of chickpea protein hydrolysate (CPH). *Food Chemistry*. 2008;(106):444-450.
56. Boye J., Zare F., Pletch A. Pulse proteins: processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Res Int*. 2011;(43):414-431.
57. Wang T.L., Domoney C., Hedley C.L., Casey R., Grusak M.A. Can we improve the nutritional quality of legume seeds? *Plant physiology*. 2003;(131):886-891.
58. Самченко О.Н. Бобовые культуры: перспективы использования для оптимизации химического состава мясных полуфабрикатов. *Наука и современность. Серия: Технические науки*. 2014:172-176.
59. Tomoskozi S., La'sztity R., Haraszi R. et al. Isolation and study of the functional properties of pea proteins. *Nahrung/Food*. 2001;(45):399-401.
60. Amarakoon R. Study on amino acid content in selected varieties of *Pisum sativum* (peas) by ion exchange chromatography international conference on nutrition and food sciences IPCBEE. *IACSIT Press, Singapore*. 2012;39p.
61. Dahl W.J., Foster L.M., Tyler R.T. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). *The british journal of nutrition*. 2012;(108):3-10. <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114512000852>.
62. Tosh S.M., Yada S. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: characterization, functional attributes, and applications. *Food Res Int*. 2010;(43):450-460.
63. Grosjean F. Combining peas for animal nutrition. In *the pea crop: A Basis for Improvement*, P.D. Hebblethwaite, M.C. Heath and T.C.K. Dawkins, editors. London: Butterworths. 1985;453-462.
64. Norton G., Bliss F.A., Bressani R. Biochemical and nutritional attributes of grain legumes. *Grain Legume Crops. R.J. Summerfield and E.H. Roberts, editors. London: Collins*. 1985;73-114.
65. Salunke D.K., Kadam S.S., Chavan J.K. Chemical composition. In *postharvest biotechnology of food legumes*. Boca Raton, FL: CRC Press. 1985;29-52.
66. Savage G.P., Deo S. The nutritional value of peas (*Pisum sativum*). A literature review. *Nutr Abstr Rev Series A. Human Exp Nutr*. 1989;(59):65-87.
67. Wang N., Daun J.K. The Chemical Composition and Nutritive Value of Canadian Pulses. Winnipeg: *Canadian Grain Commission*. 2004.
68. Dostalova R., Horacek J., Hasalova I. et al. Study of resistant starch (RS) content in pea during maturation. *Czech J Food Sci*. 2009;(27):120-124.
69. Borowska J., Zadernowski R., Konopka I. Composition and some physical properties of different pea cultivars. *Nahrung*. 1996;(40):74-78.
70. Wang T.L., Bogracheva T.Y., Hedley C.L. Starch: as simple as A, B, C? *Journal of experimental botany*. 1998;(49):481-502.
71. Black R.G., Brouwer J.B., Meares C., Iyer L. Variation in physico-chemical properties of field peas (*Pisum sativum*). *Food Research International*. 1998;(31):81-86.
72. Cousin R. Peas (*Pisum sativum* L.). Field crops research. 1997;(53):111-130.
73. Tahir R., Ellis P.R., Bogracheva T.Y., et al. Study of the structure and properties of native and hydrothermally processed wild-type, lam and r variant pea starches that affect amylolysis of these starches. *Biomacromolecules*. 2011;(12):123-133.
74. Guillon F., Champ M.M. Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health. *Br J Nutr*. 2002;(88):293-306.
75. Trinidad T.P., Mallillin A.C., Loyola A.S. et al. The potential health benefits of legumes as a good source of dietary fibre. *Br J Nutr*. 2010;(103):569-574.
76. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: Оникс 21 век. 2004;210с.
77. Tavajjoh M., Yasrebi J., Karimian N., Olama V. Phytic acid concentration and phytic acid: zinc molar ratio in wheat cultivars and bread flours. *Fars Province, Iran. J. Agr. Sci. Tech*. 2011;(13):743-755.
78. Sandberg A.S. Bioavailability of minerals in legumes. *Brit. J. Nutr*.

- 2002;(88)3:281–285. doi:10.1079/BJN/2002718.
79. Kumar V., Sinha A.K., Makkar H.P.S., Becker K. Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review. *Food Chem.* 2010;(120):945–959.
80. Loewus F. Biosynthesis of phytate in food grains and seeds. In: *Food phytochemicals*. Ed. by N.R. Reddy and S.K. Sathu. 2002;53–61.
81. Collins A.R. Antioxidant intervention as a route to cancer prevention. *Eur. J. Cancer.* 2005;(41)13:1923–1930.
82. Голубкина Н.А. Качество овощной продукции. *Овощи России.* 2008;(1-2):61–63. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2008-1-2-61-63>.
83. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании: растения, животные, человек. М.: *Печатный город.* 2006;254с.
84. Gawalko E., Garrett R.G., Warkentin T. et al. Trace elements in Canadian field peas: a grain safety assurance perspective. *Food Add Contam Part A.* 2009;(26):100–112.
85. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур. ФГБНУ ФНЦО. 2018;224с.
86. Путина О.В. Селекционная ценность овощного гороха разных морфотипов в условиях Краснодарского края. *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Санкт Петербург.* 2018;18с.
87. Ломачинский В.А., Мегердичев Е.Я. Требования к качеству зелёного горошка для консервирования, замораживания и сушки. *Сб. науч. трудов. ВНИИССОК.* М. 2009;(43)99–104.
88. Епихов В.А. Методические указания по созданию дружносозревающих сортов овощного гороха консервного использования. Москва. 1989;16с.
89. Епихов В.А., Самарин Н.А., Дрозд А.М. и др. Селекция и семеноводство овощных бобовых культур. *Методические указания и рекомендации по селекции и семеноводству овощных бобовых и капустных культур.* М. 2001;4–59.
90. Кайгородова И.М., Пронина Е.П., Пышная О.Н. Изучение перспективных образцов гороха овощного как генетических источников в селекции на качество и продуктивность. *Овощи России.* 2013;(1):30–34. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-30-34>.
91. Ушаков В.А., Котляр И.П., Кайгородова И.М. Селекция гороха овощного для консервной промышленности с мелким размером зерна. *Овощи России.* 2021;(2):5–10. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-5-10>.
92. Самарина Л.Н. Физико-химические характеристики крахмала семян гороха овощного и их роль в селекции на качество. Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. *ВИР.* 1985;(97):32–35.
93. Лукашевич Н.П., Якупенко А.Г., Крайко Л.Ф., Заливако Л.А. Создание новых сортов овощного гороха в Республике Беларусь. *Сельскохозяйственные проблемы и перспективы.* Гродно. 2004;(3):45–48.
94. Фадеева А.Н. Селекция гороха на качество. *Здоровье – питание – биологические ресурсы.* Киров. 2002;(1):277–281.
95. Пивоваров В.Ф. Горох. *Селекция и семеноводство овощных культур.* М. 1999;(1):348–363.
96. Мегердичев Е.Я. Технологические требования к сортам овощей и плодов, предназначенных для различных видов консервирования. *ВНИИКОП.* М. 2003;94с.
97. Досина-Дубешко Е.С., Анохина В.С., Саук И.Б., Дуксин В.В. Селекция гороха овощного (*Pisum sativum* L.) в республике Беларусь. *Сб. науч. трудов. ВНИИССОК.* М. 2009;(43):70–75.
98. Shelepina N., Shumilin P., Zelenov A. Biochemical features of untraditional morphotypes of sowing peas. 4 European Conference on Grain legumes. *Cracow.* 2001;217с.
99. Okumura K. Research strategies for forage legume breeding in Japan. *Вестник ВОГИС.* 2005;(9):423–429.
100. Kof E.M., Kondykov I.V. Pea (*Pisum sativum* L.) growth mutants. *International Journal of Plant developmental Biology.* 2007;(1):141–146.
101. Пронина Е.П., Котляр И.П., Кайгородова И.М., Ушаков В.А. Направления селекции гороха овощного консервного использования во ВНИИССОК. *Овощи России.* 2014;(4):28–29. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2014-4-28-29>.
102. Котляр И.П., Пронина Е.П., Ушаков В.А., Бландинский Е.В. Сорта гороха овощного консервного использования селекции ВНИИССОК. *Овощи России.* 2012;(2):38–40. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-2-38-40>.
103. Дрозд А.М., Самарина Л.Н., Самарин Н.А., Полушин Я.Я. Селекция на повышение химико-технологических качеств консервированного зеленого горошка. *Методические указания по селекции сортов овощных бобовых культур.* Москва. 1972;11–12.
104. Bastianelli D., Grosjean F., Peyronnet C., Duparque M., Régnier J. Feeding value of pea (*Pisum sativum* L.). 1. Chemical composition of different categories of pea. *Animal science.* 1998;67(3):609–619. doi:10.1017/S1357729800033051.
105. Княгиничев М.И., Самарина Л.Н. Содержание и свойства крахмала овощных сортов гороха в процессе созревания. *Прикладная биохимия и технология.* Т. IX. 1973;(3):436–442.
106. Самарин Н.А., Самарин С.Н. Конвейер сортов гороха овощного для консервной промышленности. *Овощи России.* 2013;(1):68–72. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-68-72>.
107. ГОСТ 5312-2014. Межгосударственный стандарт. Консервы овощные. Горох овощной свежий для консервирования. Технические условия.
108. Стригун В.М. Оценивание сортов гороха овощного (*Pisum sativum* L.) по показателям качества зеленого горошка и семян. *Сортовивчення.* 2014;(1):28–30.
109. Князев Б.М., Канариков Ж.М., Хамонов Х.А. Пути повышения технологических свойств зеленого горошка. *Зерновое хозяйство.* 2002;(1):11–12.
110. Кузина Л.Ю., Сазоненков В.К., Романов А.И. Способ производства консервов «Зелёный горошек». *Бюллетень Евразийского патентного ведомства.* М. 2003;(6):4.
111. Иванова М.А., Телятникова Г.Н. Объективный метод оценки консервов овощного гороха. *Консервная и овощесушильная промышленность.* 1975;(1):40–41.
112. Nleya K.M., Minnaar A., De Kock H.L. Relating physio chemical properties of frozen green peas (*Pisum sativum* L.) to sensory quality. *Journal of the science of food and agriculture.* 2014;(5)94:857–865.
113. Penas E., Gomez R., Frias J., Vidal-Valverde C. Application of high-pressure on alfalfa (*Medicago sativa*) and mung bean (*Vigna radiata*) seeds to enhance the microbiological safety of their sprouts. *Food Control.* 2008;(19):698–705.
114. Finley J.W. Proposed criteria for assessing the efficacy of cancer reduction by plant foods enriched in carotenoids, glucosinolates, polyphenols and selenocompounds. *Annals of botany.* 2005;(95):1075–1096.
115. Schenker S. Facts behind the headlines, Broccoli. *British nutrition foundation – nutrition bulletin.* 2002;(27):159–160.
116. Treadwell D.D., Hochmuth R., Landrum L., Laughlin W. 2010. Microgreens: A new specialty crop. *University of Florida, IFAS, EDIS publ. HS1164.* <https://edis.ifas.ufl.edu/hs1164>.
117. Ivanova M.I., Kashleva A.I., Razin A.F. Sprouts – functional organic products (overview). *Vestnik of mari state university agricultural economics.* 2016;(3):19р.
118. Di Gioia F., Santamaria P. The nutritional properties of microgreens. In book: *Microgreens: Novel, fresh and functional food to explore all the value of biodiversity.* 2015;41–50.
119. Kowitcharoen L., Phornvillay S., Lekham P., Pongprasert N., Srilaong V. *Bioactive Composition and Nutritional Profile of Microgreens Cultivated in Thailand.* *Appl. Sci.* 2021;(11):79–81. <https://doi.org/10.3390/app11177981>.
120. Di Gioia F., Gonnella M., Santamaria P. Contribution of leafy vegetables to dietary nitrate intake and regulations. In: Umar S., Anjum N.A., Khan N.A. (Eds.), *Nitrate in leafy vegetables: Toxicity and safety measures.* I.K. International Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi. 2013;1–16.
121. Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.* 2006;(86):10–17.
122. Morton M.S., Griffiths K., Wilcox G., Wahlqvist M.L. Determination of lignans and isoflavonoids in human female plasma following dietary supplementation. *Journal of endocrinology.* 1994;(142):251–259.
123. Urbano G., Aranda P., Vilchez A., Aranda C., Cabrera L., Porres J., Lopez-Jurado M. Effects of germination on the composition and nutritive value of proteins in *Pisum sativum* L. *Food chemistry.* 2005a;(93):671–679.
124. Urbano G., Lopez-Jurado M., Frejnagel S., Gomez-Villalva E., Porres J.M., Frias H., Vidal-Valverde C., Aranda P. Nutritional assessment of raw and germinated pea (*Pisum sativum* L.) protein and carbohydrate by *in vitro* and *in vivo* techniques. *Nutrition.* 2005b;(21):230–239.
125. Fernandez-Orozco R., Frias J., Zielinski H., Piskula M.K., Kozłowska H., Vidal-Valverde C. Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant

- capacity during germination of Vignaradiata cv. emerald, Glycine max cv. Jutro and Glycine max cv. Merit. *Food chemistry*. 2008;(111):622–630.
 126. Harrison H.C. Growing Edible Sprouts at Home. University of Wisconsin-Extension (UWEX), *Cooperative Extension Publications* RP-04-94-1. 5M-20-MSC. Madison, Wisconsin, USA. 1994.
 127. Ho C.Y., Lin Y.T., Labbe R. G., Shetty K. Inhibition of Helicobacter pylori by phenolic extracts of sprouted peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of food biochemistry*. 2006;(30):21–34.
 128. Morton M.S., Griffiths K., Wilcox G., Wahlqvist M.L. Determination of lignans and isoflavonoids in human female plasma following dietary supplementation. *Journal of endocrinology*. 1994;(142):251–259.
 129. Reinli K., Block G. Phytoestrogen content of foods – a compendium of literature values. *Nutrition and Cancer*. 1996;(26):123–148.
 130. Tokiko M., Koji Y. Proximate composition, fatty acid composition and free amino acid composition of sprouts. *Journal for the integrated study of dietary habits*. 2006;(16):369–375.
 131. Sangronis E., Machado C.J. Influence of germination on the nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* and *Cajanus cajan*. *LWT*. 2007;(40):116–120.
 132. Gill C.I.R., Haldar S., Porter S., Matthews S., Sullivan S., Coulter J., McGlynn H., Rowland I. The effect of cruciferous and leguminous sprouts on genotoxicity in vitro and in vivo. *Cancer epidemiology biomarkers and prevention*. 2004;(13):1199–1205.
 133. Haddad P.S., Azar G.A., Groom S., Boivin M. Natural health products, modulation of immune function and prevention of chronic diseases. *Evidence-based research in complementary and alternative medicine*. 2005;(2):512–520.
 134. 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, развивающееся направление в России". ФГБОУ ВО Омский ГАУ. 2018;202–206.
 135. Troszynska A., Ciska E. Phenolic compounds of seed coats of white and coloured varieties of pea (*Pisum sativum* L.) and their total antioxidant activity. *Czech J Food Sci*. 2002;(20):15–22.
 136. Xu B.J., Yuan S.H., Chang S.K.C. Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity, and color of cool season legumes and other selected food legumes. *J Food Sci*. 2007;(72):167–175.
 137. Пивоваров В.Ф. Овощи России. М.: ВНИИССОК. 2006;384с.
 138. Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Гуркина Л.К. Состояние и перспективы развития селекции и семеноводства овощебобовых культур в России. *Овощи России*. 2011;(1):16–27. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2011-1-16-27>.
- References (In Russ.)
4. Sashchenko M.N. Age-related changes of pea plants in ontogenesis. *Leguminous and cereal crops*. 2014;2(10):17–26. (In Russ.)
 17. Ushakova O.V., Golubkina N.A., Ushakov V.A. et al. Varietal specificity of the mineral composition of vegetable pea seeds. *Materials of the conference "New and non-traditional plants and prospects for their use"*. 2017;(17):81–84. (In Russ.)
 26. Bosak V.N., Sachivko T.V. Features of amino acid composition and biological value of protein of leguminous vegetable crops. 2018;37-40. (In Russ.)
 34. The State Register of breeding achievements approved for use. *Plant varieties (official publication)*. FSBSI Rosinformagrotech. 2021;(1):719. (In Russ.)
 58. Samchenko O.N. Legumes: prospects of use for optimization of the chemical composition of meat semi-finished products. *Science and modernity. Series: Technical sciences*. 2014;172–176. (In Russ.)
 76. Skalny A.V. Chemical elements in human physiology and ecology. *Moscow: Onyx 21st century*. 2004;210p.
 82. Golubkina N.A. The quality of agricultural output. *Vegetable crops of Russia*. 2008;(1-2):61-63. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2008-1-2-61-63>
 83. Golubkina N.A., Papazyan T.T. Selenium in nutrition: plants, animals, man. M.: Printed city. 2006;254. (In Russ.)
 85. Methodological guidelines for the approbation of vegetable and melon crops. *FSBI FNKC*. 2018;224p. (In Russ.)
 86. Putina O.V. Breeding value of vegetable peas of different morphotypes in the conditions of the Krasnodar region. *Abstract of the dissertation for the degree of candidate of biological sciences*. Saint Petersburg. 2018; 18p. (In Russ.)
 87. Lomachinsky V.A., Megerdichev E.Y. Requirements for the quality of green peas for canning, freezing and drying. *Collection of scientific works. VNISSOK. M.* 2009;(43)99-104. (In Russ.)
 88. Epikhov V.A. Methodological guidelines for the creation of friendly ripening varieties of canned vegetable peas. *Moscow*. 1989;16p. (In Russ.)
 89. Epikhov V.A., Samarin N.A., Drozd A.M. et al. Breeding and seed production of vegetable legumes. *Methodological guidelines and recommendations on breeding and seed production of vegetable legumes and cabbage crops*. M. 2001; 4-59 p. (In Russ.)
 90. Kaigorodova I.M., Pronina E.P., Pishnaya O.N. Study of perspective models of pea as genetic sources in breeding for quality and productivity. *Vegetable crops of Russia*. 2013;(1):30-34. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-30-34>
 91. Ushakov V.A., Kotlyar I.P., Kaigorodova I.M. Selection of green peas for the canning industry with a small grain size. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):5-10. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-5-10>
 92. Samarina L.N. Physico-chemical characteristics of vegetable pea seed starch and their role in quality selection. *Collection of scientific papers on applied botany, genetics and breeding*. VIR. 1985;(97):32-35. (In Russ.)
 93. Lukashovich N.P., Yakubenko A.G., Kraiko L.F., Zalivako L.A. Creation of new varieties of vegetable peas in the Republic of Belarus. *Agricultural problems and prospects*. Grodno. 2004;(3):45–48.
 94. Fadeeva A.N. Selection of peas for quality. *Health – nutrition – biological resources*. Kirov. 2002;(1):277–281. (In Russ.)
 95. Pivovarov V.F. Peas. Selection and seed production of vegetable crops. M. 1999;(1):348-363. (In Russ.)
 96. Megerdichev E.Y. Technological requirements for varieties of vegetables and fruits intended for various types of canning. *VNIKOP. M.* 2003; 94. (In Russ.)
 97. Dosina-Dubeshko E.S., Anokhina V.S., Sauk I.B., Duxina V.V. Selection of vegetable peas (*Pisum sativum* L.) in the Republic of Belarus. *Collection of scientific works. VNISSOK. M.* 2009;(43):70-75. (In Russ.)
 101. Pronina E.P., Kotlyar I.P., Kaygorodova I.M., Ushakov V.A. Aspects of breeding in vniissok of green pea for canning. *Vegetable crops of Russia*. 2014;(4):28-29. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2014-4-28-29>.
 102. Kotlyar I.P., Pronina E.P., Ushakov V.A., Blandinsky E.B. Canning green pea varieties of vniissok breeding. *Vegetable crops of Russia*. 2012;(2):38-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-2-38-40>.
 103. Drozd A.M., Samarina L.N., Samarin N.A., Polunin Y.Y. Selection to improve the chemical and technological qualities of canned green peas. *Methodological guidelines for the selection of varieties of vegetable legumes*. Moscow. 1972;11–12. (In Russ.)
 105. Knyaginichev M.I., Samarina L.N. The content and properties of starch of vegetable varieties of peas in the ripening process. *Applied biochemistry and technology*. Vol.IX. 1973;(3):436-442. (In Russ.)
 106. Samarin N.A., Samarin S.N. Characteristics of chain of pea varieties for vegetable canning. *Vegetable crops of Russia*. 2013;(1):68-72. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-68-72>.
 107. GOST 34112-2017. Natural canned vegetables. Green peas. Specifications. (In Russ.)
 108. Strigun V.M. Evaluation of varieties of vegetable peas (*Pisum sativum* L.) according to the quality of green peas and seeds. *Sortovivchennya*. 2014;(1):28–30. (In Russ.)
 109. Knyazev B.M., Kondrakov Z.M., Khasanov H.A. Ways to improve the technological properties of green peas. *Grain farming*. 2002;(1):11–12. (In Russ.)
 110. Kuzina L.Y., Sazonenkov V.K., Romanov A.I. Method of canned food production "Green peas". *Bulletin of the Eurasian patent office*. M. 2003;(6):4. (In Russ.)
 111. Ivanova M.A., Telyatnikova G.N. Objective method of evaluation of canned vegetable peas. *Canning and vegetable drying industry*. 1975;(1):40-41. (In Russ.)
 134. Ushakova O.V., Molchanova A.V., Kotlyar I.P., et al. Investigation of the biochemical value of vegetable pea seedlings (*Pisum sativum* L.). *Proceedings of the conference "Leguminous crops, a developing trend in Russia"*. FSBEU of HE Omsk SAU. 2018;202-206. (In Russ.)
 137. Pivovarov V.F. Vegetables crops of Russia. M.: VNISSOK. 2006;384. (In Russ.)
 138. Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K. Current situation and prospects of development of vegetables, melons and pumpkin breeding and seed production. *Vegetable crops of Russia*. 2011;(1):16-27. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2011-1-16-27>.

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-33-38>
УДК 633.86:(664.036+631.563)

Vladimir M. Koldaev, Artem Yu. Manyakhin*

Federal Scientific Center of the East Asia
Terrestrial Biodiversity FEB RAS
159/1, avenue of 100-years Vladivostok,
Vladivostok, Russia, 690022

*Corresponding author: mau84@mail.ru

Funding. The study did not receive separate funding, but was carried out as a part of the authors work in Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS.

Acknowledgements. The authors would like to acknowledge reviewers for their reviews and useful comments.

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

Author contributions: Vladimir M. Koldaev – conceptualization, methodology, raw material collection, investigations, writing manuscript. Artem Yu. Manyakhin – raw material collection, investigations, writing and editing the manuscript.

For citations: Koldaev V.M., Manyakhin A.Yu. Effect of heat treatment and storage on anthocyanins levels in food plants. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):33-38.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-33-38>

Received: 17.05.2022

Accepted for publication: 30.05.2022

Published: 25.06.2022

В.М. Колдаев, А.Ю. Маняхин*

Федеральный научный центр
Биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии ДВО РАН
690022, Россия, г. Владивосток, проспект
100-лет Владивостока, 159/1

*Автор для переписки: mau84@mail.ru

Финансирование. Исследование не получало отдельного финансирования, но было выполнено как часть работы авторов, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН.

Благодарности. Авторы выражают благодарность неизвестным рецензентам за ценные советы и замечания.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Колдаев В.М., Маняхин А.Ю. Содержание антоцианов в пищевых растениях при тепловой обработке и хранении. *Овощи России*. 2022;(3):33-38.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-33-38>

Поступила в редакцию: 17.05.2022

Принята к печати: 30.05.2022

Опубликована: 25.06.2022

Effect of heat treatment and storage on anthocyanins levels in food plants



ABSTRACT

Introduction: Anthocyanins, the polyphenolic plant pigments, have high antioxidant activity (AOA), reduce the risks of many pathological conditions in the human body. However, the wide medical and preventive use of anthocyanins is limited by their degradation during processing of plant raw materials. The objective of the work was to study the anthocyanins' stability by spectrophotometric method during heat treatment and storage of vegetable and berry plants.

Study objects and methods: Purple potatoes, eggplants, red cabbage, purple carrots, blue onions, red raspberries and blue honeysuckle were used in the study. Anthocyanins' stability was determined by numerical values of extracts' absorption spectra from the studied plants.

Results and discussion: High stability indices of 0.623–0.986 were obtained for the anthocyanins of purple carrots, blue onion bulbs or red cabbage leaves whose main component is the antioxidant cyanidin with a relative AOA equal to 3.49. Low stability indices of 0.229–0.23 were obtained for anthocyanins of red raspberry berries and purple potato tubers containing pelargonidin or malvidin with 2.49–3.36 times lower relative AOA than for cyanidin. A regular correlation between stability and AOA of anthocyanins with a rank correlation coefficient of 0.91 ($p < 0.05$) was established.

It was established that during three months of storage in a domestic refrigerator, the content of anthocyanins in purple carrots and purple potatoes decreased by 10–15% of the initial one, and this decrease was 2–3 times greater when other studied plants were stored for 1.5–2 months.

Conclusion: It is advisable to use the developed spectrophotometric methods in the express-analysis at selection of perspective plants for industrial cultivation as raw material for anthocyanin-containing herbal formulation.

Keywords: spectrophotometry, anthocyanin resistance, anthocyanin-containing specimens, purple carrot, purple potato

Содержание антоцианов в пищевых растениях при тепловой обработке и хранении

Резюме

Цель: Полифенольные растительные пигменты антоцианы имеют высокую антиоксидантную активность, снижают риски многих патологических состояний в организме человека. Однако широкое лечебно-профилактическое использование антоцианов ограничивается их деградацией при обработке растительного сырья. Целью работы являлось исследование устойчивости антоцианов спектрофотометрическим методом при тепловой обработке и хранении овощных и ягодных растений.

Методы: В исследованиях использовали фиолетовый картофель, баклажаны, краснокочанную капусту, фиолетовую морковь, синий лук, красную малину и жимолость голубую. Устойчивость антоцианов определяли по числовым показателям спектров поглощения экстрактов из исследуемых растений.

Результаты: Высокие показатели устойчивости 0.623–0.986 получены для антоцианов корнеплодов фиолетовой моркови, луковиц синего лука или листьев краснокочанной капусты, в составе которых основным является антиоксидант цианидин с относительной антиоксидантной активностью, равной 3.49. Низкие показатели устойчивости 0.229–0.23 получены для антоцианов ягод красной малины и клубней фиолетового картофеля, в составе которых присутствуют пеларгонидин или мальвидин с меньшей в 2.49–3.36 раза антиоксидантной активностью по сравнению с цианидином. Установлена закономерная взаимосвязь между устойчивостью и антиоксидантной активностью антоцианов при коэффициенте ранговой корреляции 0.91 ($p < 0.05$). Получено, что за три месяца хранения в бытовом холодильнике содержание антоцианов в фиолетовой моркови, фиолетовом картофеле снижается на 10–15% от исходного, а при хранении других исследованных растений в течение 1.5–2 месяцев это снижение в 2–3 раза больше.

Заключение: Разработанные спектрофотометрические методы целесообразно применять в экспресс-анализе при отборе перспективных растений для промышленного культивирования как сырья для антоцианосодержащих фитопрепаратов.

Ключевые слова: спектрофотометрия, устойчивость антоцианов, антоцианосодержащие препараты, фиолетовая морковь, фиолетовый картофель

INTRODUCTION

Anthocyanins constitute a vast group of polyphenolic water-soluble plant pigments that give flowers, fruits, leaves, and root crops a reddish-blue to purplish-black coloration. Chemically, anthocyanins are a glycosylated form of hydroxy- and methoxy-substituted derivatives of 2-phenylchromene or anthocyanidins. Anthocyanins are widespread in nature, mainly in flowers, vegetables and fruits, in which more than 600 derivatives of the six main anthocyanidins – cyanidin (Cy), delphinidin (Dp), pelargonidin (Pg), peonidin (Pn), malvidin (Mv) and petunidin (Pt) – were found [1].

Anthocyanins exhibit significant antioxidant activity (AOA) [2, 3], due to which, they counteract oxidative stress in the human body, the main factor in the development of many pathological conditions [4, 5]. Vegetable and fruit supplements rich in anthocyanins reduce the risks of cardiovascular, cancer and degenerative disorders [6]. Recently, anthocyanins that prevent functional disorders of the body have received more attention [7]: international programs of their in-depth study are being introduced [8], target regulations for anthocyanin-containing foods and special berry-based diets are being developed [9].

However, despite their potential, the widespread introduction of natural anthocyanin-containing supplements and components is limited by high lability of anthocyanins, their degradation during the processing and storage of plant raw materials, which significantly reduces their effectiveness [10].

Anthocyanins stability varies within significant limits, depends both on external factors and to a large extent on the chemical nature and the ratio of anthocyanins in different tissues [11].

Selection of the most promising plant varieties with

high content of resistant anthocyanins for industrial cultivation is relevant [12], as well as development of express methods to determine their resistance. Among the existing methods for analyzing anthocyanins, the fastest and relatively simple is spectrophotometry [13], which is advisable to choose as an express method to determine resistance. As model external influencing factors of interest is the use of heat treatment and storage of plants, usually used in the technology of processing of raw materials and having a destructive effect on anthocyanins.

The objective of the work was to experimentally study the anthocyanins stability by spectrophotometric method during heat treatment and storage of berry and vegetable plants.

When planning the research, it was quite natural to focus not only on blue onion, red cabbage, red raspberry, and blue honeysuckle, which are familiar to Russians in their diets, but also on “exotic” purple carrots and purple potatoes not yet widespread in Russia.

STUDY OBJECTS AND METHODS

Plant material was used as parts of vegetable and berry plants (Table 1) grown by the authors at the territory of the Ocean Horticultural Noncommercial Partnership in Kiparisovo plot, Nadezhinsky District, Primorsky Krai, RF in the summer of 2021 (43°27'37", 131°58'3").

Plant material was selected by the random number method [14], from 3 to 5 PM, in dry sunny weather. The collected material was examined immediately fresh (raw), as well as after heat treatment (boiled) or during storage. During heat treatment, samples of plant material were covered with boiling water 1:10, placed in a boiling water bath for 20 min, removed and dried with filter paper after cooling to room temperature. The collected plant parts were stored in a domestic refrigerator FR-415W (Ocean,

Table 1. Plant materials
Таблица 1. Растительный материал

Item No.	Plant			Supplier of planting material
	Name, genus, family	Cultivar	Part and coloration	
1	Potato (calamus sticks) – <i>Solanum tuberosum</i> L., <i>Solanum</i> L., <i>Solanaceae</i> Juss.	Purple	Dark purple flesh, skin	A.G. Lorch Federal Potato Research Centre
2		Lobella	Red skin	Ovoshchevod Co., Ltd., Artyom city
3	Eggplant – <i>Solanum melongena</i> L., <i>Solanum</i> L., <i>Solanaceae</i> Juss.	Diamond	Purple-black skin	Scientific Production Association Gardens of Russia, Chelyabinsk city
4	Cabbage – <i>Brassica oleracea</i> L. , <i>Brassica</i> L., <i>Brassicaceae</i> Burnett	Red Jewel	Purple-red leaf	
5		Mikhnevskaya		
6	Garden carrot – <i>Daucus carota subsp. sativus</i> Hoffm., <i>Daucus</i> L., <i>Apiaceae</i> Lindl.	Purple Haze	Purple root	
7	Common raspberry – <i>Rubus idaeus</i> L., <i>Rubus</i> L., <i>Rosaceae</i> Juss.	Monomakh Cap	Red berry	
8	Onions – <i>Allium cepa</i> L., <i>Allium</i> L., <i>Amaryllidaceae</i> J.St.-Hlt	Carmen	Purple bulb	
9	Blue honeysuckle – <i>Lonicera caerulea</i> L., <i>Lonicera</i> L., <i>Caprifoliaceae</i> Juss.	Dlinnoplodnaya	Purple-blue berry	Omskiy Sadovod Co., Ltd., Omsk city

Russia) at $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ for 1.5–3 months. Every 15 days, the anthocyanin content was recorded, which was expressed as a percentage of the initial value taken as 100%.

To prepare all extracts, we ground a sample of plant material to 1.5 to 2 mm, placed a sample of about 0.5 g (precise sample weight) in a dark glass vial, added 5 ml of 95% ethanol (Constanta Farm Co., Ltd., Russia) acidified with hydrochloric acid (NevaReactiv, Russia) in the 100:1 ratio ($\text{pH} = 1\text{--}1.2$), kept it for 5–6 hours and filtered through a $0.45\ \mu\text{m}$ PTFE-H membrane filter (Hyundai micro, South Korea).

The extracts' absorption spectra (AS) were recorded on a UV-2501PC digital spectrophotometer (Shimadzu, Japan) in the wavelength range of 200–650 nm in 1 nm increments and were adjusted to 1% extract. The given AS were processed according to the previously described method [14], and the coordinates of the maximums and inflection points of the spectral line contours were determined. The integral absorption intensity, numerically equal to the area under the spectral line, was calculated by the Simpson's formula [15], the wavelengths of the spectral line contour inflection points in the vicinity of the “anthocyanin” maximum were taken as the integration limits. For example, for the potato skin extract, the integral absorption intensity corresponds to the area S (Figure 1, oblique shading) within the λ_b , λ_c inflection points b and c wavelengths.

The stability factor (SF) was calculated using the original formula:

$$SF = [AM_2 \times AM_1] / [S_2 \times S_1],$$

where AM_1 , AM_2 are absorptions of “anthocyanin” maxima, S_1 , S_2 are areas under the spectral line, index 1 refers to raw samples, and index 2 to cooked samples.

The total amount of anthocyanins (TA) in 100 g of the sample was determined spectrophotometrically, calculated by the formula:

$$TA = 100 \times [AM \times K \times V_1 \times (V_2 + V_3)] / [V_2 \times M],$$

where AM is the absorption of the “anthocyanin” maximum in the spectrum reduced to 1% extract, rel. un.; K is the conversion factor of 0.004, mg/ml·unit; V_1 is the volume of extractant used to prepare the extract, ml; V_2 is the extract volume taken into the cuvette, ml; V_3 is the extractant volume added to the cuvette, ml; M is the sample weight, g.

Five independent randomized samples were taken in the study of each part of the plant. The experimental material was statistically processed using the small sample and correlation analysis methods [16], the differences were considered statistically significant or reliable at the null hypothesis significance level $p < 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Anthocyanin content in plant material.

The results are presented in Table 2 and Figure 2.

The highest values of anthocyanin content were obtained in fresh blue honeysuckle berries compared with other plants studied. According to B. Kusznierevich et al [17], blue honeysuckle belongs to the food products that are the richest in anthocyanins, the content of which can reach 284–780 mg100g⁻¹ of raw weight. For the other studied plants, it was found that the content of anthocyanins in raw red raspberry berries, eggplant shells and red cabbage leaves was 5.4–8.9 times lower, in raw purple potato skins, blue onion bulbs and purple carrots 10.5–15.1 times lower, and in potato purple pulp and red skin 37.6–48.1 times lower than in honeysuckle berries. According to the published data, the ranges of anthocyanin content are 35.1–175.8 in raspberries [18], 41.3–155.3 in eggplant skin [19], 28.3–60 in red cabbage leaves [20, 21], 7.89–49.53 in purple potato tubers [22], 8.32–30 in blue onion bulbs [23, 24], 20–50 in purple carrots [25, 26], and 4.81–30.71 mg100⁻¹ g in red potatoes

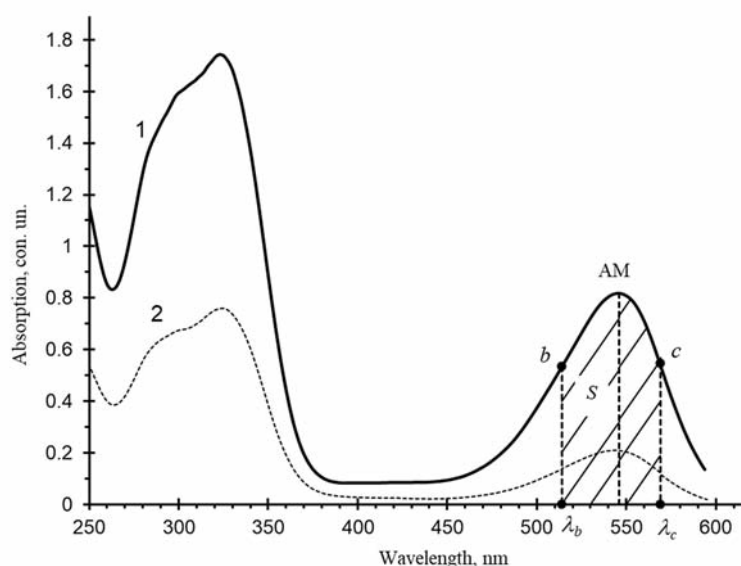


Fig.1. Absorption spectra reduced to 1% extracts from raw (1) and cooked (2) purple potato skins. AM – “anthocyanin” maximum, b, c – inflection points, λ_b , λ_c – inflection point wavelengths or integration limits, S – area corresponding to the integral absorption intensity

Рис. 1. Спектры поглощения, приведенные к 1% экстрактам из сырой (1) и вареной (2) кожуры фиолетового картофеля. AM – «антоциановый» максимум, b, c – точки перегиба, λ_b , λ_c – длины волн точек перегиба или пределы интегрирования, S – площадь, соответствующая интегральной интенсивности поглощения

Table 2. Total content of anthocyanins and its relative change in raw and cooked plant parts
Таблица 2. Общее содержание антоцианов и относительное его изменение в сырых и вареных частях растений

Item No.	Plant, variety	Plant part	Anthocyanins content*, mg 100 g ⁻¹		Change in content, %
			Raw	Cooked	
1	Potatoes, "Purple"	Tuber pulp	8.65±0.63	4.22±0.08	51.21
		Tuber peel	31.02±2.53	7.87±0.39	74.63
2	Potatoes, "Lobella"	Tuber peel	6.77±0.44	5.05±0.28	25.41
3	Eggplant, "Almaz"	Vegetable shell	55.38±4.12	9.06±0.74	83.64
4	Cabbage, "Red Jewel"	Leave	36.35±1.48	13.09±0.65	63.98
5	Cabbage, "Mikhnevskaya"		38.94±2.34	11.97±0.87	69.26
6	Carrots, "Purple Haze"	Root	21.54±1.25	20.01±1.24	7.09
7	Onions, "Carmen"	Bulb	27.96±1.26	5.05±0.23	81.94
8	Raspberry, "Shapka Monomakha"	Berry	59.58±4.21	13.71±0.96	76.98
9	Blue honeysuckle, "Dlinnoplodnaya"		325.1±2.68	209.7±1.45	35.49

* — mean value of 5 samples ± error of mean

[22]. The analysis of the obtained results and comparison with literature data show that the values of total anthocyanin content obtained in the studied plant parts fall within the ranges presented in the relevant literature, which indicates the adequacy and validity of the method used in this study to determine the anthocyanin content.

After heat treatment, the total anthocyanin content decreased least in purple carrot roots – by 1.08 times, in red Lobella potato peel – by 1.34 times, and in honeysuckle berries – by 1.55 times, and most in purple potato peel – by 3.94 times, in raspberry berries – by 4.34 times, and in eggplant skin by – 6.11 times compared to

Table 3. Own data of anthocyanins' stability indicator (SF) and literature data of anthocyanins with the highest content, their antioxidant activity (AOA) in vegetable and berry plants
Таблица 3. Собственные данные показателя устойчивости антоцианов (SF) и литературные данные антоцианов с наибольшим содержанием, их антиоксидантная активность (AOA) в овощных и ягодных растениях

Item No.	Plant, part	Own data	Literature data	Literature data		
		Variety	SF*	Variety	Highest content of anthocyanins	AOA** [25]
1	Purple carrot, root	Purple Haze	0.986±0.064	<i>Daucus carota</i> ssp. <i>sativus</i> var. <i>atrorubens</i> Alef. [27]	Cyanidine	3.49
2	Blue onions, bulb	Carmen	0.725±0.056	W1201 [24]	Cyanidine	3.49
3	Red cabbage, leaf	Red Jewel	0.623±0.051	Cairo [28]	Cyanidine	3.49
		Mikhnevskaya	0.689±0.048			
4	Blue honeysuckle, berry	Dlinnoplodnaya	0.417±0.028	Wojtek, Brazowa, Zielona, Jolanta, 44, 46 [17]	Cyanidine	3.49
					Peonidin	1.69
				Zarnitsa, stenantha, pallasi, Selec. 2-32, Selec. F1-9-58, Bluebird, Berry Blue, Magadan, Selec. 8-18 [29]	Cyanidine	3.49
					Peonidin	1.69
5	Red raspberry, berry	Shapka Monomakha	0.230±0.016	<i>R. jamai censis</i> , <i>R. rosifolius</i> , <i>R. racemosus</i> , <i>R. acuminatus</i> , <i>R. idaeus</i> cv. <i>Haritage</i> [30]	Cyanidine	3.49
					Pelargonidin	1.07
6	Purple potatoes, whole tuber	Purple	0.229±0.023	Salad Blue, Vitelotte, Valfi, Blue Congo [22]	Malvidin	1.4

*SF — anthocyanins' stability index, the average of 5 samples ± error of the mean,

** — relative antioxidant activity compared with trolox

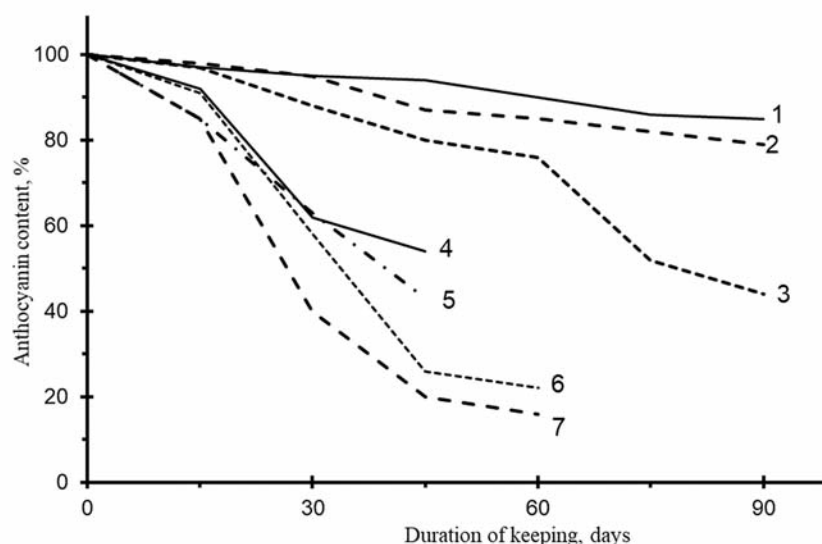


Figure 2. Changes in the anthocyanin content in parts of vegetable and berry plants during storage. 1 – purple carrot roots, 2 – purple potato tubers, 3 – blue onion bulbs 4 – blue honeysuckle berries, 5 – red raspberries, 6 – red cabbage leaves, 7 – eggplant shells

Рис. 2. Изменение содержания антоцианов в частях овощных и ягодных растений при хранении (1 – корнеплоды фиолетовой моркови, 2 – клубни фиолетового картофеля, 3 – луковицы синего лука 4 – ягоды голубой жимолости, 5 – ягоды красной малины, 6 – листья краснокочанной капусты, 7 – оболочки плодов баклажана

fresh samples, respectively. The anthocyanin content reduction values in potato pulp and whole tubers by 2.05 to 2.07 times and in red cabbage leaves by 2.77 to 3.18 times have intermediate values relative to fresh ones.

It should be noted that the decrease in the anthocyanin content after heat treatment in purple potato pulp is 1.92 times less than in the peel. The obtained result is probably due to the presence of starch in the potato pulp, which may contribute to stabilization of anthocyanins [11] due to the fermentation inhibition.

The correlation coefficient between the initial content of anthocyanins in the studied raw plant material and the decrease in their content after cooking has a low, unreliable value: $r = -0.2 \pm 0.35$ ($p = 0.58 > 0.05$), which shows a rather weak relationship between the compared values.

Anthocyanins' stability.

The highest value of the stability index, almost one (Table 3), was obtained for anthocyanins from purple carrot roots, while for anthocyanins from blue onion bulbs and red cabbage leaves SF was 1.6 to 1.67 times lower. The lowest SF values are seen in the eggplant skin anthocyanins – 37.92 times less than the SF values of purple carrot anthocyanins. The stability values of anthocyanins from blue honeysuckle berries, red raspberries, and whole purple potatoes tubers relative to the SF of purple carrots' root crops anthocyanins are 2.36, 4.29, and 4.3 times lower, respectively.

Usually there are several anthocyanidins of different types in any colored part of the plant, but among them, as a rule, only one or two have a predominant concentration, and they mainly give the corresponding color to this part of the plant [12]. Individual anthocyanins, depending on their individual structure, have different AOA [26] (Table 3). The literature indicates that cyanidin-3-glycoside is the predominant anthocyanin in purple carrot roots [27], blue onion bulbs [24], and red cabbage leaves [28], which has the highest AOA. In addition to

cyanidin, blue honeysuckle berries [29] and red raspberry berries [30] contain less active peonidin and pelargonidin with an AOA 2.06–3.26 times lower than the cyanidin AOA. Malvidin prevails in purple potato tubers [22] and has a 2.49-fold lower AOA than cyanidine.

Thus, a comparison of our own data and literature shows that the stability of anthocyanins during heat treatment is higher the greater their AOA.

The rank correlation coefficient between SF and AOA has a statistically significant value of 0.91 ($p < 0.05$), indicating that there is a significant relationship between the stability of anthocyanins and AOA.

Content of anthocyanins during storage.

During the vegetable raw materials' storage for 3 months, the content of anthocyanins decreased in purple carrot roots by 1.18 times, in purple potato tubers by 1.26 times and in blue onion bulbs by 2.27 times relative to the initial content (Figure 2). The decrease in anthocyanin content is more significant in the remaining studied plants. Over 2 months of storage, the anthocyanin content decreased by 4.54 and 6.25 times relative to the initial one in red cabbage leaves and eggplant skins, and over 1.5 months' storage by 1.85 and 3.32 times relative to the initial content in honeysuckle and raspberry berries.

The data presented in Figure 2 confirm the above conclusion about the relationship between the stability of anthocyanins and AOA. It should be kept in mind that raw purple potato tubers contain 16.29–23.41 g100⁻¹ of starch [22] that may play a protective role [11]. It should be noted that during heat treatment, as a result of starch gelatinization [32], the anthocyanin's protective effect probably decreases, therefore, low SF values were obtained in cooked potatoes (Table 3). During storage of potatoes in conditions of reduced positive temperature, the starch contained in the tubers' tissues in the form of granules has a protective effect and maintains the anthocyanins' stability.

CONCLUSION

The spectrophotometric methods used to determine the anthocyanin content and stability are reasonable to use as express methods for the selection of promising plants for industrial cultivation as raw materials for anthocyanin-containing herbal formulation.

Anthocyanins' stability during the plant raw materials

heat treatment is closely related to the AOA, with the increase of which the stability also increases.

Purple carrots and purple potatoes are anthocyanin-containing plants suitable for long-term storage. Blue honeysuckle and red raspberry berries, as well as red cabbage and eggplants are not suitable for storage longer than 30 days.

