

Овощи России

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

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

2 2021

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



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

Курсы апробации по подготовке агрономов-апробаторов овощных, бахчевых и цветочных культур

При поддержке Министерства науки и высшего образования и Министерства сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) совместно с ФГБУ «Россельхозцентр» в период с 12 по 23 июля 2021 года проводит курсы по подготовке агрономов-апробаторов овощных, бахчевых и цветочных культур.

Стоимость обучения одного слушателя – 25100 рублей.

По окончании курсов и сдачи экзаменов слушателям выдается удостоверение, пакет нормативных актов, отчетные документы (договор, счет, счет-фактура).

Адрес: 143072, Московская обл., Одинцовский р-н, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14.

Проезд до пос. ВНИИССОК: от Белорусского вокзала или станции метро «Беговая», «Кунцевская», «Фили» электропоездом до ж/д станции «Пионерская». Выход из 1-ого вагона налево через мост, далее через Можайское шоссе до ФГБНУ ФНЦО.

Проживание в гостинице «Добрые соседи» (тел. 8-926-975-24-34) по адресу: пос. ВНИИССОК, ул. Дружбы, д.4. Оплата проживания в гостинице по наличной и безналичной форме – 2200 рублей в сутки (с завтраком). Проезд до гостиницы «Добрые соседи»: от Белорусского вокзала электропоездом до станции Одинцово, далее автобусом №72 до остановки «Пос. ВНИИССОК, ул. Дружбы».

Контакты: 8 (495) 599-24-42 (приемная директора);

8 (495) 599-13-22 (главный бухгалтер); 8 (495) 594-77-24, e-mail: 100vniissok@mail.ru

(Павлов Леонид Васильевич – отв. за проведение курсов апробации, доктор с.-х. наук, профессор).

Подробная информация размещена на сайте: www.vniissok.ru

**Решением Межправительственного координационного совета по вопросам семеноводства СНГ от 25 января 2018 года Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) утверждено базовой организацией по повышению квалификации специалистов по вопросам селекции и семеноводства государств-участников СНГ.*



Главный редактор

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Е.В. Журавлева – доктор с.-х. наук, управление науки департамента внутренней и кадровой политики Белгородской области, Белгород, 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, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Тираж 500 экземпляров.

Подписано в печать: 25.04.2021

Цена свободная

Отпечатано в типографии: "Издательство Черноморье".

394019, г. Воронеж, ул. Красnodонская, дом 16И, офис 6
Тел.: 8 (473) 200-88-80, www.izdat-chern.ru

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

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

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

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

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

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



VEGETABLE crops of RUSSIA

The journal of science and practical applications in agriculture

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

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

№2/2021

Editor in chief

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

EDITORIAL BOARD

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Circulation is 500 copies. Free price. Accepted: 25.04.2021.

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

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

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

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

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

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

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



СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**Ушаков В.А., Котляр И.П., Кайгородова И.М.**Селекция гороха овощного для консервной промышленности
с мелким размером зерна. 5**Байбакова Н.Г., Варивода Г.В.**

Изучение генетического разнообразия образцов арбуза столового..... 11

Салтанович Т.И., Андроник Л.И., Антох Л.П., Дончилэ А.Н.Морфофункциональные признаки мужского гаметофита томата
в условиях вирусного патогенеза. 16**Беседин А.Г., Тихонова А.В., Путина О.В.**

Патриот – новый сорт гороха овощного. 22

ОВОЩЕВОДСТВО**Сирота С.М., Пинчук Е.В., Козарь Е.Г., Беспалько А.В., Степанов В.А.**Перспективы использования многоярусной узкостеллажной установки
(МУГ) в селекции редиса европейского. 26**Курепин А.В., Першин А.Ф., Шевкунов В.Н.**«Световая цена» урожая огурца
в зимне-весенних оборотах теплиц..... 34**Удалова О.Р., Аникина Л.М., Мирская Г.В.,****Конончук П.Ю., Панова Г.Г.**Малообъемная и тонкослойная панопоника в интенсивной светокультуре огурца:
основы и результаты применения. 39**Федоров Д.А., Богданова В.Д.,****Фильцына Ю.Г., Воробьев М.В.**Сортоиспытание огурца F₁ Киборг и F₁ Баварец
при выращивании в защищенном грунте на светокультуре. 45**Кайгородова И.М., Голубкина Н.А.,****Плотникова У.Д., Ушаков В.А., Антошкин А.А.**Влияние электромагнитного поля высоковольтной линии электропередач
на рост и развитие растений фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.)..... 51**Бухаров А.Ф., Харченко В.А., Еремина Н.А.**Вариабельность морфологических параметров
семян в популяциях кориандра. 62**Магомедова Д.С., Курбанов С.А., Шабанова М.Ш.**Комплексное действие удобрений и
капельного орошения на урожайность баклажана. 67**Мустафаев Г.М., Магомедова А.А.,****Мурсалов С.М., Сапукова А.Ч., Халиков М.М.**

Влияние способов полива на водный режим тепличного томата. 71

Ахмедова П.М.Перспективные гибриды томата для летне-осеннего оборота
в защищенном грунте в условиях Дагестана..... 76**ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ****Голубев Ф.В.**Амброзия трёхраздельная (*Ambrosia trifida* L.)
на территории Владимирской области. 82**МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ****Спирин Ю.А., Пунтусов В.Г.**Тенденции и перспективы развития гидромелиоративного комплекса
Славского района Калининградской области. 86**Дубенок Н.Н., Яланский Д.В., Мажайский Ю.А.,****Черникова О.В., Дуброва Ю.Н.**Анализ и обоснование методов к определению водопотребления
сенокосно-пастбищной травосмеси в условиях орошения дождеванием. 93

BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS

Ushakov V.A., Kotlyar I.P., Kaigorodova I.M.

Selection of green peas for the canning industry with a small grain size.5

Baybakova N.G., Varivoda G.V.

Study of collection samples of table watermel with unconventional pulp color.11

16Saltanovich T.I., Andronic L.I.,

Antosh L.P., Doncila A.N.

Morphofunctional characteristics of the tomato male gametophyte
under conditions of viral pathogenesis.16

Besedin A.G., Tikhonova A.V., Putina O.V.

Patriot – new variety of vegetable peas.22

VEGETABLE PRODUCTION

Sirota S.M., Pinchuk E.V., Kozar E.G.,

Bespalko L.V., Stepanov V.A.

Prospects for the use of a multi-tier narrow-stack installation
in the selection of European radish.26

Kurepin A.V., Pershin A.F., Shevkunov V.N.

«Lighting price» of cucumber yield
in the winter-spring turnover of greenhouses.34

Udalova O.R., Anikina L.M., Mirskaya G.V.,

Kononchuk P.Yu., Panova G.G.

Low-volume and thin-layer panoponics in intensive artificial-light culture
of cucumber: basics and results of application.39

Fedorov D.A., Bogdanova V.D.,

Filtsyna Yu.G., Vorobyev M.V.

Testing variety of cucumber F₁ Ciborg, F₁ Bavarets in LIT crop culture.45

Kaigorodova I.M., Golubkina N.A.,

Plotnikova U.D., Ushakov V.A., Antoshkin A.A.

Effect of high-voltage power lines electromagnetic field
on growth and development of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.).51

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

Variability of morphological parameters
of seeds in coriander populations.62

Magomedova D.S., Kurbanov S.A., Shabanova M.Sh.

Complex effect of fertilizers and drip irrigation eggplant yield.67

Mustafaev G.M., Magomedova A.A.,

Mursalov S.M., Sapukova A.Ch., Khalikov M.M.

The influence of irrigation methods on the water regime
and productivity of greenhouse tomatoes.71

Akhmedova P.M.

Promising tomato hybrids for summer-autumn turnover
in protected ground in Dagestan.76

PLANT PROTECTION

Golubev F.V.

Giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.)

in the territory of the Vladimir region.82

RECOVERY, RECULTIVATION AND PROTECTION OF LANDS

Spirin Yu.A., Puntusov V.G.

Trends and prospects for the development of the irrigation
and drainage complex of the Slavsky district of the Kaliningrad region.86

Dubenok N.N., Yalansky D.V., Mazhaysky Yu.A.,

Chernikova O.V., Dubrova Yu.N.

Analysis and substantiation of methods for determining water
consumption of haip-pasture herbs in conditions of irrigation by raining.93

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-5-10>
УДК 635.656:631.52:664.84

**В.А. Ушаков, И.П. Котляр,
И.М. Кайгородова**

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

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: 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>

Поступила в редакцию: 25.03.2021

Принята к печати: 08.04.2021

Опубликована: 25.04.2021

**Vladimir A. Ushakov, Irina P. Kotlyar,
Irina M. Kaigorodova**

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

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

Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article: involved in planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data.