Об авторах:

Владимир Михайлович Колдаев – доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории лекарственных растений, <https://orcid.org/0000-0002-6206-200X>, Scopus ID 57189999504

Артём Юрьевич Маняхин – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории лекарственных растений, <https://orcid.org/0000-0002-0682-2801>, Researcher ID F-7439-2017, Scopus ID 36192233600, автор для переписки, mau84@mail.ru

About the authors:

Vladimir M. Koldaev – Doc. Sci. (Biology), Professor, Leading Researcher of the Laboratory of Medicinal Plants, <https://orcid.org/0000-0002-6206-200X>, Scopus ID 57189999504

Artem Yu. Manyakhin – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Medicinal Plants, <https://orcid.org/0000-0002-0682-2801>, Researcher ID F-7439-2017, Scopus ID 36192233600, Corresponding Author, mau84@mail.ru

REFERENCES

- Smeriglio A., Barreca D., Bellocco E., Trombetta D. Chemistry, pharmacology and health benefits of anthocyanins. *Phytotherapy research*. 2016;30(8):1265–1286. <https://doi.org/10.1002/ptr.5642>
- Azevedo J., Fernandes I., Faria A., Oliveira J., Fernandes A., Freitas V., et al. Antioxidant properties of anthocyanidins, anthocyanidin-3-glucosides and respective portisins. *Food Chemistry*. 2010;119(2):518–523. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.06.050>
- Martin J., Kuskoski E.M., Navas M.J., Asuero A.G. Antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Flavonoids - from biosynthesis to human health. 2017; 205–255. <https://doi.org/10.5772/67718>
- Speer H., D'Cunha N.M., Alexopoulos N.I., McKune A.J., Naumovski N. Anthocyanins and human health - a focus on oxidative stress, inflammation and disease. *Antioxidants*. 2020;9(5):366:1–13. <https://doi.org/10.3390/antiox9050366>
- Kelsey N., Hulick W., Winter A., Ross E., Linseman D. Neuroprotective effects of anthocyanins on apoptosis induced by mitochondrial oxidative stress. *Nutritional Neuroscience*. 2011;14(6):249–259. <https://doi.org/10.1179/1476830511y.0000000020>
- Koldaev V.M., Kropotov A.V. Anthocyanins in practical medicine. *Pacific Medical Journal*. 2021;3:24–28. (In Russ.). <https://doi.org/10.34215/1609-1175-2021-3-24-28>
- Li D., Wang P., Luo Y., Zhao M., Chen F. Health benefits of anthocyanins and molecular mechanisms: update from recent decade. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2015;57(8):1729–1741. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1030064>
- Cerletti C., Curtis A., Bracone F., Diges C., Morganti A.G., Iacoviello L., Gaetano G., Donati M.B. Dietary anthocyanins and health: data from Flora and Athena EU projects. *British Journal Clinical Pharmacology*. 2016;83(1):103–106. <https://doi.org/10.1111/bcp.12943>
- Cassidy A. Berry anthocyanin intake and cardiovascular health. *Molecular Aspects of Medicine*. 2018; 61:76–82. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2017.05.002>
- Patras A., Brunton N.P., O'Donnell C., Tiwari B.K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science and Technology*. 2010;21(1):3–11. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.07.004>
- Remini H., Dahmoune F., Sahrroui Y., Madani K., Kapranov V.N., Kiselev E.F. Recent advances on stability of anthocyanins. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2018;13(4):257–286. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2018-13-4-257-286>
- Bueno J.M., Sáez-Plaza P., Ramos-Escudero F., Jimenez A.M., Fett R., Asuero A.G. Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part II: Chemical structure, color and intake anthocyanins. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 2012;42(2):126–151. <https://doi.org/10.1080/10408347.2011.632314>
- Aprelev V.A., Davydova E.V., Smirnov V.A., Panasyuk A.L. Antotsiansy. Anthocyanins. Methods for determination of anthocyanins. *Science and World*. 2018;1(55):32–39. (In Russ.)
- Koldaev V.M. Numerical indicators of absorption spectra in plant extract analysis. Moscow: LENAND; 2021. 160 p. (In Russ.)
- Composite Simpson's rule. URL: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Simpson's_27s_rule Date accessed: 16.02.2022
- Urbakh V.Y. Biometric methods. Moscow: Nauka; 1964. 416 p. (In Russ.). URL: https://www.studmed.ru/urbah-vyu-biometricheskie-metody_5ad673186ad.html Date accessed: 25.12.2021
- Kusznierewicz B., Piekarska A., Mrugalska B., Konieczka P., Namieśnik J., Bartoszek A. Phenolic composition and antioxidant properties of polish Blue-Berried Honeysuckle genotypes by HPLC-DAD-MS, HPLC postcolumn derivatization with ABTS or FC, and TLC with DPPH visualization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60(7):1755–1763. <https://doi.org/10.1021/jf2039839>
- Pantelidis G.E., Vasilakis M., Manganaris G.A., Diamantidis G. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food chemistry*. 2007;102(3):777–783. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.021>
- Sharma M., Kaushik P. Biochemical composition of eggplant fruits: A Review. *Applied sciences*. 2021;11(15):7078. <https://doi.org/10.3390/app11157078>
- Draghici G.A., Lupu M.A., Borozan A.B., Nica D., Alda S., Alda L., et al. Red cabbage, millennium's functional food. *Journal of Horticulture, Forestry, and Biotechnology*. 2013;17(4):52–55.
- He Q., Zhang Z., Zhang L. Anthocyanin accumulation, antioxidant ability and stability, and a transcriptional analysis of anthocyanin biosynthesis in purple heading Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 2016;64(1):132–145. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b04674>
- Kita A., Bakowska-Barczak A., Hamouz K., Kulakowska K., Lisińska G. The effect of frying on anthocyanin stability and antioxidant activity of crisps from red- and purple-fleshed potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of food composition and analysis*. 2013;32:169–175. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2013.09.006>
- Berno N.D., Tezotto-Uliana J.V., dos Santos Dias C.T., Kluge R.A. Storage temperature and type of cut affect the biochemical and physiological characteristics of fresh-cut purple onions. *Postharvest Biology and Technology*. 2014;93:91–96. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.02.012>
- Zhang S.L., Deng P., Xu Y.C., Lü S.W., Wang J.J. Quantification and analysis of anthocyanin and flavonoids compositions, and antioxidant activities in onions with three different colors. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016;15(9):2175–2181. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61385-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61385-0)
- Lee E.J., Yoo K.S., Patil B.S. Total carotenoid, anthocyanin, and sugar contents in sliced or whole purple (cv. Betasweet) and orange carrots during 4-week cold storage. *Horticulture, Environment and Biotechnology*. 2011;52: Article number: 402. <https://doi.org/10.1007/s13580-011-0227-0>
- Wang H., Cao G., Prior R.L. Oxygen radical absorption capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1997;45(2):304–309. <https://doi.org/10.1021/jf960421t>
- Macura R., Michalczyk M., Fiutak G., Maciejaszek I. Effect of freeze-drying and air-drying on the content of carotenoids and anthocyanins in stored purple carrot. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. 2019;18(2):135–142. <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2019.0637>
- Ahmadiani N., Robbins R.J., Collins T.M., Giusti M.M. Molar absorptivity (ε) and spectral characteristics of cyanidin-based anthocyanins from red cabbage. *Food chemistry*. 2016;197(A):900–906. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.032>
- Chaovanalikit A., Thompson M.M., Ronald E., Wrolstad R.E. Characterization and quantification of anthocyanins and polyphenolics in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004;52(4):848–852. <https://doi.org/10.1021/jf030509o>
- Bowen-Forbes CS, Zhang Y, Nair MG. Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2010; 23(6): 554–560. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.08.012>
- Zhang Y., Sun Y., Zhang H., Mai Q., Zhang B., Li H., Deng Z. The degradation rules of anthocyanins from eggplant peel and antioxidant capacity in fortified model food system during the thermal treatments. *Food Bioscience*. 2020;(38):100701. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100701>
- Zhushman A.I. Modified starches. Moscow: Pishchepromizdat. 2007. 234 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-39-43>
УДК 635.611:(631.559+581.19) (470.45)

В.А. Суслова*, М.С. Корнилова,
Н.Б. Рябчикова

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

*Автор для переписки: BBSOS34@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Суслова В.А., Корнилова М.С., Рябчикова Н.Б. Влияние погодных условий на урожайность и биохимический состав плодов дыни в Волгоградском Заволжье. *Овощи России*. 2022;(3):39-43.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-39-43>

Поступила в редакцию: 19.02.2022

Принята к печати: 14.04.2022

Опубликована: 25.06.2022

Valeria A. Suslova*, Valeria S. Kornilova,
Natalya B. Ryabchikova

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

*Corresponding author: BBSOS34@yandex.ru

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

Author contributions: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Suslova V.A., Kornilova M.S., Ryabchikova N.B. The influence of weather conditions on the yield and biochemical composition of melon fruits in the Volgograd Trans-Volga region. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):39-43. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-39-43>

Received: 19.02.2022

Accepted for publication: 14.04.2022

Published: 25.06.2022

Влияние погодных условий на урожайность и биохимический состав плодов дыни в Волгоградском Заволжье



Резюме

Приоритетным направлением в селекции дыни является создание новых конкурентно способных сортов, сочетающих устойчивость к неблагоприятным факторам среды с ценными хозяйственными признаками.

Материалы и методы. Объектом исследования – сортообразцы дыни 599 и 595. Целью данного исследования является изучить влияние погодных условий на урожайность и биохимический состав изучаемых сортообразцов дыни в условиях Волгоградского Заволжья. Исследования проводили на Быковской бахчевой селекционной опытной станции в течение трех лет согласно разработанным методикам, в качестве стандарта был использован сорт Осень.

Результаты. В статье приведены результаты влияния погодных условий на урожайность, массу плода, а также представлен анализ биохимического состава плодов дыни. Дана полная характеристика изучаемых сортообразцов дыни. По урожайности высокие показатели у сортообразцов 599 и 595 были в 2020 году при показателях сумм среднемесячных активных температур 114°C и сумм осадков 178 мм и составляли 19,0 т/га и 21,3 т/га. Наибольшая средняя масса плода в 2018 году составляла 3,2 кг и 3,1 кг при сумме активных температур 123,6°C и сумме осадков 296,0 мм. В связи с плохой завязываемостью плодов на растении было меньше, что и повлияло на их массу. В 2018 году содержание сухого вещества у сортообразца 599 составляло 13,6%, у 595 – 13,2%, при сумме осадков 296 мм, в 2019 году показатели у сортообразцов были меньше 599 – 12,0%, 595 – 11,6% при сумме осадков 272,6 мм. Таким образом, можно сделать вывод, что данные сортообразцы дыни отвечают современным требованиям отрасли промышленного бахчеводства.

Ключевые слова: дыня, сортообразец, урожайность, вегетационный период, сухое вещество, погодные условия, температура

The influence of weather conditions on the yield and biochemical composition of melon fruits in the Volgograd Trans-Volga region

Abstract

The priority direction in melon breeding is the creation of new competitively capable varieties that combine resistance to adverse environmental factors with valuable economic characteristics.

Materials and methods. The object of the study is melon varieties 599 and 595. The purpose of this study is to study the influence of weather conditions on the yield and biochemical composition of the studied melon varieties in the conditions of the Volgograd Trans-Volga region. The research was carried out at the Bykovskaya melon breeding experimental station for three years according to the developed methods, the Osen variety was used as a standard.

Results. The article presents the results of the influence of weather conditions on yield, fruit weight, and also presents an analysis of the biochemical composition of melon fruits. A complete description of the studied melon varieties is given. In terms of yield, the high indicators for cultivars 599 and 595 were in 2020 with the totals of average monthly active temperatures of 114°C and precipitation totals of 178 mm, and amounted to 19.0 t/ha and 21.3 t/ha. According to the content of dry matter in the fruit juice, according to the results of studies, it was seen that with the greatest amount of moisture, the indicators were higher in 2018 with a precipitation rate of 296 mm in cultivars 599 – 13.6%, in 595 – 13.2%, than in 2019 with a norm of 272.6 mm 599 – 12.0% in 595 – 11.6%. Thus, we can conclude that these melon varieties meet the modern requirements of the industrial melon industry.

Keywords: melon, variety, productivity, growing season, dry matter, weather conditions, temperature

Введение

Условия Волгоградского Заволжья благоприятны для возделывания бахчевых культур, характерными особенностями зоны исследования являются засушливость и резко выраженная континентальность. Современные сорта бахчевых культур, эффективно могут реализовать свой биологический потенциал лишь при высокой культуре земледелия в оптимальную по влажности и температуре воздуха погоду [1]. В засушливых климатических условиях урожайность снижается, тем самым снижается качество продукции.

Внедрение в производство новых высокоурожайных сортов и гибридов бахчевых культур позволит без дополнительных затрат увеличить урожайность на 15–20% и наиболее рационально использовать природные ресурсы и техногенные факторы. С учетом высокой потенциальной продуктивности сортов и гибридов значительно возрастет зависимость величины и качества урожая от нерегулируемых природных факторов (засуха, морозы, вредители и болезни). В условиях изменяющегося климата (увеличение инсоляции, температуры, возрастание числа засух) необходимы новые подходы к созданию сортов и гибридов бахчевых культур, приспособленных к новым условиям. Работа Быковской бахчевой селекционной опытной станции направлена на создание и изучение нового исходного материала, отвечающего поставленной цели, селекционер изучает сорта отечественной и зарубежной селекции, затем выбирает формы и образцы, обладающие теми признаками, которые необходимы в данной экологической зоне [2, 3, 4], это является приоритетным направлением в селекции сельскохозяйственных культур [5]. Повышение устойчивости растений к таким неблагоприятным условиям внешней среды, как засуха и высокие температуры является важной проблемой селекции растений. В таких стрессовых условиях происходит нарушение процесса формирования цветов и пыльцы, а также происходит снижение процента завязывания плодов.

Негативное влияние стрессовых факторов окружающей среды приводит к снижению урожайности на 15–30% [6].

Рост и развитие растений дыни обусловлены наследственными факторами и комплексом внешних условий. Основными факторами жизни растений дыни являются температура, свет, вода, почвенное питание, воздушная среда. Оптимальное сочетание необходимых условий составляет благоприятную внешнюю среду для роста и развития растений. Сумма активных температур, необходимая для успешного развития растений и образования плодов дыни, составляет 2000–3000°C [7].

Дыня – теплолюбивая культура. Оптимальной температурой для прорастания семян считают 25...30°C, при этом семена прорастают в течение 48 часов. При температуре воздуха менее 15°C дыня почти не развивается, при 10°C рост прекращается, в результате чего пыльца и рыльце не созревают, оплодотворение не происходит, цветки опадают, все это приводит к снижению урожайности [7].

Дыня – засухоустойчивое растение, но в тоже время влага необходима. Корневая система дыни способна добывать влагу благодаря высокой сосущей силе клеток корневых волосков [7]. Самое большое количество влаги необходимо в период набухания семян и появления всходов, а также в фазу образования плодов [1]. Если в это время влаги будет недостаточно, растения или образовав-

шаяся завязь будет погибать, что приведет к снижению урожайности.

Растения дыни, как и многие другие растения, светолюбивы. В период созревания плодов растению в большей степени необходим свет. Недостаток света приводит к затягиванию вегетации, более позднему и меньшему количеству завязи, снижению качества опыления, урожайности, а также содержанию сахара и сухого вещества [8].

Материалы и методы

Исследования проводили на Быковской бахчевой опытной селекционной станции – филиал ФГБНУ ФНЦО.

На опытном участке основной почвенный покров составляют светло-каштановые, супесчаные, легкие по гранулометрическому составу почвы. Они характеризуются недостаточно мощным пахотным горизонтом и уплотненным подпахотным слоем. Светло – каштановые почвы имеют низкое содержание азота – 0,12–0,15%, общего фосфора – 0,07–0,09%, обменного калия – 120–180 мг/кг, содержание гумуса – до 1,0% [8].

Особенностями зоны Волгоградского Заволжья являются засушливость и резко выраженная континентальность. На всей территории господствует антициклонический режим погоды. Повышенная ветровая деятельность и частые пыльные бури [1]. Максимальная скорость ветра может достигать до 35 м/с, суховейных дней – до 40–60 в год.

Исследования проводили в 2018–2020 годах. Объект исследования – сортообразцы дыни нашей станции, на фоне стандарта [9].

Закладка опыта, наблюдения и учеты проводили согласно существующим методикам [10, 11, 12, 13], в сравнении с районированным сортом нашей селекции.

Урожай учитывали путем взвешивания. Данные по урожайности обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждения

В 2018 году начались исследования о влиянии погодных условий на урожайность и биохимический состав плодов. Для исследований были использованы сортообразцы дыни среднего срока созревания 595 и 599, в качестве стандарта взят сорт Осень. Посев семян проводили в первой декаде мая.

Осень st. – среднего срока созревания. Вегетационный период 75–85 суток. Плоды шаровидной формы. Средняя масса плода – 2,4 кг. Окрас фона коры желтый. Рисунок нет. Поверхность слабосегментированная, сетка сплошная, связанная. Мякоть бледно-зеленого цвета, консистенция картофельная или среднеплотная. Содержание сухого вещества в соке плодов от 14,0–18,0%. Плацент 3, полуоткрытые. Семена желтые.

Сортообразец 599 – среднего срока созревания. Плоды округлой формы. Средняя масса плода – 3,2 кг. Окрас фона коры желтый, рисунок нет. Поверхность слабосегментированная, сетка сплошная. Мякоть белая, среднеплотная. Содержание сухого вещества в соке плодов – 14,6–18,0%. Плацент 3, закрытые. Семена – слонообразные.

Сортообразец 595 – среднего срока созревания. Плоды овальной формы. Средняя масса плода – 2,6 кг. Окраска фона коры желто-оранжевая, рисунок нет. Поверхность гладкая, сетка сплошная. Мякоть белая, кон-

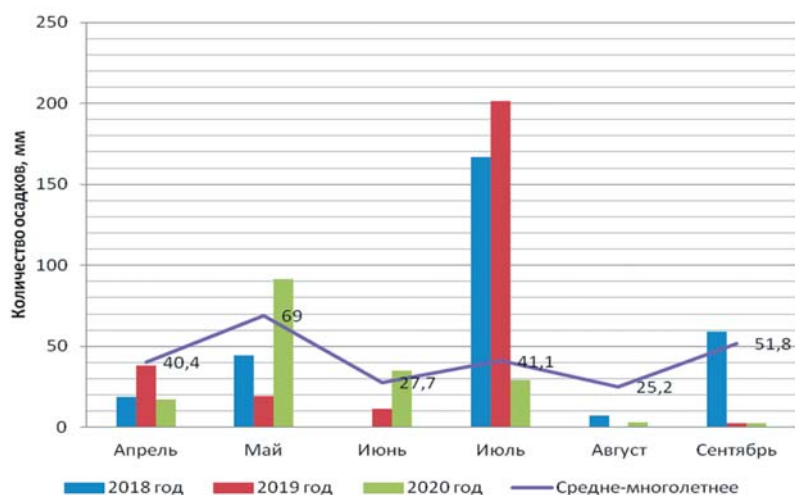


Рис.1. Количество осадков за 2018 – 2020 годы
Fig.1. Precipitation for 2018-2020

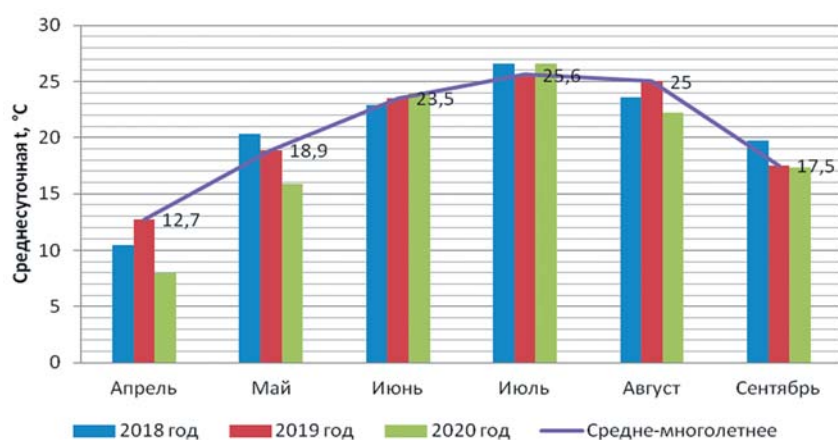


Рис.2. Среднесуточная температура за 2018-2020 годы
Fig.2. Average daily temperature for 2018-2020

систенция среднеплотная. Содержание сухого вещества в соке плодов – 14,0-18,0%. Плацент 3, закрытые. Семена – слонообразная кость.

Важным фактором развития растений является сочетание тепла и влаги за весь период вегетации.

В годы проведения опыта погодные условия во время вегетации значительно различались, как по сумме выпавших осадков, так и по сумме активных температур (рис. 1, 2).

По исследуемым годам урожайность колебалась от 12,1 т/га до 21,3 т/га, что объясняется влиянием погодных условий (табл.2). В 2018 году средняя температура за

весь вегетационный период колебалась за весь период колебалась от +19,7°C до +26,6°C. В июне осадки отсутствовали. В июле осадки превысили среднемноголетние данные в 4 раза и составили 167 мм. В августе осадки практически отсутствовали. Температуры воздуха превысила среднемноголетние данные в мае, июле и сентябре. Высокие температуры воздуха и отсутствие осадков в июне отрицательно повлияли на завязывание плодов, урожайность у сортообразца 599 составила 17,9 т/га, у сортообразца 595 – 12,1 т/га, стандарт Осень – 17,1 т/га.

В исследуемом 2019 году, в первой половине вегетации, среднемесячные температуры воздуха превышали среднемноголетние значения, а в период формирования плодов температура была ниже среднемноголетних значений на 2,1-2,6°C.

Рост и развитие растений дыни напрямую зависят от осадков и сроков их выпадения. Несмотря на то, что общее количество осадков в вегетацию превысило среднемноголетние значения, но они не имели положительного влияния, так как не усваивались растениями из-за крайне низкого количества за одно выпадение. Обильные дожди в июле, наряду с пониженными температурами воздуха, оказали отрицательное воздействие на плоды дыни. Всего в вегетационный период 2019 года выпало 272 мм осадков, урожайность сортообразца 599 составила 14,0 т/га, это на 3,9 т меньше, чем в 2018 году, а у сортообразца 595 и стандарта Осень урожайность увеличилась и составила 15,4 т/га и 20,3 т/га.

2020 год в начале посевных работ был немного холоднее предыдущих лет (рис.2), самым теплым месяцем в этом году был июль – температура +26,6°C. Урожайность у сортообразцов 599 и 595 была самой высокой за все годы исследований – 19,0 т/га и 21,3 т/га, так как в мае осадки составили 91,3 мм и в июне 35,2 мм, это положительно повлияло на образование завязей и завязывание плодов. По средней массе плодов разница у сортообразцов была незначительна: 599 – 2,5 кг, 595 – 2,6 кг (табл.2).

Таблица 1. Результаты испытания сортов дыни (среднее за 2018-2020 годы)
Table 1. Test results of melon varieties (average for 2018-2020)

Наименование питомников	Средняя урожайность, т/га				Средняя масса плода, кг				Вегетационный период, сутки
	2018	2019	2020	среднее за 3 года	2018	2019	2020	среднее за 3 года	
Осень – стандарт	17,1	20,3	15,1	17,5	2,0	2,6	2,2	2,2	83
Сортообразец 599	17,9	14,0	19,0	16,9	3,2	2,6	1,9	2,5	84
Сортообразец 595	12,1	15,4	21,3	16,2	3,1	2,3	2,5	2,6	88
НСР ₀₅	0,42	0,18	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	

Таблица 2. Биохимический состав плодов дыни (за 2018-2020 годы)
Table 2. Biochemical composition of melon fruits (2018-2020)

Наименование образца	Витамин С, мг%				Сухое вещество, %				Общий сахар, %			
	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее
Осень – стандарт	35,29	39,25	36,13	36,89	15,8	12,0	12,2	13,3	12,3	10,8	10,50	11,12
Сортообразец 599	33,7	40,37	25,08	33,14	13,6	12,0	13,4	13,3	11,60	10,8	11,60	10,95
Сортообразец 595	29,0	27,5	25,08	26,83	13,2	11,6	12,2	12,7	11,10	11,6	10,75	10,95
НСР ₀₅	1,78	2,09	1,81	1,86	1,39	1,72	1,48	1,33	1,61	1,94	1,94	2,0

По результатам исследований видим, что разница по вегетационному периоду у испытываемых образцов и стандарта составляла от 1 до 5 суток. Самый короткий период вегетации у стандарта Осень – 83 суток, следом за ним сортообразец 599 – 84 суток, самый длинный срок созревания был у сортообразца 595, он составил 88 суток.

Анализ данных, полученных из агрохимлаборатории, показал, что по накоплению витамина С за все три года показатель варьировал у стандарта Осень от 35,29 мг% до 39,25 мг%, у сортообразца 595 – от 25,08 мг% до 29,0 мг%, у сортообразца 599 – от 25,08 мг% до 40,37 мг%. По содержанию сухого вещества в соке плода самые высокие показатели у всех образцов были в 2018 году: у стандарта Осень – 15,8%, сортообразца 599 – 13,6%, сортообразца 595 – 13,2%, самые низкие – в 2019 году. В 2020 году в момент созревания плодов количество осадков составило 25,2 мм, а температура воздуха находилась приблизительно на уровне +22°C, это могло повлиять на невысокие показатели сухого вещества: у сортообразца 599 – 13,4%, сортообразца 595 – 12,2%. Средние показатели сахара за 3 года у сортообразцов 599 и 595 были на одном уровне – 10,95%.

Выводы

В результате трехлетних исследований можно сделать вывод, что погодные условия влияют на урожайность и биохимический состав плодов. По урожайности высокие показатели у сортообразцов 599 и 595 были в 2020 году при показателях сумм среднемесячных активных температур 114°C и сумме осадков 178 мм и составляли 19,0 т/га и 21,3 т/га. Наибольшая средняя масса плода составила 3,2 кг и 3,1 кг в 2018 году при сумме активных температур 123,6°C и сумме осадков 296,0 мм.

Наименьшая урожайность у сортообразца 599 была в 2019 году – 14,0 т/га. В этот год сумма среднемесячных активных температур составила 132,0°C, сумма осадков – 272,6 мм. Наименьшая средняя масса плода (1,9 кг) была в 2020 году. У сортообразца 595 наименьшая урожайность получена в 2018 году – 12,1 т/га, а средняя масса плода – 2,3 кг – в 2019 году.

По биохимическому анализу можно отметить, что самое высокое содержание витамина С было у сортообразца 599 в 2019 году – 40,37 мг%, факторами, повлиявшими на такой высокий показатель во время активно-



Образец 599



Образец 595



Сорт Осень

го созревания и накопления веществ, могли быть достаточно высокая средняя температура в августе +25°C и полное отсутствие влаги.

У сортообразцов 599 и 595 в 2018 году показатели содержания сухого вещества были 13,6% и 13,2%, также этот год был самым влажным, и средний показатель сумм температур воздуха составлял 123,6°C. 2019 год был теплее, сумма средних температур составляла

132,2°C, однако показатели сухого вещества были ниже, чем в предыдущем году – 12,0% и 11,6%.

Данные сортообразцы дыни в дальнейшем будут представлять большой интерес для массового товарного производства, т.к. плоды устойчивы к солнечным ожогам, имеют хорошую транспортабельность, хорошие вкусовые качества, а также их внедрение на рынок позволит увеличить сортимент среднеспелых сортов.

Об авторах:

Валерия Андреевна Суслова – младший научный сотрудник отдела селекции, автор для переписки, BBSOS34@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7891-3561>

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

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

About the authors:

Valeria A. Suslova – Junior Researcher, Breeding Department, Correspondence Author, BBSOS34@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7891-3561>

Maria S. Kornilova – Researcher, Breeding Department, <https://orcid.org/0000-0003-2030-7838>, BBSOS34@yandex.ru

Natalya B. Ryabchikova – Researcher, Department of agrotechnics and primary seed production, <https://orcid.org/0000-0002-2428-1391>

• Литература

1. Малуева С.В., Бочерова И.Н. Влияние погодных условий на урожайность и биохимический состав плодов арбуза. *Овощи России*. 2020;(3):31-35. DOI 10.18619/2072-9146-2020-3-31-35. EDN IBTFVQ.
2. Козловская Е.А., Пышная О.Н., Мамедов М.И., Джос Е.А., Митрофанова О.А. Внутрисортные скрещивания как метод повышения адаптивного потенциала исходного материала. *Овощи России*. 2017;(5):18-20. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-18-20>
3. Kesh H., Kaushik P. Advances in melon (*Cucumis melo* L.) breeding: An update. *Scientia Horticulturae*. 2021;(282):45-47. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110045>
4. Faruq M., Copes B., Le-Navenec G., Marroquin Ju., Jaunet Th., Chi-Ham C., Cantu D., Bradford K.J., Van Deynze A.. Texture diversity in melon (*Cucumis melo* L.): Sensory and physical assessments. *Postharvest Biology and Technology*. 2019;(159):24-33. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.111024>
5. Солдатенко А.В. Экологические аспекты регулирования накопления радионуклидов овощными растениями: монография. М., 2019. 334 с.
6. Бочерова И.Н., Малуева С.В., Шиянов К.В. Сравнительная оценка сортов арбуза в конкурсном сортоиспытании. Сборник научно-практической конференции: Стратегия развития сельского хозяйства в современных условиях – продолжение научного наследия Листопада Г.Е., академика ВАСХНИЛ (РАСХН), доктора технических наук, профессора. Волгоград. 2019;(1):14-147.
7. Электронный ресурс – ru.blabto.com. Бахчевые культуры: виды, выращивание, борьба с вредителями.
8. Рябчикова Н.Б., Колебошина Т.Г., Шапошников Д.С., Гузенко О.В. Влияние минеральных удобрений на развитие, урожайность и качество плодов дыни. Сборник научных трудов. *Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий*. 2019;(1):172-179.
9. Байбакова Н.Г., Варивода Е.А., Колебошина Т.Г. Характеристика нового сортообразца дыни селекции Быковской опытной станции. *Овощи России*. 2019;(5):42-45. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-5-42-45>
10. Белик В.Ф., Бондаренко Г.Л. Методика полевого опыта в овощеводстве. М., 1979. 210 с.
11. Лизгунова Т.В., Квасников Б.В. Методические указания по селекции сортов и гетерозисных гибридов овощных культур. Л., 1974.
12. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М., 2011. 125 с.
13. Фурса Т.Б. Селекция бахчевых культур. Методический указания. Л., 1988. 78 с.

• References

1. Malueva S.V., Bocherova I.N. The influence of weather conditions on the yield and biochemical composition of watermelon. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(3):31-35. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-31-35>
2. Kozlovskaya E.A., Pyshnaya O.N., Mamedov M.I., Djos E.A., Mitrofanova O.A. Intra-variety crossing as method to improve adaptation characteristics in initial breeding accessions. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(5):18-20. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-18-20>
3. Kesh H., Kaushik P. Advances in melon (*Cucumis melo* L.) breeding: An update. *Scientia Horticulturae*. 2021;(282):45-47. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110045>
4. Faruq M., Copes B., Le-Navenec G., Marroquin Ju., Jaunet Th., Chi-Ham C., Cantu D., Bradford K.J., Van Deynze A.. Texture diversity in melon (*Cucumis melo* L.): Sensory and physical assessments. *Postharvest Biology and Technology*. 2019;(159):24-33. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.111024>
5. Soldatenko A.V. Ecological aspects of regulation of accumulation of radionuclides by vegetable plants. М., 2019. 334 p. (In Russ.)
6. Bocharova I.N., Malueva S.V., Shiyonov K.V. Comparative evaluation of watermelon varieties in competitive variety testing. Collection of the scientific and practical conference: Strategy of agricultural development in modern conditions - continuation of the scientific heritage of G.E. Listopad, academician of the VASHNIL (RASKHN), Doctor of Technical Sciences, Professor. Volgograd. 2019;(1):14-147. (In Russ.)
7. Electronic resource – ru.blabto.com. Melon crops: species, cultivation, pest control.
8. Ryabchikova N.B., Kobileshina T.G., Shaposhnikov D.S., Guzenko O.V. The influence of mineral fertilizers on the development, yield and quality of melon fruits. Collection of scientific papers. *Agro-industrial complex development based on the principles of rational nature management and application of convergent technologies*. 2019;(1):172-179. (In Russ.)
9. Baibakova N.G., Varivoda E.A., Kobileshina T.G. Characteristics of new population of melon breeding Bikovskaya experimental station. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(5):42-45. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-5-42-45>
10. Belik V.F., Bondarenko G.L. Methodology of field experience in vegetable growing. М., 1979. 210 p. (In Russ.)
11. Lizgunova T.V., Kvasnikov B.V. Methodological guidelines for the selection of varieties and heterotic hybrids of vegetable crops. Л., 1974. (In Russ.)
12. Litvinov S.S. Methodology of field experience in vegetable growing. М., Russian Agricultural Academy. 2011. 125 p. (In Russ.)
13. Fursa T.B. Selection of melon crops. Methodical instructions. Л., 1988. 78 p. (In Russ.)

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-44-49>
УДК 631.674.6:635.1/.7

А.Ю. Федосов, А.М. Меньших*, М.И. Иванова

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

*Автор для переписки: soulsunnet@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в написании статьи.

Для цитирования: Федосов А.Ю., Меньших А.М., Иванова М.И. Дефицитное орошение овощных культур. *Овощи России*. 2022;(3):44-49. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-44-49>

Поступила в редакцию: 24.01.2022

Принята к печати: 14.04.2022

Опубликована: 25.06.2022

Aleksandr Yu. Fedosov,
Aleksandr M. Menshikh*, Maria A. Ivanova

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

*Corresponding author: soulsunnet@gmail.com

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

Author contributions: All authors contributed to the writing of the article.

For citations: Fedosov A.Yu., Menshikh A.M., Ivanova M.I. Deficient irrigation of vegetable crops. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):44-49. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-44-49>

Received: 24.01.2022

Accepted for publication: 14.04.2022

Published: 25.06.2022

Дефицитное орошение овощных культур



Резюме

Вода является одним из основных факторов для производства овощных культур из-за ее решающей роли в поглощении и транспортировке питательных веществ, регулировании температуры и некоторых физиологических процессах, включая фотосинтез. Учитывая возрастающие потребности растущего населения в продуктах питания и питательных веществах, значительная часть сельскохозяйственных исследований сосредоточена на повышении эффективности использования (WUE – Water use efficiency) и экономии воды без снижения урожайности. Принимая во внимание сложность увеличения WUE посредством селекции из-за компромисса между фотосинтезом и транспирацией, необходимы агрономические стратегии. Из-за неглубокой корневой системы и продажи овощной продукции в свежем виде овощные культуры относительно более чувствительны к влаге, чем полевые культуры. Дефицитное орошение (DI – Deficit irrigation) – это прямой подход к экономии воды, заключающийся в сокращении полива для повышения продуктивности воды (WP – Water productivity). Регулируемый дефицитный полив (RDI – Regulated deficit irrigation) и частичное высушивание корневой зоны (PRD – Partial root drying) – два широко используемых метода планирования DI наряду с классическим подходом DI. Нами проведен анализ в рецензируемой литературе исследований, в которых сообщается о различиях в урожайности овощных культур, подвергающихся дефициту орошения. Поиск проводился в Google Scholar и Web of Science с использованием различных комбинаций следующих ключевых слов: урожайность овощных культур и дефицит орошения или нехватка влаги, или нехватка воды, или засуха. Умеренный уровень дефицита воды (<65% FI) оказывает неблагоприятное воздействие на урожайность овощных независимо от внешних факторов, таких как структура почвы, климат и система производства. Этот уровень орошения оправдан для регионов, где уже действуют или прогнозируются ограничения воды. Основываясь на приросте WP, такие низкие уровни орошения, как 35–50% FI для томата и перца, 50–65% для лука и <35% FI для баклажана и арбуза, являются оптимальными для районов с острой нехваткой воды. Тем не менее, более высокий дефицит воды может также иметь неблагоприятное влияние на качество с точки зрения уменьшения размера плодов/корнеплодов/луковиц.

Ключевые слова: овощные культуры, дефицитное орошение, эвапотранспирация, продуктивность воды, эффективность водопользования

Deficient irrigation of vegetable crops

Abstract

Water is one of the main factors for the production of vegetable crops due to its crucial role in the absorption and transport of nutrients, temperature regulation and some physiological processes, including photosynthesis. Considering the growing needs of a growing population for food and nutrients, a significant part of agricultural research is focused on improving the use efficiency (WUE – Water use efficiency) and saving water without reducing yields. Given the difficulty of increasing WUE through selection due to the tradeoff between photosynthesis and transpiration, agronomic strategies are needed. Due to the shallow root system and the fresh sale of vegetable products, vegetable crops are relatively more sensitive to moisture than field crops. Deficit irrigation (DI) is a direct approach to saving water by reducing irrigation to increase water productivity (WP – Water productivity). Regulated deficit irrigation (RDI) and partial root drying (PRD) are two widely used DI planning methods along with the classic DI approach. We searched the peer-reviewed literature for studies reporting yield differences in vegetable crops subjected to irrigation deficits. The search was conducted on Google Scholar and Web of Science using various combinations of the following keywords: vegetable crop yield and irrigation deficit or moisture shortage or water shortage or drought. Moderate levels of water stress (<65% FI) adversely affect vegetable yields regardless of external factors such as soil structure, climate and production system. This level of irrigation is justified for regions where water restrictions are already in place or forecast. Based on WP growth, irrigation levels as low as 35–50% FI for tomato and pepper, and 50–65% FI for onions and <35% FI for eggplant and watermelon are optimal for areas with severe water scarcity. However, a higher water deficit may also have an adverse effect on quality in terms of reduced fruit/root/bulb size.

Keywords: vegetable crops, deficit irrigation, evapotranspiration, water productivity, water use efficiency

Прогнозируется, что к 2080 году чистые потребности сельскохозяйственных культур в воде увеличатся во всем мире на 25%, несмотря на повышение эффективности орошения, связанное с изменениями в структуре осадков, глобальным потеплением и удлинением вегетационного периода культивируемых растений. Экстремальные погодные явления, такие как заморозки, град, тепловые волны, процентиль осадков и периоды засухи, влияют на глобальную продовольственную безопасность, ограничивая потенциал производства неорошаемых и орошаемых сельскохозяйственных культур [1,2].

Во всем мире, по оценкам, к 2050 году более 50% пахотных земель будут иметь проблемы с качеством почвы, в то время как в настоящее время около 10 миллионов гектаров ежегодно забрасываются из-за засоления почвы [3]. В любом случае планирование полива часто представляет собой сложную задачу, приводящую к значительным расходам воды [4,5,6].

Дефицитное орошение (DI или регулируемое дефицитное орошение RDI; т.е. применение воды с меньшей скоростью и / или объемом, чем эвапотранспирация растений) рассматривалось как устойчивая стратегия орошения в отличие от обычного орошения в условиях ограниченного водоснабжения [7,8]. Принципиальная позиция DI заключается в повышении эффективности использования воды за счет орошения только на критических стадиях роста сельскохозяйственных культур без значительного снижения урожайности или экономии воды для расширения сельскохозяйственных угодий [9]. Для фермеров обычной практикой является примерно удвоение номинальной орошаемой площади с заданным количеством воды, применяя стратегию DI [10]. Следуя литературе, стратегии DI можно сгруппировать следующим образом:

- орошение с устойчивым дефицитом (StDI – Sustained deficit irrigation), при котором фиксированная часть потребности сельскохозяйственных культур в воде обеспечивается в течение всего периода орошения [11],
- поэтапное дефицитное орошение (SBDI – Stage-based deficit irrigation), при котором вода применяется для удовлетворения всех потребностей растений в воде только на критических стадиях роста и меньше воды применяется на некритических стадиях роста [12],
- частичная сушка корневой зоны (PRD – Partial root drying), при которой часть корневой системы орошается, а

Таблица 1. Уровень водного дефицита в зависимости от процентного снижения полевой влагоемкости почвы [12]
Table 1. The level of water deficit depending on the percentage decrease in the field water capacity of the soil [12]

Уровень дефицита воды	Влажность почвы, в % от полевой влагоемкости
Сильный дефицит воды	<50%
Умеренный дефицит воды	50–60%
Незначительный дефицит воды	60–70%
Без дефицита / полное орошение	> 70%
Чрезмерное орошение	Избыточное количество воды

оставшаяся половина подвергается пересыханию почвы, переходя на другую половину каждые 2–3 недели [12],

• дополнительное орошение (SI Supplemental irrigation), оптимально запланированное с учетом количества и времени полива, чтобы гарантировать, что минимальное количество воды доступно для сельскохозяйственных культур на критических этапах, что позволит значительно повысить урожайность. Обычно SI комбинируют на посевах, чтобы предотвратить воздействие на посевы стресса от засухи и жары в жарких регионах и заморозков в холодных районах [13].

Помимо DI, фермеры должны также перенять агрономические практики для повышения адаптации сельскохозяйственных культур к уменьшенным объемам полива, такие как, например, использование умеренной плотности растений, минимальное количество удобрений, гибкие сроки планирования и ограниченное использование пара, особенно когда это желательно для сохранения осадков [10]. В любом случае, характеристика уровня водного дефицита соответствовала проценту уменьшения полевой влагоемкости почвы, как показано в табл. 1 [12].

Овощи играют важную роль в обеспечении продовольственной безопасности, являясь одним из богатейших источников витаминов и минералов [14]. Овощные культуры скоропортящиеся и чувствительны к непредсказуемым и экстремальным изменениям климата [15, 16]. Овощи на 80-95% состоят из воды, при этом урожай и качество продукции быстро страдают от засухи [10, 17]. Критические периоды потребности некоторых овощных культур в воде представлены в таблице 2.

Таблица 2. Критические периоды потребности овощных культур в воде
Table 2. Critical periods of water demand for vegetable crops

Культура	Критическая стадия
Брокколи, капуста кочанная	В период формирования и увеличения головки / кочана
Капуста цветная	От планирования до сбора урожая требует частого полива
Салат	Требуется влажная почва, особенно перед уборкой урожая
Томат, перец, баклажан	В период формирования цветков и во время фазы быстрого увеличения плодов
Арбуз, дыня, огурец	От цветения до сбора урожая
Редечные культуры	В период быстрого увеличения размера корнеплода до уборки урожая
Лук репчатый	Первая половина вегетации (40 дней), во время нарастания листьев и начала формирования луковицы
Свекла столовая, морковь	Период прорастания семян и укоренения всходов; начало формирования корнеплода

Таблица 3. Показатели продуктивности воды
Table 3. Water productivity-based indicators

Индикатор	
Показатели продуктивности воды	Средняя продуктивность на единицу воды
	Средняя валовая стоимость продукта на единицу воды
	Средняя валовая прибыль на единицу воды
	Средняя валовая чистая стоимость продукта на единицу воды
	Значение предельной продуктивности воды

Примечание. Обычно используемые знаменатели для расчета показателей, основанных на продуктивности воды, включают объем отведенной/поставленной воды, использованный полив, валовой приток воды (дожди плюс орошение) и эвапотранспирацию сельскохозяйственных культур.

WP имеет наибольшее значение в качестве индикатора, поскольку водные ресурсы становятся все более дефицитными. Диапазон показателей, основанных на производительности, обобщен в таблице 3.

WP обычно оценивается как отношение урожайности ($\text{кг}/\text{м}^2$) к израсходованной воде ($\text{м}^3/\text{м}^2$), включая «зеленую» воду (эффективное количество осадков) для богарных площадей, а также «зеленую» воду и «голубую» воду (воду, отведенную из систем водоснабжения) для орошаемых территорий. WP, определенная выше, варьируется от региона к региону и от поля к полю в зависимости от многих факторов, таких как характер выращивания культур и характер климата (если количество осадков соответствует росту урожая), технология орошения и управление полевыми водами, земля и инфраструктура, а также ресурсы, включая рабочую силу, удобрения и технику.

Для арбуза наилучший компромисс между продуктивностью воды, урожайностью и качеством продукции получен при использовании полного полива до стадии созревания, а затем путем использования половины поливных потребностей для восстановления [18]. У томата альтернативное увлажнение и высушивание корневой зоны при капельном орошении увеличивало WUE и уменьшало потери азота в окружающую среду [18]. В другой работе небольшое DI соответствовало 80% эвапотранспирации (ЕТс – Crop evapotranspiration) и было наиболее подходящей стратегией DI для увеличения урожайности томата в теплице [19].

В метааналитическом исследовании оценивалось влияние стратегии DI растений восьми овощных культур, чтобы дать количественную оценку реакции урожайности и WP при различной структуре почвы, климате и производственных системах (открытое поле и теплица). Проанализировано 425 сравнений урожайности и 388 сравнений WP различных уровней DI с полным орошением (FI – Full irrigation), извлеченных из 185 опубликованных исследований, представляющих 30 стран. При переходе от самого высокого ($>80\%$ FI) к самому низкому ($<35\%$ FI) уровню орошения общее снижение урожайности составило от 6,9 до 51,1% по сравнению с FI, соответственно. Прирост WP варьировался от 8,1 до 30,1%, при этом 35–50% FI зафиксировали самые высокие преимущества. Структура почвы значительно повлияла на урожайность только при наименьшем дефиците воды ($<35\%$ FI), где супеси и суглинки показали самое высокое (82,1%) и самое низкое (26,9%) снижение урожайности соответственно. Среди климатических условий умеренный климат в целом был наиболее благоприятным с наименьшими потерями урожая (21,9%) и самым высоким приростом WP (21,78%) при различных уровнях DI. Применение DI в теплице вызвало меньшее снижение урожайности по

сравнению с открытым полем. Прирост WP за счет DI также был выше для теплицы (18,4%), чем для открытого грунта (13,6%). Снижение урожайности при слабом или умеренном дефиците воды ($>65\%$ FI), сопровождающееся повышением WP, может быть оправдано в свете ожидаемого ограничения воды [20].

Поскольку овощи продаются в свежем виде, качество продукции может ухудшиться при очень низких нормах орошения. Однако ограниченное орошение томата улучшает качественные характеристики, такие как общее количество растворимых сухих веществ, сахара, титруемая кислотность, аскорбиновая кислота и цвет. Значительно увеличивается содержание углеводов в плодах баклажана, получавшего 70% ЕТс по сравнению со 100% ЕТс. У томата значительное увеличение WP может быть достигнуто при снижении урожая всего на 5,5% при использовании орошения с низким дефицитом воды ($>80\%$ FI) [21]. Снижение урожайности перерабатываемых томатов будет незначительным при восстановлении ЕТс на 70–80% [22]. Значительный прирост WP (11,3%) при умеренном снижении урожайности (25,6%) при уровнях 50–80% FI для лука указывает на водосберегающий потенциал этих уровней DI для производства лука в регионах с ограниченным водоснабжением. Хотя арбуз зафиксировал самый высокий прирост WP (47,3%) ниже 35% FI, потери урожайности также были высокими (49,7%) [20].

Теплицы, навесы, горизонтальные ширмы и теневые сетки (фотоселективные сетки, защитные сетки, защита от града), направлены на минимизацию нагрузки на окружающую сельскохозяйственные культуры среду за счет изменения воздушной среды. В субтропических регионах эти системы широко используются, поскольку они защищают посевы от экстремальных погодных условий, которые часто проявляются в виде града, засухи, повреждения ветром и солнечных ожогов [23]. У защищенных культур более низкая эвапотранспирация, главным образом из-за уменьшения скорости ветра и турбулентного обмена, уменьшения освещенности и повышенной влажности внутри листового полога [24]. Перец сладкий, выращенный в защищенном грунте в период с августа по сентябрь, показал сокращение использования воды растениями на 60% по сравнению с культурой открытого грунта; однако рекомендуется коэффициент затенения не более 20% [25, 26].