For citations: 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>

Received: 25.03.2021

Accepted for publication: 08.05.2021

Accepted: 25.04.2021

Селекция гороха овощного для консервной промышленности с мелким размером зерна



Резюме

Актуальность. В настоящее время для производства консервов «зеленый горошек» используются сорта со средним размером семян. Актуально создание сортов с массой 1000 семян менее 150 г для производства консервов премиум класса.

Материалы и методы. Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ ФНЦО (Московской области). Объектом исследований служили линии гибридов гороха овощного разных групп спелости с низкой массой 1000 семян.

Результаты и обсуждение. На начальном этапе работы были отобраны растения с низкой массой 1000 семян и зеленым цветом семядолей и в течение нескольких лет доведены до константных линий. За годы отборов погодные условия были с резкими перепадами температур и осадков. Это позволило по совокупности признаков выделить образцы с низкой вариабельностью селективируемых признаков. В 2018-2019 годах выделенные линии изучали по признакам продуктивности и технологичности в период технической спелости в питомнике конкурсного сортоиспытания гороха овощного. Для определения продолжительности периода технической спелости и её связи с урожайностью, уборку зеленого горошка проводили в три срока, начиная с минимальных показателей плотности (34-35 единиц) и с интервалом в трое суток. При определении фракционного состава зеленого горошка выделился образец 4.12, который получил сортовое название Смайлик. Зеленый горошек этого сорта имел достаточно высокую выравненность и мелкий диаметр зерна с преобладанием фракций 5-8,5 мм и 8,6-9,9 мм. Образец 12.12 по своим показателям был близок к Смайлику. По результатам конкурсного сортоиспытания сорт Смайлик в 2019 году был передан на Государственное сортоиспытание РФ.

Ключевые слова: горох овощной, селекция, размер зерна, продуктивность, урожайность, качество зеленого горошка, раннеспелость

Selection of green peas for the canning industry with a small grain size

Abstract

Relevance. Therefore, at present, varieties with an average seed size are used for the production of canned "green peas". In this regard, it is important to create varieties with a mass of 1000 seeds less than 150 g for the production of premium canned food.

Methods. The object of research was the lines of hybrids of vegetable peas of different ripeness groups with a low weight of 1000 seeds.

Results. At the initial stage of the work, plants with a low mass of 1000 seeds and green cotyledons were selected and brought to constant lines over several years. Over the years of sampling, the weather conditions were with sharp changes in temperature and precipitation. This made it possible to single out samples with low variability of the selected characters based on the totality of characters. In 2018-2019, the selected lines were studied according to the characteristics of productivity and manufacturability during the period of technical ripeness in the nursery of competitive variety testing of vegetable peas. To determine the duration of the technical ripeness period and its relationship with the yield, the green peas were harvested in three periods, starting with the minimum density indicators (34-35 units) and with an interval of three days. When determining the fractional composition of green peas, sample 4.12 was isolated, which received the varietal name Smaylik. Green peas of this variety had a fairly high uniformity and small grain diameter with a predominance of fractions of 5-8.5 mm and 8.6-9.9 mm. Sample 12.12 was close to Smaylik in its performance. According to the results of competitive variety testing, the Smaylik variety in 2019 was transferred to the State variety testing of the Russian Federation.

Keywords: vegetable peas, breeding, size of grain, fecundity, yield of crops, quality of green peas, early ripeness

Введение

Наличие большого числа микроэлементов, витаминов, незаменимых аминокислот делает горох овощной ценной диетической культурой без ограничений в потреблении [1-3].

Зеленым горошком называют семена гороха овощного в стадии молочной спелости на XI этапе органогенеза [4]. Этот период вегетации определяется как техническая спелость, и семена характеризуются самыми высокими биохимическими показателями, влияющими на вкусовые качества консервов «зеленый горошек», при этом сорта с мозговой поверхностью семян, в отличие от округлых, содержат больше сахаров и меньше крахмала [5, 6, 7].

Большое внимание при переработке уделяется «товарному» виду, а поэтому важна сенсорная оценка зерна по окраске, консистенции и выравненности по размеру. Окраска горошка определяется яркостью и насыщенностью цвета семядолей [6]. Консистенция и выравненность зерна в большей мере определяется генотипом и зависит от ряда признаков, таких как дружность цветения, число продуктивных узлов, число бобов на узле, число семян в бобе и другие. Также накладывает свой отпечаток и среда – температурный и водный баланс на X-XI этапах органогенеза.