В любом случае в защищенном грунте соотношение между производством товарной продукции и общим объемом поливной воды для сельскохозяйственных культур или отношение ассимиляции CO_2 к транспирации (т.е. эффективность использования оросительной воды, WUE ($\text{кг}/\text{м}^3$); эффективность транспирации, TE – Transpiration efficiency) выше по сравнению с культурами открытого грунта (табл. 4 и 5).

Таблица 4. Значения эффективности использования воды растениями томата (WUE; кг/м³) при различных условиях выращивания и субстрате. Данные адаптированы [27] из [28-30]
Table 3. Water use efficiency values for tomato plants (WUE; kg/m³) under various growing conditions and substrate. Data adapted from [27] from [28-30]

Страна	Условия выращивания	WUE
Франция	Открытый грунт	14
	Теплица неотапливаемая	24
Италия	Открытая система тепличного субстрата	23
	Закрытая система тепличного субстрата	47
Испания	Система субстратов для теплиц	35
Израиль	Открытый грунт	17
	Теплица неотапливаемая	33
Нидерланды	Открытая система тепличного субстрата	45
	Закрытая система тепличного субстрата	66
Египет	Открытый грунт	3
	Теплица неотапливаемая	17
	Система выращивания на субстрате для теплиц	45
Кипр	Открытый грунт	7
	Туннели	11
	Теплица	23
Греция	Система выращивания на субстрате для теплиц	30
	Открытая система тепличного субстрата, низкотехнологичная теплица	20
	Тепличный субстрат, полузакрытая система, низкотехнологичная теплица	28
	Закрытая система тепличного субстрата, низкотехнологичная теплица	36
	Закрытая система тепличного субстрата, высокотехнологичная теплица	50
	Закрытая система тепличного субстрата, полузакрытая теплица (холодопроизводительность 100 Вт/м²), высокотехнологичная теплица	80

Таблица 5. Значения продуктивности воды (WP; кг/м³) и эффективности водопользования (WUE; кг/м³) для овощных культур, оцененные на основе рыночных цен и потребностей в воде [33]
Table 4. Water productivity (WP; kg/m³) and water use efficiency (WUE; kg/m³) for vegetable crops estimated based on market prices and water requirements [33]

Культура	WUE	WP	Культура	WUE	WP
Огурец, защищенный грунт	22.20	30.50	Дыня, открытый грунт	6.74	2.39
Огурец, низкий туннель	14.00	11.20	Дыня, низкий туннель	13.70	7.01
Огурец, открытый грунт	6.30	4.70	Перец, открытый грунт	6.31	4.94
Артишок, первый год	6.66	3.92	Перец, низкий туннель	12.00	11.70
Артишок, второй год	7.95	4.67	Редис на пучок	23.60	5.11
Арбуз, низкий туннель	20.60	8.08	Сельдерей на пучок	18.20	8.03
Арбуз, открытый грунт	12.00	2.83	Шпинат на пучок	35.00	7.56
Морковь	10.60	4.78	Томат, теплица	23.90	21.00
Цуккини, низкий туннель	7.87	6.63	Томат, низкий туннель	11.00	7.55
Цуккини, открытый грунт	3.92	2.70	Томат, открытый грунт	7.04	2.90
Бобы свежие	8.97	8.35	Фасоль, открытый грунт	5.76	7.88
Капуста цветная	6.51	3.96	Фасоль, теплица	11.00	32.40
Капуста белокочанная	7.44	2.49	Баклажан	10.10	5.35
Лук на зелень	33.20	6.50	Баклажан, низкий туннель	20.90	14.30
Лук сушеный	12.40	4.63	Салат	26.30	6.46

Высокие значения WUE также наблюдались в системах беспочвенного культивирования. Важность повышения продуктивности воды за счет улучшения WUE в засушливых и полузасушливых регионах рассматривается как стратегическая деятельность, на которую обращают внимание некоторые исследователи [31, 32].

Оптимальный контроль микроклимата в теплицах обычно требует использования сложного оборудования, такого как, например, системы охлаждения и обогрева, искусственное освещение, осушение и затенение. В пластиковых теплицах в жарких и засушливых регионах в течение значительной части года использовались активные системы охлаждения для уменьшения накопления тепла в теплице [28]. Однако вода, которая должна быть испарена для снижения тепловой нагрузки, не всегда принимается во внимание при оценке общего использования тепличной воды; кроме того, она влияет на суточные колебания водного потенциала листьев.

В целом, более низкая эвапотранспирация наблюдается для анизогидрических растений (т.е. устьица не реагируют на изменения влажности), а не для изогидрических растений, проводимость листьев которых имеет тенденцию к увеличению, что приводит к более высокой скорости эвапотранспирации [34]. Тем не менее, даже несмотря на то, что проводимость листьев была примерно на 25% выше в теплице, охлаждаемой испарительной подушкой; более высокий уровень транспирации на 60% наблюдается для растений огурца в теплице с системой вентиляции [6]. Для выращивания огурца в весенне-летний период в средиземноморских условиях среднее дневное количество воды, испаряемой через смоченную подушку, составляло 72 л/м², и увеличивалось до 104 л/м² по мере того, как внешние условия становились теплее и суше [35]. В любом случае период выращивания томата в теплице увеличивался с использованием системы туманообразования независимо от наличия воды, которую необходимо было выпаривать [36].

Концепция получения пресной воды путем конденсации для повторного использования в теплице не нова [28]. По этой причине растет интерес к использованию осушителей в теплицах, хотя все еще остаются проблемы, связанные с потреблением энергии. Это особенно полезно в случаях повышенного уровня влажности, в прибрежных районах, а также зимой в холодную ночь, когда проемы теплицы закрываются, и воздух насыщается влагой.

Заключение

Ежегодный рост производства сельскохозяйственных культур во всем мире (2,2–2,3%) в основном связан с ростом урожайности (77%), за которым следует расширение пахотных земель (14%) и увеличение интенсивности земледелия (9%). Стратегии, способ-

ствующие эффективному водопользованию и экономии воды для орошения, необходимы для обеспечения водной безопасности для удовлетворения растущего спроса на продовольствие. Большинство овощных культур чувствительны к водному стрессу. Величина снижения урожайности увеличивается с возрастанием водного дефицита. Относительно меньшее снижение урожайности при слабом или умеренном дефиците воды (>65% FI) может быть приемлемым в районах с уменьшающимися водными ресурсами, особенно для дыни и арбуза, урожайность которых статистически аналогична FI при низком дефиците воды. Кроме того, снижение урожайности при этих уровнях DI может быть компенсировано увеличением WP и снижением производственных затрат. Значительное увеличение WP на всех уровнях DI по сравнению с FI показывает, что баклажан сравнительно устойчив к водному стрессу. Для томата и перца самый высокий прирост WP при 35–50% FI предполагает, что эти низкие уровни DI могут быть выгодны для районов с серьезной нехваткой воды, где WP культуры уделяется больше внимания, чем урожайности. Помимо видов овощных культур, основными факторами, которые могут влиять на урожайность и WP при DI, являются метод орошения, генотип, изменения структуры почвы и факторы окружающей среды, такие как климат и характеристики почвы. Более низкие нормы DI были более эффективными на почвах со средним и мелким гранулометрическим составом по сравнению с грубыми почвами. В целом, суглинок имел преимущество в урожайности на 12,9 и 7,8% по сравнению с песчаными и глинистыми почвами соответственно. Более высокая вододерживающая способность кажется вероятной причиной более высокой урожайности почв со средним и мелким гранулометрическим составом при остром дефиците воды. Это не только делает больше воды доступной в корневой зоне, но и дает растениям больше времени, чтобы приспособиться к водному стрессу. Напротив, почвы с грубой структурой, имеющие более высокие скорости инфильтрации и дренажа, теряют воду быстрее, что приводит к шоку водного стресса. По этим причинам мелкозернистые почвы более эффективно используют дождевую воду по сравнению с крупнозернистыми. В условиях низкой влажности доступная растениям вода для суглинка может быть больше, чем для глинистой почвы, в зависимости от влажности почвы. Это объясняет преимущество по урожайности суглинка над глинистой почвой. Помимо структуры, электропроводность (ЕС) и pH почвы также могут влиять на доступность воды и, следовательно, на урожайность. Использование контролируемых сооружений, таких как теплица, может снизить потребность растений в воде за счет снижения ET. Пластиковое покрытие снижает скорость ветра и солнечное излучение, задерживает длинноволновое излучение и, таким образом, уменьшает потери влаги.

Об авторах:

Александр Юрьевич Федосов – младший научный сотрудник, <http://orcid.org/0000-0001-9492-8667>

Александр Михайлович Меньших – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, <http://orcid.org/0000-0001-7254-8487>, Researcher ID: J-4664-2018, Scopus Author ID: 57222652225, автор для переписки, soulsunnet@gmail.com

Мария Ивановна Иванова – главный научный сотрудник, <http://orcid.org/0000-0001-7326-2157>, Researcher ID: A-8536-2016, Scopus Author ID: 57205541331, ivanova_170@mail.ru

About the authors:

Aleksandr Yu. Fedosov – Junior Researcher, <http://orcid.org/0000-0001-9492-8667>

Aleksandr M. Menshikh – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, <http://orcid.org/0000-0001-7254-8487>, Researcher ID: J-4664-2018, Scopus Author ID 57222652225, Correspondence Author, soulsunnet@gmail.com

Maria A. Ivanova – Doc. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, <http://orcid.org/0000-0001-7326-2157>, Researcher ID: A-8536-2016, Scopus Author ID: 57205541331, ivanova_170@mail.ru

• Литература / References

1. Bisbis, M.B.; Gruda, N.S.; Blanke, M.M. Securing Horticulture in a Changing Climate-A Mini Review. *Horticulturae*. 2019;(5):56.
2. Teichmann, C.; Bülow, K.; Otto, J.; Pfeifer, S.; Rechid, D.; Sieck, K.; Jacob, D. Avoiding Extremes: Benefits of Staying below +1.5°C Compared to +2.0°C and +3.0°C. *Global Warming. Atmosphere*. 2018;(9):115.
3. Barik, R.; Pattanayak, S.K. Assessment of Groundwater Quality for Irrigation of Green Spaces in the Rourkela City of Odisha, India. *Groundw. Sustain. Dev.* 2019;(8):428–438.
4. Федосов А.Ю., Меньших А.М., Иванова М.И. Оценка водного следа овощных культур. Овощи России. 2021;(4):57–64. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-57-64> [Fedosov A.Y., Menshikh A.M., Ivanova M.I. Assessment of water footprint of vegetable crops. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(4):57–64. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-57-64>]
5. Федосов А.Ю., Меньших А.М., Иванова М.И., Рубцов А.А. Инновационные технологии орошения овощных культур. – М.: Изд-во «Ким Л.А.», 2021. 306 с. [Fedosov A.Yu., Menshikh A.M., Ivanova M.I., Rubtsov A.A. Innovative technologies for irrigation of vegetable crops. – M.: Publishing house "Kim L.A.", 2021. 306 p. (In Russ.)]
6. Nikolaou, G.; Neocleous, D.; Katsoulas, N.; Kittas, C. Effects of Cooling Systems on Greenhouse Microclimate and Cucumber Growth under Mediterranean Climatic Conditions. *Agronomy*. 2019;(9):300.
7. Álvarez, S.; Bañón, S.; Sánchez-Blanco, M.J. Regulated deficit irrigation in different phenological stages of potted geranium plants: Water consumption, water relations and ornamental quality. *Acta Physiol. Plant*. 2013;(35):1257–1267.
8. Farahani, S.M.; Chaichi, M.R. Deficit (Limited) Irrigation - A Method for Higher Water Profitability, Irrigation Systems and Practices in Challenging Environments, Teang Shui Lee, IntechOpen. 2012.
9. Geerts, S.; Raes, D. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agric. Water Manag.* 2009;(96):1275–1284.
10. Egea, G.; Fernández, J.E.; Alcon, F. Financial assessment of adopting irrigation technology for plant-based regulated deficit irrigation scheduling in super high-density olive orchards. *Agric. Water Manag.* 2017, 187, 47–56.
11. Chai, Q.; Gan, Y.; Zhao, C.; Zhao, C.; Xu, H.-L.; Waskom, R.M.; Niu, Y.; Siddique, K.H.M. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 2016;(36):3.
12. Nangia, V.; Oweis, T.; Kemeze, F.H.; Schnetzer, J. Supplemental Irrigation: A promising climate-smart practice for dry-land agriculture. *GACSA*. 2018;(1):1–8.
13. Kirda, C. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. In *Deficit Irrigation Practices; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Ed.;* FAO: Rome, Italy, 2002; *Water Rep. Pap.* 2002;(22):3–11.
14. Шатилов М.В., Мещерякова Р.А., Иванова М.И. Трансформация продовольственной системы в условиях цифровизации АПК. *Экономика сельского хозяйства России*. 2021;(1):52–60. DOI: 10.32651/211-52 [Shatilov M.V., Meshcheryakova R.A., Ivanova M.I. Transformation of the food system in the context of digitalization of the agro-industrial complex. *Economics of agriculture in Russia*. 2021;(1):52–60. (In Russ.) DOI: 10.32651/211-52]
15. Солдатенко А.В., Разин А.Ф., Пивоваров В.Ф., Шатилов М.В., Иванова М.И., Россинская О.В., Разин О.А. Овощи в системе обеспечения продовольственной безопасности России. *Овощи России*. 2019;(2):9–15. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-9-15>. [Soldatenko A.V., Razin A.F., Pivovarov V.F., Shatilov M.V., Ivanova M.I., Rossinskaya O.V., Razin O.A. Vegetables in the system of ensuring food security of Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(2):9–15. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-9-15>]
16. Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф., Разин А.Ф., Мещерякова Р.А., Шатилов М.В., Иванова М.И., Тактарова С.В., Разин О.А. Экономика овощеводства: состояние и современность. *Овощи России*. 2018;(5):63–68. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-63-68> [Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Razin A.F., Meshcheryakova R.A., Shatilov M.V., Ivanova M.I., Taktarova S.V., Razin O.A. The economy of vegetable growing: the state and the present. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(5):63–68. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-63-68>]
17. Борисов В.А. Система удобрения овощных культур. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 392 с. [Borisov V.A. Vegetable crop fertilization system. M.: FGBNU "Rosinformagrotech", 2016. 392 p. (In Russ.)]
18. Liu, R.; Yang, Y.; Wang, Y.-S.; Wang, X.-C.; Rengel, Z.; Zhang, W.-J.; Shu, L.Z. Alternate partial root-zone drip irrigation with nitrogen fertigation promoted tomato growth, water and fertilizer-nitrogen use efficiency. *Agric. Water Manag.* 2020;(233):106049.
19. Lee, S.K.; Truong, D.; Ngo, M.L. Assessment of improving irrigation efficiency for tomatoes planted in greenhouses in Lam Dong Province, Vietnam. *Ital. J. Agrometeorol.* 2020;(22):52–55.
20. Singh, M., Singh, P., Singh, S. et al. A global meta-analysis of yield and water productivity responses of vegetables to deficit irrigation. *Sci Rep* 11, 22095 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01433-w>
21. Darko, R. O., Yuan, S., Sekyere, J. D. O. & Liu, J. Effect of deficit irrigation on yield and quality of eggplant. *Int. J. Environ. Agric. Biotechnol.* 2019;(4):1325–1333. <https://doi.org/10.22161/ijeab.45.5>
22. Francaviglia, R. & Di Bene, C. Deficit Drip Irrigation in Processing Tomato Production in the Mediterranean Basin. A Data Analysis for Italy. *Agriculture*. 2019;(9):79.
23. Mahmood, A.; Hu, Y.; Tanny, J.; Asante, E.A. Effects of shading and insect-proof screens on crop microclimate and production: A review of recent advances. *Sci. Hortic.* 2018;(241):241–251.
24. Tanny, J. Microclimate and evapotranspiration of crops covered by agricultural screens: A review. *Biosyst. Eng.* 2013;(114):26–43.
25. Blakey, R.J.; Van Rooyen, Z.; Köhne, J.S.; Malapana, K.C.; Mazhawu, E.; Tesfay, S.Z.; Savage, M.J. Growing Avocados Under Shadenetting. Progress Report-Year 2, South African Avocado Growers' Association Yearbook. *Actas Proceedings Cult. Manag. Tech.* 2016;(39):80–83.
26. Kitta, E.; Baille, A.D.; Katsoulas, N.; Rigakis, N.; González-Real, M.M. Effects of cover optical properties on screenhouse radiative environment and sweet pepper productivity. *Biosyst. Eng.* 2014;(122):115–126.
27. Nikolaou, G.; Neocleous, D.; Christou, A.; Kitta, E.; Katsoulas, N. Implementing Sustainable Irrigation in Water-Scarce Regions under the Impact of Climate Change. *Agronomy*. 2020, 10, 1120.
28. Katsoulas, N.; Nikolaou, G.; Neocleous, D.; Kittas, C. Microclimate and cucumber crop transpiration in a greenhouse cooled by pad and fan system. *Acta Hortic.* 2020;(1271):235–240.
29. Gallardo, M.; Thompson, R.B.; Fernández, M.D. Water requirements and irrigation management in Mediterranean greenhouses: The case of the southeast coast of Spain. In *Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops; Plant Production and Protection Paper 217; FAO: Rome, Italy, 2013, pp. 109–136.*
30. Perret, J.S.; Al-Ismaïl, A.M.; Sablani, S.S. Development of a Humidification-Dehumidification System in a Quonset Greenhouse for Sustainable Crop Production in Arid Regions. *Biosyst. Eng.* 2005;(91):349–359.
31. Erialdo, D.O.; Antonio, F.B.; Calorine, M.B.; Fernando, B.L.; Eunice, M.D. Irrigation productivity and water-use efficiency in papaya crop under semi-arid conditions. *Afr. J. Agric. Res.* 2016;(11):4181–4188.
32. Katsoulas, N.; Savvas, D.; Kitta, E.; Bartzanas, T.; Kittas, C. Extension and evaluation of a model for automatic drainage solution management in tomato crops grown in semi-closed hydroponic systems. *Comput. Electron. Agric.* 2015;(113):61–71.
33. Markou, M.; Papadavid, G. Norm input - output data for the main crop and livestock enterprises of Cyprus. *Agric. Econ.* 2007;(46):0379–0827.
34. Moller, M.; Tanny, J.; Li, Y.; Cohen, S. Measuring and predicting evapotranspiration in an insect-proof screenhouse. *Agric. For. Meteorol.* 2004;(127):35–51.
35. Nikolaou, G.; Neocleous, D.; Katsoulas, N.; Kittas, C. Dynamic assessment of whitewash shading and evaporative cooling on the greenhouse microclimate and cucumber growth in a Mediterranean climate. *Ital. J. Agrometeorol.* 2018;(2):15–26.
36. Leyva, R.; Constán-Aguilar, C.; Sánchez-Rodríguez, E.; Romero-Gámez, M.; Soriano, T. Cooling systems in screenhouses: Effect on microclimate, productivity and plant response in a tomato crop. *Biosyst. Eng.* 2014;(129):100–111.

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-50-54>
УДК 634.711:631.674.6(470.0)

Н.Н. Дубенок, К.Ю. Ильченко*, А.В. Гемонов

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева (РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева)
127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки: il4encko.kir@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Дубенок Н.Н., Ильченко К.Ю., Гемонов А.В. Влияние капельного орошения на формирование корневой системы саженцев малины в условиях Нечерноземной зоны России. *Овощи России*. 2022;(3):50-54. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-50-54>

Поступила в редакцию: 28.02.2022

Принята к печати: 14.04.2022

Опубликована: 25.06.2022

Nikolay N. Dubenok, Kirill Yu. Ilchenko*, Alexander V. Gemonov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy"
49, Timiryazevskaya str., Moscow, Russia, 127550

*Corresponding author: il4encko.kir@yandex.ru

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

Author contributions: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Dubenok N.N., Ilchenko K.Yu., Gemonov A.V. The effect of drip irrigation on the formation of the root system of raspberry seedlings in the conditions of the Non-black soil zone of Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):50-54. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-50-54>

Received: 28.02.2022

Accepted for publication: 14.04.2022

Published: 25.06.2022

Влияние капельного орошения на формирование корневой системы саженцев малины в условиях Нечерноземной зоны России



Резюме

Актуальность. В настоящее время остро стоит проблема удовлетворения возрастающего спроса на ягодную и плодовую продукцию. Одним из путей интенсификации сельскохозяйственного производства в области садоводства и растениеводства является повышение эффективности природопользования путем применения ресурсосберегающих технологий. Одной из таких технологий является капельное орошение, позволяющее повысить качественно показатели продукции сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы. Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории «Мичуринский сад» РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Опыт был заложен осенью 2018 года и является двухфакторным, по изучению различных уровней увлажнения на рост и развитие саженцев малины. Первый фактор включал варианты с поддержанием влажности почвы в диапазоне: 1) контроль (без орошения); 2) не менее 60% наименьшей влагоемкости; 3) не менее 70% наименьшей влагоемкости; 4) не менее 80% наименьшей влагоемкости. В качестве второго фактора выступали сорта малины Солнышко и Награда.

Результаты. Построенные контуры увлажнения по вариантам исследования показали, что капельное орошение способствует оптимальной для саженцев концентрации влаги в почве. Наиболее развитая корневая система по сравнению с контролем получена на орошаемых вариантах с поддержанием влажности не менее 70 и 80% наименьшей влагоемкости. Здесь получены максимальные значения объема корневой системы, количества корней и средней длины корня. Выявлено, что в вариантах с проведением орошения корневая система саженцев распространяется в верхнем слое (преимущественно 5-15 см).

Ключевые слова: капельное орошение, саженцы, малина, распределение влаги, почвенный профиль

The effect of drip irrigation on the formation of the root system of raspberry seedlings in the conditions of the Non-black soil zone of Russia

Abstract

Relevance. Currently, there is an acute problem of meeting the growing demand for berry and fruit products. One of the ways to intensify agricultural production in the field of horticulture and crop production is to increase the efficiency of environmental management through the use of resource-saving technologies. One of these technologies is drip irrigation, which improves the quality of crop production.

Materials and methods. Field studies were carried out on the territory of the educational and experimental farm of the laboratory "Michurinsky Garden" of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The experiment was established in the fall of 2018 and is a two-factor study of various levels of moisture on the growth and development of raspberry seedlings. The first factor included options for maintaining soil moisture in the range: 1) control (without irrigation); 2) not less than 60% of the lowest moisture capacity; 3) not less than 70% of the lowest moisture capacity; 4) not less than 80% of the lowest moisture capacity. The second factor was the raspberry varieties Solnyshko and Nagrada.

Results. Constructed moisture contours according to the study options showed that drip irrigation contributes to the optimum moisture concentration in the soil for seedlings. The most developed root system in comparison with the control was obtained on irrigated variants with maintaining a moisture content of at least 70 and 80% of the lowest moisture capacity. Here, the maximum values of the volume of the root system, the number of roots, and the average length of the root were obtained. It was revealed that in variants with irrigation, the root system of seedlings spreads in the upper layer (mainly 5-15 cm).

Keywords: drip irrigation, seedlings, raspberries, moisture distribution, soil profile

Введение

Для нормального роста и развития малины обыкновенной необходимо полноценное обеспечение главными факторами: светом, температурой воздуха, водным режимом и питанием. Однако различные факторы, требуемые для жизни растений, могут быть изменены в разной степени, некоторые элементы, такие как водные ресурсы и питательные вещества полностью регулируются, в то время такие показатели, как температурный режим и свет могут лишь частично [1, 2, 3, 4].

Факторы, которые полностью регулируются, представляют собой наибольший интерес, так одним из самых важных являются водные ресурсы, необходимые растениям на протяжении всего периода вегетации. Для каждого вида растений имеется оптимальный режим влажности с верхним и нижним пределами, превышение верхней границы необходимой влаги или уменьшение по сравнению с нижней подвергает растения нарушению развития и, следовательно, способствует снижению урожайности [5, 6, 7].

Малина имеет поверхностное расположение корневой системы и высокий уровень транспирации, что делает ее чувствительной к недостатку влаги в почве. В то же время, при избытке влаги на участках возделывания, корневая система страдает от нехватки кислорода. Вследствие чего применение технологии капельного орошения малины обыкновенной, направленное на получение посадочного материала высокого качества в условиях умеренно-континентального климата, представляет крайне высокий практический интерес.

Цель работы – выявление влияния различной влагообеспеченности почвы на рост и развитие корневой системы саженцев малины, на распределение влаги по профилю дерново-подзолистых почв при капельном орошении питомника в условиях Нечерноземной зоны.

Материалы и методы

Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории «Мичуринский сад» РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева в Центральном районе Нечерноземной зоны Российской Федерации. Природно-климатические показатели исследуемой территории характеризуются приближенными к усредненным значениям для Нечерноземной зоны. Двухфакторный опыт был заложен осенью 2018 года и заключался в изучении влияния различных режимов увлажнения на развитие двух сортов малины обыкновенной. Схема опыта (рис. 1) включает следующие режимы увлажнения (фактор 1):

- I. контроль (без полива)
- II. 80% наименьшей влагоемкости
- III. 70% наименьшей влагоемкости
- IV. 60% наименьшей влагоемкости

Вторым фактором являются сорта малины «Солнышко» и «Награда» (фактор 2). Сорт «Солнышко» выведен на Кокинском опорном пункте как результат скрещивания сортов «Костинобродская» и «Новость Кузьмина», включен в Госреестр с 1992 года.

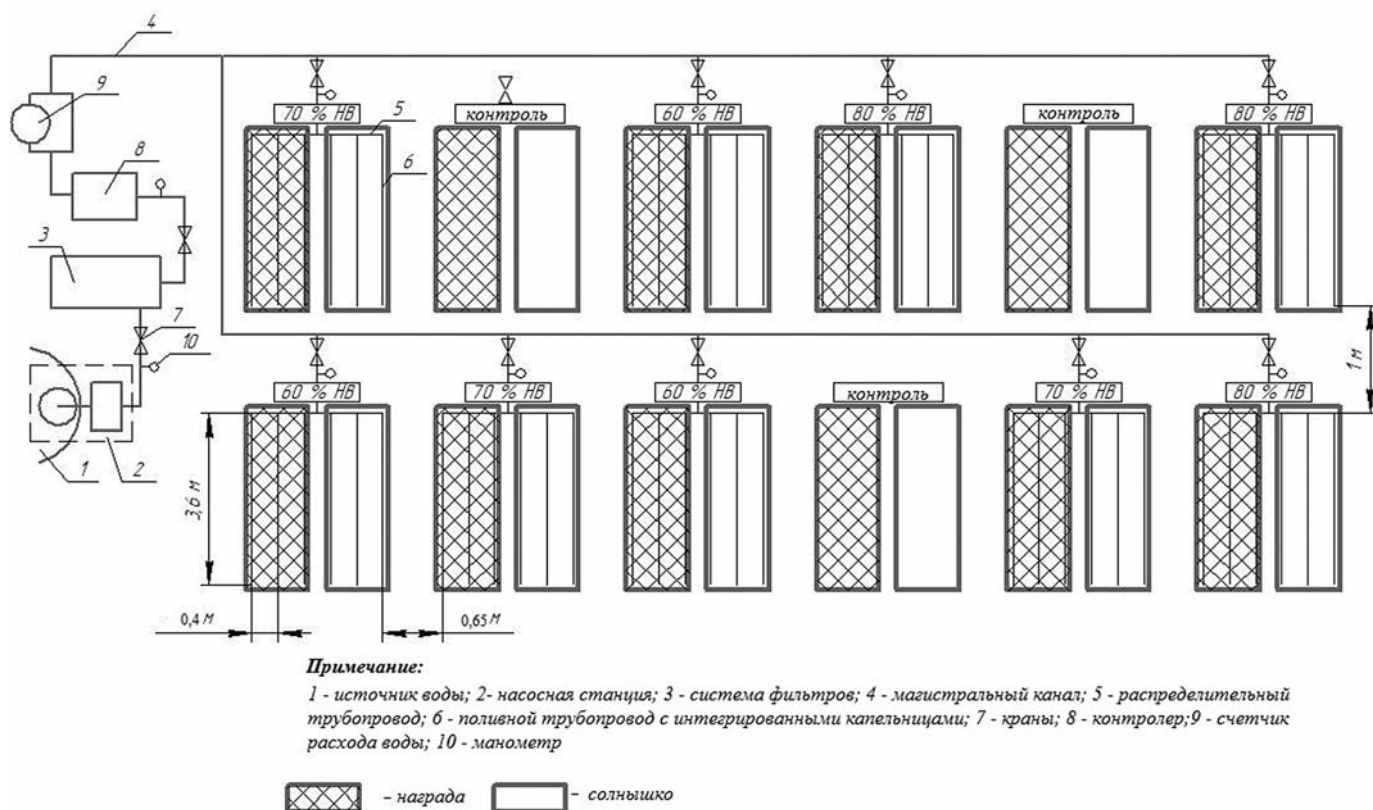


Рис. 1. Схема постановки двухфакторного опыта
Fig. 1. Plan for setting up a two-factor experiment

Сорт «Награда» выведен группой селекционеров под руководством Н.П. Зернового на базе Ботанического сада Нижегородского государственного университета от скрещивания сортов «Колхозница» и «Ллойд Джорж», включен в Госреестр в 1973 году.

Саженьцы малины посажены согласно схеме – 1х0,6 м. Каждый вариант был заложен в трехкратной повторности, в каждой повторности было высажено по 39 саженцев каждого сорта. Общая площадь участка составила 624 м², суммарное число саженцев – 936 шт. Для проведения наблюдений за биометрическими показателями было выделено по 6 защитных растений и 33 учетных. С целью установления оптимального режима влажности почвы проводились замеры показателей, характеризующих силу роста: диаметр и высота побега, суммарный прирост, площадь листовой поверхности одного саженца.

Почвенный покров опытного участка представлен

дерново-подзолистой, культурной, грунтово-глееватой, глубокопахотной, среднесуглинистой на моренном суглинке почвой, подстилаемой на глубине 130–170 см подморенными песками.

При полевых исследованиях учитывали климатические данные, полученные Метеорологической обсерваторией имени В.А. Михельсона РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Для полива была выбрана капельная лента, оснащенная встроенными капельницами с поддержанием постоянного расхода в 3,8 л/ч. Контроль за влажностью почвы осуществляли тензиометрами, калиброванными по данным термостатно-весовых измерений.

Результаты и обсуждение

По результатам полевых исследований в 2020 году были построены контуры увлажнения для каждого варианта опыта с поддержанием влажности не менее

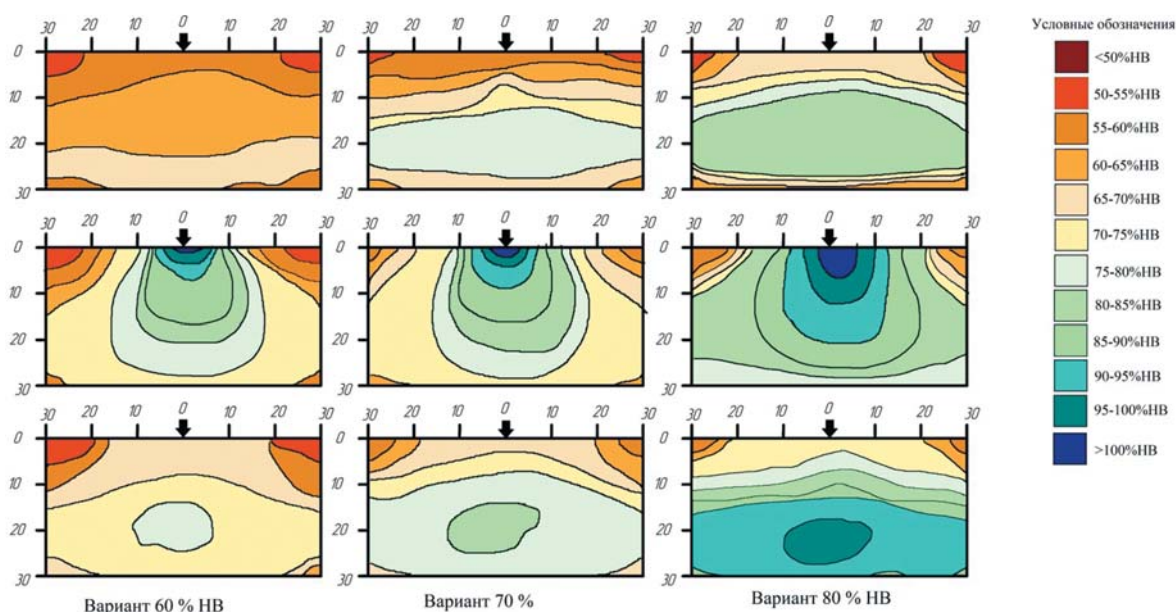


Рис.2. Распределение влаги в почве до полива, сразу после полива и через сутки после полива
Fig. 2. Distribution of moisture in the soil before watering, immediately after watering and a day after watering

Таблица 1. Основные биометрические показатели развития корневой системы
Table 1. Basic biometric indicators of the development of the root system

Режим орошения	Сорт	Объем корневой системы		Масса корневой системы		Длина корневой системы	
		см³	% к контролю	г	% к контролю	м	% к контролю
2020							
Контроль	Награда	42,5	100	71.4	100	1,26	100
	Солнышко	35,7	100	64.3	100	1,03	100
60% HB	Награда	65,13	153	92	129	2,57	203
	Солнышко	54,6	151	85	132	2,31	224
70% HB	Награда	87,36	205	109	153	3,5	277
	Солнышко	78,48	210	97	157	3,1	300
80% HB	Награда	96,4	226	124	174	3,89	308
	Солнышко	84,9	242	111	185	3,42	332
НСР _{0,05}		4,62	-	9,74	-	0,25	-

Таблица 2. Выход отпрысков в зависимости от режима орошения
Table 2. Yield of green shoots depending on the irrigation regime

Режим орошения	Сорт	Выход отпрысков	
		шт. на куст	% к контролю
Контроль	Награда	8.1	100
	Солнышко	6.7	100
60% НВ	Награда	12.8	158
	Солнышко	9.1	135.7
70% НВ	Награда	14.6	180.2
	Солнышко	12.1	180.5
80% НВ	Награда	18.1	223.4
	Солнышко	13.8	205.9
НСР _{0,05}		2,9	-

60% НВ, 70% НВ и 80% НВ до полива, после полива и сутки спустя после полива (рис. 2).

Распределение почвенной влаги по профилю до проведения полива характеризуется слоями с различной степенью наименьшей влагоемкости, с выраженным повышением ее вниз по почвенному профилю. После проведения полива контуры увлажнения принимают хорошо прослеживаемые очертания и распространяются до глубины промачивания вниз по профилю до 25-28 см и диаметром 15-20 см.

Диаметр наблюдаемого контура увлажнения в горизонтальной плоскости на поверхности почвы в зависимости от уровня поддержания наименьшей влагоемкости составлял 10-15 см. Под капельницами на всех вариантах опыта наблюдалось формирование области с влажностью, превышающей 100% НВ.

Во всех вариантах через сутки после орошения наблюдалось смещение контуров влажности по вертикальной плоскости вниз, самые высокие показатели влажности формировались на глубине от 15 до 25 см, диаметром в среднем 40 см.

На контурах увлажнения наблюдалось снижение влажности к максимальной глубине промачивания независимо от варианта опыта. Влага концентрировалась в пределах слоя увлажнения, но в вариантах 70% и 80% наименьшей влагоемкости была отмечена миграция поливной воды вниз по профилю (около 5 см) [8, 9, 10].

Проведенные поливы и последующее распределение влаги по профилю оказывают влияние на развитие корневой системы малины и глубину ее расположения (табл. 1). В биометрических показателях сортов «Солнышко» и «Награда» наблюдаются различия, так наиболее развитая корневая система была у сорта «Награда» в варианте орошения 80% наименьшей влагоемкости.

В варианте опыта с поддержанием наименьшей влагоемкости не менее 80% НВ, объем корней составил у

сорта «Награда» составил 96 см³, у сорта «Солнышко» – 84.9 см³ (226% и 242% от контроля соответственно), масса корневой системы у сорта «Награда» – 124 г и 111 г – у сорта «Солнышко» (174% и 185% от контроля). Длина корневой системы у сорта «Награда» составила 3,89 м, у сорта «Солнышко» – 3.42 м (308% и 332% от контроля).

Выход зеленой поросли зависит от режима полива (табл. 2). Наибольший выход отпрысков в сравнении с контролем был отмечен в вариантах с режимом капельного полива 80% НВ – 18,1 и 13,9 шт. на куст (223.4% и 205.9% от контроля).

Наличие полива также влияет на расположение корневой системы малины. В вариантах с орошением основная масса корней располагалась в основном в пахотном слое на глубине 5-15 см и радиусом 40 см. В вариантах без орошения корневая система распространялась преимущественно в нижележащие горизонты к более влажным слоям [11, 12, 13, 14, 15].

Заключение

Данные проведенных исследований показывают, что растения, произрастающие в условиях недостаточного увлажнения, выделяются биологическими показателями в худшую сторону, наибольшее развитие корневой системы саженцев малины зафиксировано в варианте с поддержанием влажности не менее 80% НВ.

Контуры увлажнения свидетельствуют об отсутствии непроизводительных потерь поливной воды на инфильтрацию.

В вариантах с орошением саженцев малины, которые постоянно обеспечиваются доступной влагой и имеют более развитую корневую систему, по сравнению с вариантами без орошения. Также стоит отметить, что в вариантах с капельным поливом корневая система в основном сосредоточена в верхней части пахотного горизонта.

Об авторах:

Николай Николаевич Дубенок – академик РАН, доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, ndubenok@rgau-msha.ru

Кирилл Юрьевич Ильченко – аспирант кафедры сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, автор для переписки, il4encko.kir@yandex.ru

Александр Владимирович Гемонов – кандидат с.-х. наук, старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, agemanov@rgau-msha.ru

About the authors:

Nikolay N. Dubenok – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doc. Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Department of Agricultural Land Reclamation, Forestry and Land Management, <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>, ndubenok@rgau-msha.ru

Kirill Yu. Ichenko – post-graduate student of the Department of Agricultural Reclamation, Forestry and Land Management of the Federal State Budgetary Educational Institution, Correspondence Author, il4encko.kir@yandex.ru

Alexander V. Gemonov – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Lecturer of the Department of Agricultural Reclamation, Forestry and Land Management, agemanov@rgau-msha.ru

• Литература

1. Боровой Е.П., Кременской В.И., Иванютин Н.М. Капельное орошение как основа развития плодового садоводства на юге Российской. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2016;4(44):246–255.
2. Ольгаренко Г.В., Мищенко Н.А. Техника экологически безопасного микроорошения многолетних насаждений. *Природообустройство*. 2014;(1):29–32.
3. Ольгаренко Г.В. Технические средства для орошения плодово-ягодных насаждений. *Вестник Коломенского государственного педагогического института*. 2009;1(7):131–134.
4. Дубенок Н.Н., Бородин В.В., Лытов М.Н., Белик О.А. Особенности водного режима почвы при капельном орошении сельскохозяйственных культур. *Достижения науки и техники АПК*. 2009;(4):22–25.
5. Бородин В.В., Гуренко В.М., Шишлянникова М.В., Стрижакова Е.А. Оптимизация схемы минерального питания при выращивании земляники на капельном орошении в Волгоградской области. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2013;1(29):14–20.
6. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Общая пористость и пористость аэрации дерново-подзолистой почвы при выращивании саженцев сливы при капельном орошении. *Земледелие*. 2020;(7):3–6.
7. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности формирования корневой системы саженцев сливы в питомнике при капельном орошении. *Овощи России*. 2020;(2):74–77. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-74-77>
8. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности водопотребления саженцев сливы, выращиваемых в питомнике при капельном орошении. *Плодородие*. 2020;4(115):53–56.
9. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В., Градусов В.М. Формирование саженцев сливы при капельном орошении в условиях Нечерноземной зоны. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2019;(6):23–35.
10. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Moisture consumption by plum seedlings under drip irrigation in the Central Nonchernozem zone of Russia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2020;15(2):191–199.
11. Овчинников А.С., Григоров С.М., Ратанов М.В., Келлер Д.А. Водопотребление виноградной школки при различных технологиях посадки. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2020;(2):88–104.
12. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности влагопотребления саженцев сливы при капельном орошении в условиях Центрального Нечерноземья. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2020;15(2):191–199.
13. Овчинников А.С., Акулинина М.А., Сухова Т.Н. Водное и минеральное питание огурца и лука при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья. М.: ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова". 2019. С.206–211.
14. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. The influence of drip irrigation on growth of plum seedlings in Central Non-Black soil Zone of European Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. P.82014.
15. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Glushenkova E.V. Formation of plum seedlings under drip irrigation in Central Non-Black Soil region of Russia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2019;14(1):40–48.

• References

1. Borovoy E.P., Kremenskoy V.I., Ivanyutin N.M. Drip irrigation as the basis for the development of fruit growing in the south of Russia. *News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education*. 2016;4(44):246–255. (In Russ.)
2. Olgarenko G.V., Mishchenko N.A. Technique for environmentally safe micro-irrigation of perennial plantations. *Environmental engineering*. 2014;(1):29–32. (In Russ.)
3. Olgarenko G.V. Technical means for irrigation of fruit and berry plantations. *Bulletin of the Kolomna State Pedagogical Institute*. 2009;1(7):131–134. (In Russ.)
4. Dubenok N.N., Borodychev V.V., Lytov M.N., Belik O.A. Features of the water regime of the soil during drip irrigation of agricultural crops. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2009;(4):22–25. (In Russ.)
5. Borodychev V.V., Gurenko V.M., Shishlyannikova M.V., Strizhakova E.A. Optimization of the mineral nutrition scheme when growing strawberries on drip irrigation in the Volgograd region. *News of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex*. 2013;1(29):14–20. (In Russ.)
6. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. General porosity and porosity of aeration of soddy-podzolic soil when growing plum seedlings under drip irrigation. *Agriculture*. 2020;(7):3–6. (In Russ.)
7. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Peculiarities of forming a root system of plum seedlings in a fruit kennel with drip irrigation. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(2):74–77. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-74-77>
8. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Features of water consumption of plum seedlings grown in a nursery with drip irrigation. *Fertility*. 2020;4(115):53–56. (In Russ.)
9. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Gradusov V.M. Russ. Formation of plum seedlings under drip irrigation in the Non-Chernozem Zone. *Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2019;(6):23–35. (In Russ.)
10. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Moisture consumption by plum seedlings under drip irrigation in the Central Nonchernozem zone of Russia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2020;15(2):191–199.
11. Ovchinnikov A.S., Grigorov S.M., Ratanov M.V., Keller D.A. Water consumption of grape shkolka with various planting technologies. *Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*. 2020;(2):88–104. (In Russ.)
12. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Features of moisture consumption of plum seedlings under drip irrigation in the conditions of the Central Non-Black Earth Region. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry*. 2020;15(2):191–199. (In Russ.)
13. Ovchinnikov A.S., Akulinina M.A., Sukhova T.N. Water and mineral nutrition of cucumber and onion with drip irrigation in the Lower Volga region. М.: ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова". 2019. P.206–211. (In Russ.)
14. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. The influence of drip irrigation on growth of plum seedlings in Central Non-Black soil Zone of European Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. P.82014.
15. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Glushenkova E.V. Formation of plum seedlings under drip irrigation in Central Non-Black Soil region of Russia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2019;14(1):40–48.

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-55-57>
УДК 635.54:581.192.2

П.О. Маврина*, Е.Л. Маланкина

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений"
117216, Россия, Москва, ул. Грина, д. 7

*Автор для переписки: mavrina@vilarnii.ru

Благодарности. Авторы благодарят сотрудников Ростовской опытной станции (Ростовская ОСЦ – филиал ФГБНУ ФНЦО) за предоставленный посевной материал для исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Маврина П.О., Маланкина Е.Л. Фенольные соединения культивируемого цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). *Овощи России*. 2022;(3):55-57.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-55-57>

Поступила в редакцию: 12.04.2022

Принята к печати: 20.05.2022

Опубликована: 25.06.2022

Polina O. Mavrina*, Elena L. Malankina

All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants
7, Green st., Moscow, 117216, Russia

*Corresponding author: mavrina@vilarnii.ru

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

Acknowledgments. The authors are grateful to the staff of the Rostov Vegetable experimental station on chicory – Branch of the FSBSI FSVC for providing seed material for the study.

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

Author contributions: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Mavrina P.O., Malankina E.L. Phenolic compounds of cultivated chicory (*Cichorium intybus* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):55-57.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-55-57>

Received: 12.04.2022

Accepted for publication: 20.05.2022

Published: 25.06.2022

Фенольные соединения культивируемого цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.)



Резюме

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) широко известен в народной медицине многих стран, однако в официальной медицине его использование ограничено использованием в составе биологически активных добавок к пище. Несмотря на имеющиеся данные о фармакологической активности извлечений из листьев, их применение в качестве лекарственного растительного сырья почти не рассматривается. Целью работы является изучение динамики накопления фенольных соединений (ФС) в листьях культивируемого цикория обыкновенного для оптимизации сроков уборки надземной массы. В статье приведены данные о динамике накопления ФС в листьях двух сортов культивируемого цикория, а также проведено сравнение полученных данных с аналогичными показателями дикорастущего цикория.

Результаты. Отмечено, что содержание фенольных соединений в листьях культивируемого цикория в 1,5-2 раза выше в сравнении с сырьем дикорастущих растений. Изучаемые сорта различаются по содержанию ФС в среднем на 8%. Установлено, что основными фенольными соединениями в листьях культивируемого цикория являются цикориевая, хлорогеновая и кафтаровая кислоты; их суммарное содержание в полученных извлечениях составляет 55%. Отмечено, что период максимального накопления ФС в листьях приходится на конец сентября – начало октября. Установленный химический состав, более высокое содержание фенольных соединений по сравнению с дикорастущими растениями, а также совпадение максимального накопления ФС в листьях с ориентировочной датой уборки корнеплодов цикория позволяет рассматривать его выращивание в культуре как перспективное направление с целью комплексного использования получаемого сырья для нужд как пищевой, так и фармацевтической промышленности.

Ключевые слова: культивируемый цикорий, листья цикория, *cichorium intybus*, фенольные соединения

Phenolic compounds of cultivated chicory (*Cichorium intybus* L.)

Abstract

Common chicory (*Cichorium intybus* L.) is widely known in traditional medicine of many countries, but in official medicine its use is limited as a part of biologically active additives. Despite the available information about pharmacological activity of leaf extracts, their use as a medicinal herbal raw material is almost not considered. The purpose of the work is to study the accumulation dynamics of phenolic compounds (PC) in the leaves of cultivated chicory to optimize the time of harvesting the above-ground mass. The article presents data on the accumulation dynamics of PC in the leaves of two varieties of cultivated chicory, and also compares the obtained data with similars of wild-growing chicory.

Results. It was noted that the content of phenolic compounds in the leaves of cultivated chicory is 1.5-2 times higher in comparison with the raw materials of wild plants. The studied varieties differ in the content of PC by 8% in average. It has been established that the main phenolic compounds in the leaves of cultivated chicory are chicoric, chlorogenic and caffeic acids; their total content in the obtained extracts is 55 %. It was noted that the period of maximum accumulation of PC in leaves falls on the end of september – beginning of october. The established chemical composition, a higher content of phenolic compounds compared to wild plants, as well as the coincidence of the maximum accumulation of PC in the leaves with the approximate date of harvesting chicory roots allows us to consider its cultivation in culture as a promising direction with the aim of the integrated use of the obtained raw materials for both food and pharmaceutical industry.

Keywords: cultivated chicory, chicory leaves, *cichorium intybus*, phenolic compounds

Введение

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) известен в народной медицине многих стран как желчегонное, противовоспалительное, гипогликемическое средство. В официальной медицине его применение ограничивается использованием в составе биологически активных добавок к пище. Цикорий рассматривается нами как перспективное лекарственное растительное сырье для получения препаратов гепатопротекторного действия. В настоящее время культура выращивается для получения корнеплодов, а листья являются отходами производства. При этом доказано, что химический состав листьев определяет ряд фармакологических свойств, характерных для препаратов на их основе [1]. Комплексное использование разных частей растения позволит не только повысить экономическую эффективность культуры в хозяйствах, но и рационально использовать имеющиеся природные ресурсы. Таким образом, представляет интерес изучение динамики накопления фенольных соединений (ФС) в листьях культивируемого цикория обыкновенного в течение первого года жизни растений с целью оптимизации сроков уборки надземной массы.

Материалы и методы

Опыт проводили на территории ФГБНУ ВИЛАР. Растения выращивали из семян, полученных от Ростовской опытной станции (Ростовская ОСЦ – филиал ФГБНУ ФНЦО). В исследовании использовались сорта Ростовский и Ярославский. Опыт состоял из 2 вариантов (сорт), включающих по 3 повторности. Использован рассадный способ выращивания, 25-дневная рассада высажена в открытый грунт в июне 2021 года. Через 2,5 недели начат отбор проб листьев (каждые 10 дней). В течение периода проведения исследования (июнь–октябрь) ежедневно проводили учет среднесуточной температуры и количества осадков для определения значений гидротермического коэффициента. Расчет коэффициента проводили по формуле:

$$K = \frac{R \times 10}{\sum t}$$

где R – сумма осадков за период с температурами выше 10°C ; $\sum t$ – сумма температур за тот же период.

Определение содержания суммы фенольных соединений в пересчете на цикориювую кислоту в листьях сортов цикория обыкновенного проводили методом прямой спектрофотометрии по разработанной ФГБНУ ВИЛАР методике на спектрофотометре UV-1800 (Shimadzu, Япония) [2]. Каждый образец анализировали в трех повторностях.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

При проведении анализа полученных результатов было выявлено, что фенольные соединения в листьях цикория обыкновенного имеют два максимума накопления – летний и осенний (рис. 1). Это связано с тем, что цикорий по биологическим особенностям является летнезеленым видом, т.е. образует за вегетационный период две генерации листьев, что позволяет растению наиболее полно использовать пластические вещества – для закладки цветковых почек, реализующихся на второй год жизни растения, а также для обеспечения перезимовки [3, 4].

Так, на рисунке 1 видно, что первый максимум содержания фенольных соединений приходится на 1-2 декаду августа, затем происходит снижение значений в среднем в 1,75 раз, что, вероятно, связано с закладкой генеративных почек, после чего

наблюдается стремительный рост содержания ФС, который достигает максимума в 3 декаде сентября.

При сравнении динамики содержания фенольных соединений в листьях двух сортов цикория обыкновенного обнаружено, что сорт Ярославский превосходит сорт Ростовский в среднем на 8 %. При этом у сорта Ростовский накопление происходит более равномерно.

Корреляционный анализ динамики накопления ФС и значений гидротермического коэффициента (ГТК) за исследуемый период выявил наличие высокой связи (0,81 – для сорта Ростовский; 0,76 – для сорта Ярославский) между данными параметрами, что наглядно показано на рисунке 2. Нами плани-

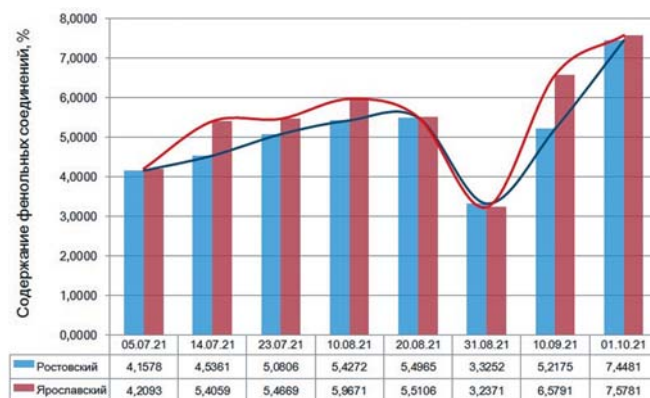


Рис. 1. Динамика накопления фенольных соединений в листьях двух сортов цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.)

Fig. 1. Accumulation dynamics of phenolic compounds in the leaves of two varieties of common chicory (*Cichorium intybus* L.)

руется дальнейшее проведение исследований по изучению влияния температурного режима и количества осадков на количественное содержание фенольных соединений в листьях цикория для выявления особенностей динамики их накопления и установления оптимальных сроков уборки сырья.

При проведении высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным спектрофотометрическим детектированием (ВЭЖХ-ДМД) было обнаружено, что основными ФС в листьях культивируемого цикория обыкновенного являются цикориювая, хлорогеновая и кафтаровая кислоты. Их соотношение в среднем составляет 15:3:1 соответственно. Содержание данных компонентов в полученных нами извлечениях состав-

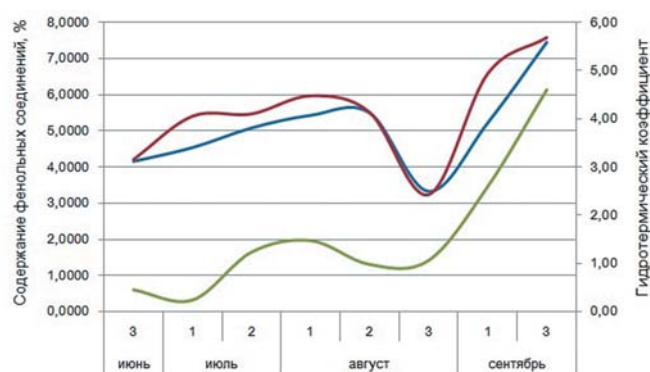


Рис. 2. Соотношение графиков динамики накопления фенольных соединений с графиком значений гидротермического коэффициента

Fig. 2. Correlation of the graphs of the accumulation dynamics of phenolic compounds with the graph of the values of the hydrothermal coefficient

ляет в среднем 55% от общего содержания фенольных соединений. Согласно данным литературы, фенолкарбоновые кислоты (цикориевая, кафтаровая, хлорогеновая, изохлорогеновая, кофейная и др.) относятся к классу малотоксичных соединений и являются наиболее эффективными природными антиоксидантами. Проявление антиоксидантной активности, в свою очередь, обуславливает противовоспалительное, антиатеросклеротическое, гепатопротекторное действие фенольных соединений и фармацевтических субстанций на их основе. Также проведены исследования, подтверждающие иммуномодулирующие и противовирусные свойства гидроксикоричных кислот [5, 6].

Известно, что у культивируемых растений, по сравнению с дикорастущими, содержание биологически активных веществ выше. Нами было проведено сравнение полученных в настоящем исследовании экспериментальных данных с данными о содержании фенольных соединений в листьях дикорастущего цикория первого года жизни, полученных в результате исследований, ранее проводимых ФГБНУ ВИЛАР [7, 8]. Было установлено, что содержание биологически активных веществ, обуславливающих фармакологические свойства цикория, у культурных растений выше, чем у дикорастущих – в среднем в 1,58 раз (по данным предыдущих исследований); в 1,69 раз (сорт Ростовский) и 2,02 раз (сорт Ярославский). При этом у дикорастущего цикория наибольшее содержание ФС в листьях наблюдается в июле, и к осени оно снижается в 1,5 раза, таким обра-

зом, осенний максимум накопления ФС, присущий культурному цикорию, отсутствует. Это позволяет рассматривать выращивание цикория обыкновенного с применением агротехники как приоритетное направление по сравнению с заготовкой дикорастущих популяций.

Заключение

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что содержание фенольных соединений в листьях культивируемого цикория в 1,5-2 раза выше в сравнении с сырьем дикорастущих растений. Между сортами, используемыми в исследовании, также есть разница по содержанию ФС, установлено, что у сорта Ярославский их содержание в среднем выше на 8%. Это даёт нам возможность оценить возможные пределы варьирования данного показателя у культурного цикория. Кроме этого, отмечена разница в динамике накопления фенольных соединений у дикорастущих и культивируемых растений. Период максимального накопления ФС в листьях, приходящийся на конец сентября – начало октября, совпадает с ориентировочной датой уборки корнеплодов цикория, что исключает необходимость раздельной заготовки сырья в разные сроки. Это позволяет рассматривать выращивание цикория обыкновенного в культуре как перспективное направление с целью комплексного использования получаемого сырья для нужд как пищевой, так и фармацевтической промышленности.

Об авторах:

Полина Олеговна Маврина – младший научный сотрудник отдела химии природных соединений Центра химии и фармацевтической технологии, автор для переписки,

Елена Львовна Маланкина – доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории Ботанический сад, gandurina@mail.ru

About the authors:

Polina O. Mavrina – Junior Researcher, Department of Chemistry of Natural Compounds of the Center for Chemistry and Pharmaceutical Technology, Correspondence Author, mavrina@vilarii.ru

Elena L. Malankina – Doc. Sci. (Agriculture), Prof., Chief Researcher, Botanical Garden Laboratory, gandurina@mail.ru

• Литература

1. Маврина П.О., Сайбель О.Л., Маланкина Е.Л. Возможности использования листьев культивируемого цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) в качестве лекарственного растительного сырья (обзор). *Овощи России*. 2021;(4):105-110. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-105-110>
2. Сайбель О.Л., Даргаева Т.Д., Цицилин А.Н., Дул В.Н. Разработка методики количественного анализа биологически активных веществ и оценка динамики их накопления в зависимости от фазы вегетации Цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2016;19(6):20-24. URL: <https://bmfcjournal.ru/sites/default/files/private/bmfc-2016-06-05.pdf> (дата обращения: 08.03.2022);
3. Олейникова Е.М. Оценка структурного разнообразия травянистых растений. *Самарская лука: проблемы региональной и глобальной экологии*. 2018;27(2):161-182. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10027
4. Анищенко Л.В., Шишлова Ж.Н. Результаты интродукции ароматических растений в ботанический сад ЮФУ. *Молодые ученые и фармация XXI века*, сборник научных трудов четвертой научно-практической конференции с международным участием. 2016. С.17-26. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_29342611_74001901.pdf (дата обращения: 08.03.2022)
5. Tsai K.L., Kao C.L., Hung C.H., Cheng Y.H., Lin H.C., Chu P.M. Chicoric acid is a potent anti-atherosclerotic ingredient by anti-oxidant action and anti-inflammation capacity. *Oncotarget*. 2017;8(18):29600–29612. DOI: 10.18632/oncotarget.16768.
6. Adem Ş., Eyupoglu V., Sarfraz I., Rasul A., Zahoor A.F., Ali M., Abdalla M., Ibrahim I.M., Elfiky A.A. Caffeic acid derivatives (CAFDs) as inhibitors of SARS-CoV-2: CAFDs-based functional foods as a potential alternative approach to combat COVID-19. *Phytomedicine*. 2020. DOI: 10.1016/j.phymed.2020.153310.
7. Сайбель О.Л., Радимич А.И., Адамов Г.В., Даргаева Т.Д. Сравнительное фитохимическое изучение надземной части дикорастущего и культивируемого растения цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). *Химия растительного сырья*. 2020;(3):187–195. DOI: 10.14258/jcprm.2020037386;
8. Сайбель О.Л., Даргаева Т.Д., Фадеев Н.Б., Дул В.Н. Изучение динамики накопления фенольных соединений в траве цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). *Медицинский вестник Башкортостана*. 2016;11,5(65):80-83.

• References

1. Mavrina P.O., Saybel O.L., Malankina E.L. Possibilities of using leaves cultivated chicory (*Cichorium intybus* L.) as a medicinal plant material (review). *Vegetable crops of Russia*. 2021;(4):105-110. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-105-110>
2. Saibel' O.L., Dargaeva T.D., Tsitsilin A.N., Dul V.N. Development of a method of quantitative analysis of biologically active substances and assessment of accumulation dynamics depending on vegetation phase of common chicory (*Cichorium intybus* L.). *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2016;19(6):20-24. URL: <https://bmfcjournal.ru/sites/default/files/private/bmfc-2016-06-05.pdf> (In Russ.)
3. Oleinikova E.M. Assessment of the structural diversity of herbaceous plants. *Samarskaya luka: problemy regional'noi i global'noi ehkologii*. 2018;27(2):161-182. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10027 (In Russ.)
4. Anishchenko L.V., Shishlova Zh.N. Results introduction study of aromatic plants in the botanical garden SFU. *Molodye uchentye i farmatsiya XXI veka*, collection of scientific papers of the fourth scientific-practical conference with international participation. 2016. P.17-26. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_29342611_74001901.pdf (In Russ.);
5. Tsai K.L., Kao C.L., Hung C.H., Cheng Y.H., Lin H.C., Chu P.M. Chicoric acid is a potent anti-atherosclerotic ingredient by anti-oxidant action and anti-inflammation capacity. *Oncotarget*. 2017;8(18):29600–29612. DOI: 10.18632/oncotarget.16768.
6. Adem Ş., Eyupoglu V., Sarfraz I., Rasul A., Zahoor A.F., Ali M., Abdalla M., Ibrahim I.M., Elfiky A.A. Caffeic acid derivatives (CAFDs) as inhibitors of SARS-CoV-2: CAFDs-based functional foods as a potential alternative approach to combat COVID-19. *Phytomedicine*. 2020. DOI: 10.1016/j.phymed.2020.153310.
7. Saibel' O.L., Radimich A.I., Adamov G.V., Dargaeva T.D. Comparative phytochemical study of the aerial parts of the wild-growing and cultivated chicory ordinary (*Cichorium intybus* L.). *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2020;(3):187-195. DOI: 10.14258/jcprm.2020037386. (In Russ.);
8. Saibel' O.L., Dargaeva T.D., Fadeev N.B., Dul V.N. Study of the accumulation dynamics of phenolic compounds in the herb of common chicory (*Cichorium intybus* L.). *Meditsinskii vestnik Bashkortostana*. 2016;11,5(65):80-83. (In Russ.).

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-58-61>
УДК 633.152:631.562.32

С.Т. Санаев¹, И.А. Сапарниязов^{2*}

¹ Самаркандский филиал Ташкентского государственного аграрного университета 141001, Республика Узбекистан, Самаркандская обл., Акдарьинский р-н, крепость Дахбет, ул. Амира Темура, 7

² Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза 230105, Республика Каракалпакстан, г. Нукус, ул. Пиржан Сейтова

*Автор для переписки:

inomjon_saparniyazov@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Санаев С.Т., Сапарниязов И.А. Возделывание сортов и гибридов сахарной кукурузы как основной культуры в Каракалпакстане. *Овощи России*. 2022;(3):58-61. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-58-61>

Поступила в редакцию: 29.04.2022

Принята к печати: 30.05.2022

Опубликована: 25.06.2022

Sobir T. Sanaev¹, Inomjon A. Saparniyazov^{2*}

¹ Samarkand branch of Tashkent State Agrarian University 7, st. Amir Temur, Dakhbet fortress, Akdarya district, Samarkand region, Republic of Uzbekistan

² Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz st. Pirzhan Seytova, Nukus, Republic of Karakalpakstan

*Corresponding author: inomjon_saparniyazov@mail.ru

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

Author contributions: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Sanaev S.T., Saparniyazov I.A. Cultivation of some varieties and hybrids of sugar corn as a vegetable crop. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):58-61. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-58-61>

Received: 29.04.2022

Accepted for publication: 30.05.2022

Published: 25.06.2022

Возделывание сортов и гибридов сахарной кукурузы как основной культуры в Каракалпакстане



Резюме

Цель исследования: определить особенности роста, развития и урожайности при выращивании сортов и гибридов кукурузы сахарной в почвенно-климатических условиях Каракалпакстана.

Методология. Оценивали рост, развитие и урожайность 8 сортов и 8 гибридов сахарной кукурузы в условиях Каракалпакстана в 2017-2019 годах. Проводили отбор лучших сортов и гибридов. По результатам отбора сорта и гибриды сахарной кукурузы, имевшие положительный результат, были рекомендованы для последующих опытов.

Результаты. После посева семян 8 сортов и 8 гибридов сахарной кукурузы продолжительность периода прорастания составила 7-9 дней. Относительно ранним прорастанием отличались Замин, Can. Pedro 2 Inta, Berys, относительно поздним (9 дней) – SPV 1022, Leonard's Early, Хоней Бонтам F₁, Спирит F₁, Мегатон F₁, Барон F₁, Соян F₁, Hybrid F₁. Установлено, что период от прорастания и до формирования седьмого листа составляет 13-16 дней, формирования седьмого листа до формирования метелки – 23-33 дня, формирования метелки до цветения – 4-6 дней, цветения до образования початков – 9-15 дней. У исследованных сортов и гибридов период от образования початков до молочной спелости составил 13-18 дней, от молочной спелости до восковой – 4-8 дней. Исследования продолжительности фаз развития сортов и гибридов показали, что период роста от прорастания до молочно-восковой спелости составил 75-85 дней. Ранняя урожайность получена у гибридов Барон F₁, Свит стар F₁, Спирит F₁, Соян F₁, вегетационный период у них составил 73-77 дней. Относительно ранняя урожайность получена у сортов и гибридов Замин, Sentinel F₁, SPV 1022, Основа 209, Hybrid F₁, Can Pedro 2 Inta, Clx3349ys clause, вегетационный период у них составил 79-81 день. Проведен отбор сортов и гибридов, наиболее соответствующих почвенно-климатическим условиям Каракалпакстана, которые рекомендованы для возделывания фермерским и дехканским хозяйствам.

Ключевые слова: кукуруза сахарная, сорт, гибрид, молочно-восковая спелость, вегетационный период, высота растения, число початков, вес початка, урожайность

Cultivation of sorts and hybrids of sweet corn as the main crop in Karakalpakstan

Abstract

The aim of the study was to determine the growth, development and yield of sweet corn varieties and hybrids as vegetables during the soil-climatic conditions of Karakalpakstan.

Methods. The 8 cultivars and 8 hybrids studied were evaluated for growth, development and yield in Karakalpakstan in 2017-2019. Selection work was carried out on varieties and hybrids. Varieties and hybrids with a positive result based on the selection results were recommended for use in subsequent experiments.

Results. After sowing the seeds of the studied 8 varieties and 8 hybrids of vegetable (sweet) corn, the duration of the germination period was 7-9 days. Relatively early germination between cultivars and hybrids Zamin, Can. Pedro 2 Inta, Berys varieties, relatively late germination was recorded in 9 days in SPV 1022, Leonard's Early, Honey Bontam F₁, Spirit F₁, Megaton F₁, Baron F₁, Soyam F₁, Hybrid F₁. It has been established that the period from germination to the stage of leaf formation (7 leaves) is 13-16 days, the period from the stage of leaf formation (7 leaves) to the panicle formation is 23-33 days, the period from the panicle formation to flowering is 4-6 days, the period from flowering to the cob formation is 9-15 days. In the studied varieties and hybrids, the period from the cob formation to milky ripeness was 13-18 days, from milky ripeness to waxy ripeness lasted up to 4-8 days. The study of the duration of the development phases of varieties and hybrids showed that the growth period from germination to milky-wax ripeness is 75-85 days. Early yield was observed in hybrids Baron F₁, Sweet star F₁, Spirit F₁, Soyam F₁, vegetation period 73-77 days, relatively early yield was observed in varieties and hybrids Zamin, Sentinel F₁, SPV 1022, Osnova 209, Hybrid F₁, Can Pedro 2 Inta, Clx3349ys clause, growing season 79-81 days. The selection of varieties and hybrids most appropriate to the soil and climatic conditions of Karakalpakstan was carried out and recommended for cultivation by farmers and dekhkan farms.

Keywords: sweet corn, variety, hybrid, milky-wax ripeness, vegetation period, plant height, number of cobs, cob weight, yield

Введение

Мир овощных культур разнообразен, и поиск возможностей их эффективного использования является одной из актуальных задач овощеводства. Среди овощных культур имеются виды, более приспособленные к засухе, высокой минерализации почвы, высоким температурам и другим природным стрессовым условиям. Одной из таких культур является овощная (сахарная) кукуруза.

На сегодняшний день кукуруза сахарная возделывается по всему миру. По данным ФАО, в 2020 году был получен урожай сахарной кукурузы в 1 115 975 тыс. т., в том числе: в США – 354,5 млн т, в Китае – 256,5 млн т, в Бразилии – 107,8 млн т, в Европе – 62,6 млн т, в Аргентине – 46,7 млн т, на Украине – 29,0 млн т, в Индии – 28,1 млн т, в Мексике – 27,5 млн т, в Южной Африке – 15,7 млн т, в России – 13,7 млн т, а также в других странах – свыше 174,1 млн т [1]. Сахарная кукуруза возделывается в 70 странах мира, в США – на площади 270,2 тыс. га, в Венгрии 30,4 тыс. га, в Канаде 29,1 тыс. га, в Японии 27,9 тыс. га, средняя урожайность по миру составляет 9,6-15,8 т [2].

Кукурузу и ее подвиды применяют в народном хозяйстве в разных целях, например, в странах Европы используют в пищу 45-50% от общего урожая, в Северной и Центральной Америке – 30-35%, в Южной Америке – 50-55%, в странах Азии – 70-80%, в Африке – 65-70%, в Австралии – 35-40%. В таких странах как Португалия, Мексика, Куба, Пакистан, Индонезия в пищу используют 90-95% выращенных кукурузных зерен [3, 4].

Зерна овощной (сахарной) кукурузы, которые собирают в фазу молочно-восковой спелости, используют в вареном, консервированном виде и надолго сохраняют свежесть в замороженном состоянии. Они богаты сахаром и крахмалом, в значительном количестве содержат белок, необходимые для здоровья человека жиры, витамины С, В₁, В₂, РР, а также провитамин А. По пищевой ценности не уступает таким культурам, как горох и фасоль [5, 6, 7, 8].

В мировом сообществе проводится целый ряд научно-исследовательских работ по формированию здорового питания путем расширения географии распространения пищевых культур, а также увеличению числа видов пищевых культур за счет интродукции акклиматизации новых видов [89, 10].

Основными целями наших исследований были отбор сортов и гибридов сахарной кукурузы для возделывания в качестве овощной культуры во всех регионах республики, определение оптимальных сроков посева семян, изучение биологических, морфологических особенностей, разработка научного обоснования технологии возделывания в почвенных и климатических условиях Каракалпакстана.

Была разработана технология возделывания сахарной кукурузы в ранние сроки в условиях Республики Каракалпакстан, отобраны сорта и гибриды соответствующие почвенно-климатическим условиям, определены оптимальные сроки посева и даны рекомендации для возделывания. Изучены и проанализированы рост, развитие, урожайность початков сортов и гибридов сахарной кукурузы.

Материалы, методы и условия проведения опытов

Объект исследования: зёрна, растения, листья и початки сортов и гибридов сахарной кукурузы Эврика, Замин,

SPV 1022, Can Pedro 2 Inta, Berys, Leonard's Early, Основа 209, Clx3349ys clause, Хоней Бонтам F₁, Свит стар F₁, Спирит F₁, Мегатон F₁, Sentinel F₁, Baron F₁, Soyan F₁, Hybrid F₁. Семена сортов и гибридов сахарной кукурузы были высеваны как основная культура в третьей декаде апреля по схеме 70х30 см. Были определены сроки прорастания, наступление фазы седьмого листа, появление мужских цветков, цветение, развитие початков, фазы молочной спелости, начало восковой спелости (10%), полная спелость (75%). Полученные результаты были обработаны с помощью программы Excel. Определена экономическая эффективность возделывания сортов и гибридов сахарной кукурузы.

Результаты исследований и их обсуждение

С целью изучения приспособленности к почвенно-климатическим условиям Каракалпакстана были определены прорастание семян, продолжительность вегетации, высота растений, биометрические показатели сортов и гибридов сахарной кукурузы и получены следующие результаты. Продолжительность периода прорастания составила 7-9 дней после посева семян 8 сортов и 8 гибридов сахарной кукурузы. Сравнительно ранним прорастанием отличались сорта Замин, Can Pedro 2 Inta, Berys и гибриды Свит стар F₁, Sentinel F₁ которое составило 7 дней после посевов. Сравнительно поздним прорастанием отличались сорта и гибриды SPV 1022, Leonard's Early, Хоней Бонтам F₁, Спирит F₁, Мегатон F₁, Baron F₁, Soyan F₁, Hybrid F₁ которое составило 9 дней. Период от прорастания до фазы седьмого листа составил 13-16 дней, от формирования седьмого листа до появления мужских цветков – 23-33 дня, от появления мужских цветков и до цветения – 4-6 дней, период от цветения до появления початков – 9-15 дней. В изученных сортах и гибридах период от образования початков до молочной спелости продолжался 13-18 дней, от молочной спелости до восковой спелости – 4-8 дней.

Изучение продолжительности фаз развития сортов и гибридов показало, что вегетационный период от прорастания семян до молочно-восковой спелости составляет

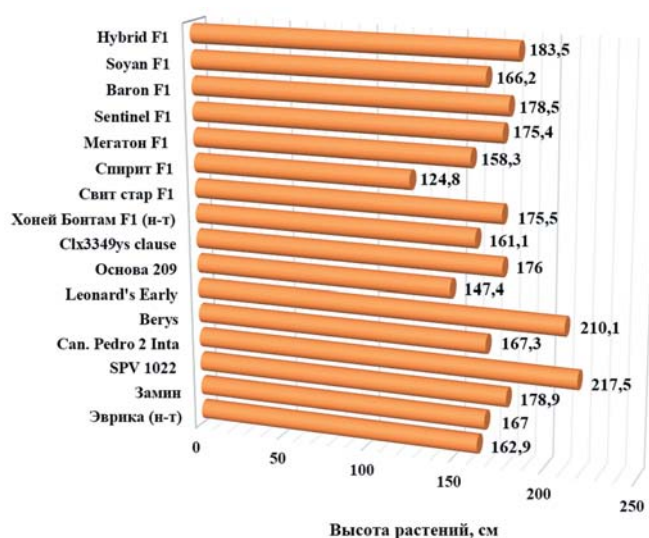


Рис. 1. Показатели высоты растений сортов и гибридов сахарной кукурузы, см (2017-2019 годы)

Fig. 1. Indicators of plant height of varieties and hybrids of sweet corn, cm (2017-2019)

75-85 дней. Более скороспелыми оказались гибриды Baron F₁, Свит стар F₁, Спирит F₁, Soyan F₁ у которых вегетационный период составил 73-77 дней. Сравнительно скороспелыми оказались сорта и гибриды Замин, Sentinel F₁, SPV 1022, Основа 209, Hybrid F₁, Can Pedro 2 Inta, Clx3349ys clause у которых период вегетации длился 79-81 день.

Высота опытных растений достигала от 124,8 см до 217,5 см. Наибольшей высотой обладали гибриды сахарной кукурузы Can Pedro 2 Inta, Leonard's Early, Hybrid F₁ и достигали до 183,5-217,5 см. Наименьшей высотой по сравнению с контрольными обладали гибриды Baron F₁, SPV 1022, Clx3349ys clause, Sentinel F₁ и Свит стар F₁ и достигали в среднем 175,4-178,5 см. Самые низкорослые растения отмечались у гибрида Спирит F₁ и у сорта Основа 209, их высота достигала 124,8-147,4 см (рис. 1).

При анализе влажной и сухой массы корней, а также их объема, наибольшая масса корневой системы отмечена у сортов и гибридов Can Pedro 2 Inta, Leonard's Early, Hybrid F₁, которая составила 415,8-285,0 г, сравнительно большое образование массы и объема корневой системы отмечалось у сортов Clx3349ys clause, SPV 1022, Замин – 186,8-220,8 г. Наименьшее образование массы и объема корневой системы отмечалось у гибридов Soyan F₁, Спирит F₁ и сорта Основа 209 – 106,1-119,7 г.

Были определены соответствующие изменения и массы надземной части у опытных растений. Наибольшей массой стебля и листьев обладали гибри-



Рис. 2. Сорт кукурузы сахарной Замин
Fig.2. Sweet corn variety Zamin

Таблица. Урожайность початков сортов и гибридов овощной (сладкой) кукурузы
Table. Yield of cobs of varieties and hybrids of vegetable (sweet) corn

№	Название сортов и гибридов	Урожайность, т/га				Отклонение от стандарта	
		2017	2018	2019	средняя	т/га	%
1.	Эврика (контроль)	8,1	9,0	8,8	8,6	-	100
2.	Замин	9,6	10,3	10,1	10,0	1,4	116,3
3.	SPV 1022	9,1	9,8	9,6	9,5	0,9	110,5
4.	Can. Pedro 2 Inta	9,4	10,2	9,7	9,7	1,1	112,8
5.	Berys	6,7	7,1	6,9	6,9	-1,7	80,2
6.	Leonard's Early	6,1	6,6	7,0	6,5	-2,1	75,6
7.	Основа 209	4,2	4,3	3,8	4,1	-4,5	47,7
8.	Clx3349ys clause	7,0	7,3	7,6	7,3	-1,3	84,9
	P(%)	3,19	2,44	3,90			
	HCP ₀₅	0,71	0,58	0,91			
9.	Хоней Бонтам F ₁ (контроль)	9,1	9,8	9,4	9,4	-	100
10.	Свит стар F ₁	8,6	9,1	8,2	8,6	-0,8	91,5
11.	Спирит F ₁	7,1	7,4	6,8	7,1	-2,3	75,5
12.	Мегатон F ₁	10,2	10,9	10,7	10,6	1,2	112,7
13.	Sentinel F ₁	9,8	10,3	10,0	10,3	0,9	109,5
14.	Baron F ₁	7,3	8,1	7,7	7,7	-1,7	81,9
15.	Soyan F ₁	5,6	6,0	5,1	5,5	-3,9	58,5
16.	Hybrid F ₁	8,5	8,9	8,1	8,5	-0,9	90,4
	P(%)	3,06	3,13	3,18			
	HCP ₀₅	0,75	0,81	0,77			

ды Can Pedro 2 Inta, Leonard's Early, Hybrid F₁, сырая масса стебля у них составила 501,6-560,1 г, а масса свежих листьев – 95,6-130,5 г. Наибольшее количество листьев за счет боковых стеблей достигало 22,6-29,7. Наименьшее количество листьев образовали сорта и гибриды Спирит F₁, Soyan F₁, Хоней Бонтам F₁, Основа – 9,1-9,6. Относительно большее количество листьев образовали сорта и гибриды Baron F₁, Can Pedro 2 Inta, Эврика, Свит стар F₁, Мегатон F₁.

При изучении площади листовой поверхности установлено, что по сравнению с контрольным сортом относительно высокие показатели имели сорта SPV 1022, Berys, Leonard's Early, Clx3349ys clause, а остальные сорта имели сравнительно низкие показатели. Среди гибридов сахарной кукурузы высокие показатели имели Мегатон F₁, Sentinel F₁, Свит стар F₁, Baron F₁, Hybrid F₁.

При сравнении высоты первого сформировавшегося початка на основном стебле у контрольного сорта Эврика этот показатель составил 30,3 см, у сортов Berys, SPV 1022 и Clx3349ys clause – 35,4-41,7 см, у сортов Замин и Основа 209 – 21,3-23,6 см. Наиболее высоко расположенные первые початки наблюдались у сортов Can Pedro 2 Inta, Leonard's Early – 55,0-60,0 см.

У изученных гибридов Sentinel F₁, Hybrid F₁ и Свит стар F₁ первые початки на главном стебле располагались на высоте 32,2-41,1 см, у гибридов Soyan F₁, Мегатон F₁, Хоней Бонтам F₁, Baron F₁ – на высоте 25,0-28,9 см, у гибрида Спирит F₁ высота расположения пер-

вого початка была самой низкой и составила 16,4 см.

При анализе и сравнении показателей урожайности нескольких сортов и гибридов овощной (сахарной) кукурузы были получены довольно различающиеся результаты. Выход товарных початков с каждого растения составил от 1,2 до 2,3 шт. Наибольшее количество товарных початков образовали сорта Замин, Leonard's Early и гибриды Sentinel F₁, Мегатон F₁, у которых показатели достигали до 2,1-2,3 шт. Наименьшее количество товарных початков имели сорт Основа 209 (1,3 шт) и гибриды Спирит F₁ (1,2 шт.), Soyan F₁ (1,5 шт.). По показателю средней массы одного початка высокие результаты показали сорта SPV 1022, Clx3349ysclause, Can Pedro 2 Inta, Замин и достигали 237, 2-244,0 г. Среди изученных гибридов высокие показатели массы одного початка, достигавшие до 220,8-240,2 г, отмечали у гибридов Свит стар F₁, Хоней Бонтам F₁, Hybrid F₁ и Sentinel F₁. У других изученных гибридов она составила 154,9-178,6 г.

Изученные опытные образцы сорта Замин отличались своей скороспелостью (79 дней), образованием большого количества початков (3,2 шт.), выходом товарных початков (2,1 шт.), товарностью и урожайностью (10,0 т/га). Изученный гибрид Мегатон F₁ показал самые высокие результаты по показателям качества и урожайности, по сравнению с другими гибридами он имел больше початков (2,9 шт.), высокий выход товарных початков (2,3 шт.), отличался товарностью и высокой урожайностью (10,6 т/га).

Об авторах:

Собир Тойирович Санаев – доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Иномжан Артикбаевич Сапарниязов – соискатель, автор для переписки, inomjon_saparniyazov@mail.ru

About the authors:

Sobir T. Sanaev – Doc. Sci. (Agriculture), Associate Professor

Inomjan A. Saparniyazov – aspirant, Correspondence Author, inomjon_saparniyazov@mail.ru

• Литература

1. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
2. Новоселов С.Н. Рекуррентный реципрокный отбор: теоретические основы и практическое использование (на примере сахарной кукурузы). Краснодар, 2008. 48 с.
3. Йулдошев Х. Кукуруза. Ташкент, "Узбекистан", 1984. С.116.
4. Азимов Х. Технология возделывания кукурузы на орошаемых гидроморфных почвах Узбекской ССР. Волгоград. 1986. 45 с.
5. Рубцов М.И., Матвеев В.П. Овощеводство. Москва, "Агропромиздат", 1985. 418 с.
6. Sanaev S.T., Saparniyazov I.A. Growth, development and productivity of vegetable (sugar) corn in the conditions of the Republic of Karakalpakstan when grown at different times. *The Way of Science International scientific journal*. 2019;8(66):51.
7. Санаев С.Т., Сапарниязов И.А., Особенности применения гидрогеля при выращивании овощной (сахарной) кукурузы в условиях Каракалпакстана в качестве повторных культур. «Инновационные подходы в решении проблем современного общества». Сборник статей IV международной научно-практической конференции, 15 мая 2019 г., г. Пенза. С.37.
8. Сапарниязов И.А. Технология выращивания сладкой кукурузы в Каракалпакстане. *Вестник Хорезмской академии Маъмуна*. 2021;(5):133.
9. Sanaev S.T., Saparniyazov I.A. The influence of mulching methods on the cultivation, development and productivity of varieties and hybrids of vegetable (sweet) corn in the conditions of Karakalpakstan. *Science and Education in Karakalpakstan*. 2019;3(11):103.
10. Sanaev S.T., Saparniyazov I.A., Rakhmatov I.I. Growing Vegetable (Sweet) Corn Varieties and Hybrids as a Reproductive Crop. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*. 2020;24(1):08-10.

• References

1. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
2. Novoselov S.N. Recurrent reciprocal selection: theoretical foundations and practical use (on the example of sweet corn). Krasnodar, 2008. 48 p. (In Russ.)
3. Yuldoshev H. Corn. Tashkent, "Uzbekistan", 1984. P.116. (In Russ.)
4. Azimov H. Technology of corn cultivation on irrigated hydromorphic soils of the Uzbek SSR. Volgograd. 1986. 45 p. (In Russ.)
5. Rubtsov M.I., Matveev V.P. Vegetable growing. Moscow, Agropromizdat, 1985. 418 p. (In Russ.)
6. Sanaev S.T., Saparniyazov I.A. Growth, development and productivity of vegetable (sugar) corn in the conditions of the Republic of Karakalpakstan when grown at different times. *The Way of Science International scientific journal*. 2019;8(66):51.
7. Sanaev S.T., Saparniyazov I.A., Features of the use of hydrogel in the cultivation of vegetable (sugar) corn in the conditions of Karakalpakstan as repeated crops. "Innovative approaches to solving the problems of modern society". *Collection of articles of the IV international scientific and practical conference*, May 15, 2019, Penza. P.37. (In Russ.)
8. Saparniyazov I.A. Technology of growing sweet corn in Karakalpakstan. *Bulletin of the Khorezm Academy of Mamun*. 2021;(5):133. (In Russ.)
9. Sanaev S.T., Saparniyazov I.A. The influence of mulching methods on the cultivation, development and productivity of varieties and hybrids of vegetable (sweet) corn in the conditions of Karakalpakstan. *Science and Education in Karakalpakstan*. 2019;3(11):103.
10. Sanaev S.T., Saparniyazov I.A., Rakhmatov I.I. Growing Vegetable (Sweet) Corn Varieties and Hybrids as a Reproductive Crop. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*. 2020;24(1):08-10.

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-62-70>
УДК 632.763.79(571.6)

Marina V. Ermak*, Nathalia V. Matsishina,
Petr V. Fisenko

FSBSI "Federal Scientific Center of Agricultural
Biotechnology of the Far East A.K. Chaiki"
30b, Vologenin str., v. Timiryazevsky, Ussuriysk,
Primorsky Territory, Russia, 692539

*Correspondence Author:

ermackmarine@yandex.ru

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

Author Contributions: All authors participated in the design and performance of the experiment, also in the analysis of the experimental data and the preparation of this manuscript.

Acknowledgements: The authors gratefully acknowledge Lyude A. (Niigata University, Niigata, Japan) for her help in the preparation of the illustrative material on the seasonal variation of meteorological elements. The authors also thank Akulova N.I., head of the scientific and technical library (FSBSI "FSC of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki"), for her assistance in the search for literature.

For citations: Ermak M.V., Matsishina N.V., Fisenko P.V. Phenology of the 28-spotted potato ladybird beetle *Henosepilachna vigintioctomaculata* in the south of the Russian Far East. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):62-70. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-62-70>

Received: 17.02.2022

Accepted for publication: 12.04.2022

Published: 25.06.2022

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

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:

ermackmarine@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Благодарности: Авторы выражают искреннюю признательность Lyude A. (Niigata University, Niigata, Japan) за помощь в подготовке иллюстративного материала по сезонным вариациям климата, а также благодарят заведующую НТБ Акулову Н.И. (ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки») за неоценимую помощь в поиске литературных источников.

Для цитирования: Ermak M.V., Matsishina N.V., Fisenko P.V. Phenology of the 28-spotted potato ladybird beetle *Henosepilachna vigintioctomaculata* in the south of the Russian Far East. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):62-70. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-62-70>

Поступила в редакцию: 17.02.2022

Принята к печати: 12.04.2022

Опубликована: 25.06.2022

Phenology of the 28-spotted potato ladybird beetle *Henosepilachna vigintioctomaculata* in the south of the Russian Far East



Abstract

Relevance. The 28-spotted potato ladybird beetle, *Henosepilachna vigintioctomaculata*, causes severe damage to plants of the Solanaceae family in the south of the Russian Far East. Today the application of chemicals is the main method for protecting crops against the potato ladybird beetle. This leads not only to the eradication of the pest, but also to the pollution of agricultural ecosystems and the emergence of potato ladybird beetle populations that are resistant to pesticides. A study on the seasonal cycles of the development of the potato ladybird beetle may help to devise new methods for controlling this pest.

Methods. We conducted laboratory experiments to study the developmental timing of a potato ladybird beetle population. The number of eggs was counted, and then the eggs were placed in Petri dishes. The number of emerged larvae was recorded on a daily basis. The hatched larvae were transferred to glass containers (hereafter rearing cages) in batches of 10. We recorded the dates of the transition from one immature developmental stage to another noting the simultaneity of these transitions. At the onset of the pupal stage, the date was recorded and food was withdrawn from the rearing cages. Scientific observations were carried out on the emergence of young beetles. Field research on the phenology of the potato ladybird beetle was conducted at a field site of 40 m². The timing of the following events was recorded: the emergence of the adult beetles from diapause, the colonization of the potato field, the beginning and the end of oviposition, the emergence of the larvae and the pupae, the flight of the new insect generation.

Results and conclusion. Our laboratory experiment on the immature developmental stages of the potato ladybird beetle revealed that the egg stage was 4-5 days in duration, the larval stage was 16-17 days and the pupal stage was 4-5 days under optimal conditions. We also observed deviations from the mean values, which could be conditioned by external factors. For instance, the duration of embryonic development depended either on humidity or on the time range of hatching from one egg mass. The observed deviations of the developmental timing of the larvae and the pupae were most probably due to the quantity and quality of the available food, and the presence of secondary metabolites and glycoalkaloids in it. The field research on the phenology of the potato ladybird beetle showed that there was only one generation in 2020, but two generations in 2021. After comparing climatic conditions in 2020 and 2021, we concluded that *Henosepilachna vigintioctomaculata* can produce two generations during dry and hot years.

Keywords: the 28-spotted potato ladybird beetle, phenological development, immature developmental stages, ontogeny

Фенология картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* на юге Дальнего Востока

Резюме

Актуальность. На юге Дальнего Востока ощутимый вред растениям семейства Пасленовых (Solanaceae) наносит картофельная коровка *Henosepilachna vigintioctomaculata*. В настоящее время основным средством борьбы с картофельной коровкой является химическая обработка посадок, что приводит не только к уничтожению вредителя, но и к загрязнению агроэкосистем и появлению устойчивых к пестицидам популяций картофельной коровки. Изучение сезонных циклов развития картофельной коровки может помочь в разработке методов борьбы с ней.

Методика исследования. Для изучения сроков развития популяции картофельной коровки проводятся лабораторные эксперименты. Подсчитанные яйца помещали в чашки Петри, ежедневно фиксировали появление личинок. Отродившихся личинок пересаживали в стеклянные сосуды по 10 особей. При переходе с одной преимагинальной стадии на другую фиксировалась дата и кучность смены возраста. С наступлением фазы куколки фиксировалась дата, из садков убирался корм. Велось наблюдение за выходом молодых жуков. Полевые исследования по фенологии картофельной коровки проводились на стационарном участке 40 кв. м. Отмечались сроки выхода взрослых особей из диапаузы, заселение ими посадок картофеля, начало и конец откладки яиц, сроки появления личинок и куколок, лёт молодого поколения.

Результаты и заключение. В ходе лабораторного эксперимента при изучении преимагинальных стадий развития при оптимальных условиях было установлено, что стадия яйца длится 4-5 суток, стадия личинки 16-17 суток, куколки 4-5 суток. Также были выявлены отклонения от средних значений, которые связаны с внешними факторами. Так увеличение срока эмбриогенеза зависит от влажности либо от растянутости сроков отраждения из одной яйцекладки. Отклонение сроков развития личинок и куколок, скорее всего, связано с количеством и качеством пищи, содержанием в ней продуктов вторичного обмена и гликоалкалоидов. При изучении фенологии в полевом эксперименте было установлено, что в 2020 году картофельная коровка дала одну генерацию, а в 2021 – две. Сравнивая климатические условия 2020-2021 годов можно предположить, что в более сухие и жаркие года *Henosepilachna vigintioctomaculata* дает два поколения.

Ключевые слова: картофельная коровка, фенология развития, преимагинальные стадии, онтогенез

Introduction

Physiological responses of living organisms to temperature have been generating considerable interest in scientific literature for more than a hundred years. The main discussion focuses on the metabolic theory of ecology (MTE), where body temperature and body weight are fundamental factors that determine the rate of central life processes, namely metabolism, development, reproduction, population growth, species diversity and even the rate of ecosystem processes such as phenology and population dynamics [1]. For cold-blooded organisms, including insects, the impact of the interrelationship between temperature of their surroundings and their development, survival, reproduction ranges from a daily or even an hourly effect on some individuals to the seasonal patterns of phenology [2][3], population dynamics [4][5], and species distribution [6][7][8]. Models that are aimed at predicting how temperature will impact these processes should consider the non-linear character of thermal responses [7,9,10] and their intraspecific and intrapopulation variation.

Intraspecific variation in development rates among individuals in a population [11] affects the observed distribution of phenological events in these populations. Thermal responses are often distributed asymmetrically. They can thus change the timing of life stage transitions [12] and influence its demographic consequences. In this regard, it is necessary to constantly monitor the processes occurring in insect populations in general and in phytophagous insect populations in particular.

There are contradictory data on the number of generations, population dynamics and the phenology of the 28-spotted potato ladybird beetle in Primorsky krai despite the fact that *Henosepilachna vigintioctomaculata* is a widespread pest of agricultural crops in the south of the Russian Far East.

The study on the potato ladybird beetle has always received much attention. For instance, Gusev G.V. [19] and Antipova L.K. [20] considered the potato ladybird beetle to be a new species in the fauna of the Russian Far East. By contrast, Kurentsov A.I. [21] noted that *H. vigintioctomaculata* is a typical representative of the Manchurian fauna, whose habitat includes mixed conifer forests and temperate broad-leaf forests. After inspecting a collection of potato ladybird beetles from different locations in Primorsky krai, Ivanova A.N. [22] reached the conclusion that the potato ladybird beetle is an indigenous species of the Russian far-eastern fauna.

Many researchers report the presence of the potato ladybird beetle in several districts of Khabarovsk krai, Amur and Sakhalin oblast and the Jewish autonomous oblast [15][16][17]. This insect is also found in Korea, north-eastern and central China, Japan, India, Vietnam and Nepal [18][19]. The expansion of the habitat range of the potato ladybird beetle can be explained by an increase in the area of land under potato cultivation and by a change in preferences of this phytophagous for a new food source plant. In 1964, the habitat range of the potato ladybird beetle encompassed all districts of Primorsky krai, also Khabarovsk krai, the Jewish autonomous oblast, Amur oblast, the southern districts of Sakhalin Island and the south of the Kuril Islands [23,24,25].

The time when adult beetles emerge from diapause depends on climatic and weather conditions in a particular location. The emergence from diapause starts at +11°C +15°C and the peak of activity is observed at +20°C. This coincides with the time when the Asian bird cherry, *Padus asiatica*

(Kom.) and the Ussurian pear, *Pyrus ussuriensis* (Maxim.), begin to blossom. After the emergence from diapause, the potato ladybird beetle can be found on such plants as spike-nard, oak, hazel, birch and jasmine. Then it moves to common weeds in fields (e.g. field sowthistle, *Sonchus arvensis* L., and black nightshade, *Solanum nigrum* L.). After weeds, adult beetles start to feed on potato, also cucumber and tomato, on leaves of common bean, soybean, marrow and squash [26,27,28].

Potato ladybird beetles are polygamous and mate several times during summer. Females that were inseminated earlier in autumn and spring can start oviposition without additional mating [17]. Overwintered females have a small volume of fat body. In spring, with an increase in temperature, they start to feed intensively and grow fat incessantly. Intense oviposition begins approximately on the 25th day after hibernation termination and the fat body volume decreases [29]. The potato ladybird beetle begins to oviposit from the end of the first ten-day period of June. Its egg masses are compact and usually contain 15-30 eggs, rarely from 50 to 70 eggs. One female can lay 200-500 eggs in average. The potato ladybird beetle oviposits predominantly on the undersides of potato leaves or on weeds, such as common dayflower, *Commelina communis* L., couch grass, *Agropyron repens* L., field sowthistle, *Sonchus arvensis* L., and field bindweed, *Convolvulus arvensis* L. [30].

Embryonic development depends on temperature and humidity and lasts usually from 6 to 10 days under the conditions of Primorsky krai but its duration can be 4-5 days in some cases. Under laboratory conditions, the duration of this stage is 7-9 days at 21-22°C and 75-80% humidity, but 4-6 days at 23-25 °C. Larval cohorts stay close to each other at first and begin to crawl away in 2-3 days. Larvae molt through 4 instars and develop from 20 to 24 days. The development of larvae lasts 24 days at 19-20°C and 20 days at 20-22 °C. The pupal stage is 6-9 days in duration [29][30].