Особенное место здесь занимает признак «масса 1000 семян». При высоком показателе признака (более 200 г) повышается расход семян на посев, снижается выравненность зеленого горошка, что отражается на товарности продукции, существенно снижается коэффициент размножения, что приводит к удорожанию продукции [8]. Поэтому в настоящее время для производства консервов «зеленый горошек» используются сорта со средним размером семян, массой 1000 семян – 170-200 г.

Вкусовые качества зеленого горошка определяются содержанием амилозы в крахмале семян гороха овощного. В зависимости от генотипа и среды наличие амилозы может варьировать от 70 до 82%. В исследованиях Путиной О.В. доказана обратная связь массы 1000 семян с числом семян в бобе, бобов на растении и прямая – концентрации крахмала с более высоким содержанием амилозы [9, 10]. В связи с этим, актуально создание сортов с массой 1000 семян менее 150 г для производства консервов премиум класса.

Цель исследования: провести оценку константных линий гороха овощного и выделить высокопродуктивные образцы с минимальным размером массы 1000 семян (100-140 г), стабильной урожайностью и высоким качеством зеленого горошка.

Материалы и методы

Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ ФНЦО (Московской область). Почвы опытного участка дерново-подзолистые среднесуглинистые. Агротехника выращивания – общепринятая в зоне. Норма высева из расчета 1,0-1,2 млн всхожих семян на га, в зависимости от длины вегетационного периода. Учетная площадь делянки – 10 м². Размещение делянок рендомизированное, повторность четырехкратная.

Погодные условия в годы исследования складывались неоднозначно. Для полевого сезона 2018 года были характерны резкие перепады температуры и вла-

гообеспеченности. Так в третьей декаде мая отмечалось понижение суточной температуры до 8...10°C, а во второй половине июня она поднималась до 28...30°C. Температурные скачки сопровождались отсутствием осадков. Начало июля снова отмечено понижением среднесуточных температур до 16...17°C и выпадением осадков, далее резкое повышение до 28°C.

Сезон 2019 года был более стабильным в начальный период, а для третьей декады мая и двух первых июня были характерны высокие среднесуточные температуры (выше многолетних) с постепенным снижением влагообеспеченности, которые резко сменились на последующие три недели с температурами ниже многолетних данных (15...16°C) и обильными осадками.

Объектом исследований служили константные линии гибридов гороха овощного разных групп спелости с низкой массой 1000 семян. В качестве стандартов использовали сорта российской и зарубежной селекции, включенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ [11].

Урожайность зеленого горошка и технологические качества сортообразцов оценивали в условиях агробиологического конкурсного сортоиспытания. Было заложено два опыта. Первый опыт: для оценки урожайности и качества уборки зеленого горошка производили учеты в период технической спелости с оптимальным соотношением урожайности и качества, и спустя трое суток. Второй – определение продолжительности периода технической спелости. Уборку начинали при плотности горошка 34-35 единиц по финометру, далее согласно методике Государственного сортоиспытания [12].

Математическая обработка данных урожайности проведена по методике Б.А. Доспехова [13] с использованием Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Селекционный процесс предполагает использование лучшего селекционного материала по отдельным морфологическим и биометрическим показателям, а признак, выступающий критерием отбора, должен быть максимально стабильным.

В 2010 году в гибридных комбинациях третьего поколения были отобраны растения с низкой массой 1000 семян и зеленым цветом семядолей и в течение семи лет доведены до константных линий. За годы отборов погодные условия были с резкими перепадами температур и осадков. Это позволило по совокупности признаков выделить две линии с низкой массой 1000 семян (4.12; 12.12), вариативность признака – менее 10%. Согласно литературным источникам коэффициент фенотипической изменчивости признака «масса 1000 семян» зависит от взаимодействия генотипа и среды, но реакция каждого генотипа на среду специфична [14].

Образцы относились к разным группам вегетации, в соответствии с которыми использовали стандарты: раннеспелый – Чика и позднеспелый – Викинг, с массой 1000 семян 182 и 176 г, соответственно (табл. 1).

Продолжительность вегетационного периода имеет ценное хозяйственное значение, а степень ее изменчивости во многом определяется температурным и водным режимами в период цветения и налива зерна. Вегетационный период образца 4.12 был практически

Таблица 1. Характеристика константных линий гороха овощного, отобранных по низкой массе 1000 семян
 Table 1. Characteristics of constant lines of green peas, selected for a low weight of 1000 seeds

Признаки Warning		Сортообразцы Variety samples			
		4.12	Чика	12.12	Викинг
Масса 1000 семян, г Weight of 1000 seeds, g		94±8	182±25	112±9	176±16
Коэффициент вариальности, Cvph Coefficient of variability, Cvph		9	15	8	13
Продолжительность периода от всходов (в сутках) Period from germination (in days)	цветение flowering	24-29	25-30	42-55	41-53
	техническая стадия спелости technical stage of ripeness	39-45	41-48	53-60	51-60
	биологическая спелость biological ripeness	52-59	53-60	69-76	65-70
Длина стебля, см Stem length, cm		41±5	57±8	75±5	71±4
Высота стебля до 1-го боба, см Stem height up to 1 pod, cm		26±3	34±4	40±4	45±6
Число узлов, шт Number of nodes, pcs	непродуктивных non-productive	8.7±0.4	9.5±0.5	19±0.2	17±0.5
	продуктивных productive	4.3±0.8	4.1±0.3	4.6±1	4.0±1.0
Число цветков на узле, шт The number of flowers per node, pcs		2,1±0,1	1.8±0.2	3.0±0.3	2.0±0.1
Число бобов, шт Number of beans, pcs	на узле per node	2.0±0.1	1.6±0.2	2.8±0.2	1.9±0.1
	с растения per plant	10.3±1.3	7.6±1.4	13.4±2.9	9.8±2.1
Размер боба, мм Bob size, mm	длина length	69±2	75±3	71±3	90±4
	ширина width	9±0.1	12±0.3	10±0.1	12±0.2
Число семян, шт Number of seeds, pcs	в бобе in a bean	7.2±0.2	7.0±0.4	9.1±0.3	9±0,3
	с растения per plant	60±10	48±17	120±25	86±17
Продуктивность одного растения, г Productivity of 1 plant, g		5,55±1,1	7.2±2.3	12.4±2.4	14.6±3.0

на уровне стандарта (Чика), но по отдельным периодам: «всходы-цветение», «всходы-техническая спелость», на 1-2 суток короче, что соответствует числу непродуктивных узлов, и является ценным признаком при составлении производственного конвейера сортов. Образец 12.12 относился к наиболее поздним образцам.

Отобранные линии характеризовались обильным цветением (2-3 цветка на узле) и средним размером боба. Боб узкий с плотным расположением семян, что косвенно предполагает устойчивость к недостатку влаги [15]. Озерненность боба у образцов, для их группы спелости, на высоком уровне – 7,2 и 9,1 семян, что также является косвенным признаком высокого содержания амилозы [9].

Продуктивность одного растения в отобранных линиях была в пределах стандарта, но с учетом числа семян с растения и массы 1000 семян, существенно возрастает коэффициент размножения, что значительно может снижать себестоимость продукции.

Наиболее стабильными признаками были: «число непродуктивных узлов», «число цветков и бобов на узле», «размер боба и число семян в бобе», «масса

1000 семян». Менее стабильными показателями по годам характеризовались такие признаки как «число продуктивных узлов», «число бобов, семян с растения» и «продуктивность 1-го растения», что в целом согласуется с литературными источниками [16].

В 2018-2019 годах выделенные линии (4.12 и 12.12) всесторонне изучали по признакам продуктивности и технологичности в период технической спелости в питомнике конкурсного сортоиспытания гороха овощного.

В первом опыте уборку проводили в период технической спелости, в оптимальный срок, при наилучшем соотношении урожайности и качества (табл.2), и спустя трое суток для сравнительной оценки выравненности в диаметре зерна по мере созревания.

Оптимальный срок уборки в период технической спелости сортообразца 4.12 наступал практически одновременно со стандартом Аволла, но при этом у него формировалось бобов в 1,5 раза больше, что указывает на большую скорость физиологических процессов в период закладки генеративных органов. У образца 12.12 уборочная годность наступала спустя 20 суток, на растениях формировалось максимальное количество выполненных

Таблица 2. Оценка сортообразцов гороха овощного по элементам продуктивности и технологичности, 2018-2019 годов
Table 2. Assessment of cultivars of green peas by elements of productivity and adaptability to manufacture, 2018-2019