Oviposition takes place over a long period of time, i.e. from the first ten-day period of June to the beginning of August. For this reason, young beetles continue to emerge until mid-September. This can create a wrong impression of a higher number of generations. For example, Vulfson R.I. [26] and Ivanova A.N. [22] suppose that the potato ladybird beetle produces one generation. By contrast, Panyukhov G.A., Bosenko L.I. [29], Simakova T.P. [30] identify 2 generations.

Young beetles migrate from potato fields to other crops (cucumber, eggplant, tomato) when potato is harvested in the end of August. In September, when there are no usual fodder plants for the potato ladybird beetle, this pest starts to feed on woody plants, which grow around potato fields. Young beetles move to overwintering sites in the second part of September. According to Ivanova A.N. [22], ladybird beetles do not fly deep into the taiga and do not cluster at their overwintering sites. They prefer to disperse in leaf litter at a density of 0.1-1.5 beetles per 1 m² not far away from potato fields, or they can stay under old potato stems and leaves in the fields.

To study the patterns of changes in insect population size, it is advisable to use logic models, which are based on the understanding of how a population responds to changes in various environmental and biological factors. According to systems theory, all biological systems are formed by subsystems [31]. The systems of a lower order serve as components to the systems of a higher order, thus the state of the former affects the latter. A study on the individual role of ecological

and biological factors in insect population dynamics from the perspective of systems theory can help to discover the ecological mechanisms of changes in population structure and to provide rationale for the optimization of pest control measures against phytophagous insects [32].

Methods

A laboratory colony of *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky) was formed in 2019. Adult ladybird beetles were collected at different locations in Primorskykrai. For the introduction into the insectarium culture, we collected adult beetles, egg masses and larvae in their natural habitats: on linden, *Tilia amurensis*, bird cherry, *Padus asiatica*, potato, *Solanum tuberosum*, tomato, *Solanum lycopersicum*, and eggplant, *Solanum melongena*. To maintain polymorphism of the lines, adult beetles were collected in nature in 2020 and 2021 and then introduced into the culture.

Standard methods for maintaining and propagating insect cultures were used to optimize environmental parameters, population density and food supply [33]. When creating the laboratory population, we considered the parameters of minimum mortality, minimum change in forms and maximum fecundity. To achieve an ecological optimum, the culture was stabilized. This excluded uncontrollable factors and seasonal fluctuations. The dynamics of daily and seasonal temperatures and humidity was also excluded. The insects developed in the rearing cages at $26 \pm 1.05^\circ\text{C}$ and at 75–80 % humidity. These conditions were maintained during both day and night. The photoperiod was set to 18 h light / 6 h dark. The rearing cages were placed on stands with timer delay. The racks were equipped with the grow lights Quantum line ver. 1 (lm281b + pro 3000K + SMD 5050, 660 nm) (Samsung, Japan). The split system Rovex RS-07MST1 / RS-07MST1 (Aux Air, China) kept the temperature constant. The aerator AceLine TFSL-6 (China) was used for aeration, which was an element of the microclimate. Humidity was controlled by POLARIS PUH 9105 IQ (China). The laboratory insects were reared on leaves of potato variety Smak, which was grown in soil in a culture room at $26 \pm 1.5^\circ\text{C}$ and 75–80 % humidity with a 18-h photoperiod. We selected egg masses with more than 25 eggs for the experiment. The egg masses were reared in Petri dishes on filter paper, which was moistened with autoclaved distilled water

when necessary. We examined the egg masses twice a day until the emergence of the larvae. Scientific observations were carried out during the incubation period to determine the mortality rate and the simultaneity of the larval emergence. We selected active light-yellow larvae with dark satae, showing no symptoms of an infection and having the percentage of emergence close to 100 % [33][34]. The larvae were transferred in batches of 10 to 80 ml glass containers, which were covered with cotton cloth. Fresh leaves of potato variety Smak served as a forage plant and were provided to the larvae every day. We recorded the duration of the larval stage and the timing of each molting and transition to the next instar. The pre-pupal stage began when the larvae stopped feeding and became less active. After the pre-pupa was attached to the surface of a container or to the filter paper, the pupation started. We recorded the begging of the stage of the pupa, which differed morphologically from the pre-pupa, and determined the duration of this stage [35][36].

Field research on the phenology of the potato ladybird beetle was conducted on a 40 m² field site in Timiryasevskij settlement, Ussuriysk district, Primorsky krai. The records were made twice a week. The timing of the following events was recorded: the emergence of the adult beetles from diapause, the colonization of the potato field, the beginning and the end of oviposition, the emergence of the larvae and the pupae, the flight of the new insect generation.

Results and discussion

Sixty-six egg masses were described in our research. The mean number of eggs per one mass was 26. The hatched larvae were divided in 110 families: 10 larvae in each family. The study on the immature developmental stages of the potato ladybird beetle revealed that the egg stage was 4–5 days in duration, the larval stage was 16–17 days and the pupal stage was 4–5 days (Figure 1). The standard deviation was ± 1.59 at the egg stage but we also identified several egg masses, whose developmental time increased to 11–12 days. This could be conditioned either by an insufficient moisture content of the filter paper, which might have increased the duration of the larval emergence, or by a wide time range of hatching from one egg mass (which is the norm for most of the insect populations) [33]. At the larval stage, two groups of the larvae were

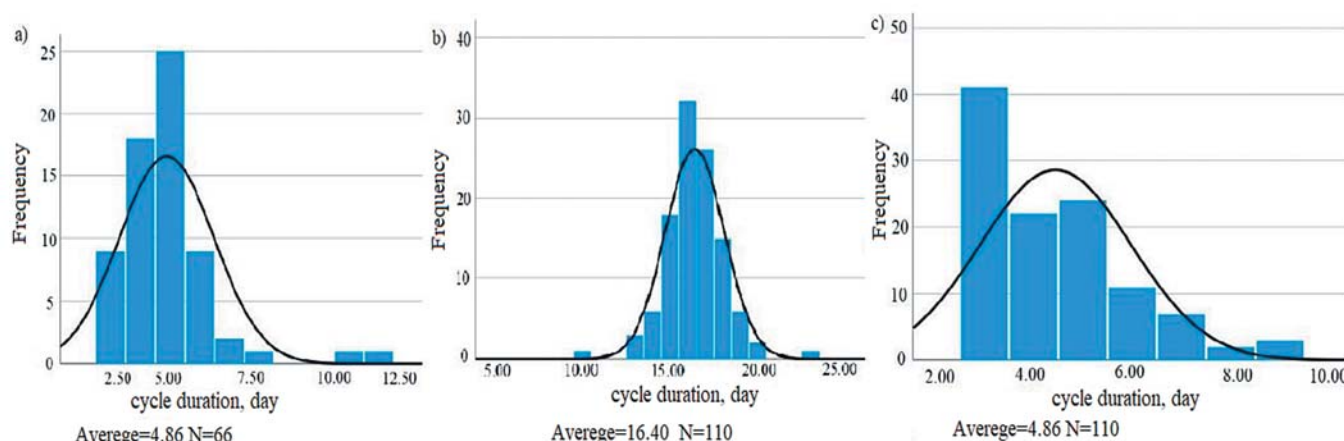


Рис. 1. Сроки развития преимагинальных стадий развития картофельной коровки. а) стадия яйца б) стадия личинки в) стадия куколки (IBM SPSS Statistics Subscription)
Fig. 1. The developmental time of the potato ladybird beetle at different immature stages: а) egg stage, б) larval stage, в) pupal stage (IBM SPSS Statistics Subscription)

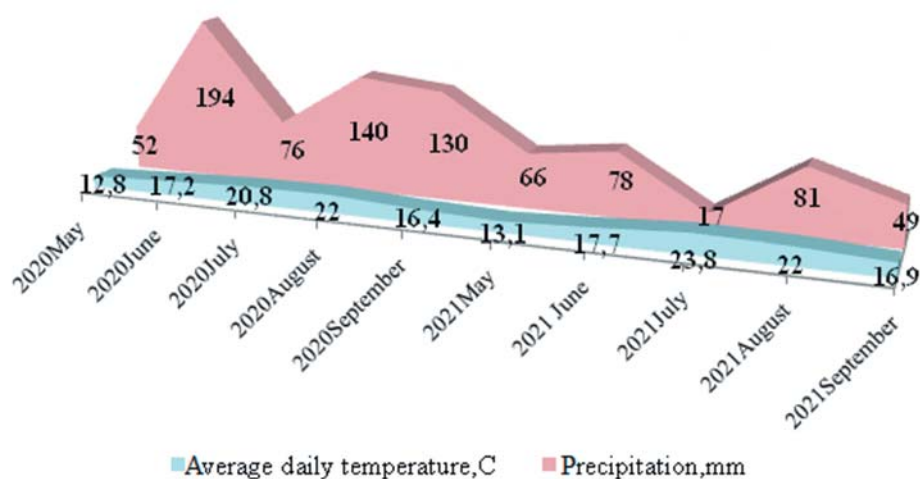


Рис. 2. Среднесуточные показатели температуры и среднеемесячные показатели количества осадков в 2020-2021гг (по данным агрометеостанции пос. Тимирязевский)
Fig.2. Daily mean temperatures and monthly precipitation amounts in 2020-2021 (according to the agrometeorological station in stl. Timiryazevskij)

identified, the development time of which was significantly shorter or longer compared to the average values obtained for this stage. Presumably, the quality and quantity of the food were responsible for it (the amount of nutrients, the availability of secondary metabolites, in particular glycoalkaloids). At the pupal stage, the developmental time also increased, which could be explained by the amount of the nutrients that were consumed by the insects at the larval stage. There are data on the influence of forage plants on the duration of the ontogeny of the 28-spotted potato ladybird beetle [37,38]. Moreover, analogous correlations were discovered for other insect species. For example, the turnip sawfly, (*Athalia colibri* Christ.) when feeding on immature cabbage, develops from a young larvae to an adult insect in 18 days at 28°C and in 35.6 days at 17.7 °C. Although when the turnip sawfly feeds on mature cabbage at the same temperatures, it needs 22 and 39.3 days respectively to fully develop [39]. The influence of food on the development was discovered for the spongy moth (*Porthetria*

dispar L.), the grape phylloxera (*Phylloxera vastatrix*, Planch) and Aphis laburni [40, 41, 42, 43].

The laboratory experiment allowed determining the timing and duration of different developmental stages of the potato ladybird beetle at constant temperature and humidity. Climatic conditions are rarely so stable in nature. For this reason, we conducted a field experiment and a study on the stages of ontogeny under the conditions of changeable environmental factors.

When conducting field research, environmental factors such as temperature and precipitation amounts should be considered. They can significantly affect the timings of phenology and ontogeny in general. After comparing daily mean temperatures and monthly precipitation amounts in 2020-2021 (Figure 2), the conclusion can be reached that the year 2020 was cold and rainy. This affected the duration of the ontogenetic stages and the timings when the adult beetle emerged from diapause and oviposited.

Таблица 1. Фенология развития картофельной коровки в Приморском крае (п. Тимирязевский) в 2020 году
Table 1. Phenology of the development of the potato ladybird beetle in Primorskykrai (stl. Timiryazevskij) in 2020

Months (I-XII) / ten-day periods (1-3)																		
V			VI			VII			VIII			IX			X			XI-IV
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	-
■	■	●	●	●	●	●	●	●										
				○	○	○	○											
				■	■	■	■	■										
						□	□	□	□									
								●	●	●	●	●	●	■	■	■	■	■
								○	○	○	○							
								■	■	■	■							

Legend. ● – active adult beetles; ■ – adult beetles in diapause; ○ – egg; ■ – larva; □ – pupa

In 2020, the first potato sprouts appeared on May 20th. The synchronous emergence of the potato ladybird beetle from diapause was recorded on May 23d (Table 1). The colonization of the potato field was observed during the first and the second ten-day period of June. After colonizing the potato field, the overwintered adult beetles started to oviposit. The larvae of the first generation were observed from the second ten-day period of June to the third ten-day period of July. The pupae could be found from the first ten-day period of July to the first ten-day period of August. The young beetles of the second generation were observed from the third ten-day period of July to the second ten-day period of September. A part of the second-generation beetles laid eggs, which hatched later. The larvae began to die in the first ten-day period of September. The adult beetles started to prepare for diapause from the second ten-day period of September. They began to feed on woody plants, which grew near the potato field.

In 2021, the synchronous emergence of the potato ladybird beetle from diapause was recorded on May 18-20th (Table 2). The first potato sprouts appeared on May 19th. The first signs of the insect damage that was caused by the potato ladybird beetle were observed on May 20-21st. The first egg masses were found during the second ten-day period of June after the additional feeding phase. The larvae of the first generation could be observed from the end of the second ten-day period of June. The synchronous pupation of the larvae took place during the second and third ten-day period of July. The emergence of the second beetle generation was recorded from the third ten-day period of July to the first and the second ten-day period of August. The young beetles of the second generation oviposited until the first ten-day period of September inclusive. The emergence of the young beetles of the third generation was recorded

during the third ten-day period of August. The egg masses and the larvae of the first and the second instar were also observed during this period. Daily mean temperatures started to decrease (17°C) from the end of the second ten-day period of September. For this reason, the developing larvae died, the adult beetles were preparing to enter diapause and moved from the potato fields to nearby forests.

After comparing the phenology of the potato ladybird beetle in 2020 and 2021, we reached the conclusion that the potato ladybird beetle had two generations in 2021. Presumably, the potato ladybird beetle produces more than one generations in hot summers. We could also observe the second and the third generations overlapping. This can create a wrong impression of a higher number of generations. This issue requires further research.

There is a vast amount of foreign literature on the phenology of the potato ladybird beetle and its closely related species. Kohji Hirano made a significant contribution. His works provide an opportunity to compare the life cycles of the potato ladybird beetle in Primorsky krai and Japan. According to Hirano, the potato ladybird beetle has two generations in Japan. Moreover, the phenology of this phytophagous insect is similar to the phenological data that we obtained in 2021 (Table 3) [44].

Unfortunately, we could not find foreign literature on the period in question, though a comparison of climate features in Japan and Primorsky krai showed that the weather conditions of these two regions are very similar with only minor humidity fluctuations (Fig.3).

Thus, the conclusion can be reached that the potato ladybird beetle can have two generations per year in warm climate regions. Although physical environmental factors jointly affect

Таблица 2. Фенология развития картофельной коровки в Приморском крае (п. Тимирязевский) в 2021 году
Table 2. Phenology of the development of the potato ladybird beetle in Primorsky krai (stl. Timiryazevskij) in 2021

Months (I-XII) / ten-day periods (1-3)																		
V			VI			VII			VIII			IX			X			XI-IV
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	-
■	■	●	●	●	●	●	●											
				○	○	○	○											
				■	■	■	■	■										
						□	□	□	□									
								●	●	●	●	●	●	■	■	■	■	■
								○	○	○	○							
								■	■	■								
									□	□								
									●	●	●	●	■		■	■	■	■
										○								
										■	■							

Legend. ● – active adult beetles; ■ – adult beetles in diapause; ○ – egg; ■ – larva; □ – pupa

Таблица 3. Фенология развития картофельной коровки в Японии, Fujimaki (Hirano, 1995)
Table 3. Phenology of the development of the potato ladybird beetle in Japan, Fujimaki (Hirano, 1995)

Months (I-XII) / ten-day periods (1-3)																		
V			VI			VII			VIII			IX			X			XI-IV
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	-
■	■	●	●	●	●	●	●											
				○	○	○	○											
				■	■	■	■	■										
						□	□	□	□									
								●	●	●	●	●	●	■	■	■	■	■
									○	○	○	○						
									■	■	■							
										□	□							
										●	●	●	●	■	■	■	■	■
											○							
											■	■						

Legend. ● – active adult beetles; ■ – adult beetles in diapause; ○ – egg; ■ – larva; □ – pupa

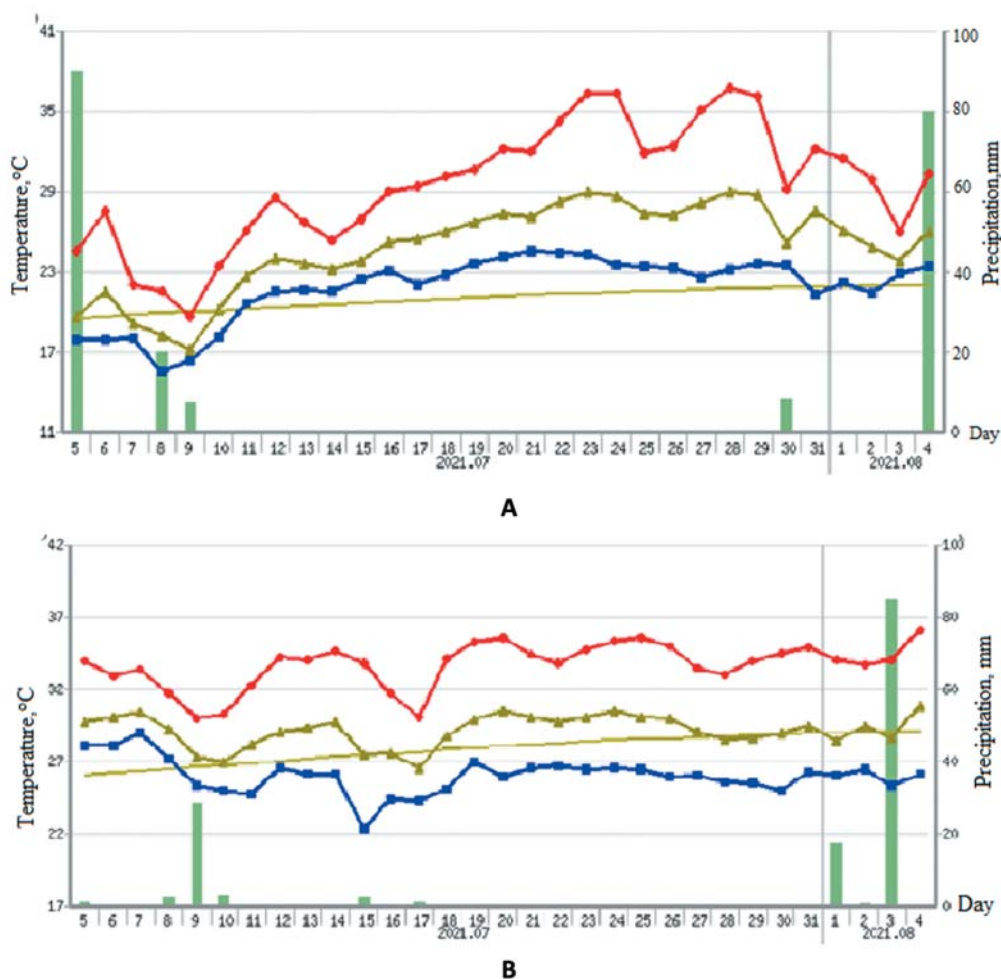


Рис. 3. Месячная вариация метеорологических элементов в Фудзимики и Тимирязевском (А – Тимирязевский, В – Фудзимики)

Зеленая, красная и синяя линии показывают средние месячные значения среднесуточной, максимальной и минимальной температуры, соответственно. Зеленые столбики показывают месячное количество осадков и месячную продолжительность солнечного сияния, соответственно (по данным Японского метеорологического агентства [45]).

Fig. 3. Monthly variation of meteorological elements in Fujimaki and Timiryazevskij (A – Timiryazevskij, B – Fujimaki)

The green, red and blue lines indicate monthly averages of daily mean, maximum and minimum temperatures, respectively. The green bars show monthly precipitation amounts and monthly sunshine durations, respectively (according to Japan Meteorological Agency [45]).

insects, the individual impact of each factor differs. Insects are poikilotherms and their body temperature depends largely on the temperature of their surroundings. Environmental temperatures determine the metabolic rates of insects, also their development rates, longevity and fertility, the number of their generations, their feeding rate and behavioral responses [46]. The effect of temperature is inseparable from the influence of humidity.

Temperature has both a direct and an indirect effect on a population and its viability. When temperature values deviate rapidly from the ecological optimum, it directly affects individuals in a population and causes death. The indirect effect occurs mainly through fodder plants [47]. This is conditioned by impossibility to satisfy the ontogenetic needs of a species and by changes in the character of hygrothermal factors in the optimum zone [48].

Additionally, climate variability has increased over the last decades and will continue to do so according to projections. This will lead to an increase in the duration, intensity and frequency of extreme climatic events [49][50], which may significantly affect functions of ecosystems [51][52][53]. For example, an increase in day length combined with extreme heat led to a reduction in the diversity of bumblebees [54], which are important pollinators of agricultural crops [55][56]. A recent meta-analysis of weather events in the wild showed that high resistance was rare among populations and many of them could not recover after exposure to severe weather events despite the fact that many species had compensatory mechanisms for mitigating negative consequences [57].

Climate variables can produce a synergistic effect, which is greater than additive effect of each separate variable on the environment [58,59] and thus creates “ecological surprises”

when the decline of a population is extreme [60]. Although an ecological response to extreme climatic events is often negative (e.g. reduction in population size), such consequences can be minor [61], and some climatic variables can also be antagonistic, which leads to a positive ecological response [62]. For this reason, the prediction of ecological responses to climatic events requires the understanding of mechanisms regulating these processes. Therefore, our data can be useful for predicting changes in population size for the potato ladybird beetle. It is logical to assume that a higher number of pest generations may facilitate the accumulation of this pest in an ecosystem. In consequence, a higher number of beetles will enter diapause (a considerable part of females can be inseminated in autumn). This may trigger a pest population outbreak in spring causing severe damage to potato crops during sprouting.

As for other negative factors, which affect the population size of the phytophagous insect (scarce food resources, a low nutritional value of forage plants during drought periods), a higher number of generations allows the pest to maintain a sufficient population size. This demonstrates the ecological plasticity of the phytophagous insect under the unstable conditions of monsoon climate in its habitat.

In conclusion, our research is the first step towards understanding how the interrelation between processes, which depend on density, and abiotic variations affects population dynamics. This interrelation is also an example of a model that describes phenological responses to temperature. The model predicts the patterns of changes in population size. Such predictions can be verified by census data. We showed that this scheme, which was parametrized by empirical data on the events of the life cycle, could reflect complex dynamics observed under field conditions.

Об авторах:

Марина Владимировна Ермак – младший н.с. лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, автор для переписки, ermackmarine@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-37278634>

Наталья Валериевна Мацишина – кандидат биол. наук, старший н.с. лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, mnathalie134@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0165-1716>

Петр Викторович Фисенко – кандидат биол. наук, ведущий н.с. и.о. зав. лабораторией селекционно-генетических исследований полевых культур, phisenko@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1727-4641>

About the authors:

Marina V. Ermak – Junior Researcher, Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, Correspondence Author, ermackmarine@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-37278634>

Nathalia V. Matsishina – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, mnathalie134@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0165-1716>

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

• Литература

1. Brown J.H., Gillooly J.F., Allen A.P., Savage V.M., West G.B. Toward a metabolic theory of ecology. *Ecology*. 2004;(85):1771–1789.
2. Schwartz M.D. Green-wave phenology. *Nature*. 1998;(394):839–840.
3. Visser M.E., Both C. Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. *Proceedings of the Royal Society B. The Royal Society*. 2005;(272):2561–2569. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3356>
4. Logan J.D., Wolessensky W., Joern A. Temperature-dependent phenology and predation in arthropod systems. *Ecological Modelling*. 2006;(196):471–482. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.02.034>
5. Yang L.H., Rudolf V.H.W. Phenology, ontogeny and the effects of climate change on the timing of species interactions. *Ecology Letters*. 2010;13(1):1–10. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01402.x>
6. Bentz B.J., Régnière J., Fettig C.J., Hansen E.M., Hayes J.L., Hicke J.A., Kelsey R.G., Negrón J.F., Seybold S.J., Climate change and bark beetles of the western United States and Canada: direct and indirect effects. *BioScience*. 2010;60(8):602–613.

7. Regniere J., Logan J.A. In: Schwartz M.D. (Ed.). *Animal life cycle models. Phenology: An Integrative Environmental Science*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers; 2003. pp. 237–254.
8. Sparks T.H., Carey P.D. The responses of species to climate over two centuries: an analysis of the Marshamphenological record, 1736–1947. *Journal of Ecology*. 1995;83(2):321–329. <http://dx.doi.org/10.2307/2261570>
9. Schaalge G.B., van der Vaart H.R. In: McDonald L., Manly B., Lockwood J., Logan J. (Eds.) Relationships among recent models for insect population dynamics with variable rates of development. *Estimation and analysis of insect populations. Lecture Notes in Statistics*. 1988;(55):299–312.
10. Smerage G.H. In: McDonald L., Manly B., Lockwood J., Logan J. (Eds.). Models of development in insect populations. *Estimation and analysis of insect populations. Lecture Notes in Statistics*. 1988;(55):313–331.
11. Yurk B.P., Powell J.A. Modeling the effects of developmental variation on insect phenology. *Bulletin of Mathematical Biology*. 2010;(76):1334–1360. <https://doi.org/10.1007/s11538-009-9494-7>

12. Gilbert E., Powell J.A., Logan J.A., Bentz B.J. Comparison of three models predicting developmental milestones given environmental and individual variation. *Bulletin of Mathematical Biology*. 2004;(66):1821–1850. <https://doi.org/10.1016/j.bulm.2004.04.003>.
13. Bellows T.S.Jr. Impact of developmental variance on behavior of models for insect populations I. Models for populations with unrestricted growth. *Researches on Population Ecology*. 1986;28(1):53–62. <https://doi.org/10.1007/BF02515536>
14. Powell J.A., Bentz B.J. Connecting phenological predictions with population growth rates for mountain pine beetle, an outbreak insect. *Landscape Ecology*. 2009;24(5):657–672. <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-009-9340-1>
15. Шаблювский В.В. Двадцативосьмипятнистая картофельная коровка. Распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в СССР в 1963 г. *Тр. ВИЗР*. Л., 1964;(22):301-304.
16. Гусев Г.В. Картофельная коровка и меры борьбы с ней. Южно-Сахалинск, 1953. 16 с.
17. Кузнецов В.Н. О фауне кокциnellид (Coleoptera, Coccinellidae) Приморского края. Роль насекомых в лесных биоценозах Приморья. Владивосток, 1972. С.176-185.
18. Букасов С.М., Камераз А.Я. Селекция и семеноводство картофеля. М.: Колос, 1972. 359 с.
19. Гусев Г.В. Сезонные изменения в питании 28-пятнистой картофельной коровки. Вопросы сельского и лесного хозяйства Дальнего Востока. Владивосток, 1956;(1):81-94.
20. Антипова Л.К. Устойчивость картофеля к эпиплахне. *Сад и огород*. 1950;(8):34.
21. Куренцов А.И. Новые данные по биологии картофельной коровки. Тр. Горнотажной станции Дальневосточного филиала Академии наук СССР. Владивосток, 1946. Т.5. С.257-266.
22. Иванова А.Н. Картофельная коровка на Дальнем Востоке. Владивосток, 1962. 54 с.
23. Вавилов Л.Н. 28-пятнистая коровка – опасный вредитель картофеля. *Защита растений от вредителей и болезней*. 1957;(1):53.
24. Шаблювский В.В., Гусев Г.В. Картофельная коровка. Защита растений от вредителей и болезней. 1964;(2):24-25.
25. Кузнецов В.Н. Кокциnellиды (Coleoptera, Coccinellidae) Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 1997. 48 с.
26. Вульфсон Р.И. К биологии 28-точечной картофельной коровки в Дальневосточном крае. Вестник ДВФ АН СССР. Владивосток, 1936;(19):153-164.
27. Вронских Г.Д. Изменение жирового обмена 28-точечной картофельной коровки под влиянием хемостерилиантов. Бюлл. ВИЗР. Л. 1974;(30):43-48.
28. Радыгина Л.Ф. Особенности размножения 28-точечной картофельной коровки в Приморском крае. Защита растений в сельском и лесном хозяйствах Дальнего Востока. Уссурийск, 1977. 28–30 с.
29. Пантюхов Г.А., Босенко Л.И. О картофельной коровке. *Защита растений*. 1969;(2):51.
30. Симакова Т.П. Влияние температуры и фотопериода на рост личинок 28-пятнистой коровки (*Epilachna vigintioctomaculata* Motsch.). Биология некоторых видов вредных и полезных насекомых Дальнего Востока. Владивосток, 1978. С.127-130.
31. Колычева Р.В., Соколова В. В. Биологические системы (современная концепция): тексты лекций для студентов естественно-географического факультета. Воронеж: ВГПУ, 2006. 52 с.
32. Пучковский С.В. Избыточность живых систем: понятие, определение, формы, адаптивность. *Журнал общей биологии РАН*. 1999;(60):642–652.
33. Злотин А.З. Техническая энтомология. Киев: «Наукова думка», 1989. 183 с.
34. Вилкова Н.А., Асякин Б.П., Нефедова Л.И., Верещагина А.Б., Иванова О.В., Раздубурдин В.А., Фасулати С.Р., Юсупов Т.М. Методы оценки сельскохозяйственных культур на групповую устойчивость к вредителям. СПб, 2003. 111 с.
35. Шапиро И.Д., Вилкова Н.А., Слепян Э.И. Иммуитет растений к вредителям и болезням. Л., Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1986. 191 с.
36. Павлюшин В.А. Проблема биологической защиты растений от колорадского жука. Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. М., 2000. С.45-48.
37. Мацишина Н.В., Шайбекова А.С., Богинская Н.Г., Собко О.А., Волков Д.И., Ким И.В. Предварительная оценка сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции на устойчивость к картофельной двадцативосьмиточечной коровке *Henosepilachna vigintioctomaculata* Motch. в Приморском крае. *Овощи России*. 2019;(6):116-119. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-116-119>
38. Мацишина 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>
39. Степанова Л.А. К вопросу о роли пищевого фактора в массовом размножении листогрызущих вредителей крестоцветных овощных культур. *Энтомол. обозр.* 1961;40(3):512-520.
40. Эдельман Н.М. Пути использования кормовой специализации непарного шелкопряда в целях обоснования профилактических мероприятий. *Зоолог. журн.* 1957;36(3).
41. Эдельман Н.М. Оценка влияния отдельных компонентов корма на развитие насекомых фитофагов при воспитании их на искусственных средах. *Зоолог. журн.* 1962;41(7).
42. Ларченко К.И. Развитие и поведение филлоксеры в зависимости от условий питания. *Тр. ВИЗРа*, 1949. №2.
43. Яхонтов В.В. О значении осмотического давления клеточного сока в иммунитете растений к насекомым. Сб. Иммуитет растений к заболеваниям и вредителям. Сельхозгиз. М., 1956.
44. Hirano K. Population dynamics of a Phytophagous Lady-Beetle, *Epilachna vigintioctopunctata* (Fabricius), living in spatio-temporally heterogeneous habitats. III. Effects of habitat structure on populations Dynamics. *Res. Popul. Ecol.* 1995;37(2):185-195.
45. https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/longfcs/en/tourist_japan.html.
46. Sharov A. Quantitative Population Ecology. Dept. of Entomology. Virginia Tech, Blacksburg, VA (online lectures). 1997.
47. Заматайлов А.С., Попов И.Б., Белый А.И. Экология насекомых. Электронный курслекций. Краснодар; 2012. 111 с.
48. Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В., и др. Под ред. Черникова В.А. и Чекереса А.И. Агроэкология. М.: Колос, 2000. 536 с.
49. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. Доступно: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
50. Seneviratne S.I., Donat M.G., Mueller B., Alexander L. V. No pause in the increase of hot temperature extremes. *Nat. Clim. Chang.* 2014;4(3):161-163. <https://doi.org/10.1038/nclimate2145>
51. Du L., Mickle N., Zou Z., Huang Y., Shi Z., Jiang L., McCarthy H.R., Liang J., Luo Y. Global patterns of extreme drought-induced loss in land primary production: identifying ecological extremes from rain-use efficiency. *Sci. Total Environ.* 2018;(628–629):611-620. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.114>
52. Sheldon K.S., Dillon M.E. Beyond the mean: biological impacts of cryptic temperature change. *Integr. Comp. Biol.* 2016;56(1):110-119. <https://doi.org/10.1093/icb/icw005>
53. Zhang Y., Peng C., Li W., Fang X., Zhang T., Zhu Q., Chen H., Zhao P. Monitoring and estimating drought-induced impacts on forest structure, growth, function, and ecosystem services using remote-sensing data: recent progress and future challenges. *Environ. Rev.* 2013;21(2):103-115. <https://doi.org/10.1139/er-2013-0006>
54. Soroye P., Newbold T., Kerr J. Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents. *Science*. 2020;367(6478):685-688. <https://doi.org/10.1126/science.aax8591>
55. Garratt M.P.D., Coston D.J., Truslove C.L., Lappage M.G., Polce C., Dean R., Biesmeijer J.C., Potts S.G. The identity of crop pollinators helps target conservation for improved ecosystem services. *Biol.*

Conserv. 2014;169(100):128-135.

<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.001>

56. Saunders M.E. Insect pollinators collect pollen from wind-pollinated plants: implications for pollination ecology and sustainable agriculture. *Insect Conserv. Divers.* 2018;11(1):13-31.

<https://doi.org/10.1111/icad.12243>

57. Neilson E.W., Lamb C.T., Konkolic S.M., Peers M.J.L., Majchrzak Y.N., Doran-Myers D., Garland L., Martinig A.R., Boutin S. There's a storm a-coming: ecological resilience and resistance to extreme weather events. *Ecol. Evol.* 2020;10(21): 12147-12156.

<https://doi.org/10.1002/ece3.6842>

58. Crain C.M., Kroeker K., Halpern B.S. Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecol. Lett.* 2008;11(12):1304-1315.

<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01253.x>

59. Roland J., Matter S.F. Pivotal effect of early-winter temperatures and snowfall on population growth of alpine *Parnassius smintheus* butterflies. *Ecol. Monogr.* 2016;86(4):412-428.

<https://doi.org/10.1002/ecm.1225>

60. Christensen M.R., Graham M.D., Vinebrooke R.D., Findlay D.L., Paterson M.J., Turner M.A. Multiple anthropogenic stressors cause ecological surprises in boreal lakes. *Glob. Chang. Biol.* 2006;12(12):2316-2322.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01257.x>

61. Maxwell S.L., Butt N., Maron M., McAlpine C.A., Chapman S., Ullmann A., Segan D.B., Watson J.E.M. Conservation implications of ecological responses to extreme weather and climate events. *Divers. Distrib.* 2019;25(4):613-625. <https://doi.org/10.1111/ddi.12878>

62. Jackson M.C., Loewen C.J.G., Vinebrooke R.D., Chimimba C.T. Net effects of multiple stressors in freshwater ecosystems: a meta-analysis. *Glob. Chang. Biol.* 2016;22(1):180-189.

<https://doi.org/10.1111/gcb.13028>

• References

15. Shabliovskiy V.V. The 28-spotted potato ladybird beetle. Distribution of pests and diseases of agricultural crops in the USSR in 1963. *Scholarly works of VIZR.* Leningrad, 1964;(22):301-304. (In Russ.)

16. Gusev G.V. The potato ladybird beetle and methods for controlling it. Uzhno-Sakhalinsk, 1953. 16 pp. (In Russ.)

17. Kuznetsov V.N. On the fauna of ladybird beetles (Coleoptera, Coccinellidae) in Primorsky krai. The role of insects in the forest ecosystems of Primorsky krai. Vladivostok, 1972. P.176-185. (In Russ.)

18. Bukasov S.M., Kameraz A.Ya. Breeding and seed production of potato. Moscow: Koloss Publ., 1972. 359 pp. (In Russ.)

19. Gusev G.V. Seasonal changes in the diet of the 28-spotted potato ladybird beetle. *Topics of agriculture and forestry in the Russian Far East.* Vladivostok, 1956;(1):81-94. (In Russ.)

20. Antipova L.K. Resistance of potato to *Epilachna*. Moscow, *Sad i ogorod.* 1950;(8):34. (In Russ.)

21. Kurentsov A.I. New data on the biology of the potato ladybird beetle. *Scholarly works of the Gornotayozhnaya station of FEB AS USSR.* Vladivostok, 1946. V.5. P.257-266. (In Russ.)

22. Ivanova A.N. The potato ladybird beetle in the Russian Far East. Vladivostok, 1962. 54 pp. (In Russ.)

23. Vavilov L.N. The 28-spotted potato ladybird beetle is a dangerous pest of potato. *Plant protection against pests and diseases.* 1957;(1):53. (In Russ.)

24. Shabliovskiy V.V., Gusev G.V. The potato ladybird beetle. Plant protection against pests and diseases. 1964;(2):24-25. (In Russ.)

25. Kuznetsov V.N. Ladybird beetles (Coleoptera, Coccinellidae) in the Russian Far East: dissertation abstract for a doctorate degree in Biological Sciences. Vladivostok: Dalnauka Publ., 1997. 47 pp. (In Russ.)

26. Vulfson R.I. On the biology of the 28-spotted potato ladybird beetle in the Far Eastern krai. *The Bulletin of FEB AS USSR.* Vladivostok, 1936;(19):153-164. (In Russ.)

27. Vronskikh G.D. Changes in the lipid metabolism of the 28-spotted potato ladybird beetle under the influence of chemosterilants. *The Bulletin of VIZR. Leningrad:* 1974;(30):43-48. (In Russ.)

28. Radygina L.F. Distinct features of reproduction of the 28-spotted potato ladybird beetle in Primorsky krai. *Plant protection in agriculture and forestry in the Russian Far East.* Ussuriysk, 1977. P. 28-30. (In Russ.)

29. Pantyukhov G.A., Bosenko L.I. On the potato ladybird beetle. *Plant protection.* 1969,(2):51. (In Russ.)

30. Simakova T.P. The effect of temperature and photoperiod on the growth of larvae of the 28-spotted potato ladybird beetle (*Epilachna vigintioctomaculata* Motsch.). *The biology of several harmful and beneficial insect species from the Russian Far East.* Vladivostok, 1978. P.127-130. (In Russ.)

31. Kolychaeva P.V., Sokolova V.V. Biological systems (a modern concept): texts of lectures for students of the faculty of Natural Geography. Voronezh: VGPU Publ., 2006. 52 pp. (In Russ.)

32. Puchkovsky S.V. The superabundance of living systems: terminology, definition, forms, adaptability. *The Journal of General Biology of RAS.* 1999;(60):642-652. (In Russ.)

33. Zlotin A.Z. Technical entomology. Kyiv: Naukova dumka, 1989. 183 pp. (In Russ.)

34. Vilkova N.A., Asyakin B.P., Nefedova L.I., Vereshchagina A.B., Ivanova O.V., Razdoburdin V.A., Fasulati S.R., Yusupov T.M. The methods for evaluating agricultural crops for group resistance to pests. Sankt-Petersburg, 2003. 111 pp. (In Russ.)

35. Shapiro I.D., Vilkova N.A., Slepian E.I. Plant immunity from pests and diseases. Leningrad, Agropromizdat Publ., subdivision in Leningrad, 1986. 191 pp. (In Russ.)

36. Pavlushin V.A. The problem of biological protection of plants against the Colorado potato beetle. Modern systems of protection and new ways to increase resistance to the Colorado potato beetle. Moscow, 2000. P. 45-48. (In Russ.)

37. Matsishina N.V., Shaibekova A.S., Boginskaya N.G., Sobko O.A., Volkov D.I., Kim I.V. Preliminary study of traditional selection potato varieties resistance for potatoes ladybug *Henosepilachna vigintioctomaculata* Motch. (fabricius, 1775) in the Primorsky territory. *Vegetable crops of Russia.* 2019;(6):116-119. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-116-119>

38. Matsishina N.V., Fisenko P.V., Ermak M.V., Sobko O.A., Volkov D.I., Baleevskikh 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>

39. Stepanova L.A. On the role of the food factor in the overpopulation of leaf eating pests of cruciferous vegetable crops. *Ehntomologicheskoe obozrenie.* 1961;40(3):512-520. (In Russ.)

40. Ehdel'man N.M. The ways to use the feeding specialization of *Lymantria dispar* to provide a rationale for preventive measures. *Zoologicheskii Zhurnal.* 1957;36(3). (In Russ.)

41. Ehdel'man N.M. The evaluation of the individual components of forage on the development of phytophagous insects when they are reared on artificial media. *Zoologicheskii Zhurnal.* 1962;41(7). (In Russ.)

42. Larchenko K.I. The development and behavior of the phylloxera depending on its nutrition. *Scholarly works of VIZR.* 1949;(2). (In Russ.)

43. Yakhontov V.V. On the importance of the osmotic pressure of intracellular fluid on the plant immunity to insects. Plant immunity to diseases and pests. Moscow: Sel'khozgiz; 1956. (In Russ.)

47. Zamotailov A.S., Popov I.B., Belyi A.I. Ecology of insects. Online course. Krasnodar, 2012. 111 pp. (In Russ.)

48. Chernikov V.A., Aleksakhin R.M., Golubev A.V. et al. (Ed). Chernikova V.A. and Chekeresa A.I. Agricultural ecology. Moscow: Koloss Publ., 2000. 536 pp. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-71-75>
УДК 635.21:001.891:631.524.86

Е.Н. Волкова*,
Н.А. Шелухова

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Агрофизический
научно-исследовательский
институт» (ФГБНУ АФИ)
195220, Россия, г. Санкт-Петербург,
Гражданский пр., д. 14

*Автор для переписки: ele-ven@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Волкова Е.Н., Шелухова
Н.А. Фотометрический метод в
исследованиях реакции устойчивости сортов
картофеля к азотному стрессу.
Овощи России. 2022;(3):71-75.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-71-75>

Поступила в редакцию: 01.04.2022

Принята к печати: 13.04.2022

Опубликована: 25.06.2022

Elena N. Volkova*,
Natalya A. Sheloukhova

Agrophysical Research Institute (ARI)
14, Grazhdanskiy pr.,
St.-Petersburg, Russia, 195220

*Corresponding author: ele-ven@yandex.ru

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

Author contributions: All authors contributed to
the planning and setting up the experiment, as
well as in the analysis of experimental data and
writing of the article.

For citations: Volkova E.N., Sheloukhova N.A.
Photometric method of response to changes in
potato varieties to nitrogen stress. *Vegetable
crops of Russia*. 2022;(3):71-75.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-71-75>

Received: 01.04.2022

Accepted for publication: 13.04.2022

Published: 25.06.2022

Фотометрический метод в исследованиях реакции устойчивости сортов картофеля к азотному стрессу



Резюме

Актуальность. Использование неинвазивных фотометрических способов оценки стрессовых состояний растений позволяет оценить физиологическое состояние и устойчивость растений.

Материал и методы. В мелкоделяночном полевом и в вегетационном опытах изучали фотометрические показатели физиологической реакции сортов картофеля (коэффициенты отражения в различных диапазонах) на азотный стресс, создаваемый пятью дозами удобрений с использованием контактного (N-тестер) и дистанционного (N-сенсор) способов.

Результаты. Сорта картофеля, районированные для условий Северо-Западного региона РФ, были изучены по способности выдерживать стресс, обеспеченный пониженным и повышенным уровнями азотного питания растений, и разной массой посадочных клубней. Устойчивость растений разных генотипов к внешнему и внутреннему стрессорам исследовали по коэффициентам отражения, измеренным в 4 каналах, которые характеризовали различия в физиологическом состоянии растений. Обеспечение потенциальной генотипической устойчивости организма в виде снижения фотометрического индекса стресса (ФИС F_{1,3}) соответствует включению разных механизмов адаптации растений к внешнему или внутреннему воздействию в зависимости от генотипа. В вегетационном опыте из изучаемых фотооптических коэффициентов отражения наиболее информативными были показатели ФИС F_{1,3}, которые показали, что общая жизнеспособность таких сортов, как Петербургский, Чародей и Холмогорский оказалась повышенной. Тип реакции сорта Холмогорский является наиболее перспективным для выращивания растений в условиях стрессовой нагрузки.

Ключевые слова: сорта, картофель, азотный стресс, фотометрические показатели отражения

Photometric method of response to changes in potato varieties to nitrogen stress

Abstract

Relevance. The use of non-invasive photometric methods for assessing the stress states of plants makes it possible to assess the physiological state and resistance of plants.

Material and methods. In small-field and vegetation experiments, we studied the photometric indicators of the physiological response of potato varieties (reflection coefficients in different ranges) to nitrogen stress created by five doses of fertilizers using contact (N-tester) and remote (N-sensor) methods.

Results. Potato varieties released for the conditions of the North-Western region of the Russian Federation were studied for their ability to withstand stress provided by low and high levels of nitrogen nutrition of plants and different weights of planting tubers. The resistance of plants of different genotypes to external and internal stressors was studied by the reflection coefficients measured in 4 channels, which characterized the differences in the physiological state of plants. Ensuring the potential genotypic resistance of the organism in the form of a decrease in FIS F_{1,3} corresponds to the inclusion of various mechanisms of plant adaptation to external or internal influences, depending on the genotype. In the vegetative experiment, of the studied photo-optical reflection coefficients, the most informative were the FIS F_{1,3} indicators, which showed that the overall viability of such varieties as Peterburgsky, Charodey and Kholmogorsky turned out to be increased. The reaction type of the Kholmogorsky variety is the most promising for growing plants under stress conditions.

Keywords: varieties, potatoes, nitrogen stress, photometric reflectance

Введение

Воздействие стрессоров на растения может быть выражено в изменении характерных свойств и признаков. Для растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.), характеризующихся в целом выносливостью к действию неблагоприятных факторов среды, стрессовые факторы приводят к снижению продуктивности растений (количества и массы клубней), ухудшению биохимических характеристик (содержания крахмала и сухого вещества). Такая реакция бывает сорто-специфичной, то есть степень стрессовой реакции растения зависит от генотипа и характера стрессового воздействия. Устойчивость к стрессу у растений картофеля разных генотипов возникает вследствие разных приспособительных, в том числе и фенотипических реакций: уменьшения высоты растений, изменения размеров листа, уменьшения клубнеобразования. Этому сопутствуют физиологические реакции: снижение содержания пигментов, в частности, хлорофилла, деструкция тканей листа, увядание растений, обезвоживание, повышенная заболеваемость растений. Все эти признаки могут быть охарактеризованы *in situ* фотометрическим методом [1]. Использование методов контактной и дистанционной диагностики физиологического состояния растений *in situ*, включая количественную оценку потребности растений в азотных удобрениях находят свое применение в наиболее перспективных в настоящее время технологиях точного земледелия [2,3,4,5], используются для определения зараженности растений [6].

Факторами, определяющими оптические характеристики растений, являются: содержание пигментов и воды в листьях, тканях, их морфолого-анатомическое строение. Поэтому существенным представляется выявление фотометрических характеристик листьев картофеля при разных уровнях стресса растений и для разных генотипов.

Объекты и методы

Для измерений использовали портативный полевой фотометр ПИФ-М (разработка ГОИ им. С.И. Вавилова), который измеряет коэффициент отражения R_j отдельных фитоэлементов растений в $j=4$ спектральных каналах, соответствующих основным физиологическим процессам растения, разным механизмам взаимодействия света с растением [7]. В канале I (0,38-0,63 мкм) преобладает поглощение света пигментами листа, канал II (0,63-0,8 мкм) включает так называемую "красную границу", где находится максимум поглощения света хлорофиллом, канал III (0,8-1,0 мкм) соответствует области максимума клеточного поглощения, канал IV (1,0-1,75 мкм) приходится на область преимущественного поглощения водой. Диапазон изменения коэффициента отражения варьирует от 0 до 1. Приведенная предельная относительная погрешность измерения составляет 2%. Градуировка прибора осуществляется непосредственно *in situ* по специальной мере отражения. Относительная погрешность аттестации меры – 0,5% [1].

Для измерений использовали также прибор N-Тестер, который позволяет определить коэффициенты отражения, соответствующий каналу I (0,56 мкм) и каналу III (0,91 мкм). Преимущества обоих приборов в том, измерения могут быть проведены независимо от условий освещенности, чего требуют некоторые другие фотометрические приборы.

Предварительная обработка данных, представляемых в цифровом виде, производится с помощью встроенного в прибор миникомпьютера, откуда результаты измерений могут быть переданы во внешний компьютер. При исследовании средней пробы листьев из 8 листьев, для каждого листа с помощью фото-

метра измеряются и рассчитываются усредненные значения R_j в j -ом спектральном канале ($j=1, 2, 3, 4$) измеряемых величин отражения g_j и коэффициентов вариации S_j (или ошибок среднего). Набор из четырех параметров R_j образует спектр значений коэффициента отражения:

$$R_j = \frac{\sum g_j}{n}$$

где n – число измерений
(на практике $n=5-10$ измерений).

Количественные характеристики стрессовых эффектов в растениях строятся на определении следующих параметров:

- Фотометрического индекса стресса – ФИС ($F_{1,3}=R_1/R_3$), как показателя подавления фотосинтеза в результате внешнего воздействия (уровня азотного питания, например). Этот показатель (обратный вегетационному индексу) является индикатором жизнеспособности растения и служит фотометрической мерой «нагрузки» на растение.
- Значений коэффициента отражения R_j и стабильности этого показателя, выявляющих физиологические параметры реакции растений на эту «нагрузку».

Фотометрический метод был применен при проведении исследований стрессоустойчивости растений 8 сортов картофеля, рекомендованных к выращиванию в Северо-Западном регионе РФ: Рождественский, Белогорский, Чародей, Елизавета, Невский, Холмогорский, Снегирь, Петербургский. Все сорта относятся по скороспелости к группам ранних и среднеранних, кроме сорта Петербургский (среднеспелый), являются столового, универсального и кулинарного назначения. В качестве стандарта стрессоустойчивости приняли сорт Невский, который районирован с 1983 года и возделывается во всех 12 регионах России [8].

Вегетационный опыт включал внесение пяти доз азота в количестве от 0,033 N г (действующего вещества на килограмм) д.в./кг до 0,2 N г д.в./кг (на фоне РК 0,2 г д.в./кг). Вегетационные сосуды вмещали 5 кг воздушно-сухой просеянной среднеоккультуренной легкосуглинистой дерново-подзолистой почвы, взятой с участка, где проводили мелкоделяночный опыт. В каждом сосуде размещали по 4 клубня картофеля. Опыт проводили в вегетационном домике при естественном освещении. Влажность почвы поддерживали посредством полива на оптимальном для растений уровне – 70% ППВ. Мелкоделяночный полевой опыт с перечисленными выше сортами картофеля проводили в условиях Ленинградской области также на дерново-подзолистой легкосуглинистой среднеоккультуренной почве с рН_{KCl} – 6,4, содержанием гумуса – 2,41% (по Тюрину), подвижных фосфора и калия соответственно 28,8 и 29,6 мг/100 г (по Кирсанову), содержание нитратного азота – 25 мг/100 г. Размер делянок – 8 м², повторность четырехкратная, размещение систематическое. Варьирующим фактором служила масса клубней от 10 г и до 120 г (четыре фракции, определённые по среднему значению класса как 15, 35, 65 и 95 г). Вносили повышенную дозу аммиачной селитры из расчета 140 кг д.в./га. Внесение удобрений и посадку клубней проводили в начале июня, убирали в начале сентября. В опыте выполняли биометрические измерения, в клубнях определяли содержание сухого вещества высушиванием при 105°C, нитратов потенциметрически, крахмала по Эверсу [9]. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью программного обеспечения MS Excel 2010 и Statistica. В тексте и таблицах приведены средние арифметические значения параметров и их доверительные интервалы при 95%-ном уровне вероятности по

t-критерию Стьюдента. Достоверность различий между вариантами оценивали методами параметрической статистики, различия считали достоверными при $p \leq 0.05$.

Результаты и обсуждение

По мнению В.В. Сюкова [10], А. И. Прянишникова и др. [11], изучение степени изменчивости физиологических показателей в различных средовых условиях дает возможность выявить адаптивные стабильные и высоко варьирующиеся признаки и свойства, что необходимо для генетико-селекционной работы. Известно, что недостаток азота в почве замедляет рост растения, снижает интенсивность фотосинтеза и ухудшает водный режим, а избыток приводит к чрезмерному росту ботвы в ущерб формированию клубней, а также задерживает созревание клубней [12]. Избыток азота может приводить к чрезмерному разрастанию ассимиляционного аппарата в ущерб формированию продуктивных органов.

Фотометрические показатели растений определяли в фазу цветения – критическую по потреблению азота картофелем. Данные по опыту для восьми сортов представлены в табл. 1. Лучшее состояние растений наблюдалось у растений сортов Чародей и Петербургский: например, низкий показатель R_1 сви-

сорта Невский. Сорта Елизавета и Чародей сформировали биомассу клубней меньше сорта Невский на 20-21,0%, различия с другими сортами были незначительными. Содержание нитратов в клубнях варьировало от 95 до 132 мг/кг, зависело от дозы удобрения ($r=0,74$, $P=0,95$), межсортные различия были несущественными.

В микрополевоом опыте исследовали эндогенный стрессор растений: для посадки каждого сорта использовали клубни разной массы от 10 г и до 120 г (четыре фракции, определённые по среднему значению класса как 15, 35, 65 и 95 г). Данные по фотометрическим показателям представлены в табл. 2.

Эндогенный стресс, ведущий к изменению морфометрических показателей, таких как высота растения, количество наземных и подземных побегов, масса клубней не приводил к видимым изменениям окраски листьев, как это было отмечено в предыдущем опыте. Однако, по средним значениям фотометрических показателей (R_1 и ФИС $F_{1,3}$) сорта – Холмогорский и Белогорский показали себя более стрессоустойчивыми, в сравнении с другими сортами, а к деструкции тканей листа – сорта Елизавета и Снегирь (R_3). Таким образом, достаточное содержание пигментов в листьях (R_1) может быть обусловлено

Таблица 1. Фотометрические показатели растений картофеля различных сортов по показаниям прибора ПИФ-М (реакция на азотный стресс) в вегетационном опыте
Table 1. Photometric indicators of potato plants of various varieties according to the readings of the PIF-M device (reaction to nitrogen stress) in a growing experiment

Сорт	Фотометрические показатели				
	R_1	R_2	R_3	R_4	ФИС $F_{1,3}$
Невский	0,16±0,005	0,54±0,004	0,75±0,003	0,38±0,002	0,21±0,005
Белогорский	0,17±0,020	0,55±0,008	0,74±0,002	0,36±0,002	0,23±0,027
Чародей	0,14±0,006	0,55±0,006	0,76±0,009	0,37±0,003	0,18±0,009
Петербургский	0,13±0,003	0,53±0,005	0,74±0,005	0,38±0,004	0,18±0,002
Елизавета	0,16±0,004	0,53±0,004	0,74±0,004	0,38±0,002	0,22±0,006
Рождественский	0,18±0,027	0,55±0,012	0,75±0,005	0,38±0,004	0,24±0,035
Снегирь	0,16±0,004	0,55±0,002	0,74±0,002	0,37±0,001	0,22±0,005
Холмогорский	0,19±0,032	0,55±0,014	0,74±0,003	0,39±0,003	0,26±0,042

детельствовал о достаточном количестве пигментов в листьях, в том числе хлорофилла – по показателю R_2 (для сортов Петербургский и Холмогорский. Отмечали отсутствие деструкции тканей в результате отсутствия поражения болезнями или по физиологическим причинам у сортов Чародей, Рождественский и Невский (R_3). Отсутствие обезвоживания листьев в результате азотного стресса характерно для сортов Белогорский, Чародей и Снегирь (R_4). Общая жизнеспособность таких сортов, как Рождественский, Белогорский и Холмогорский оказалась повышенной (ФИС $F_{1,3}$).

Все изучаемые сорта проявили отзывчивость на возрастающие дозы аммиачной селитры увеличением биомассы клубней – коэффициент детерминации составил 0,95-0,99 (при уровне значимости $P=0,95$).

Четко наблюдалось изменение зеленой окраски листовых пластин в соответствии с дозой азота). Зависимость фотометрических показателей от содержания хлорофилла в листьях показано ранее на растениях салата [13]. Различия по биомассе клубней между сортами при уборке составляли от 212,4 до 280,0 г/сосуд. Наибольшей была биомасса у сорта Холмогорский (280,0 г/сосуд), что на 6,1% выше контроля –

Таблица 2. Фотометрические показатели растений картофеля сортов по показаниям прибора N-Тестер (реакция на величину посадочных клубней)
Table 2. Photometric indicators of potato plants of varieties according to the readings of the N-Tester device (reaction to the size of planting tubers)

Сорт	Фотометрические показатели		
	R_1	R_3	ФИС $F_{1,3}$
Невский	0,22±0,002	0,85±0,002	0,26±0,003
Рождественский	0,23±0,003	0,84±0,015	0,27±0,006
Белогорский	0,24±0,005	0,84±0,007	0,28±0,008
Чародей	0,21±0,003	0,86±0,004	0,24±0,003
Петербургский	0,19±0,003	0,85±0,004	0,23±0,004
Елизавета	0,23±0,003	0,87±0,005	0,26±0,003
Холмогорский	0,22±0,003	0,79±0,008	0,28±0,003
Снегирь	0,23±0,002	0,87±0,002	0,27±0,002

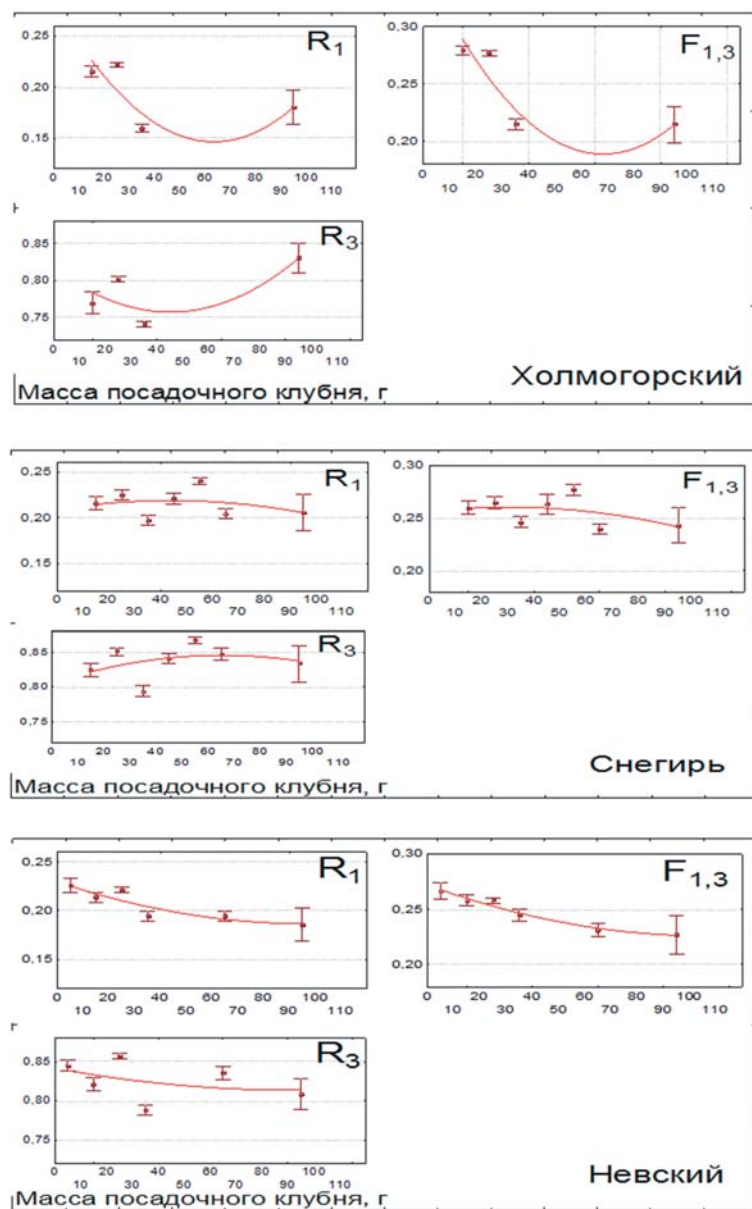


Рис. 1 . Изменения фотометрического индекса стресса ФИС $F_{1,3}$ и коэффициентов отражения R_1 и R_3 в зависимости от массы посадочного клубня картофеля сортов Холмогорский, Снегирь, Невский
Fig.1. Changes in photometric stress index FIS $F_{1,3}$ and reflection coefficients R_1 and R_3 depending on the mass of planting tuber of potato varieties Kholmogorsky, Snegir, Nevsky

универсальной реакцией растений на стресс, так как реакция генотипа обуславливает сохранение определённого уровня пигментов при любом стрессе, как экзогенном, так и эндогенном. Канал III можно определить, как канал специфических реакций генотипа на стресс, по нему можно характеризовать генотипически предопределённую реакцию устойчивости к определённому стрессору.

Следует также отметить, что обеспечение потенциальной генотипической устойчивости организма в виде снижения ФИС $F_{1,3}$ соответствует включению разных механизмов адаптации растений к внешнему или внутреннему воздействию в зависимости от генотипа. Так, для сорта Холмогорский были отмечены лучшие значения ФИС $F_{1,3}$ в опыте для растений, выращенных в отсутствие эндогенного стресса (из клубней фракций 35-95 г). Такой весомый показатель обеспечивается как хорошим уровнем содержания пигментов в листьях, так и отсутствием деструкции тканей (Рис.1). Для сорта Снегирь, несмотря на отсутствие тканевых, клеточных повреждений (R_3) также отмечалось пониженное содержание пигментов. А для сорта Невский, наоборот, при достаточном уровне пигментов в листьях, небольшая деструкция тканей листа (или наличие патоген-

ного заболевания) привели к тому, что этот сорт имел ФИС $F_{1,3}$ худший, чем у сорта Холмогорский.

На рисунке 1 показаны три различные типы обнаруженной реакции устойчивости к эндогенному стрессу. Тип реакции сорта Холмогорский является наиболее перспективным для выращивания растений в условиях стрессовой нагрузки и обеспечивают этому сорту хорошую жизнеспособность растений под воздействием стресса, например, азотного. Этот вывод совпадает с описанием характеристик сорта его авторами, где указываются его высокие адаптационные свойства. Повышение уровня жизнеспособности ведёт к формированию лучших биохимических и других физиологических показателей (табл. 3). Этот сорт накапливал больше крахмала и сухого вещества по сравнению с сортом-стандартом и меньше нитратов.

Выводы

Предложенный неинвазивный метод диагностики физиологического состояния растений картофеля позволяет в полевых и в контролируемых условиях определять основные оптические характеристики листьев, коэффициенты отражения, пропуска-

Таблица 3. Продуктивные и биохимические показатели растений трёх сортов картофеля (микророльный опыт)
Table 3. Productive and biochemical parameters of plants of three varieties of potatoes (microfield experience)

	Невский	Холмогорский	Снегирь
Биохимические показатели			
Крахмал, %	12,8±0,59	14,2±0,55	11,8±0,86
Нитраты, мг/кг	115±22	86±8	97±7
Сухое вещество, %	18,8±0,18	21,3±0,16	21,3±0,23
Сохраняемость клубней (за 4 месяца), %	84,0±3,15	90,7±0,62	93,0±0,41
Биометрические показатели			
Высота растений в фазу цветения, см	43,6±0,89	45,5±0,74	39,3±0,99
Среднее количество стеблей шт./раст.	2,0±0,08	1,6±0,06	2,0±0,10
Количество клубней в гнезде общее, шт.	4,9±0,25	5,1±0,27	4,6±0,28
Масса клубней с 1 куста, г	129,0±7,60	137,6±7,20	131,2±7,83
Масса клубней с 1 куста товарных, г	113,3±8,55	116,5±8,70	117,0±7,80
Масса 1 клубня средняя, г	28,0±1,84	29,0±1,64	31,5±2,42
Масса 1 товарного клубня, г	37,5±1,74	40,6±2,11	48,9±2,78
Товарность, %	87,1±1,05	83,6±2,16	88,0±1,31

ния и поглощения в условиях стресса. Фотометрические реакции растений на внешние воздействия являются нелинейными и неоднозначными функциями и зависят от интенсивности воздействия. По оптическим реакциям возможно выделение разных фаз стресса и физиологического состояния растений. Тип реакции сорта Холмогорский является наиболее перспективным для выращивания растений в условиях стрессовой нагрузки.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод о перспективности применения фотометрического анализа при определении физиологических и биохимических изменений в растениях; при характеристике признаков устойчивости растений к внутреннему или внешнему стрессу и при проведении сортоиспытания.

Об авторах:

Елена Николаевна Волкова – доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Отдел 210 "Светофизиологии растений и биопроductивности агроэкосистем", <https://orcid.org/0000-0001-7429-4046>, автор для переписки, ele-ven@yandex.ru
Наталья Алексеевна Шелухова – доктор биол. наук, старший научный сотрудник, Отдел 210 "Светофизиологии растений и биопроductивности агроэкосистем"

About the authors:

Elena N. Volkova – Doc. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Department 210 "Plant Light Physiology and Bioproductivity of Agroecosystems", <https://orcid.org/0000-0001-7429-4046>, Correspondence Author, ele-ven@yandex.ru
Natalya A. Sheloukhova – Doc. Sci. (Biology), Senior Researcher, Department 210 "Plant Light Physiology and Bioproductivity of Agroecosystems"

• Литература

1. Surin V.G. Метод определения оптических характеристик листьев в полевых условиях. Лесоведение. 2001;(2):70-75.
2. Ruckelshausen A., Busemeyer L. Toward digital and image-based phenotyping. *Phenomics in crop plants: trends, options and limitations*. Springer, New Delhi, 2015. p.41-60. Doi: 10.1007/978-81-322-2226-2
3. Yakushev V.P., Kanash E.V. Evaluation of wheat nitrogen status by colorimetric characteristics of crop canopy presented in digital images. *Journal of Agricultural Informatics*. 2016;7(1):65-74. DOI:10.17700/jai.2016.7.1.268
4. Yakushev V.P., Kanash E.V., Rusakov D., Blokhina S. Specific and non-specific changes in optical characteristics of spring wheat leaves under nitrogen and water deficiency. *Advances in animal biosciences*. 2017;8(2):229-232. DOI:10.1017/s2040470017000539.
5. Канаш Е.В., Якушев В.П., Осипов Ю.А. РУСАКОВ Д.В.1, БЛОХИНА С.Ю.1, КРАВЦОВА А.В. Оп-тические характеристики листьев яровой пшеницы при дефиците азота и воды. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2017;(4):9–12.
6. Гурова Т.А., Клименко Д.Н., Луговская О.С., Елкин О.В., Козик В.И. Спектральные характеристики сортов пшеницы при биотическом стрессе. *Достижения науки и техники АПК*. 2019;(10):71-75. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11016
7. Surin V.G., Kolesnikov L.E., Sablina Yu.R. Исследование устойчивости растений к болезням фотометрическим методом. *Фитосанитарное оздоровление экосистем*. (Мат. II Всерос. Съезда по защите растений). Т. 1. СПб: ВИЗР, 2005. С.221-223.
8. Евдокимова З.З., Синицына С.М., Данилова Т.А., Головина Л.Н., Котова З.П., Красноперов А.Г., Нелюбина Н.А., Лыкова Н.А. Оценка сортов картофеля Ленинградского НИИХ в экологическом испытании на Северо-Западе РФ. *Перспективы развития оригинального, элитного и ре-продукционного семеноводства картофеля в условиях Европейского Севера РФ* (Мат. науч.-пр. конф.), 2006. Арх.: АНИИСК. С.33-43.
9. Скрипин П.В., Тариченко А.И., Жуков Р.Б. Физико-химические методы исследования сельскохозяйственного сырья и продовольственных товаров. *Персиановский: Донской ГАУ*, 2018. 115 с.
10. Сюков В.В., Менибаев А.И. Экологическая селекция растений: типы и практика (обзор). *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015;17,4(3):463–466.
11. Прянишников А.И., Савченко И.В., Мазуров В.Н. Адаптивная селекция: теория и практика отбора на продуктивность. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2018;(3):29–32.
12. Dupuis B. Fumure azotée de nouvelles variétés de pommes de terre cultivées en Suisse. *Revue Suisse Agriculture*. 2009;4(41):209-214.
13. Пищчик В.Н., Воробьев Н.И., Сурин В.Г. Использование измерений коэффициента отражения света для оценки содержания хлорофилла в листьях салата при воздействии различных препаратов. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2012;(33):264-269.

• References

1. Surin V.G. Method for determining the optical characteristics of leaves in the field. *Forestry*, 2001;(2):70-75. (In Russ.).
2. Ruckelshausen A., Busemeyer L. Toward digital and image-based phenotyping. *Phenomics in crop plants: trends, options and limitations*. Springer, New Delhi, 2015. p.41-60. Doi: 10.1007/978-81-322-2226-2
3. Yakushev V.P., Kanash E.V. Evaluation of wheat nitrogen status by colorimetric characteristics of crop canopy presented in digital images. *Journal of Agricultural Informatics*. 2016;7(1):65-74. DOI:10.17700/jai.2016.7.1.268
4. Yakushev V.P., Kanash E.V., Rusakov D., Blokhina S. Specific and non-specific changes in optical characteristics of spring wheat leaves under nitrogen and water deficiency. *Advances in animal biosciences*. 2017;8(2):229-232. DOI:10.1017/s2040470017000539
5. Kanash E.V., Yakushev V.P., Osipov Yu.A., Rusakov D.V., Blokhina S.Yu., Kravtsova A.V. Optical characteristics of the spring wheat leaves under the nitrogen and water deficiency conditions. *Vestnik Rossijskoj sel'skoxozyajstvennoj nauki*. 2017;(4):9–12. EDN ZXIYJF. (In Russ.)
6. Gurova T.A., Klimenko D.N., Lugovskaya O.S., Elkin O.V., Kozik V.I. Spectral characteristics of wheat varieties under biotic stress. *Achievements of Science and Technology APK*. 2019;(10):71-75. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11016 (In Russ.)
7. Surin V.G., Kolesnikov L.E., Sablina Yu.R. Investigation of plant resistance to diseases by the photo-metric method. *Phytosanitary improvement of ecosystems*. (Mat. II All-Russia. Plant Protection Congress). T. 1. St. Petersburg: VIZR, 2005. P.221-223. (In Russ.)
8. Evdokimova Z.Z., Sinitsyna S.M., Danilova T.A., Golovina L.N., Kotova Z.P., Krasnoperov A.G., Ne-lyubina N.A., Lykova N.A. Evaluation of potato varieties of the Leningrad Research Institute of Agriculture in an ecological test in the North-West of the Russian Federation. *Prospects for the development of original, elite and reproductive potato seed production in the conditions of the European North of the Russian Federation*, (Mat. scientific-pr. Conf.), 2006. Arch.: ANIISKH. P.33-43. (In Russ.)
9. Skripin P.V., Tarichenko A.I., Zhukov R.B. Physical and chemical methods of research of agricultural raw materials and food products. *Persianovsky: Donskoy GAU*, 2018. 115 p. (In Russ.)
10. Syukov V.V., Menibaev A.I. Ecological plant breeding: types and practice (review) // *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2015;17,4(3):463–466. (In Russ.).
11. Pryanishnikov A.I., Savchenko I.V., Mazurov V.N. Adaptive breeding: theory and practice of selection for productivity. *Bulletin of the Russian agricultural science*. 2018;(3):29–32. (In Russ.)
12. Dupuis B. Fumure azotée de nouvelles variétés de pommes de terre cultivées en Suisse. *Revue Suisse Agriculture*. 2009;4(41):209-214.
13. Pishchik V.N., Vorobyov N.I., Surin V.G. Using measurements of the light reflectance to assess the content of chlorophyll in lettuce leaves under the influence of various drugs. *Fruit growing and berry growing in Russia*. 2012;(33):264-269. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-76-81>
УДК 635.22:664.66-02

В.С. Бобков¹, М.Н. Полякова²,
А.А. Мелешин², И.Н. Ворончихина^{3*}

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)
127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха» (ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Н. Лорха»)
140051, Россия, Московская обл., Люберецкий р-н, п. Красково, ул. Лорха, 23

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН)
127276, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая, д. 4

*Автор для переписки:
yarinkapanfilova@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Бобков В.С., Полякова М.Н., Мелешин А.А., Ворончихина И.Н. Влияние добавки муки из корнеклубней сортов батата (*Ipomoea batatas* Lam.) с окрашенной мякотью на хлебопекарные и потребительские качества пшеничного хлеба. *Овощи России*. 2022;(3):76-81.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-76-81>

Поступила в редакцию: 26.03.2022

Принята к печати: 20.04.2022

Опубликована: 25.06.2022

Vitaly S. Bobkov¹, Maria N. Polyakova²,
Alexey A. Meleshin², Irina N. Voronchikhina^{3*}

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russia

² Russian Potato Research Centre (RPRC)
23-B, Lorkh Str., Kraskovo, Lyuberetsky district, Moscow region, Russia

³ Federal State Budgetary Institution of science Main Botanical Garden named after N. Tsitsin of Russian Academy of Sciences (GBS RAN)
4, Botanicheskaya st., Moscow, 127276, Russia

*Corresponding author:
yarinkapanfilova@gmail.com

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

Author contributions: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Bobkov V.S., Polyakova M.N., Meleshin A.A., Voronchikhina I.N. The effect of the addition of flour from the root tubers of sweet potato varieties (*Ipomoea batatas* Lam.) with colored pulp on the baking and consumer qualities of wheat bread. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):76-81.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-76-81>

Received: 26.03.2022

Accepted for publication: 20.04.2022

Published: 25.06.2022

Влияние добавки муки из корнеклубней сортов батата (*Ipomoea batatas* Lam.) с окрашенной мякотью на хлебопекарные и потребительские качества пшеничного хлеба



Резюме

Актуальность. В настоящее время наблюдается все возрастающий интерес к пищевым добавкам натурального происхождения. Одной из культур, которые могут быть для этого использованы, является батат. Включение муки из высушенных корнеклубней батата с цветной мякотью в рецептуру пшеничного хлеба может способствовать его обогащению витаминами и антиоксидантами. Поэтому изучение пригодности корнеклубней батата, полученных в условиях Нечерноземной зоны для использования в качестве добавки при производстве хлеба является актуальной задачей.

Материал и методы. В статье представлены результаты сравнительного изучения внешнего вида и вкусовых достоинств хлеба с добавлением различного количества порошка из корнеклубней с окрашенной мякотью двух сортов батата (Пурпл 1 – антоцианом и Борегад – каротиноидами).

Результаты. Установлено, что корнеклубни батата, выращенные в условиях Центрального района Нечерноземной зоны, пригодны к использованию в качестве натурального пищевой добавки к пшеничному хлебу. Выявлено положительное влияние предварительного пропаривания корневых клубней перед сушкой на объемный выход хлеба и окраску его мякиша. Изученные сорта батата существенно различались по выходу воздушно-сухого порошка – сорт Пурпл 1 имел преимущество перед сортом Борегад. Лучшим внешним видом и вкусовыми достоинствами характеризовался хлеб с добавками 5% и 10% порошка корнеклубней сорта Пурпл 1. Сорт Борегад имел повышенное содержание сахаров, что отрицательно сказалось на потребительских достоинствах хлеба с его добавками.

Ключевые слова: батат, пищевая добавка, сухое вещество, хлебопекарные качества, антоцианы, каротиноиды, антиоксиданты.

The effect of the addition of flour from the root tubers of sweet potato varieties (*Ipomoea batatas* Lam.) with colored pulp on the baking and consumer qualities of wheat bread

Abstract

Relevance. Currently, there is an increasing interest in nutritional supplements of natural origin. One of the crops that can be used for this is sweet potato. The inclusion of flour from dried sweet potato tubers with colored pulp in the recipe of wheat bread can contribute to its enrichment with vitamins and antioxidants. Therefore, the study of the suitability of sweet potato tubers obtained in the conditions of the Non-Chernozem Zone for use as an additive in the production of bread is an urgent task.

Material and methods. The article presents the results of a comparative study of the appearance and taste of bread with the addition of various amounts of powder from root tubers with colored pulp of two varieties of sweet potato (Purple 1 - anthocyanin and Beauregard - carotenoids).

Results. It has been established that sweet potato root tubers grown in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone are suitable for use as a natural food additive to wheat bread. The positive effect of preliminary steaming of tubers before drying on the volumetric yield of bread and the color of its crumb was revealed. The studied varieties of sweet potato differed significantly in the yield of air-dry powder - the Purple 1 variety had an advantage over the Beauregard variety. Bread with additions of 5% and 10% of Purple 1 tuber powder was characterized by the best appearance and taste. The Beauregard variety had a high sugar content, which negatively affected the consumer advantages of bread with its additives.

Keywords: sweet potato, food additive, dry matter, baking qualities, anthocyanins, carotenoids, antioxidants

Введение

В современном мире набирает обороты тенденция к здоровому питанию и, как следствие, использованию различных добавок к пищевым продуктам для повышения их питательных и потребительских качеств. Одной из культур, которые могут быть для этого использованы, является батат. Батат (рис. 1.) – ценное сельскохозяйственное растение, произрастающее в условиях тропического и субтропического климата. С ботанической точки зрения представляет собой многолетнее растение, лиану с очередным листорасположением, формой листа от сердцевидной до пальчато-рассеченной и его окраской от зеленого до фиолетового цвета. Корневая система при вегетативном размножении мочковатая, при семенном стержневая. Размножается батат в условиях производства вегетативно – черенками, генеративное размножение используется только в селекционных программах.

В течение вегетации боковые и придаточные корни утолщаются, образуя корневые клубни, ради которых это растение возделывается и в них же запасаются питательные вещества (крахмал, дисахариды, моносахариды, антоцианы, каротиноиды и др.). Также в пищу используется надземная часть растения – листья и молодые побеги готовят как зелень (салаты, пироги и др.) и ею же кормят сельскохозяйственных животных в периоды засух [1, 2, 3, 4].

В настоящее время наблюдается все возрастающий интерес к пищевым добавкам натурального происхождения. В нашей стране активно ведутся исследования по добавлению порошка из батата в кондитерские изделия [3, 5, 6]. Так в работах Цугкиевой В.Б., Цугкиева Б.Г. и коллег разработана технология приготовления крокет с использованием пюре из корнеклубней батата [7, 8]. Отдельного рассмотрения заслуживают работы Саги

В.А.К. по получению порошка из батата, добавлению его в хлеб и оценке его качества. Исследования показали, что добавление порошка из батата в отношении 10% от массы муки повышает качество хлеба – улучшается структура и окраска мякиша, повышается газообразующая способность и упругость клейковины по ИДК, задерживает развитие картофельной болезни хлеба [9-13].

Тимирязевской академии ведутся исследования возможности выращивания этой культуры в условиях Центрального района Нечерноземной зоны [14], а также использования в качестве добавки к пшеничной муке для улучшения питательных свойств хлеба [10]. Батат – культура с большим разнообразием сортоформ, характеризующихся различной окраской мякоти корнеклубней. Фиолетовая окраска мякоти обусловлена наличием антоцианов, оранжевая – каротиноидов. Включение муки из высушенных корнеклубней с цветной мякотью в рецептуру пшеничного хлеба может способствовать его обогащению витаминами и антиоксидантами.

Однако малоисследованным остается вопрос о пригодности корнеклубней батата, полученных в условиях ЦРНЗ, к практическому применению в качестве добавки к пшеничному хлебу. Это обусловило цель данной работы: провести сравнительную оценку внешнего вида и вкусовых достоинств хлеба с добавлением различного количества муки из корнеклубней с окрашенной мякотью двух сортов батата (Пурпл – антоцианом и Борекард – каротиноидами). А также выполнить моделирование рецептуры приготовления хлеба с добавлением батата, полученного в условиях ЦРНЗ.

Материалы и методы

Исследования проводили на базе кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Материалы для работы были предоставлены кафедрой, сорта получены из ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха, корнеклубни выращены в условиях Московской области (ЦРНЗ).

Для исследования использовались сырые корнеклубни двух сортов батата:

1. Пурпл 1 (рис. 2, а) – корнеклубни удлиненные, веретеновидные, темно-фиолетового цвета. Мякоть темно-фиолетовая, с неярым белым мраморным рисунком, сухая, плотная, малосладкая. Растение мощное, сильноплетистое до 2,5 м, лист сердцевидный, цветет в условиях ЦРНЗ. Срок вегетации 140 дней для формирования довольно высокой урожайности, иначе образуются длинные тонкие корни. Корнеклубни прорастают хорошо.

2. Борекард (рис. 2, б) – корнеклубни красивой формы, кожица розовая или медная (этот сорт имеет несколько разновидностей), имеют сладкий вкус, мякоть оранжевая, богата каротином. Один из самых распространенных сортов для промышленного выращивания, благодаря выровненным корнеклубням и компактности их залегания. У сорта все корнеклубни расположены в основании куста, а также имеется несколько плетей длиной до 2-х м. Можно выращивать в загущенных посадках с расстоянием между растениями 20-25 см. Срок созревания 100-110 дней. Хранится хорошо, корневые клубни прорастают с трудом. Выведен в Университете штата Луизиана в 80-х годах XX века. В США является эталоном.



Рис. 1. Цветущее растение батата
Fig. 1. Flowering sweet potato plant



Рис. 2. Корнеклубни сортов батата: а) Пурпл 1; б) Борегад
Fig. 2. Root tubers of sweet potato varieties: a) Purple 1; b) Beauregard

Воздушно-сухой порошок корнеклубней получали путем высушивания очищенной и измельченной на терке мякоти в двух вариантах – с предварительной пропаркой материала (с П.О.К.) и без нее (без П.О.К.) (рис. 3). Предварительная обработка представляла собой нагрев материала в СВЧ печи перед сушкой с целью фиксации красящих веществ (антоцианов и каротиноидов). Сушку производили в сушильном шкафу при температуре +60°C в течение 8 часов. Измельчение высушенной мякоти корнеклубней батата проводили на электрической кофемолке.

Выход воздушно-сухого порошка корнеклубней батата зависел от сорта, но не зависел от наличия предварительной обработки материала перед сушкой (рис. 4). Сорт Пурпл 1 показал явное преимущество перед сортом Борегад по выходу порошка (в 1,6 раз больше).

Добавление любых количеств порошка батата привело к снижению объемного выхода хлеба во всех вариантах опыта у обоих сортов (рис. 5). Прогрессивное увеличение добавки привело к прогрессивному снижению объема полученного хлеба относительно стандарта (коэффициент корреляции -0,90-0,99*, зависимость почти линейная).

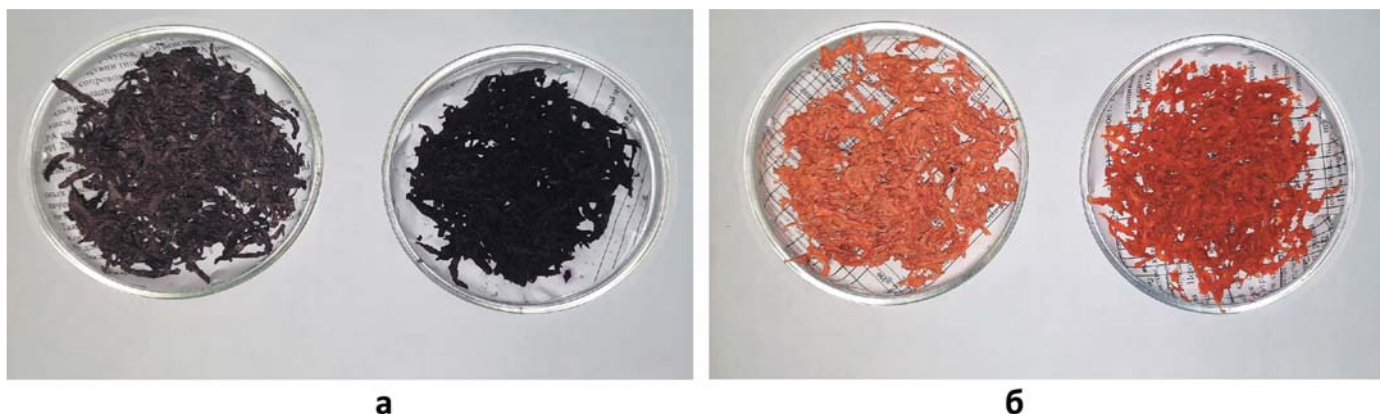


Рис. 3. Высушенная мякоть корнеклубней изученных сортов батата: а) Пурпл 1; б) Борегад. Слева вариант без предварительной обработки, справа – с ней
Fig. 3. Dried pulp of the root tubers of the studied sweet potato varieties: a) Purple 1; b) Beauregard. On the left is the option without preprocessing, on the right – with it

В тесто при замесе добавляли 5, 10 и 15% муки из батата к массе пшеничной муки. Выпечку проводили по модифицированному безопасному методу лабораторной выпечки хлеба из муки пшеницы [15]. Модификация заключалась в уменьшении массы муки для одного хлеба в два раза (50 г). Затем оценивали объемный выход хлеба, формоустойчивость, свойства мякиша и корки, органолептические показатели по методике государственного сортоиспытания. Во всех опытах повторность четырехкратная. Обработку данных проводили с использованием программ Microsoft Excel и DIANA.

Результаты и обсуждение

Предварительная обработка корнеклубней перед сушкой повлияла на сохранение интенсивности окраски полученного порошка (рис. 3). Высушенные корнеклубни без обработки выглядели визуально бледнее, чем с обработкой.

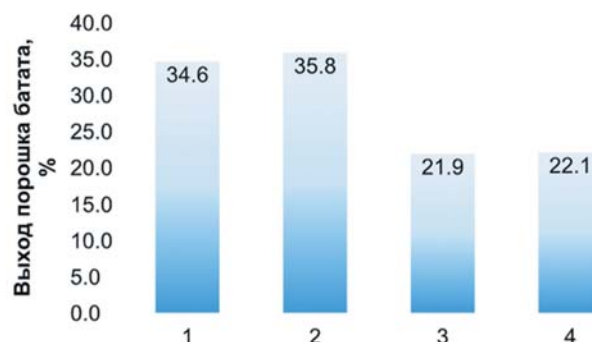


Рис. 4. Выход порошка сушеного батата (Б.П.О – без предварительной обработки, П.О. – с предварительной обработкой). Планки погрешностей представляют НСП05
Fig. 4. The yield of dried sweet potato powder (B.P.O. – without pretreatment, P.O. – with pretreatment)

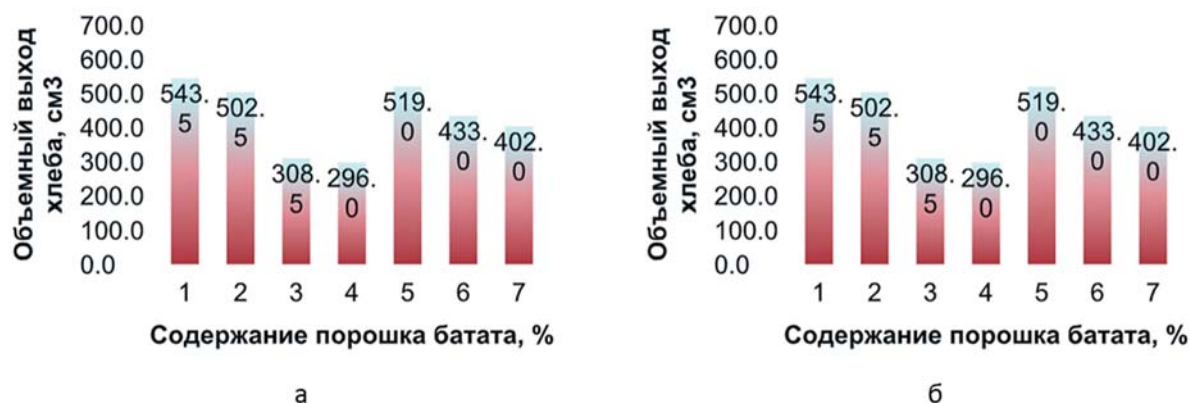


Рис. 5. Объемный выход хлеба с добавлением порошка высушенных корнеклубней, см³:

а) сорта Пурпл 1; б) сорта Борегад. Планки погрешностей представляют НСР₀₅

Fig. 5. Volume yield of bread with the addition of dried root tubers powder, cm³:

а) Purple 1 varieties; б) Beaugard varieties. The error bars represent NSR₀₅

Влияние на потребительские качества хлеба добавок порошка сорта Пурпл 1. В варианте с 5%-ной добавкой батата снижение объема хлеба относительно стандарта оказалось незначительным, независимо от предварительной обработки корневых клубней (рис. 5, 6). Однако внешний вид хлеба в варианте без П.О.К. уступал варианту с П.О.К. (рис. 6). В первом случае мякиш получился темно-серым, тогда как во втором – нежно розовым. Пористость мякиша в обоих случаях не отличалась от стандарта. Однако вкус и аромат в варианте с П.О.К. оказались отличными, тогда как в варианте без П.О.К. чувствовался посторонний привкус. Общая хлебопекарная оценка хлеба с 5%-ной добавкой батата получилась высокой, на уровне ценной по качеству пшеницы (табл.).

Увеличение добавки до 10% привело к резкому снижению объема полученного хлеба в варианте без П.О.К. (в 1,8 раза относительно стандарта). В варианте с П.О.К. показатель также снизился достоверно относительно стандарта и варианта с 5%-ной добавкой. Однако его значения достоверно превышали аналогичные в случае

без П.О.К. Увеличение количества бататного порошка привело к ухудшению внутренней структуры хлеба в варианте без П.О.К. – тесто поднялось плохо, мякиш получился плотным, темного цвета с фиолетовым оттенком, пористость толстостенной. У хлеба ощущались посторонний вкус и аромат. Общая хлебопекарная оценка была достаточно низкой (табл.).

В варианте с П.О.К. структура мякиша не отличалась от стандарта, окраска мякиша приобрела интенсивный фиолетово-розовый цвет. Вкус и аромат были отличными, общая хлебопекарная оценка – на уровне ценной по качеству пшеницы.

Увеличение количества порошка батата до 15% привело к сильному снижению объемного выхода хлеба (в 1,8 раз в варианте без П.О.К., в 1,4 раза – с П.О.К.). Тесто плохо поднялось, мякиш получился плотным, с толстостенной пористостью. Вариант с П.О.К. отличался ярко-фиолетовым окрашиванием мякиша, более приятным ароматом и более высокой общей хлебопекарной оценкой (табл.).

Таблица. Результаты оценки хлеба с добавлением различных количеств муки из батата
Table. The results of the evaluation of bread with the addition of various amounts of sweet potato flour

Вариант	Наличие предварительной обработки батата	Содержание порошка, %	Общая хлебопекарная оценка, балл	Вкус, балл	Аромат, балл
Стандарт	-	0	4,6	5	4,5
Пурпл 1	отсутствие	5	4,2	4	4
		10	3,3	4	4
		15	3,2	4	3
	наличие	5	4,6	5	5
		10	4,4	5	5
		15	3,9	4	4
Борегад	отсутствие	5	4,2	4	4
		10	3,7	4	4
		15	3,3	4	4
	наличие	5	4,2	4	4
		10	4,0	4	4
		15	3,3	4	4

В целом добавление порошка батата сорта Пурпл 1 с предварительной обработкой имеет преимущество перед порошком без предварительной обработки перед сушкой, поскольку цвет мякиша остается более светлым, без серого оттенка, меньше страдает объемный выход хлеба. Лучшим оказалась добавка 10% порошка батата к массе муки, так как хлеб получился довольно интенсивной окраски, с небольшим снижением объемного выхода, отличными вкусом и ароматом.

Влияние на потребительские качества хлеба добавок порошка сорта Борегад. Любое количество порошка батата привело к достоверному снижению объемного выхода хлеба относительно стандарта (рис. 5). Лучшие результаты получены для варианта с 5%-ной добавкой без П.О.К. Хлеб был приятного желтого цвета, структура мякиша не отличалась от стандарта, однако слегка чувствовался привкус и аромат батата. Общая хлебопекарная оценка получилась высокой – на уровне ценной по качеству пшеницы. Вариант с П.О.К. имел пониженный объемный выход хлеба, но остальные характеристики аналогичны варианту без П.О.К., за исключением цвета мякиша – он был более ярким.

Добавка 10% порошка из корнеклубней привела к снижению объема хлеба независимо от предварительной обработки корнеклубней. Окраска мякиша стала более интенсивной. В варианте без П.О.К. тесто плохо поднялось, пористость была толстостенной. В варианте с П.О.К. структура мякиша почти не изменилась. При дегазации хлеба без П.О.К. ощущался довольно сильный сладкий привкус батата, что снизило балл оценки. В варианте с П.О.К. сладкий привкус чувствовался несколько слабее.

Повышение содержания добавки батата до 15% еще больше снизило объем хлеба. Тесто поднялось слабо, мякиш получился плотным, насыщенно оранжевого цвета, поры – толстостенными. Вкус также оставлял желать лучшего.

В целом можно сделать вывод о том, что добавление порошка батата сорта Борегад с предварительной обработкой имеет преимущество перед порошком без предварительной обработки перед сушкой, так как цвет мякиша остается более светлым, без сероватого оттенка и объемный выход хлеба меньше страдает, чем при добавлении

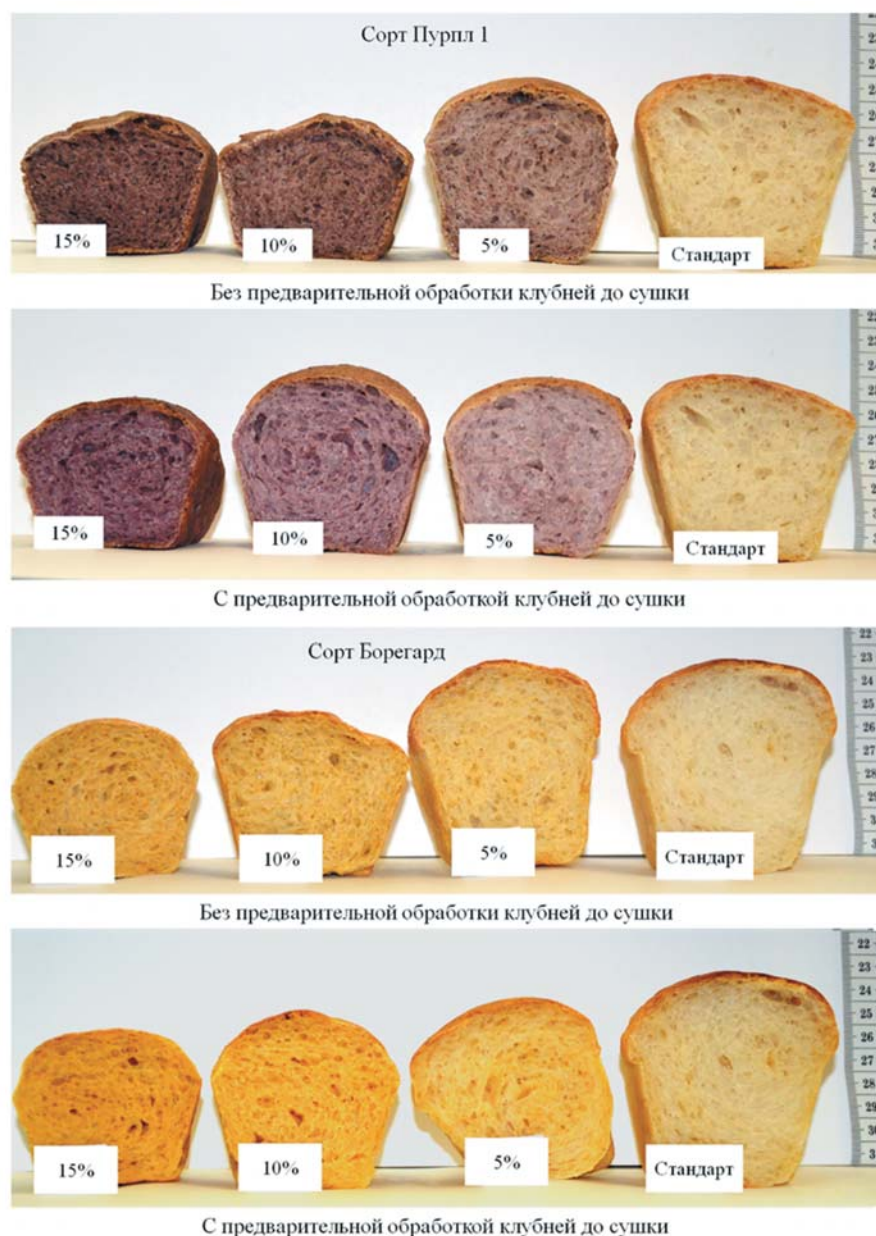


Рис. 6. Внешний вид хлеба с добавлением порошка высушенного батата (5%, 10%, 15%) к пшеничной муке
Fig. 6. Appearance of bread with the addition of dried sweet potato powder (5%, 10%, 15%) to wheat flour

порошка без предварительной обработки. Лучшим оказалось содержание 10% порошка батата к массе муки, так как получалась довольно интенсивная окраска, но при этом заметно снижался объемный выход хлеба, ухудшался вкус и аромат.