Показатели Indicators	Сортообразцы Variety samples			
	Авола	4.12	Викинг	12.12
Созревание к стандарту, сутки Ripening to standard, day	0	+0,5	+16	+20
Устойчивость стебля к полеганию, % Stem resistance to lodging, %	75.0±3.0	75.0±4.0	62.0±10	43±3.0
Число бобов на растении, шт. The number of beans per plant, pcs	2.1±0.3	3.6±0.6	6.4±0.5	7.8±0.5
Урожайность горошка, т/га Pea yield, t/ha	3.64±0.9	3.6 ±0.9	9.62±1.5	10.07±1.5
Показания финометра Finometer data	41.0±1.0	41.0±3.0	40.0±1.0	41.0±2.0
Выход зеленого горошка от бобов, % Green pea yield from beans, %	44.0±3.0	45.0±1.0	45.0±5.0	46.0±3.0
Прибавка урожайности через 3-е суток, % Increase in yield after 3 days, %	123.0±3.0	119±3.0	134.0±6.0	138±4.0

бобов (7,8). Устойчивость стебля к полеганию у ранне-спелых образцов значительно выше, что согласуется с литературными источниками [17].

Урожайность зеленого горошка мелкосемянных сортов была в пределах стандартов соответствующих групп спелости. Причем погодные условия оказали существенное влияние на урожайность между группами спелости. Резкое снижение температуры (до биологического минимума) на начальном этапе развития в 2018 году создали стрессовые условия для растений гороха овощного, особенно для раннеспелых сортов, имеющих короткий период «всходы - цветения» [18]. Цветение и налив бобов этой группы сортов в 2018 году приходились на III декаду июня и на первую половину июня 2019 года, условия среды были идентичными – температурный режим превышал многолетние показатели на фоне недостаточной влагообеспеченности, что снижало урожайность и оказывало существенное влияние на длину периода технической спелости. Литературные источники подтверждают данный негативный эффект, вызывающий торможение образования биомассы, и его отрицательное воздействие на рост корневой системы и содержание хлорофилла в листьях, что в целом оказывает влияние на снижение урожайности семян [19, 20, 21, 22, 23]. Понижение среднесуточных температур и выпадение осадков пришлось на конец цветения позднеспелых образцов, что оказало положительное влияние на формирование бобов и в целом на урожайность.

Качество свежего и консервированного горошка зависит от консистенции зерна в период технической спелости, поэтому оценкой качества может служить показатель плотности зеленого горошка, определяемый по финометру. Как видно из таблицы 2, образцы убраны при плотности горошка 40-41 единицы, что соответствует высшему сорту качества. Выход зеленого горошка от бобов при

данной плотности достаточно высокий, что указывает на высокую озерненность боба.

В современных условиях рынка значение приобретает эстетическое восприятие продукта, а поэтому важен диаметр зерна и его выравненность по фракциям. Для более точного сравнительного анализа данного признака была проведена повторная уборка через трое суток. Как видно из таблицы 3, зеленый горошек сортов Авола и Викинг делился на 4 фракции с диаметром от 5 до 11 мм. Основная масса зерна была среднего и среднекрупного размера 7-10 мм. При этом есть доля крупного зерна с диаметром более 10 мм, а при увеличении показаний финометра она увеличивается, что делает горошек менее привлекательным. Зерно сорта Смайлик в оптимальный срок уборки имело достаточно высокую выравненность и мелкий диаметр в пределах 5-8,5 мм, при втором сроке уборки выделялась среднекрупная фракция с диаметром 8,6-9,9 мм. Образец 12.12 по своим показателям был близок к Смайлику.

Сорта гороха овощного различаются продолжительностью периода технической спелости, т.е. периода, в котором можно получить консервы высшего и первого сорта. Плотность зеленого горошка по сортам возрастает в период уборки, но с разной интенсивностью, и зависит от ряда признаков и факторов, и в первую очередь, от числа продуктивных узлов, характера цветения [17], накладывает свой отпечаток и среда.