Заключение

В результате исследования было установлено, что:

1. Сорт батата Пурпл 1 имеет больший выход порошка из высушенной мякоти корневых корнеклубней, чем сорт Борегад, что может говорить о разном содержании сухого вещества в них.
2. Предварительная обработка материала в СВЧ печи перед сушкой позволяет сохранить исходную окраску материала и повысить качество хлеба при выпечке.

3. Добавление 5% порошка из высушенной мякоти корневых клубней батата почти не снижает объемный выход хлеба и улучшает его органолептические свойства.

4. Добавление 10% порошка из высушенной мякоти корнеклубней батата приводит к понижению объема хлеба в вариантах без предварительной обработки корнеклубней перед сушкой и почти не влияет на него в вариантах с предварительной обработкой.

5. Технология выпечки хлеба с порошком из высушенной мякоти батата требует доработки с целью повышения объемного выхода хлеба и общей оценки.

6. Добавление порошка из сорта Борегад в хлеб ухудшило практически все показатели качества хлеба, а добавление порошка из сорта Пурпл 1 ухудшило лишь объемный выход, но не повлияло на вкус.

Об авторах:

Виталий Сергеевич Бобков – студент

Мария Николаевна Полякова – научный сотрудник,
<https://orcid.org/0000-0003-0340-3748>

Алексей Алексеевич Мелешин – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
<https://orcid.org/0000-0002-6018-3676>

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

About the authors:

Vitaly S. Bobkov – Student

Maria N. Polyakova – Researcher,
<https://orcid.org/0000-0003-0340-3748>

Alexey A. Meleshin – Cand. Sci. (Agriculture) al nces, Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-6018-3676>

Irina N. Voronchikhina – Researcher,
<https://orcid.org/0000-0002-0639-2709>, yarinkapanfilova@gmail.com

• Литература

1. Алексеев В.П. Батат. Итоги работы за 1930-1933 гг. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Ленинград: Изд. Всесоюзного института растениеводства НКЗ СССР. 1934. 122 с.
2. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. М: Колос. 1971. С.284-287.
3. Цугкиев Б.Г., Гагиева Л.Ч., Дзантиева Л.Б. Разработка технологии фруктозо-глюкозного сиропа из клубней батата. *Пищевая промышленность*. 2017;(9):26-27.
4. Цугкиева В.Б., Дзантиева Л.Б. Культура батата в Северной Осетии. *Земледелие*. 2007;(3):27.
5. Тютин М.Г. Батат (the sweet potato). Всесоюзный научно-исследовательский институт субтропических культур. Сухум: Абгиза. 1934. 35 с.
6. Пономарев В.И., Петрова Я.С., Летаго Ю.А. Чизкейк с применением амарантовой муки, порошка батата и анчана. Инженерные технологии в сельском и лесном хозяйстве. 2020. С.252-256.
7. Цугкиева В.Б., Дзантиева Л.Б., Цугкиев Б.Г. Батат - новая перспективная нетрадиционная пищевая культура в условиях Республики Северная Осетия-Алания. *Известия Горского ГАУ*. 2004;(41):26-27.
8. Цугкиева В.Б., Дзантиева Л.Б., Албегов Р.Б., Цугкиев Б.Г., Абаев А.А. Использование инулинсодержащего растительного сырья для производства продуктов здорового питания. *Пищевая промышленность*. 2019;(6):10-13.
9. Саги А.В.К., Невская Е.В., Невский А.А. Исследование влияния сока и порошка батата на показатели качества хлебобулочных изделий из пшеничной муки. *Хлебопечение России*. 2017;(5):33-36.
10. Саги А.В.К., Юсупова Г.Г., Невская Е.В. Влияние продуктов переработки батата на свойства теста и качество хлебобулочных изделий из пшеничной муки. *Хлебопродукты*. 2018;(2):55-57.
11. Саги А.В.К. Влияние порошка из батата на качество хлебобулочных изделий и их микробиологическую безопасность. *Перспективные исследования и новые подходы к производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания*. 2019. С.296-301.
12. Саги А.В.К., Невская Е.В., Зуева А.Г. Исследование влияния продуктов переработки батата на качество хлебобулочных изделий. *Хлебопродукты*. 2020;(4):40-45.
13. Цугкиев Б.Г., Цугкиева В.Б., Дзантиева Л.Б. Питательность клубней батата в условиях РСО-Алания. *Известия Горского ГАУ*. 2006;43(1):18-19.
14. Поварницына А.В., Шитикова А.В. Возможности выращивания батата в агроэкологических условиях Центрального района Нечерноземной зоны. *Тенденции развития науки и образования*. 2021;(8):151-155.
15. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. ГОСАГРОПРОМ СССР Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Москва, 1988. 121 с.

• References

1. Alekseev V.P. Batat. Results of work for 1930-1933. Works on applied botany, genetics and selection. Leningrad: Ed. All-Union Institute of Plant Growing. NKZ USSR. 1934. 122 p. (In Russ.)
2. Zhukovsky P.M. Cultivated plants and their relatives. M: Kolos, 1971. P.284-287. (In Russ.)
3. Tsugkiev B.G., Gagieva L.Ch., Dzantieva L.B. Development of technology for fructose-glucose syrup from sweet potato tubers. *Food industry*. 2017;(9):26-27. (In Russ.)
4. Tsugkueva V.B., Dzantieva L.B. Sweet potato culture in North Ossetia. *Agriculture*. 2007;(3):27. (In Russ.)
5. Tyutin M.G. Sweet potato (the sweet potato). All-Union Scientific Research Institute of Subtropical Crops. Sukhum: Abgiza. 1934. 35 p. (In Russ.)
6. Ponomarev V. I., Petrova Ya. S., Letyago Yu. A. Cheesecake with the use of amaranth flour, sweet potato powder and anchan. *Engineering technologies in agriculture and forestry*. 2020. 252-256. (In Russ.)
7. Tsugkueva V.B., Dzantieva L.B., Tsugkiev B.G. Sweet potato is a new promising non-traditional food crop in the conditions of the Republic of North Ossetia-Alania. *Proceedings of the Gorsky State Agrarian University*. 2004;(41):26-27. (In Russ.)
8. Tsugkueva V.B., Dzantieva L.B., Albegov R.B., Tsugkiev B.G., Abaev A.A. The use of inulin-containing plant materials for the production of healthy food products. *Food industry*. 2019;(6):10-13. (In Russ.)
9. Sagi A.V.K., Nevskaya E.V., Nevsky A.A. Study of the effect of sweet potato juice and powder on the quality indicators of bakery products from wheat flour. *Bakery of Russia*. 2017;(5):33-36. (In Russ.)
10. Sagi A.V.K., Yusupova G.G., Nevskaya E.V. Influence of sweet potato processing products on the properties of dough and the quality of bakery products from wheat flour. *Bakery products*. 2018;(2):55-57. (In Russ.)
11. Sagi A.V.K. Influence of sweet potato powder on the quality of bakery products and their microbiological safety. *Perspective research and new approaches to the production and processing of agricultural raw materials and food products*. 2019. P.296-301. (In Russ.)
12. Sagi A.V.K., Nevskaya E.V., Zueva A.G. Study of the influence of sweet potato processing products on the quality of bakery products. *Bakery products*. 2020;(4):40-45. (In Russ.)
13. Tsugkiev B.G., Tsugkueva V.B., Dzantieva L.B. Nutritional value of sweet potato tubers in North Ossetia-Alania. *Proceedings of the Gorsky State Agrarian University*. 2006;43(1):18-19. (In Russ.)
14. Povarnitsyna A.V., Shitikova A.V. Possibilities of growing sweet potato in the agro-ecological conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone. *Trends in the development of science and education*. 2021;(8):151-155. (In Russ.)
15. Fedin M.A. Methods of state variety testing of agricultural crops. Technological evaluation of cereals, cereals and leguminous crops. GOSAGROPROM USSR State Commission for Variety Testing of Agricultural Crops. Moscow. 1988. 121 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-82-89>
УДК 635.21:631.811.98(470.311)

С.В. Васильева¹, В.Н. Зейрук¹,
М.К. Деревягина¹, Г.Л. Белов¹,
Е.А. Колесова²

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха» (ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха») 140051, Московская обл., г. Люберцы, д.п. Красково, ул. Лорха, д.23, литер В

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный аграрный заочный университет (ФГБОУ «РГАУ») 143907, Московская область, г. Балашиха, ул. Шоссе Энтузиастов, д. 50

*Автор для переписки: vzeyruk@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Васильева С.В., Зейрук В.Н., Деревягина М.К., Белов Г.Л., Колесова Е.А. Эффективность регулятора роста растений Атоник Плюс на картофеле в условиях Московской области. *Овощи России*. 2022;(3):82-89. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-82-89>

Поступила в редакцию: 11.04.2022

Принята к печати: 31.05.2022

Опубликована: 25.06.2022

Svetlana V. Vasilieva¹, Vladimir N. Zeyruk¹,
Marina K. Derevyagina¹, Grigory L. Belov¹,
Elena A. Kolesova²

¹ Russian Potato Research Centre (RPRC) 23-B, Lorkh Str., Kraskovo, Lyuberetsky district, Moscow region, Russia, 140051

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian State Agrarian Correspondence University 50, st. Highway Entuziastov, Balashikha, Moscow region, Russia, 143907

*Corresponding author: vzeyruk@mail.ru

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

Author contributions: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Vasilieva S.V., Zeyruk V.N., Derevyagina M.K., Belov G.L., Kolesova E.A. The effectiveness of the plant growth regulator Atonic Plus on potatoes in the conditions of the Moscow region. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):82-89. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-82-89>

Received: 11.04.2022

Accepted for publication: 31.05.2022

Published: 25.06.2022

Эффективность регулятора роста растений Атоник Плюс на картофеле в условиях Московской области



Резюме

Представлены результаты оценки эффективности регулятора роста растений Атоник Плюс на картофеле в качестве стимулятора развития, иммуномодулятора и протектанта негативного действия пестицидов в системе защиты культуры в агроклиматических условиях Центрального региона РФ (Московская область). В экстремальных погодных условиях вегетационного периода 2010 года регулятор роста Атоник Плюс эффективно продемонстрировал свои качества в виде формирования у растений картофеля адаптивности и антистрессовой устойчивости, обеспечив прибавку урожая относительно контроля на 1,8-7,1% и качество клубней не только по сравнению с контролем, но и относительно эталонного варианта. Совместное применение регулятора роста с фунгицидом способствовало повышению урожая стандартного картофеля на раннем и среднепозднем сортах картофеля в 2-2,5 раза по сравнению с контролем.

Ключевые слова: картофель, регуляторы роста растений, биометрия, урожайность, эффективность

The effectiveness of the plant growth regulator Atonic Plus on potatoes in the conditions of the Moscow region

Abstract

The results of evaluating the effectiveness of the plant growth regulator Atonic Plus on potatoes as a stimulator of development, immunomodulator and protectant of the negative effects of pesticides in the crop protection system in the agro-climatic conditions of the Central region of the Russian Federation (Moscow region) are presented. In the extreme weather conditions of the growing season of 2010, the growth regulator Atonic Plus effectively demonstrated its qualities in the form of the formation of adaptability and anti-stress resistance in potato plants, providing an increase in yield relative to control by 1.8-7.1% and the quality of tubers is not only compared to the control, but also relative to the reference version. The combined use of a growth regulator with a fungicide contributed to an increase in the yield of standard potatoes in early and mid-late potato varieties by 2-2.5 times compared with the control.

Keywords: potato, plant growth regulators, biometrics, yield, efficiency

Введение

Картофель – одна из самых популярных сельскохозяйственных культур, используемых как в свежем виде, так и для переработки на картофелепродукты, основные из которых картофель – фри, картофельное пюре, картофельный крахмал, спирт, чипсы. Клубни картофеля широко используют также для кормления сельскохозяйственных животных. Получение высоких и стабильных урожаев здоровых клубней картофеля возможно только при внедрении современной технологии производства и хранения. Один из основных элементов её – комплекс системы защиты от болезней, вредителей и сорняков. Эффективной составляющей этого комплекса является использование химических фунгицидов для обработок семенных клубней перед посадкой и растений в период вегетации. Система мероприятий по защите картофеля с применением профилактических и истребительных мероприятий постоянно совершенствуется и дополняется новыми сортами, препаратами, средствами механизации и т. д. [1,2,3,4].

Однако, систематическое применение одних и тех же химических препаратов, часто необоснованное по фитосанитарным и экономическим показателям, нередко приводит к серьезным экологическим последствиям, развитию резистентности патогенов к ним, следовательно, к снижению эффективности обработок. Одним из путей решения этой проблемы является использование в системах борьбы с болезнями ассортимента биологических препаратов, в том числе регуляторов роста растений (PPP) и биоорганических удобрений с уменьшенными нормами пестицидов. С каждым годом создаются новые препараты, которых могло бы быть ещё больше, если бы не трудности, связанные с регистрацией синтезированных и уже изученных веществ, заслуживающих того, чтобы быть рекомендованными производству. Это обширная группа природных и синтетических физиологически активных соединений, малые дозы которых существенно влияют на метаболизм растений и их физиологическое развитие.

Достоинство регуляторов роста в том, что их действие не связано с целью полного биологического уничтожения вредных организмов. Применяемые в ничтожных количествах эти вещества оказывают существенное влияние на ростовые, физиологические и формообразовательные процессы, происходящие в растениях, повышая их сопротивляемость к болезням и позволяя человеку управлять этими процессами в полезных для сельскохозяйственного производства направлениях. К тому же они менее токсичны для теплокровных животных и дешевле в применении.

Оптимизируя питание, стимулируя рост и развитие растений, рострегуляторы повышают их устойчивость к неблагоприятным факторам среды и ряду патогенов, что, в свою очередь, способствует повышению продуктивности сельскохозяйственных культур, экологической безопасности агроценозов, и является одним из основных факторов в обеспечении высоких урожаев [5,6].

Картофелеводам известно, что протравливание семенного материала – важный элемент в системе защиты картофеля. Протравливание клубней является экономически обоснованным и технологическим способом. Этот прием защиты от патогенов позволяет сократить количество обработок в вегетационный период против болезней и вредителей. Однако в последнее время часто отмечается

факт снижения всхожести клубней после проведения обработки некоторыми протравителями. При нанесении препаратов непосредственно на клубни используют высококонцентрированные суспензии препаратов, что создает риск негативного влияния обработок на ростки клубня и тем самым вызывает задержку в появлении всходов. Это явление отмечено при применении Максима и препаратов на основе дифеноконазола [7,8].

Регуляторы роста растений позволяют решать проблемы повышения урожайности, качества получаемой продукции и экологии [9,10,11]. В то же время эффективность регуляторов роста зависит от своевременности и качества проведения агротехнических мероприятий, включающих в себя применение удобрений, пестицидов, точного соблюдения их норм расхода, сроков внесения и технологий применения [12]. В системе защиты растений картофеля также большое значение имеет сорт, его устойчивость к патогенам. Прежде всего, это касается отечественных сортов картофеля районированных и перспективных для каждого региона Российской Федерации.

В настоящее время научными учреждениями создаются новые препараты с потенциальным элиситорным и рострегулирующим действием. Изучение влияния регуляторов роста на урожайность и качество урожая картофеля является важным и актуальным моментом. Эти работы представляют большой практический интерес для картофелеводческих сельскохозяйственных предприятий и личных подсобных хозяйств. Поэтому в 2010-2015 гг. сотрудниками отдела защиты ВНИИХ проведены комплексные исследования по оценке эффективности применения рострегулятора Атоник Плюс.

Целью наших исследований являлось определение эффективности регулятора роста растений Атоник Плюс на картофеле в качестве стимулятора развития, иммуномодулятора и протектанта негативного действия протравителей в системе защиты культуры. Изучали влияние совместного применения протравителей и рострегуляторов на динамику всходов, на рост и развитие, урожайность картофеля сорта Сантэ. Это среднеранний сорт универсального использования. Урожайность высокая. Сорт устойчив к раку картофеля (возбудитель гриб *Sinchytrium endobioticum*), к золотистой картофельной цистообразующей нематодой (*Globodera rostochiensis*), вирусным болезням, в частности к вирусам X и Y, фитофторозу. Среднеустойчив к обыкновенной парше, слабо поражаемая фузариозной гнилью восприимчив к ризоктониозу и фомозу

Условия, материал и методика проведения исследований

Опыты проводили в агроклиматических условиях ОПХ «Ильинское» (Домодедовский р-н Московской обл.): почвы дерново-подзолистые, по механическому составу среднесуглинистые. Содержание гумуса – 3,49; подвижный фосфор – 387 мг/100 г почвы; обменный калий 159 мг/100 г почвы; pH – 4,45; и ОПХ «Коренёво» (Люберецкий р-н Московской обл.): почвы дерново-подзолистые супесчаные, pH: 4,3, содержание гумуса 1,9 %, фосфора и калия 340 и 101 мг на 100 г почвы соответственно.

Предшественники: однолетние травы на зеленый корм на обоих опытных участках. Фон удобрений: органические удобрения под картофель не вносили. Минеральные удобрения вносили при нарезке гребней из расчёта N₁₀₀, P₁₁₀, K₁₃₀.

Обработка почвы: дискование в два следа с последующей зяблевой вспашкой, весенняя культивация, предпосадочная нарезка гребней, две довсходовые и две послевсходовые междурядные обработки.

Посадка картофеля проведена клоновой сажалкой с шириной междурядий 70х35 см.

Дополнительные защитные мероприятия: обработка растений картофеля инсектицидами в период массового появления личинок 1-2-го возрастов колорадского жука.

Обработки посадок картофеля пестицидами проводили методом опрыскивания штанговой аппаратурой ОН-600 с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га.

Предуборочное скашивание ботвы осуществляли за десять дней до уборки КИР-1,5. Уборка урожая проводили в зависимости от сорта картофеля: 2-3 декады августа, картофелекопателем КТН-2Б с подбором клубней вручную. Вывоз картофеля осуществляли с помощью тракторного прицепа 2ПТС-4 и самоходного шасси – СШ-50.

Температурно-влажностный режим в вегетационные периоды проведения исследований характеризовался как неустойчивый умеренно-теплый с различающимися по годам количеством выпавших атмосферных осадков.

Закладку опытов осуществляли в соответствии со стандартными методиками («Методика исследований

по культуре картофеля», М., 1967; «Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур», М., 1985; «Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету», М., 1995; «Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве», 2004).

Статистическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [13].

Необходимые наблюдения и учёты осуществляли на постоянных учётных делянках (25 кв. м), повторность трёхкратная, размещение по диагонали каждого участка.

Результаты и обсуждение

Опыты проводили в условиях ОПХ «Коренево» на сорте картофеля Сантэ по следующей схеме (табл.1).

Обработку семенного материала изучаемым рострегулятором не проводили, первую обработку в период вегетации осуществили по растениям в состоянии 2-3 листьев. Проведенные учёты не позволили выявить существенных различий между основными показателями роста и развития на вариантах с обработками Атоник Плюс и эталоном. Тем не менее,

Таблица 1. Схема опыта по испытанию регуляторов роста растений на картофеле
Table 1. Scheme of the experiment on testing plant growth regulators on potatoes

№ варианта	Препарат	Сроки и нормы применения					
		обработка семенных клубней перед посадкой, 10 л рабочей жидкости/т	обработка вегетирующих растений, 250 – 300 л/га рабочей жидкости в период:				
			полные всходы	появление первых 2-3 листьев	через 14 дней после предыдущей обработки	смыкание ботвы	бутонизация - начало цветения
1.	Вода (контроль)	10,0	300,0	250,0	250,0	300,0	250,0
2.	Энергия-М (Эталон)	4,0 г/т	0,0	20,0 г/га	0,0	0,0	20,0 г/га
3.	Атоник Плюс	0,0	0,0	0,2 л/га	0,0	0,0	0,0
4.	Атоник Плюс	0,0	0,0	0,2 л/га	0,2 л/га	0,0	0,0
5.	Атоник Плюс	0,0	0,0	0,2 л/га	0,2 л/га	0,0	0,2 л/га

Таблица 2. Влияние рострегуляторов на урожайность растений картофеля с. Сантэ
Table 2. The effect of growth regulators on the yield of potato plants of cv. Sante

Варианты	Урожайность клубней				Фракционный состав клубней, %		
	всего		в т. ч., товарных клубней		< 30 мм	30–80 мм	>80 мм
	т/га	к контролю, %	т/га	к контролю, %			
1.	5,6	100,0	3,5	100,0	36,9	63,1	0,0
2.	5,9	105,4	3,8	108,6	31,4	68,6	0,0
3.	5,7	101,8	3,5	100,0	30,3	69,7	0,0
4.	6,0	107,1	4,0	114,3	33,4	66,6	0,0
5.	6,0	107,1	4,2	120,0	29,7	70,3	0,0
НСР ₀₅	0,02	-	0,03	-	-	-	-

Таблица 3. Схема опыта оценки эффективности применения изучаемых препаратов
Table 3. Scheme of experience in evaluating the effectiveness of the studied drugs

№ п/п	Вариант	Норма расхода препарата, рабочего раствора
Сорт Никулинский		
1.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Репид Дуэт, через 2 нед. – Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	10 мл/т, 10 л/т + 2,0 кг/га, 300 л/га + 1,5 кг/га, 300 л/га + 2,0 кг/га, 300 л/га + 1,6 кг/га, 300 л/га
2.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин + Атоник, через 2 нед. Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	10 мл/т, 10 л/т + 2,5 кг/га + 0,2 л/га, 300 л/га + 1,5 кг/га, 300 л/га + 2,0 кг/га, 300 л/га + 1,6 кг/га, 300 л/га
3.	Опрыскивание через 2 нед. после всходов Репид Дуэт, через 2 нед. Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб (химический эталон)	2 кг/га, 300 л/га + 1,5 кг/га, 300 л/га + 2 кг/га, 300 л/га + 1,6 кг/га, 300 л/га
4.	Опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин+Атоник, через 2 нед. Малвин + Атоник, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	2,5 кг/га + 0,2 л/га, 300 л/га + 2,5 кг/га + 0,2 л/га, 300 л/га + 2,0 кг/га, 300 л/га + 1,6 кг/га, 300 л/га
5.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин + Атоник, через 2 нед. Малвин + Атоник, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	10 мл/т, 10 л/т + 2,5 кг/га + 0,2 л/га, 300 л/га + 2,5 кг/га + 0,2 л/га, 300 л/га + 2,0 кг/га, 300 л/га + 1,6 кг/га, 300 л/га
6.	Контроль	Без обработок
Сорт Жуковский ранний		
1.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Репид Дуэт, через 2 нед. – Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	10 мл/т, 10 л/т + 2,0 кг/га, 300 л/га + 1,5 кг/га, 300 л/га + 2,0 кг/га, 300 л/га + 1,6 кг/га, 300 л/га
2.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин + Атоник, через 2 нед. Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	10 мл/т, 10 л/т + 2,5 кг/га + 0,2 л/га, 300 л/га + 1,5 кг/га, 300 л/га + 2,0 кг/га, 300 л/га + 1,6 кг/га, 300 л/га
3.	Опрыскивание через 2 нед. после всходов Репид Дуэт, через 2 нед. Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб (химический эталон)	2 кг/га, 300 л/га + 1,5 кг/га, 300 л/га + 2 кг/га, 300 л/га + 1,6 кг/га, 300 л/га
4.	Опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин+Атоник, через 2 нед. Малвин + Атоник, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	2,5 кг/га+0,2 л/га, 300 л/га + 2,5 кг/га+0,2 л/га, 300 л/га + 2,0 кг/га, 300 л/га + 1,6 кг/га, 300 л/га
5.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин + Атоник, через 2 нед. Малвин + Атоник, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	10 мл/т, 10 л/т + 2,5 кг/га + 0,2 л/га, 300 л/га + 2,5 кг/га + 0,2 л/га, 300 л/га + 2,0 кг/га, 300 л/га + 1,6 кг/га, 300 л/га
6.	Контроль	Без обработок

результаты уборки урожая показали положительное влияние регулятора роста на процессы развития растения на всех этапах органогенеза растений и получить прибавку общего урожая относительно контроля 1,8-7,1%. Прибавка товарных клубней составила на этих вариантах 14,3-20,0% по сравнению с контролем (табл. 2).

Таким образом, в экстремальных погодных условиях вегетационного периода 2010 года регулятор роста Атоник Плюс эффективно продемонстрировал свои качества в виде формирования у растений картофеля адаптивности и антистрессовой устойчивости, обеспечив прибавку урожая и качество клубней не

только по сравнению с контролем, но и относительно эталонного варианта.

Параллельно исследования по оценке эффективности регулятора роста Атоник Плюс проводили в производственных условиях экспериментальной базы «Ильинское» (Домодедовский район Московской области) на сортах Никулинский (среднепоздний) и Жуковский ранний (ранний) на фоне обработок новым контактным фунгицидом Малвин™, ВДГ (каптан 800 г/кг) по схеме, представленной в таблице 3.

По результатам проведенных учетов, предпосадочная обработка клубней препаратом Атоник в дозе 0,2 л/га не оказала заметного влияния на всхожесть клуб-

Таблица 4. Влияние препаратов на распространение ризоктониоза
Table 4. The effect of drugs on the spread of rhizoctoniosis

№	Вариант	Распространение ризоктониоза, %
с. Никулинский		
1.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Репид Дуэт, через 2 нед. – Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	1,5
2.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин + Атоник, через 2 нед. Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	3,0
3.	Опрыскивание через 2 нед. после всходов Репид Дуэт, через 2 нед. Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб (химический эталон)	6,7
4.	Опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин+Атоник, через 2 нед. Малвин+Атоник, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	2,2
5.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин+Атоник, через 2 нед. Малвин+Атоник, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	1,0
6.	Контроль	9,3
	НСР ₀₅	1,85
с. Жуковский ранний		
1.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Репид Дуэт, через 2 нед. – Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	6,2
2.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин + Атоник, через 2 нед. Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	9,2
3.	Опрыскивание через 2 нед. после всходов Репид Дуэт, через 2 нед. Репид Голд, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб (химический эталон)	17,2
4.	Опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин + Атоник, через 2 нед. Малвин + Атоник, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	15,2
5.	Обработка клубней Атоник, опрыскивание через 2 нед. после всходов Малвин + Атоник, через 2 нед. Малвин + Атоник, через 2 нед. Репид Дуэт, через 2 нед. Пенкоцеб	9,2
6.	Контроль	21,3
	НСР ₀₅	2,98

Таблица 5. Влияние препаратов на распространение и степень развития альтернариоза
Table 5. The effect of drugs on the spread and degree of development of alternariasis

№№ вариантов	1 учет		2 учет		3 учет	
	P	R	P	R	P	R
с. Никулинский						
1.	1,5	0,2	3,3	0,5	11,0	1,6
2.	1,3	0,2	1,8	0,3	7,0	1,0
3.	3,3	0,5	3,5	0,5	9,0	1,3
4.	1,3	0,2	4,0	0,6	10,5	1,5
5.	1,0	0,2	2,3	0,3	10,5	1,5
6. (контроль)	3,8	0,6	7,3	1,0	19,0	2,7
НСР ₀₅					3,75	0,54
с. Жуковский ранний						
1.	3,0	0,4	5,0	0,7	-	-
2.	2,3	0,3	4,3	0,6	-	-
3.	5,3	0,8	7,8	1,1	-	-
4.	4,8	0,7	5,5	0,8	-	-
5.	3,5	0,5	5,3	0,8	-	-
6. (контроль)	6,5	0,7	10,0	1,4	-	-
НСР ₀₅			2,35	0,34		

Примечание: P – степень распространения, %;
R – степень развития болезни, %

Таблица 6. Влияние препаратов на распространение и степень развития фитофтороза
Table 6. The effect of drugs on the spread and degree of development of late blight

№№ вариантов	27.07		13.08	
	P	R	P	R
с. Никулинский				
1.	1,3	0,2	71,5	13,0
2.	0,5	0,05	48,5	7,2
3.	0	0	41,5	5,9
4.	0,5	0,05	56,5	8,1
5.	0,3	0,03	37,5	5,4
6. (контроль)	1,8	0,2	90,0	17,5
HCP ₀₅			8,7	1,8
с. Жуковский ранний				
1.	2,0	0,3	-	-
2.	2,3	0,3	-	-
3.	1,5	0,2	-	-
4.	2,8	0,4	-	-
5.	1,8	0,2	-	-
6. (контроль)	5,3	0,8	-	-
HCP ₀₅	0,32	0,33		

Примечание: P – степень распространения, %;
R – степень развития болезни, %.

ней и фенологию развития растений сортов Жуковский ранний и Никулинский. Все фазы развития растения проходили в соответствии с сортовыми характеристиками и агрометеорологическими условиями. Проводимые изучаемыми препаратами обработки не оказали существенного, математически достоверного влияния на биометрические показатели роста и развития растений сортов Жуковский ранний и Никулинский. Не было отмечено снижения или повышения высоты растений, увеличения количества стеблей. Данные показатели находились на уровне контрольного варианта. Отмечена тенденция увеличения листовой поверхности растений на вариантах с применением Атоник плюс.

При проведении учетов на распространение ризоктониоза в фазу «полные всходы» было выявлено, что предпосадочная обработка клубней препаратом Атоник способствовала эффективному снижению распространения ризоктониоза.

Процент пораженных растений в контрольных вариантах составил: на сорте Никулинский 9,3%, на сорте Жуковский ранний – 21,3%. Максимальное снижение развития ризоктониоза на сортах Никулинский и Жуковский ранний наблюдалось на вариантах, где применялась предпосадочная обработка клубней препаратом Атоник и предпосадочная обработка клубней препаратом Атоник с двукратным опрыскиванием растений препаратом Малвин. На этих вариантах распространение ризоктониоза составило на сорте Никулинский 1,0-1,5%, на сорте Жуковский ранний 6,2-9,2%, в то время как на эталонном варианте этот

показатель составил 6,7% и 17,2% соответственно сортам. То есть снижение распространенности ризоктониоза в результате применения изучаемых препаратов составило в 6,2-9,3 раза на сорте Никулинский и 2,2-3,4 раза на сорте Жуковский ранний по сравнению с контролем (табл.4).

Погодные условия 2014-2015 годов были благоприятными для развития альтернариоза и фитофтороза картофеля.

Всего было проведено 3 учета. В агроклиматических условиях вегетационных периодов двух лет исследований ранее всех альтернариоз проявлялся на сорте Жуковский ранний (15 июля). По результатам проведенных учетов, представленных в таблице 5, видно, что наиболее эффективными в снижении распространения и степени развития альтернариоза оказались варианты с предпосадочной обработкой клубней Атоник и одно- и двукратной обработкой растений препаратом Малвин. Если, по данным 2-го учета, на названных вариантах распространенность заболевания составляла 4,3-5,3%, то на эталоне – 7,8% и в контроле – 10,0%. На сорте Жуковский ранний к середине августа было отмечено полное отмирание ботвы, поэтому третий учет сделать не представилось возможным.

Результаты проведенных учетов на сорте Никулинский подтвердили эффективность вариантов с предпосадочной обработкой клубней Атоник и одно- и двукратной обработкой растений препаратом Малвин. На химическом эталоне альтернариоз сначала активно развивался, затем в конце июля раз-

Таблица 7. Влияние изучаемых препаратов на продуктивность растений картофеля
Table 7. The effect of the studied drugs on the productivity of potato plants

№№ вариантов	Урожайность клубней				Фракционный состав клубней, %		
	всего		в том числе товарных клубней		30–60 мм	>60 мм	< 30 мм
	ц/га	к контролю, %	ц/га	к контролю, %			
с. Никулинский							
1.	27,6	102,5	25,7	103,5	64,3	28,9	6,8
2.	30,7	114,2	29,5	118,5	80,3	15,3	4,4
3.	43,4	161,2	41,9	168,5	63,2	33,6	3,2
4.	42,0	156,0	40,6	163,3	47,7	48,9	3,4
5.	43,0	159,7	40,9	164,5	56,9	38,4	4,7
6. (контроль)	26,9	100,0	24,9	100,0	47,5	44,9	7,6
НСР ₀₅	12,0	-	11,6				
с. Жуковский ранний							
1.	37,4	238,11	35,0	286,5	56,6	36,9	6,5
2.	25,0	159,1	22,5	184,5	41,6	47,4	11,0
3.	19,2	122,2	17,2	140,7	31,6	58,0	10,4
4.	23,6	150,3	18,7	153,4	50,0	29,6	20,4
5.	35,0	223,4	29,7	243,7	44,2	40,8	15,0
6. (контроль)	15,7	100,0	12,2	100,0	47,0	31,4	21,6
НСР ₀₅	7,1	-	7,4				

витие болезни сдерживалось и к третьему учету (начало второй декады августа) результаты на названных вариантах не имели существенных различий. Снижение степени развития и распространенности альтернариоза по результатам третьего учета (окончание вегетации) на сорте Никулинский составило от 8,5% до 12,0% и 1,2-1,7% по сравнению с контролем соответственно.

В агроклиматических условиях экспериментальной базы «Ильинское» симптомы фитофтороза в оба сезона были отмечены в третьей декаде июля. На обоих сортах картофеля наиболее эффективным оказался вариант с предпосадочной обработкой клубней препаратом Атоник и двукратным опрыскиванием растений препаратом Малвин, позволивший снизить на сорте Никулинский, по результатам второго учета, распространенность фитофтороза в 2,4 раза, а степень развития заболевания в 3,2 раза, в эталонном варианте эти показатели составили соответственно 2,2 раза и 3,0 раза. На сорте Жуковский ранний к середине августа из-за полного отмирания ботвы не удалось сделать второй учет на фитофтороз, но результаты первого учета полностью подтверждают выявленную на сорте Никулинский тенденцию (табл.6).

Учеты общей урожайности и урожайности товарной фракции (клубни, размером более 30 мм) показали, что изучаемые препараты и способы их применения оказали определенное влияние на урожайность картофеля сортов Никулинский и Жуковский ранний. На

Никулинском и Жуковском раннем на всех вариантах опыта отмечено увеличение биологической урожайности (урожайность 1 куста) по сравнению с контролем и, соответственно, общей урожайности клубней. На сорте Ильинский существенную прибавку урожайности обеспечила обработка растений препаратом Малвин в обеих дозах применения (47,5-59,6%), в эталоне прибавка составили лишь 6,4% по сравнению с контрольным вариантом (табл.7).

На позднем сорте Никулинский максимальный урожай товарных клубней получен на вариантах с обработкой клубней Атоник и двукратным опрыскиванием растений препаратом Малвин (выше контроля на 64,5%) и двукратным опрыскиванием растений в период вегетации препаратами Малвин и Атоник (выше контроля на 63,3%). Изучаемые практически препараты не уступали по эффективности эталонному варианту (выше контроля на 68,5%).

На раннем сорте Жуковский ранний наиболее эффективными оказались варианты с предпосадочной обработкой клубней препаратом Атоник. Прибавка товарных клубней на этих вариантах составила от 84,5% до 186,5% по сравнению с контролем, в то время как на эталонном варианте она составила лишь 40,7%.

Урожайность стандартного картофеля товарной фракции определялась в первую очередь урожаем товарного картофеля на вариантах опыта и затем объемом поражения клубней болезнями.

Выводы

Таким образом, по результатам полевых испытаний регулятора роста растений Атоник Плюс и в сочетании его с фунгицидами, проведенных в агроклиматических и фитосанитарных условиях экспериментально-производственных баз «Коренево» и «Ильинское» (Московская обл.) на сортах картофеля Сантэ, Никулинский, Жуковский ранний, можно сделать выводы о положительном влиянии регулятора роста на процессы развития растений картофеля на всех эта-

пах его органогенеза. Применение Атоник Плюс на сорте Сантэ обеспечило прибавку общего урожая относительно контроля 1,8-7,1%, прибавку товарных клубней 14,3-20,0% по сравнению с контролем. На фоне совместного применения с фунгицидом урожайность стандартного картофеля товарной фракции на обоих сортах была в 2-2,5 раза выше, по сравнению с контролем, что объясняется снижением пораженности клубней болезнями и высокой общей урожайностью на этих вариантах.

Об авторах:

Светлана Викторовна Васильева – ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений, кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0002-7589-3929>

Владимир Николаевич Зейрук – заведующий лабораторией защиты растений, доктор сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0002-9930-4463>, автор для переписки, vzeyruk@mail.ru

Марина Константиновна Деревягина – ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений, кандидат биологических наук, <https://orcid.org/0000-0003-3179-4723>

Григорий Леонидович Белов – старший научный сотрудник лаборатории защиты растений, кандидат биологических наук, <https://orcid.org/0000-0002-3002-8173>

Елена Алексеевна Колесова – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства

About the authors:

Svetlana V. Vasilieva – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-7589-3929>

Vladimir N. Zeyruk – Doc. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory, <https://orcid.org/0000-0002-9930-4463>, Correspondence Author, vzeyruk@mail.ru

Marina K. Derevyagina – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-3179-4723>

Grigory L. Belov – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-3002-8173>

Elena A. Kolesova – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Agriculture and Plant Growing

• Литература

1. Кваснюк Н.Я., Гряднев В.В., Макаров А.А. [и др.] Интегрированная система защиты картофеля от фитофтороза и других болезней. Практическое руководство. Издательство Инфомагротех. 1999. С.51.
2. Филиппов А.В., Рогожин А.Н., Кузнецова М.А., [и др.] Защита картофеля от фитофтороза. Программа действий. М., Издательство «Общество фитопатологов». 2001. С.16.
3. Филиппов А.В., Кузнецова М.А., Барлюк Т.И., Рогожин А.Н., Касатский А.И., Пюшпеки В.Д. Эффективное средство. *Защита и карантин растений*. 1996;(9):30.
4. Зейрук В.Н., Абашкин О.В., Дорожкина Л.А. Применение силипланта для снижения пестицидной нагрузки и повышения урожая картофеля (кремнийсодержащее удобрение). *Агрохимический вестник*. 2010;(2):20-21.
5. Захаренко В.А. Мировые тенденции и развитие научного обеспечения биологической защиты растений в России. *Материалы докладов Международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений, перспективы и роль в фитосанитарном оздоровлении агроценозов и получении экологически безопасной сельскохозяйственной продукции»*. Краснодар. 2008. С.32-52.
6. Анисимов Б.В., Белов Г.Л., Варицев Ю.А. и др. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. М.: Картофелевод. 2009. 272 с.
7. Заикин Б.А., Зейрук В.Н., Акимов Т.А., Серегин И.А., Белов Г.Л. Оценка влияния протравителей на рост и развитие семенного картофеля. *Картофелеводство: сб. науч. тр. РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству*. Минск. 2016;(24):149-155.
8. Попов Ю.В., Рукин В.Ф. Совместное применение биопрепаратов, регуляторов роста и пестицидов для защиты картофеля. *Защита и карантин растений*. 2016;(5):18-21.
9. Дорожкина Л.А., Габдрахманов И.Х., Хадеев Т.Г., Смирнов А.Н., Пенкин Р.В., Пузырьков П.Е., Чуевлев Е.В., Владимиров В.П., Владимиров К.В. Рекомендации по применению регуляторов роста в технологии выращивания картофеля (для специалистов и руководителей сельхозформирований и ЛПХ. Казань. 2012. 50 с.
10. Дорожкина Л.А., Князева Е.А., Зейрук В.Н., Васильева С.В., Белов Г.Л., Деревягина М.К. Рекомендации по применению регуляторов роста и удобрений при выращивании картофеля: Методическое пособие. М.: АНО «НЭСТ М»; Коломна: «Инлайт». 2018. 40 с.
11. Зейрук В.Н. Специализированный севооборот – главное звено биологического земледелия в защите картофеля от патогенов. Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС. Международная научно-практическая конференция. Материалы докладов, сообщений. М. 2016;(1):592.
12. Шаповал О.А., Мажарова И.П., Коршунов А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях. *Защита и карантин растений*. 2014;(6):16-20.
13. Доспехов А.Б. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 1985. 416 с.

• References

1. Kvasnyuk N.Ya., Gridnev V.V., Makarov A.A. [et al.] Integrated system for protecting potatoes from late blight and other diseases. Practical guide. Publishing house Informagrotech. 1999. P.51. (In Russ.)
2. Filippov A.V., Rogozhin A.N., Kuznetsova M.A., [et al.] Potato protection from late blight. Action Program. M., Publishing house "Society of phytopathologists". 2001. P.16. (In Russ.)
3. Filippov A.V., Kuznetsova M.A., Barlyuk T.I., Rogozhin A.N., Kasatsky A.I., Pyushpeki V.D. An effective tool. *Protection and quarantine of plants*. 1996;(9):30. (In Russ.)
4. Zeyruk V.N., Abashkin O.V., Dorozhkina L.A. The use of siliplant to reduce the pesticide load and increase the yield of potatoes (silicon-containing fertilizer). *Agrochemical Bulletin*. 2010;(2):20-21. (In Russ.)
5. Zakharenko V.A. World trends and development of scientific support for biological plant protection in Russia. *Proceedings of the International scientific-practical conference "Biological protection of plants, prospects and role in the phytosanitary improvement of agroecosystems and obtaining environmentally safe agricultural products"*. Krasnodar. 2008. P.32-52. (In Russ.)
6. Anisimov B.V., Belov G.L., Varitsev Yu.A. Protection of potatoes from diseases, pests and weeds. M.: Potato grower. 2009. 272 p. (In Russ.)
7. Zaikin B.A., Zeyruk V.N., Akimov T.A., Seregin I.A., Belov G.L. Evaluation of the influence of disinfectants on the growth and development of seed potatoes. *Potato growing: Sat. scientific tr. RUE "Scientific-pract. center of the National acad. sciences of Belarus on potato growing and fruit and vegetable growing*. Minsk. 2016;(24):149-155. (In Russ.)
8. Popov Yu.V., Rukin V.F. Combined use of biopreparations, growth regulators and pesticides to protect potatoes. *Protection and quarantine of plants*. 2016;(5):18-21. (In Russ.)
9. Dorozhkina L.A., Gabdrakhmanov I.Kh., Khadeev T.G., Smirnov A.N., Penkin R.V., Puzyrkov P.E., Chuvelev E.V., Vladimirov V.P., Vladimirov K.V. Recommendations on the use of growth regulators in the technology of growing potatoes (for specialists and managers of agricultural enterprises and household plots. Kazan. 2012. 50 p. (In Russ.)
10. Dorozhkina L.A., Knyazeva E.A., Zeyruk V.N., Vasilyeva S.V., Belov G.L., Derevyagina M.K. Recommendations for the use of growth regulators and fertilizers in the cultivation of potatoes: Methodological guide. M.: ANO "NEST M"; Kolomna: "Inlight". 2018. 40 p. (In Russ.)
11. Zeyruk V.N. Specialized crop rotation is the main link in bioorganic farming in protecting potatoes from pathogens. Fundamental and applied research in bioorganic agriculture in Russia, the CIS and the EU. International scientific and practical conference. Materials of reports, communications. M. 2016;(1):592. (In Russ.)
12. Shapoval O.A., Mozharova I.P., Korshunov A.A. Plant growth regulators in agricultural technologies. *Protection and quarantine of plants*. 2014;(6):16-20. (In Russ.)
13. Dospekhov A.B. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). M., 1985. 416 p. (In Russ.)

Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-90-93>
УДК 631.895

Е.Б. Никитин¹, Л.И. Проскурина^{2*},
А.Н. Белов³, Б.А. Шаров⁴, И.Т. Урюмцева¹

¹Инновационный Евразийский университет
140001, Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 45

²Приморская государственная сельскохозяйственная академия
Россия, Приморский край, г. Уссурийск,
ул. Блюхера, 44

³Дальневосточный федеральный университет
690922, Приморский край, г. Владивосток,
о. Русский, п. Аякс, 10

⁴ТОО «БоНа»
140001, Казахстан,
г. Павлодар, Северная промзона СЭС

*Автор для переписки: lyudmila_proskur@mail.ru

Финансирование. Работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан (проект «Разработка технологии детоксикации отходов птицеводства с применением биокаталитических процессов», ИРН AP09562121).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Никитин Е.Б., Проскурина Л.И., Белов А.Н., Шаров Б.А., Урюмцева И.Т. Результаты применения органоминерального удобрения, полученного с помощью биокаталитических процессов. *Овощи России*. 2022; (3):90-93. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-90-93>

Поступила в редакцию: 03.02.2022

Принята к печати: 13.04.2022

Опубликована: 25.06.2022

Evgeniy B. Nikitin¹, Lyudmila I. Proskurina^{2*},
Alexander N. Belov³, Boris A. Sharov⁴,
Tatyana I. Uryumceva¹

¹Innovative University of Eurasia
45, Lomova Street, Pavlodar, Kazakhstan, 140001

²Primorsk State Agricultural Academy
44, Blukhera Street, Ussuriysk, Primorsky Krai,
Russia

³Far Eastern Federal University
10, Ajax, Russky Island, Vladivostok, Primorsky
Krai, Russia, 690922

⁴LLP «BoNa»
Northern industrial zone of SES, Pavlodar,
Kazakhstan, 140001

*Corresponding Author: lyudmila_proskur@mail.ru

Funding. The work was carried out within the framework of the grant funding project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (project «Development of poultry waste detoxification technology using biocatalytic processes», IRN AP09562121).

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

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

For citations: Nikitin E.B., Proskurina L.I., Belov A.N., Sharov B.A., Uryumceva T.I. Results of application of organomineral fertilizer obtained with biocatalytic processes. *Vegetable crops of Russia*. 2022; (3):90-93. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-90-93>

Received: 03.02.2022

Accepted for publication: 13.04.2022

Published: 25.06.2022

Результаты применения органоминерального удобрения, полученного с помощью биокаталитических процессов



Резюме

Цель. Изучение эффективности применения органоминерального удобрения из отходов птицеводческих производств, полученного с помощью биокаталитических процессов на рост и развитие растений.

Методы. Для повышения эффективности удобрения в качестве биологического катализатора применялся стимулятор роста бактерий гумат натрия, полученный нами по ранее разработанной технологии из бурого угля Майкубенского месторождения в Республике Казахстан («Способ получения гумата натрия» Патент №4600 РК), а также сорбент на основе гумата натрия, который использовали для детоксикации исходного сырья и получаемого продукта от тяжелых металлов и их солей за счет его абсорбционно-адсорбционных и комплексообразующих свойств. На разработанную технологию получения органоминерального удобрения подана заявка на получение Патента на изобретение РК «Способ получения органического удобрения» (приоритет №2021/0429.1, от 13.07.2021). Исследования по определению эффективности полученного удобрения проводили на опытных участках крестьянского хозяйства «Пламя», Павлодарского района Павлодарской области республика Казахстан. В почву, предназначенную для выращивания рассады томата сорта Перцевидный Оранжевый и перца сорта Богатырь, вносили полученное удобрение в количестве 1 кг на 1 м² почвы, которую перекапывали на глубину 8-10 см и использовали для выращивания рассады в закрытом грунте и в последующем для высадки её в открытый грунт. В качестве контроля использовали почву без внесения удобрения. сею в эксперименте было использовано по 100 растений каждого вида.

Результаты. Применение полученного органоминерального удобрения позволяет повысить урожайность овощных культур (томат, перец) на 20-25% по сравнению с контролем. В опытных вариантах отмечено повышение количества плодов на растении и увеличение их размеров, а также ускорение плодоношения и созревания плодов при повышении их товарности.

Ключевые слова: птичий помёт, гумат натрия, биокатализ, детоксикация, органическое удобрение, полевые испытания, цветение, вегетация

Results of application of organomineral fertilizer obtained with biocatalytic processes

Abstract

Relevance. The results of a study on the use of organomineral fertilizers obtained using biocatalytic processes for detoxification of poultry waste and their influence on the growth and development of plants during the growing season are presented.

Methodology. For poultry farms, it is necessary to create and introduce waste-free technologies for the preparation of fertilizers. To increase the efficiency of the fertilizer as a biological catalyst, we used a bacterial growth stimulator sodium humate, obtained by us according to a previously developed technology from brown coal from the Maikubenskoye deposit in the Republic of Kazakhstan («Method for producing sodium humate» Patent No. 4600 RK), as well as a sorbent based on sodium humate (a by-product of obtaining sodium humate), which was used to detoxify the feedstock and the resulting product from heavy metals and their salts due to its absorption-adsorption and complexing properties. For the developed technology for producing organic fertilizers, an application has been submitted for obtaining a Patent for the invention of the Republic of Kazakhstan «Method for producing organic fertilizers» (priority No. 2021-22818, dated July 13, 2021). Studies to determine the effectiveness of the resulting fertilizer were carried out on the experimental plots of the peasant farm «Flame», Pavlodar district of Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan. In the soil intended for growing seedlings of tomatoes of the «Pepper-shaped Orange» variety and peppers of the «Bogatyr» variety, the resulting fertilizer was applied in an amount of 1 kg per 1 m² of soil, which was dug to a depth of 8-10 cm and used for growing seedlings in greenhouses and in subsequent for planting it in open ground. Experimental and control studies were carried out under equivalent climatic conditions, scheme and technology of watering plants. In total, 100 bushes of each plant species were used in the experiment.

Results. The use of the obtained organomineral fertilizer makes it possible to increase the yield of vegetable crops (tomatoes, peppers) by 20-25% in comparison with the control. In addition, in the experimental samples, an increase in the number of fruits on the bush was noted with an increase in their size, a decrease in the growing season and the number of damaged fruits.

Keywords: bird droppings, sodium humate, biocatalysis, detoxification, organic fertilization, field trials, flowering, ovary, vegetation

Введение

В земледелии и растениеводстве одной из наиболее важных проблем является повышение плодородия почв и, следовательно, урожайности сельскохозяйственных культур.

Отходы птицефабрик практически не перерабатываются, и, как следствие, происходит загрязнение ближайших от птицефабрик земель, водоемов, воздуха. Для птицефабрик необходимо создание и внедрение безотходных технологий приготовления удобрений [1, 2, 3, 4].

Переработка куриного помета, как правило, осуществляется такими методами, как компостирование, вермикомпостирование, термическое обезвреживание (гидролиз) и механическая сушка. Также применяют биоэнергетический способ, при котором вырабатывается биогаз [5].

Многие питательные вещества свежего помета находятся в трудно усвояемой для растений форме и только под влиянием воздействия различных факторов: биологических, микробиологических, физических, химических и других — могут превращаться в более доступные формы. В свежем курином помете могут содержаться значительное количество семян сорняков, яйца гельминтов, возбудители инфекционных заболеваний. Кроме того, свежий помет является хорошей питательной средой для развития патогенной микрофлоры [6].

Также известен способ детоксикации земель и рекультивации почв сельскохозяйственного назначения основан на внесении в земли и почвы гуминового сорбента. Использование изобретения позволяет препятствовать поглощению растениями ионов металлов и загрязняющих почву органических веществ, обеспечивать влагоудерживание почвы, в конечном итоге повышая ее плодородие. Недостатком данного изобретения является необходимость отдельного от внесения удобрений процесса внесения сорбента, что снижает технологичность процесса и не обеспечивает в процессе внесения удобрений контроля их качества на содержание токсичных элементов.

Цели улучшения экологического состояния в зоне деятельности птицефабрик и получения высокоэффективных органоминеральных удобрений, с последующим внесением их в почву, связаны с разработкой и применением органоминерального удобрения, полученного с помощью биокаталитических процессов для детоксикации отходов птицеводства и влияния их на рост и развитие растений [7, 8, 9].

В связи с этим, применение продуктов утилизации отходов птицеводства, с целью производства на их основе высокоэффективных органоминеральных удобрений и использование их для повышения урожайности культурных растений составляет актуальность и дальнейшее научное и практическое значение [10, 11, 12].

Целью исследования являлось изучение эффективности применения органоминерального удобрения из отходов птицеводческих производств, полученного с помощью биокаталитических процессов на рост и развитие растений.

Материалы и методы

Объектом исследования являлся помет птицы по ГОСТ 31461-2012 [13]. Птичий помет слоями 30 - 40 см загружали в реактор сбраживания и каждый слой увлажняли 0,1-0,2% раствором гумата натрия до установления влажности реакционной смеси в 80-90%. Слои укладывали до

полной загрузки реактора. Реактор герметично закрывали. Для ускорения процесса сбраживания реакционную массу подогревали до 17...25°C. Начало процесса сбраживания в анаэробной среде характеризовался выходом образовавшегося биогаза и экзотермической реакцией. При появлении этих признаков, искусственный подогрев прекращали. Выделяющийся биогаз с высоким содержанием метана 60-95% отводился в газгольдер и в дальнейшем использовался для выработки тепловой энергии или утилизировался. В исходный продукт перед процессом ферментации добавляли воду в соотношении 1:1,5-2 и 1-2% гумата натрия к массе исходного продукта. из расчета 0,9-1,1% от массы продукта ферментации, а в продукт ферментации вносили гуминовый сорбент из расчета 0,9-1,1% от массы продукта ферментации. Разделение жидкой фракции от твердой фракции продукта ферментации осуществляли посредством седиментации с последующим отделением осадка, который для более полного отделения от жидкой фазы далее центрифугировали при 1000-2000 б/мин в течение 20-30 минут.

По мере окончания контролируемого технологического процесса проводили выгрузку удобрения. Полученные образцы удобрения отправлялись в лабораторию для определения качественных и количественных показателей. Экспериментальные исследования проводились в трехкратных повторностях по общепринятым, стандартным методам исследований физико-химических и микробиологических показателей сырья и готовой продукции. Для повышения его эффективности в качестве биологического катализатора применялся стимулятор роста бактерий гумат натрия, полученный нами по ранее разработанной технологии из бурого угля Майкубенского месторождения в Республике Казахстан (РК) («Способ получения гумата натрия» Патент № 4600 РК), а также сорбент на основе гумата натрия (сопутствующий продукт получения гумата натрия), который использовали для детоксикации исходного сырья и получаемого продукта от тяжелых металлов и их солей за счет его абсорбционно-адсорбционных и комплексобразующих свойств. На разработанную технологию получения органоминерального удобрения подана заявка на получение Патента на изобретение РК «Способ получения органического удобрения» (приоритет №2021/0429.1, от 13.07.2021).

Изучение состава органоминерального удобрения, полученного из куриного помета, показало высокое содержание основных составляющих: азота, фосфора, калия и гуминовых кислот и отсутствия в продукте растворимых солей тяжелых металлов, из чего следует, что предлагаемая в способе последовательность технологических операций и режимов обеспечивает сохранение органических и минеральных веществ в конечном продукте, удаление из него растворимых токсических элементов, а, следовательно, обеспечивает получение высококачественного комплексного органоминерального удобрения из экскрементов птиц, характеризующегося хорошей усвояемостью почвой [14, 15].

Гуминовый сорбент содержит гидратированные гуминовые кислоты бурого угля и химически связанные с ними минеральные компоненты. Гуминовые кислоты - сложная смесь природных органических соединений, образовавшихся в результате биохимических превращений органических остатков при участии микроорганизмов, влаги и кислорода атмосферы. По химической структуре гумино-

Таблица. Результаты полевого опыта по определению эффективности применения удобрения, полученного с использованием гумата натрия ($n=200$, $M\pm m$)
Table. Results of a field experiment to determine the effectiveness of applying fertilizer obtained using sodium humate ($n=200$, $M\pm m$)

Показатели	Томат		Перец	
	опыт ($n=50$)	контроль ($n=50$)	опыт ($n=50$)	контроль ($n=50$)
Срок начала цветения	28 мая	3 июня	12 мая	17 мая
Срок появления первой завязи	1 июня	6 июня	13 мая	21 мая
Среднее число плодов на растении	$13\pm 2,1^*$	$9\pm 1,3$	$9\pm 1,5^*$	$5\pm 0,9$
Продуктивность растения (г)	$1250\pm 91^*$	880 ± 34	$520\pm 71^*$	360 ± 22
Форма спелых плодов, средний размер (мм) (длина/ширина на разрезе)	правильные округло-овальные, 85/40	продолговато-овальные, 72/30	ровные, с выраженным коротким «хвостиком» - израстанием пестика, 70/40	сегментированные, постепенно сужающиеся, 65/35
Период до начала созревания плодов (суток)	47	51	44	46
% повреждённых плодов	3	7	2	5

Примечание: * – разница по отношению к контролю достоверна – ($P<0,05$)

вые кислоты представляют собой высокомолекулярные конденсированные органические соединения, в которых установлено наличие фенольных гидроксидов карбоксильных, карбонильных, ацетильных и других активных групп. Наличием реакционноспособных функциональных групп обусловлена способность гуминовых кислот образовывать устойчивые водонерастворимые соединения с содержащимися в почве и других средах ионами металлов и молекулами органических соединений, загрязняющими окружающую среду, способностью участвовать в ионном обмене, поглощая вредные вещества [16].

Испытания по определению эффективности полученного удобрения проводили на опытных участках крестьянского хозяйства (КХ) «Пламя», Павлодарского района Павлодарской области РК. Во время проведения производственного полевого опыта в почву, предназначенную для выращивания рассады томатов сорта «Перцевидный Оранжевый» и перцев сорта «Богатырь», вносили полученное удобрение в количестве 1 кг на 1 м² почвы, которую перекапывали на глубину 8-10 см и использовали для выращивания рассады в закрытом грунте и в последующем для высадки её в открытый грунт. В качестве контроля использовали почву без внесения удобрения. Процесс подготовки почвы открытого грунта, предназначенного для высадки рассады, осуществляли для опытного поля с внесением и контрольного без внесения удобрения. Опытные и контрольные исследования проводили при равнозначных климатических условиях, схеме и технологии полива растений. Всего в эксперименте было использовано по 100 растений каждого вида.

Статистическая обработка полученных данных выполнена методом вариационной статистики по Стьюденту на ПК с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Microsoft», США.

Результаты и обсуждения

Из таблицы видно, что сроки начала цветения в опытных вариантах сокращаются: у томата – на 6, а у

перца – на 5 суток по сравнению с контролем. Сроки появления первой завязи также ускоряются соответственно на 5 суток – у томата и 8 – у перца.

Общее число плодов с растения в опытных вариантах было значительно больше, чем в контроле: у томата – на 44,4%, у перца – на 55,5%. Продуктивность растений томата после внесения удобрений повышалась по сравнению с контролем в 1,4 раза (42%), перца – в 1,8 раза (44,4%).

Отмечено, что форма плодов томата в опытном варианте была правильная округло-овальная, а размер плодов (длина/ширина) значительно больше (85/40 мм) по сравнению с контролем (72/30 мм). Форма плодов перца у опытных растений ровная, с выраженным коротким «хвостиком» – израстанием пестика, у контрольных – несколько сегментированная, постепенно сужающаяся. Размер плодов (длина/ширина) у растений, выращенных без внесения удобрения (65/35 мм), несколько уступает опытному варианту (70/40 мм).

Период до начала созревания плодов у растений опытных вариантов томата и перца после внесения удобрений сокращался на 4 и 2 суток соответственно. При этом установлено, что внесение удобрений оказывало влияние и на устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды: процент поврежденных плодов томата и перца (фитофтороз, солнечные ожоги) после применения органоминерального удобрения снижался соответственно в 2,3 и 2,5 раза.

Заключение

Применение органоминерального удобрения позволяет повысить урожайность овощных культур (томат, перец) на 20-25% по сравнению с контролем. В опытных вариантах отмечено увеличение количества плодов на растении и их размеров, а также повышение товарности плодов и сокращение периода до созревания плодов.

Об авторах:

Евгений Борисович Никитин – доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры «Сельское хозяйство и биоресурсы», yegeniynikitin1964@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4185-4366>

Людмила Ивановна Проскурина – доктор ветеринарных наук, профессор, профессор Института животноводства и ветеринарной медицины, lyudmila_proskur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5788-7835>, Scopus ID 56708633300, Researcher ID AAZ-9047-2021

Александр Никитович Белов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент департамента фармации и фармакологии, институт наук о жизни и биомедицины (Школа), belov.an@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5060-9354>

Борис Александрович Шаров – заместитель генерального директора по производству, bona-zavod15@mail.ru,

Татьяна Игоревна Урюмцева – кандидат ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры «Сельское хозяйство и биоресурсы», vbh2@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7980-8242>

About the authors:

Evgeniy B. Nikitin – Doc. Sci. (Veterinary), Professor, Professor of the Department of Agriculture and Bioresources, yegeniynikitin1964@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4185-4366>
Lyudmila I. Proskurina – Doc. Sci. (Veterinary), Professor, Professor of the Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, lyudmila_proskur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5788-7835>, Scopus ID 56708633300, Researcher ID AAZ-9047-2021

Alexander N. Belov – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Pharmacy and Pharmacology, Institute of Life Sciences and Biomedicine (School), belov.an@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6992-2407>

Boris A. Sharov – Deputy General Director for Production, bona-zavod15@mail.ru,

Tatyana I. Uryumceva – Cand. Sci. (Veterinary), Professor, Professor of the Department of Agriculture and Bioresources, vbh2@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7980-8242>

• Литература

1. Васильев Э.В., Шалавина Е.В. Перспективы и экологические проблемы развития птицеводства в России. Технология и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2017;(92):173-185.
2. Запечалов М.В., Запечалов С.М. Технология приготовления органоминерального удобрения на основе птичьего помёта. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2011;5(79):84-89.
3. Klyosov D.N., Orekhovskaya A.A. On the development of technology for obtaining organomineral fertilizers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021;723(3):84-90. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/3/032024>
4. Варламова Л.Д., Сони́на Н.А. Изучение возможности использования жидкого органического удобрения «Урожай-С» в качестве стимулятора роста. *Нижегородский аграрный журнал*. 2006;(5):24-25.
5. Осмонов О.М. Биогазовая технология и сохранение плодородия почвы в условиях Киргизии. *Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства*. М.: Тип. Россельхозакадемии, 2006. С.120-166.
6. Брюханова Е.С. Исследование влияния влажности сырья на выход и состав продуктов анаэробной переработки отходов птицефабрик. *Ползуновский вестник*. 2010;(3):271-274.
7. Иванов А.И., Фрейдкин И.А., Иванова Ж.А. Агроэкологическая эффективность применения нового органоминерального удобрения на основе птичьего помёта. *Проблемы агрохимии и экологии*. 2014;(3):19-20.
8. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Моисеев Д.А., Фрейдкин И.А., Соколов И.В. О целесообразности использования нового органоминерального удобрения на основе птичьего помёта в полевом севообороте на дерново-подзолистой почве. *Земледелие*. 2019;(4):15-18.
9. Габбасова И.М., Гарипов Т.Т., Сидорова Л.В., Сулейманов Р.Р., Назырова Ф.И., Баязитова Л.И., Комиссаров А.В., Яубасаров Р.Б. Использование куриного помёта как удобрения на агрочерноземе Южного Предуралья. *Агрохимия*. 2016;(8):30-35.
10. Correa J.C. et al. Soil fertility and agriculture yield with the application of organomineral or mineral fertilizers in solid and fluid forms. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2018;(53):633-640. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000500012>
11. Smith W.B., Wilson M., Pagliari P. Organomineral fertilizers and their application to field crops. *Animal Manure: Production, Characteristics, Environmental Concerns and Management*. Wiley, 2020. P.229-244. <https://doi.org/10.2134/asaspecpub67.c18>
12. Plotnikov A., Sinyavskiy I. The use of bird droppings, mineral and organomineral fertilizers in solving the issue of increasing productivity of agricultural lands of the Trans-Urals. *BIO Web of Conferences*. EDP Sciences. 2020;(27):1-11. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700111>
13. Помет птицы. Сырьё для производства органических удобрений. Технические условия: ГОСТ 31461. 2012. [Введен в действие от 2013.07.01]. М.: Стандартинформ Российской Федерации, 2014. 6 с. (Межгосударственный стандарт).
14. Лekomцева Е.В., Бортник Т.Ю., Иванова Т.Е., Катавалова Н.И. Эффективность использования продукта анаэробной переработки навоза в качестве удобрения овощных культур в условиях Среднего Предуралья. *Гавриш*. 2009;(3):36-40.
15. Möller K., Müller T. Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. *Engineering in Life Sciences*. 2012;12(3):242-252. <https://doi.org/10.1002/elsc.201100085>
16. Шаров Б.А., Шарипиденов Б.С., Кисиль А.С., Комаров А.А. Способ получения гумата натрия. Патент №4600 (РК) МПК C05F 11/02 (2006.01). Заявл. 27.05.2019. Оpubл. 29.05.2020. Бюл. № 21.

• References

1. Vasil'ev E.V., Shalavina E.V. Perspectives and environmental problems of the development of poultry farming in Russia. *Tekhnologiya i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkciy rastenievodstva i zhivotnovodstva*. 2017;(92):173-185. (In Russ.)
2. Zapevalov M.V., Zapevalov S.M. Technology for the preparation of organomineral fertilizer based on bird droppings. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011;5(79):84-89. (In Russ.)
3. Klyosov D.N., Orekhovskaya A.A. On the development of technology for obtaining organomineral fertilizers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 2021;723(3):84-90. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/3/032024>
4. Varlamova L.D., Sonina N.A. Studying the possibility of using liquid organic fertilizer "Urozhay-S" as a growth stimulator. *Nizhegorodskij agrarnyj zhurnal*. 2006;(5):24-25. (In Russ.)
5. Osmonov O.M. Biogas technology and conservation of soil fertility in the conditions of Kyrgyzstan. *Agroekologicheskie problemy ispol'zovaniya organicheskikh udobrenij na osnove othodov promyshlennogo zhivotnovodstva*. M.: Tip. Rossel'hozakademii, 2006. P.120-166. (In Russ.)
6. Bryuhanova E.S. Study of the influence of moisture content of raw materials on the yield and composition of products of anaerobic processing of waste from poultry farms. *Polzunovskij vestnik*. 2010;(3):271-274. (In Russ.)
7. Ivanov A.I., Frejtkin I.A., Ivanova Zh.A. Agroecological efficiency of the application of a new organomineral fertilizer based on bird droppings. *Problemy agrohimii i ekologii*. 2014;(3):19-20. (In Russ.)
8. Ivanov A.I., Ivanova Zh.A., Moiseev D.A., Frejtkin I.A., Sokolov I.V. On the feasibility of using a new organic-mineral fertilizer based on bird droppings in a field crop rotation on soddy-podzolic soil. *Zemledelie*. 2019;(4):15-18. (In Russ.)
9. Gabbasova I.M., Garipov T.T., Sidorova L.V., Sulejmanov R.R., Nazyrova F.I., Bayazitova L.I., Komissarov A.V., Yaubasarov R.B. The use of chicken manure as a fertilizer on the agrochernozem of the Southern Cis-Urals. *Agrohimiya*. 2016;(8):30-35. (In Russ.)
10. Correa J.C. et al. Soil fertility and agriculture yield with the application of organomineral or mineral fertilizers in solid and fluid forms. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 2018;(53):633-640. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000500012>
11. Smith W.B., Wilson M., Pagliari P. Organomineral fertilizers and their application to field crops. *Animal Manure: Production, Characteristics, Environmental Concerns and Management*. Wiley. 2020. P.229-244. <https://doi.org/10.2134/asaspecpub67.c18>
12. Plotnikov A., Sinyavskiy I. The use of bird droppings, mineral and organomineral fertilizers in solving the issue of increasing productivity of agricultural lands of the Trans-Urals. *BIO Web of Conferences*. EDP Sciences. 2020;(27):1-11. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700111>
13. Bird droppings. Raw materials for the production of organic fertilizers. Specifications: GOST 31461. 2012. [2013.07.01]. Moscow: Standartinform of the Russian Federation, 2014. 6 p. (Interstate standard). (In Russ.)
14. Lekomceva E.V., Bortnik T.Yu., Ivanova T.E., Katavalova N.I. Efficiency of using the product of anaerobic manure processing as a fertilizer for vegetable crops in the conditions of the Middle Urals. *Gavrish*. 2009;(3):36-40. (In Russ.)
15. Möller K., Müller T. Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. *Engineering in Life Sciences*. 2012;12(3):242-252. <https://doi.org/10.1002/elsc.201100085>
16. Sharov B.A., Sharapidenov B.S., Kisil' A.S., Komarov A.A. Method for producing sodium humate. Patent No. 4600 (RK) IPC C05F 11/02 (2006.01). Appl. 05/27/2019. Published May 29.2020. 21. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-94-97>
УДК 631.311.5

Х.А. Абдулмажидов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)
127550, Россия, г. Москва,
ул. Тимирязевская, д.49

***Автор для переписки:** hamzat72@mail.ru

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Абдулмажидов Х.А. Принципы оптимизации состава комплекса машин для очистки и восстановления мелиоративных каналов. *Овощи России*. 2022;(3):94-97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-94-97>

Поступила в редакцию: 03.03.2022

Принята к печати: 20.03.2022

Опубликована: 25.06.2022

Khamzat A. Abdulmazhidov

Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya Str.,
Moscow, 127550, Russia

***Corresponding author:** hamzat72@mail.ru

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

For citations: Abdulmazhidov Kh.A. Principles for optimizing the composition of a complex of machines for cleaning and restoring reclamation canals. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):94-97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-94-97>

Received: 03.03.2022

Accepted for publication: 20.03.2022

Published: 25.06.2022

Принципы оптимизации состава комплекса машин для очистки и восстановления мелиоративных каналов



Резюме

Статья посвящена принципам оптимизации состава комплекса машин для очистки мелиоративных каналов осушительной сети. основополагающими исходными документами при определении состава комплекса машин для производства эксплуатационных, ремонтных и восстановительных работ являются технологические карты на проведение ремонтных мероприятий по восстановлению мелиоративных каналов осушительной системы. Технологические карты формируются с учетом требований к элементам осушительной системы, обусловленных конкретными условиями зоны экономических районов, естественными и производственными характеристиками мелиоративных объектов.

Ключевые слова: мелиоративные каналы, очистка каналов, каналоочистительные комплексы, формирование комплексов каналоочистителей, производительность каналоочистителей, каналоочиститель с ковшом на жестких направляющих.

Principles for optimizing the composition of a complex of machines for cleaning and restoring reclamation canals

Abstract

The article is devoted to the principles of optimizing the composition of the complex of machines for cleaning the reclamation channels of the drainage network. The fundamental initial documents in determining the composition of the complex of machines for the production of operational, repair and restoration works are technological maps for carrying out repair measures to restore the reclamation channels of the drainage system. Technological maps are formed taking into account the requirements for the elements of the drainage system, due to the specific conditions of the zone of economic regions, the natural and production characteristics of reclamation facilities.

Keywords: irrigation engineering, canal cleaning, canal cleaning complexes, formation of canal cleaner complexes, productivity of canal cleaners, channel cleaner with bucket on rigid guides

Условия восстановления и ремонта изменяются в зависимости от технического состояния объектов на мелиоративных системах. Здесь возможны несколько вариантов – разрядов оценки условий. Первый разряд подразумевает наличие систем в хорошем состоянии, ремонт и восстановление которых в данный момент не требуется; второй разряд – это осушительные системы, находящиеся в удовлетворительном состоянии, которые требуют частичного ремонта и восстановления; третий разряд подразумевает наличие систем, состояние которых ниже удовлетворительного, требующие проведения значительных ремонтных и восстановительных работ; к четвертому разряду относятся системы в плохом состоянии, на которых не проводились работы по уходу, и, требующих проведения капитальных ремонтов.

Комплекс машин для проведения ремонтных и восстановительных работ формируется с учетом выполнения максимального объема и видов работ. Очевидно, что большое количество машин различного назначения в одном комплексе могут за коротких промежутков времени выполнить все работы по ремонту, однако, работы по ремонту, восстановлению и очистке каналов требуют логически последовательного их проведения. В то же время не все мелиоративные хозяйства, независимо от формы собственности, в состоянии содержать большое число машин того или иного назначения. Поэтому число машин в одном комплексе сводится к минимуму [1, 2, 3, 4, 5].

Несмотря на меньшие объемы работ, по сравнению со строительством мелиоративных каналов, очистка и восстановление их после длительной эксплуатации также требуют экономически целесообразного планирования и формирования оптимального состава комплекса машин способного в короткие сроки качественно проводить все работы [6, 7, 8, 9, 10].

Методика формирования состава комплекса машин для очистки и восстановления мелиоративных каналов включает в себя следующие пункты:

- подготовка исходных данных для расчета состава комплекса машин, к которым относятся характеристика объекта мелиоративной системы – канала, объемы работ по очистке и ремонту канала, сезоны и сроки проведения очистных работ;
- формирование технологических карт по всем видам работ в соответствии с существующими агрономическими требованиями, сроками выполнения работ и способами проведения ремонтно-восстановительных и очистных работ;
- исходя из сформированных технологических карт составляется график логического и последовательного применения комплекса машин, определяется число и состав комплекса машин, выясняется потребность в количестве работников;
- проводится расчет экономической эффективности использования запланированного состава комплекса машин по видам;
- в зависимости от числа и видов требуемых машин, с учетом состояния уже имеющегося технического парка формируется план приобретения новых машин или аренды сменного рабочего оборудования;
- определяется соотношение видов и количества машин, имеющихся на балансе мелиоративного хозяйства, а также принятых из других хозяйств на договорной основе.

В процессе длительной эксплуатации мелиоративных каналов осушительной сети наблюдается изменение их начального (проектного) профиля, деформируются откосы, на дне и нижних частях откосов появляются наносы и заиление. Все это приводит к уменьшению площади поперечного сечения канала, соответственно пропускная способность также уменьшается.

В зависимости от характера и масштабов деформации сечения для восстановления профиля канала используются общестроительные (землеройно-транспортные машины и экскаваторы) и специальные мелиоративные экскаваторы-планировщики откосов с активными и пассивными рабочими органами. На профилировочных и планировочных работах элементов и земляных сооружений мелиоративных систем, внутрихозяйственных и межхозяйственных каналов могут быть использованы в виде боковой навески профилировочные и планировочные пассивные рабочие органы. Здесь необходимо учитывать, что при больших толщинах срезаемого слоя грунта пассивным широкозахватным отвальным рабочим органом наблюдаются значительные тяговые сопротивления, которые уведут машины с курса движения. В некоторых конструкциях машин для обеспечения устойчивого курса движения по берме использовались вертикальные ножи.

Толщина срезаемого слоя грунта при которой возможна работа без увода машины определяется по формуле:

$$C = \frac{\Pi_T \left(\frac{L_K}{V_{np}} + t_n + t_o \right)}{60 L_K B_n} \text{ м,}$$

где C – толщина срезаемого слоя грунта, м;
 L_K – длина участка профилируемого канала, м;
 B_n – длина срезаемого слоя (ширина захвата) или периметра поперечного сечения, м;
 Π_T – техническая производительность профилировщика, м³/ч;
 V_{np} – рабочая скорость профилировщика, м/мин;
 $t_n + t_o$ – время установки рабочего органа (подъем и опускание), мин.

Для каналоокашивающих машин важной характеристикой является ширина захвата косилки, которую можно определить по формуле

$$B_c = \frac{\Pi_T n_{\Pi}}{0,06 V_{KM}} \text{ м,}$$

где Π_T – техническая производительность каналоокашивающей машины, га/ч;
 V_{KM} – скорость окашивания, м/мин;
 n_{Π} – количество повторных проходов по одному месту.

Операции по очистке каналов от наносов можно выполнять как машинами непрерывного действия, так и машинами периодического действия. Машины непрерывного действия более производительны. Машины циклического действия в основном применяются в случаях, когда условия не позволяют использовать каналоочистители непрерывного действия. В зависимости от условий проходимости по берме и устойчивости работы выбираются каналоочистители береговые с консольным рабочим органом; седлающие, движущиеся по обеим бермам канала; внутриканальные, движущиеся внутри сечения канала по откосам [11, 12, 13, 14, 15].

Для машин непрерывного действия (многоковшовых) используемых для очистки дна и откосов каналов от наносов важной характеристикой становится объем грунта, разрабатываемого ковшем. Этот показатель можно определить по формуле:

$$V_0 = \frac{P_T \alpha}{0,0036 v_c i_{кк}}$$

где V_0 – объем грунта, разрабатываемого ковшом, см³;
 P_T – техническая производительность каналоочистителя, м³/ч;
 v_c – скорость ковшовой цепи, см/с;
 α – шаг ковшей, см;
 $i_{кк}$ – количество одновременно работающих ковшовых цепей.

Для очистки оросительных и осушительных каналов применимы современные модификации фрезерного каналоочистителя МР-7 с рабочим органом, представляющим фрезу с осью вращения, параллельной оси дна канала, устанавливаемую на стрелу, консольно соединенную с рамой трактора тягового класса 30 кН. Кроме того, в рабочем оборудовании данного каналоочистителя имеется бульдозерный отвал. Наиболее важной характеристикой для такого вида каналоочистителей является площадь поперечного сечения S участка, разрабатываемого за один проход, которую можно определить по формуле:

$$S = \frac{P_T}{60 v_K}, \text{ м}^2$$

где P_T – техническая производительность фрезерного каналоочистителя, м³/ч;
 v_K – рабочая скорость каналоочистителя, м/мин.

Несмотря на то, что каналоочистители непрерывного действия более производительны, все же машины периодического действия находят широкое применение, зачастую для очистки каналов от наносов применяются общестроительные одноковшовые экскаваторы с усовершенствованными ковшами для работы на каналах. Однако, для очистки дна каналов с закрепленными откосами нельзя применять ни каналоочистители с активным рабочим органом, ни общестроительные одноковшовые экскаваторы. Применение таких машин может привести к разрушению креплений откосов. В этом случае работы по очистке дна каналов от наносов можно выполнять с помощью каналоочистителя РР-303 (русловой ремонтёр). Конструктивная особенность данного каналоочистителя заключается в том, что при разработке грунта и наносов ковш движется строго прямолинейно параллельно оси канала на жестких направляющих. Такая конструкция обеспечивает строго прямолинейное движение ковша и соответственно высокое качество работ. Техническую производительность такой машины можно определить по формуле:

$$P_T = \frac{3600 q k_H}{k_p T_{ц}}$$

где q – геометрическая вместимость ковша каналоочистителя, м³;
 k_H – коэффициент наполнения ковша, $k_H = \frac{q_1}{q}$,

(q_1 – объем рыхлого грунта, наносов и заплывов в ковше, м³);
 k_p – коэффициент разрыхления грунта;
 $T_{ц}$ – продолжительность цикла, с, который включает в себя операции опускания ковша на дно канала, его движение по жестким направляющим с разработкой наносов, подъем ковша и его разгрузка, переезд каналоочистителя на новую позицию.

Формирование технологий использования комплексов для очистки и восстановления каналов выполняется с учетом действующих в данный момент агротехнических требований и количества работоспособных машин; существующих технологий удаления древесно-кустарниковой растительности; выбора композиционных составов, применяемых для ремонта повреждений на каналах; определения противопаводковых мероприятий по мелиоративным каналам; перспектив использования данных дистанционного зондирования в оценке состояния мелиоративных систем; состояния мелиорированных земель, находящихся в составе лесного фонда [16, 17, 18, 19, 20].

Состав комплекса машин для очистки каналов рассчитывается по существующим в мелиоводхозах нормам выработки. Очевидно, что не во все сезоны можно проводить ремонтные работы, поэтому важной составляющей процесса очистки и восстановления мелиоративных каналов является такой показатель как сроки проведения. Этот показатель можно определить по формуле:

$$D = \frac{O_p}{P_M W_d},$$

где D – срок работы по агро-мелиоративным требованиям в днях;
 O_p – объем работы, м³, га, т, маш.-ч, погонный метр;
 P_M – количество машин;
 W_d – дневная выработка машины, м³, га, т, маш.-ч, погонный метр.

Количество работников, обеспечивающих процесс очистки определяется на основании опыта проведения таких работ в хозяйстве. Для определения таких характеристик по вновь поступившим машинам отталкиваются от данных каталогов, справочников и типовых технологических карт. Затраты труда на выполнение того или иного вида работ определяются умножением количества работников (руслowych ремонтёров) на количество часов использования машины.

В свою очередь нужно отметить, что при принятом в РФ 8-ми часовом рабочем дне количество часов работы машины в смену определяется с учетом коэффициента использования машины по времени K_B . Этот коэффициент всегда меньше единицы, и, для большинства строительных и мелиоративных машин он находится в пределах от 0,65 до 0,85. Если, к примеру, для каналоочистителя $K_B = 0,65$ – это означает, что данная машина в течение смены работает всего 5,2 часа.

Когда объемы работ в хозяйствах значительны и смена рабочего оборудования базовых машин, используемых для разных задач, не позволяет в полной мере проводить работы, то хозяйство вынуждено приобрести машины. Срок окупаемости в этом случае следует рассчитать по формуле:

$$T_r = \frac{A + A_{ост}}{ЭО_r}$$

где T_r – период окупаемости в годах;
 $Э$ – экономия затрат на выполнение единицы работ новой машиной по сравнению со старой, руб.;
 A – балансовая стоимость новой машины, руб.;
 $A_{ост}$ – остаточная (непогашенные амортизационные отчисления) стоимость выбракованной машины, руб.

Эффективность универсальных машин определяется не на одной, а на всех видах работ в соответствии со сменными видами рабочего оборудования. Количество машин одного комплекса для запланированного объема ремонтных и очистных работ определяется на основании графика использования всех видов машин, сформированного по данным технологических карт.

Экономическая оценка формирования состава комплекса, цель которой заключается в выявлении эффекта комплексной механизации ремонтных и очистительных мероприятий по мелиоративному хозяйству (мелиоводхозу) является одним из главных принципов выбора типов машин в рамках одного комплекса.

Выводы

Формирование оптимальных комплексов для очистки и восстановления мелиоративных каналов зависит от многих факто-

ров, в качестве основных из них можно рассматривать естественно-производственные условия эксплуатации мелиоративных систем и их основных элементов, технико-эксплуатационные и технико-экономические показатели каналаочистительных машин, конструктивные особенности тех или иных каналаочистителей, наличие в мелиоративных хозяйствах современных каналаочистительных машин и различных видов общестроительных экскаваторов.

Об авторе:

Хамзат Арсланбекович Абдулмажидов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Мелиоративные и строительные машины» Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, hamzat72@mail.ru

About the author:

Khamzat A. Abdumazhidov – Cand. Sci. (Engineering), Docent of the Department of Reclamation and Construction Machinery of the Institute of Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, hamzat72@mail.ru

• Литература

1. Абдулмажидов Х.А. Формирование оптимального состава комплекса машин на основе требований по содержанию мелиоративных каналов и технико-эксплуатационных показателей каналаочистителя. Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы IV международной научно-практической конференции, Саратов, 29-30 мая 2018 года. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2018. С.34-37.
2. Абдулмажидов Х.А. Применение комплексов машин для очистки осушительных каналов. Наземные транспортно-технологические комплексы и средства: Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 01 февраля 2018 года. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. С.17-21.
3. Зиновцев А.А., Комов А.С., Петров А.С. Улучшение природных ландшафтов при реконструкции сооружений на мелиоративных каналах. Научные исследования и разработки в эпоху глобализации: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Волгоград, 05 февраля 2017 года. Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью "Астерна", 2017. С.35-37.
4. Шевченко В.А., Бородин В.В., Лытов М.Н. Варианты реконструкции гидромелиоративных систем на бывших мелиорированных длительно не используемых сельскохозяйственных землях. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020;4(60):313-327. DOI 10.32786/2071-9485-2020-04-31.
5. Балакай Г.Т., Куприянова С.В. Техническое состояние мелиоративных систем России и предложения по их восстановлению. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2020;1(77):5-9.
6. Малиюков С.В., Аксенов А.А., Малиюкова М.А. Анализ исследований фрезерно-металлических рабочих органов землеройных машин. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2020;8(350):222-226.
7. Ванюшин П.Н., Неведов А.В., Кузин А.В., Иванникова Н.А. Состояние и основные направления развития мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в Рязанской области. Вестник Рязанского государственного агроинженерного университета имени П.А. Костычева. 2017;4(36):11-17.
8. Тищенко А.И. Пути решения проблемы борьбы с местными размытиями отводящего русла за гидротехническими сооружениями на каналах мелиоративной сети. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019;1(73):230-235.
9. Бойко В.С., Тимохин А.Ю., Якименко В.Н. Плодородие осушаемых земель Омской области. Современное состояние и проблемы рационального использования почв Сибири: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию образования кафедры почвоведения, Омск, 01–02 октября 2020 года. Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2020. С.75-81.
10. Миронов А.В., Апатенко А.С., Севрюгина Н.С., Ступин О.А. Аппаратные средства nivelирования при разработке и очистке мелиоративных каналов. Агроинженерия. 2021;5(105):36-41. DOI 10.26897/2687-1149-2021-5-36-41
11. Афанасий Л., Тохир У., Алланиязов С.У. К вопросу заиливания и очистки каналов мелиоративных систем. Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, с. Солоное Займище, 21–22 мая 2020 года. с. Солоное Займище: ФГБНУ "Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук", 2020. С. 636-639. DOI 10.26150/PAFNC.2019.45.557-21-636-639
12. Грищенко В.В. Повышение экономической эффективности очистки мелиоративных каналов за счет изменения основных параметров режущего аппарата косилки. Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2020;13(4):91-97. DOI 10.17213/2075-2067-2020-4-91-97
13. Русаненко К.Ю. Требования к оборудованию при очистке открытых каналов мелиоративных систем. Сборник работ выпускников факультета механизации сельского хозяйства: сборник научных статей, Ставрополь, 01–31 мая 2018 года. Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2018. С.260-265.
14. Пунинский В.С. Совершенствование каналаочистительных машин для восстановления функционирования мелиоративной сети. Основные результаты научных исследований института за 2017 год: Сборник научных трудов. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2018. – С. 292-301.
15. Погодин Н.Н., Анженков А.С., Болышко В.А. Малозатратная технология очистки от заиливания приустьевой части коллекторной сети и водопропускных сооружений. Мелиорация и водное хозяйство. 2018;(4):43-46.
16. Абдразаков Ф.К., Чуркина К.И., Логашов Д.В. Анализ существующих технологий удаления древесно-кустарниковой растительности на оросительных каналах. Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАНХ и ИАНР академика МАЗП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Рязань: Рязанский государственный агроинженерный университет им. П.А. Костычева, 2020. С.12-16.
17. Гарбуз А.Ю. Выбор композиционных составов, применяемых для ремонта повреждений на каналах. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2021;1(81):37-43.
18. Кикот А.В., Левашов А.С. Противоаварийные мероприятия по мелиоративному каналу ТЖ-17 Неманского городского округа. Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2018;4(4):50-58.
19. Дубенок Н.Н., Янко Ю.Г., Петрушин А.Ф., Калинин Р.В. Перспективы использования данных дистанционного зондирования в оценке состояния мелиоративных систем и эффективности использования мелиорированных земель. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019;16(3):96-104. DOI 10.21046/2070-7401-2019-16-3-96-104.
20. Москаленко Н.В., Булко Н.И., Толкачева Н.В. и др. К вопросу о состоянии мелиорированных земель, находящихся в составе лесного фонда. Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 5. Экономика. Социология. Биология. 2020;10(1):125-132.

• References

1. Abdumazhidov Kh.A. Formation of the optimal composition of the complex of machines on the basis of requirements for the content of reclamation channels and technical and operational indicators of the canal cleaner. Innovations in environmental engineering and protection in emergency situations: Materials of the IV International Scientific and Practical Conference, Saratov, May 29–30, 2018. Saratov: Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 2018. P.34-37. (In Russ.)
2. Abdumazhidov Kh.A. Application of complexes of machines for cleaning drainage channels. Ground transport and technological complexes and means: Materials of the International Scientific and Technical Conference, Tyumen, February 01, 2018. Executive Editor Sh.M. Merdanov. Tyumen: Tyumen Industrial University, 2018. P.17-21. (In Russ.)
3. Zinovets A.A., Komov A.S., Petrov A.S. Improvement of natural landscapes during the reconstruction of structures on reclamation canals. Scientific research and development in the era of globalization: Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Volgograd, February 05, 2017 / Executive Editor Sukiasyan Asatur Albertovich. – Volgograd: Limited Liability Company "Aeterna", 2017. P.35-37. (In Russ.)
4. Shevchenko V.A., Borodichev V.V., Lytov M.N. Variants of reconstruction of hydromeliorative systems on the former reclamation of long-unused agricultural lands. Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2020;4(60):313-327. (In Russ.) DOI 10.32786/2071-9485-2020-04-31
5. Balakai G.T., Kupriyanova S.V. Technical state of reclamation systems of Russia and proposals for their restoration. Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. 2020;1(77):5-9. (In Russ.)
6. Malyukov S.V., Aksenov A.A., Malyukova M.A. Analysis of studies of milling and throwing working bodies of earth-moving machines. Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2020;8(350):222-226. (In Russ.)
7. Vanyushin P.N., Nefedov A.V., Kuzin A.V., Ivannikova N.A. The state and main directions of development of land reclamation of agricultural purposes in the Ryzan region. Vestnik Ryzanskogo gosudarstvennogo agrotekhnicheskogo universiteta named after P. A. Kostychev. 2017;4(36):11-17. (In Russ.)
8. Tishchenko A.I. Ways of solving the problem of struggle with local washouts of the diverting channel behind the hydraulic structures on the canals of the reclamation network. Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. 2019;1(73):230-235. (In Russ.)
9. Boyko V.S., Timokhin A.Y., Yakimenko V.N. Fertility of the drained lands of the Omsk region. Modern state and problems of rational use of the soils of Siberia: Materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the formation of the department of soil science, Omsk, October 01–02, 2020. Omsk: FSBOU VO Omsky GAU, 2020. P.75-81. (In Russ.)
10. Mironov A.V., Apatenko A.S., Sevryugina N.S., Stupin O.A. Hardware means of leveling in the development and cleaning of reclamation channels. Agroengineering. 2021;5(105):36-41. DOI 10.26897/2687-1149-2021-5-36-41. (In Russ.)
11. Afanasy L., Tohir U., Allaniyazov S.U. On the question of siltation and cleaning of channels of reclamation systems. Results and prospects for the development of the agro-industrial complex: Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference, s. Solonoye Zaymishche, May 21–22, 2020. s. Solonoye Zaymishche: FGBNU "Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", 2020. P.636-639. (In Russ.) DOI 10.26150/PAFNC.2019.45.557-21-636-639
12. Grishchenko V.V. Increasing the economic efficiency of cleaning reclamation channels due to changes in the main parameters of the cutting apparatus of the mower. Vestnik Yuzhno-Rossiiskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (NPI). Series: Socio-economic sciences. 2020;13(4):91-97. (In Russ.) DOI 10.17213/2075-2067-2020-4-91-97
13. Rusanenko K.Y. Requirement for equipment in the cleaning of open channels of reclamation systems. Collection of works of graduates of the faculty of mechanization of agriculture: collection of scientific articles, Stavropol, 01–31 May 2018. Stavropol: Izdatelstvo "AGRUS", 2018. P.260-265.
14. Puninsky V.S. Improvement of channel cleaning machines for the restoration of the functioning of the reclamation network. The main results of scientific research of the institute for 2017 : Collection of scientific works. Moscow: All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A.N. Kostyakov, 2018. P.292-301. (In Russ.)
15. Pogodin N.N., Anzhenkov A.S., Bolbyshko V.A. Low-cost technology of cleaning from siltation of the mouth of the collector network and culverts. Melioration and water management. 2018;(4):43-46. (In Russ.)
16. Abdrazakov F.K., Churkina K.I., Logashov D.V. Analysis of existing technologies for the removal of woody and shrubby vegetation on irrigation canals. Integrated approach to scientific and technical support of agriculture: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of the corresponding member of the Russian Academy of Agricultural Sciences and NANCRA academician of the MAEP and RAVN Bockharev Ya.V., Ryazan, December 09, 2020. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2020. P.12-16. (In Russ.)
17. Garbuz A.Y. Selection of compositional compounds used to repair damage on canals. Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. 2021;1(81):37-43. (In Russ.)
18. Kikot A.V., Levashov A.S. Anti-flood measures on the reclamation channel TZh-17 Neman Urban Okrug. Vestnik nauki i obrazovanie Severo-Zapada Rossii. 2018;4(4):50-58. (In Russ.)
19. Dubenok N.N., Yanko Y.G., Petrushin A.F., Kalinichenko R.V. Prospects for the use of remote sensing data in assessing the state of reclamation systems and the effectiveness of the use of reclaimed lands. Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2019;16(3):96-104. (In Russ.) DOI 10.21046/2070-7401-2019-16-3-96-104.
20. Moskalenko N.V., Bulko N.I., Tolkacheva N.V. [et al.] To the question of the state of reclamation lands, which are part of the forest fund. Vestnik Grodenskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Yanka Kupala. Episode 5. Economics. Sociology. Biology. 2020;10(1):125-132. (In Russ.)



ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН СЕМЯН
ФГБНУ ФНЦО

Наши сорта и технологии - гарантия урожая и качества

БОЛЬШОЙ ВЫБОР СЕМЯН от ведущего производителя в России

КОНТАКТЫ:

Отдел продаж ФГБНУ ФНЦО: +7(495)594-77-17, +7(903)190-46-55

E-mail: info@vniissok.com

Интернет-магазин: www.vniissok.com

Магазин "Семена ВНИССОК":

Адрес: 143080, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИССОК, ул. Липовая, д.2

График работы: понедельник-пятница 9.00-18.00, суббота 9.00-17.00, воскресенье 9.00-14.00

В нашем магазине Вы всегда можете самостоятельно купить семена, свежие овощи, рассаду, цветы, а также сопутствующие товары.



на правах рекламы

МАСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

www.vniissok.com