Во втором опыте для определения продолжительности периода технической спелости и её связи с урожайностью, уборку зеленого горошка проводили в три срока, начиная с минимальных показателей плотности (34-35 единиц) и с интервалом в трое суток. Существенное влияние оказывали погодные условия. Стрессовые условия 2018 года в начальный период роста оказали негативное влияние на формирование вегетативной массы и в целом

Таблица 3. Распределение зеленого горошка по фракциям в зависимости от диаметра зерна, 2019 год (%)
Table 3. Distribution of green peas by fractions depending on grain diameter, 2019

Сортообразцы Variety samples	1-й срок уборки 1 harvest time					2-й срок уборки 2 harvest time				
	<5	5,1-6,9	7-8,5	8,6-9,9	>10	<5	5,1-6,9	7-8,5	8,6-9,9	>10
Авола, st	0,5	7,5	46	40	6	-	8	23	53	16
Смайлик	3	54	43	-	-	-	14	53	33	-
Корсар	-	13	73	14	-	-	2	50	48	-
Викинг	-	5	52	43	-	-	1	40	56	3
12.12	-	24	76	-	-	-	12	49	39	-

на урожайность I-го срока уборки раннеспелых сортов. Так разница по годам составила от 6,2 до 20,0% (рис. 1). Более сильная реакция была у мелкосемянного образца 4.12. При последующих уборках эта разница сглаживалась до 8-11%. Малое число продуктивных узлов при низкой влагообеспеченности и повышенных температурах в период технической спелости приводили к быстрому наливу бобов и перезреванию зеленого горошка у сорта Аволы, что отразилось на урожайности 3-го срока уборки.

Как видно из рис. 1 урожайность мелкосемянного образца 4.12 активно нарастала к каждому сроку уборки и незначительно уступала Аволе, а плотность зеленого горошка росла значительно медленнее. Оба сорта уступали Корсару по урожайности, что вполне закономерно, так как последний созрел на трое суток позже [18].

При этом плотность зерна (рис. 2) медленнее всего возрастала у образца 4.12 ($M_{1000} - 94$ г), чуть быстрее у Корсара ($M_{1000} - 176$ г) и самые большие значения были у

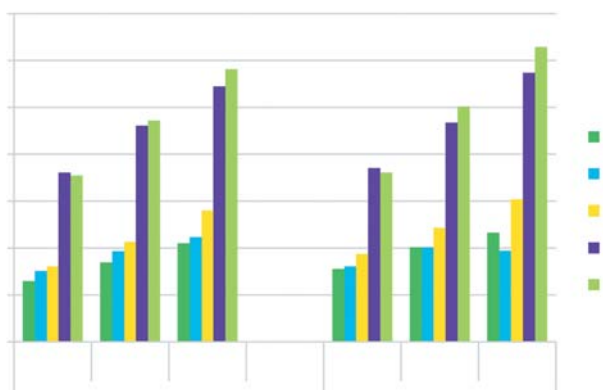


Рис. 1. Урожайность зеленого горошка по срокам уборки (т/га), 2018-2019 годы

Fig 2. Productivity of green peas by harvest time (t/ha), 2018-2019

Авола ($M_{1000} - 200$ г). То есть плотность зерна по срокам уборки была в прямой зависимости от массы 1000 семян: чем больше масса, тем быстрее шло созревание.

Погодные условия в период налива и созревания бобов позднеспелой группы были более чем благоприятные в оба года, что позволило сформировать высокую урожайность с медленным созреванием. Однако следует отметить, что мелкосемянный сортообразец (12.12)

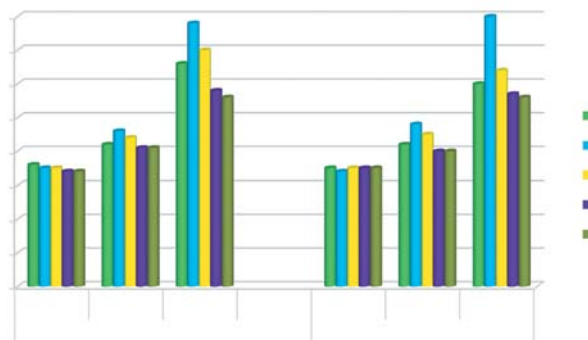


Рис. 2. Изменение плотности зеленого горошка в зависимости от сроков уборки (единицы финометра), 2018-2019 годы

Fig. 3. Change in density of green peas depending on the timing of harvesting (finometer units), 2018-2019

незначительно превосходил Викинг по урожайности, но плотность горошка была меньше. Сопоставив полученные данные с литературными источниками [10], можно сделать вывод, что изученные мелкосемянные сорта обладают высоким содержанием амилозы в крахмале и более продолжительным периодом технической спелости

Наиболее ценным с хозяйственной точки зрения оказался образец 4.12, который получил сортовое название Смайлик. По результатам конкурсного сортоиспытания сорт Смайлик в 2019 году был передан на Государственное сортоиспытание РФ. Авторы сорта: Котляр И.П., Пронина Е.П., Ушаков В.А., Кайгородова И.М., Солдатенко А.В.

Сорт Смайлик – раннеспелый (сумма активных температурных единиц 6700), вегетационный период до технической спелости – 41-48 суток, не израстает. Стебель обычный, длиной 38-45 см, относительно устойчив к полеганию (рис. 3в). Продуктивных узлов 3-5. Лист обычный, с мелкими хорошо освещенными листочками. Цветки белые, мелкие по два, реже три на цветоножке. Бобы прямые 7-9-семянные (рис.3б). Масса 1000 семян – 90-110 г. Зеленый горошек выравнен, с хорошим товарным видом и высокими вкусовыми качествами. Окраска горошка насыщенно зеленого цвета, который сохраняется до биологической спелости. Отличительной особенностью сорта является продолжительный период технической спелости.



Рис.3. Горох овощной сорт Смайлик: а – общий вид растения, б – боб гороха

Fig.3. Pea vegetable variety Smaylik: a – general view of the plant, b – legume

Об авторах:

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

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

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

About the authors:

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

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

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

• Литература

1. Ушакова О.В., Голубкина Н.А., Ушаков В.А., Пронина Е.П., Котляр И.П., Кошеваров А.А. Сортовая специфика минерального состава семян гороха овощного. *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования*. 2017;(3):81-85.
2. Vidal-Valverde C., Frias J., Hernandez A., Martin Alvarez P.J., Sierra I., Rodriguez C., Blazquez I., Vicente G. Assessment of nutritional compounds and antinutritional factors in pea (*Pisum sativum*) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2003;83(4):298-306.
3. Янковская Г.П., Досина Е.С., Чайковский А.И. Урожайность и биохимический состав гибридов гороха овощного. *Овощеводство*. 2008;(13):82-90.
4. Сашченко М.Н., Подвигина О.А. Возрастные изменения растений гороха в онтогенезе. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014;2(10):17-26.
5. Дрозд А.М., Самарина Л.Н. Изменения продуктивности овощных сортов гороха и качества зеленого горошка в процессе его перезревания. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1976;56(2):29-39.
6. Nleya KM, Minnaar A, de Kock HL. Relating physico-chemical properties of frozen green peas (*Pisum sativum* L.) to sensory quality. *J Sci Food Agric*. 2014. Mar 30;94(5):857-865. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6315>
7. Bhattacharyya MK, Smith AM, Ellis TH, Hedley C, Martin C. The wrinkled-seed character of pea described by Mendel is caused by a transposon-like insertion in a gene encoding starch-branching enzyme. *Cell*. 1990 Jan 12;60(1):115-122. [https://doi.org/10.1016/0092-8674\(90\)90721-p](https://doi.org/10.1016/0092-8674(90)90721-p).
8. Васыкин Н.И., Омелянюк Л.В. Возможности снижения крупности семян гороха. – *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 1998;(3):28-29
9. Путина О.В., Бобков С.В., Вишнякова М.А. Углеводный состав семян и его связь с другими селекционно значимыми признаками у овощного гороха (*Pisum sativum* L.) в условиях Краснодарского края. *Сельскохозяйственная биология*. 2018;53(1):179-188. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.1.179rus>
10. 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. 18 с.
11. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 680 с.
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М. 1989. 194 с.
13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.
14. Котляр И.П., Ушаков В.А., Кривенков Л.В., Пронина Е.П. Изменчивость признака «масса 1000 семян» как основного элемента продуктивности у гороха овощного. *Овощи России*. 2018;(2):21-23. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-21-23>
15. Дрозд А.М. Зимостойкие сорта гороха для предгорной зоны Краснодарского края. Дис. канд. с.-х. наук. Санкт-Петербург. 1953. 154 с.
16. Кузьмина С.П., Казыдуб Н.Г., Бондаренко Е.В. Изучение образцов овощного гороха по экологической пластичности в Омском ГАУ. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2016;4(67):67-73. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-67-67-73>
17. Котляр И.П., Ушаков В.А. Источники устойчивости стебля гороха овощного к полеганию. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2015;(5):30-32.
18. Котляр И.П., Ушаков В.А., Кайгородова И.М., Пронина Е.П. Селекция гороха овощного на технологичность. *Овощи России*. 2019;(2):34-38. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-34-38>
19. Косаковская И.В. Стрессовые белки растений. Киев. 2008. 154 с.
20. Омелянюк Л.В., Асанов А.М. Продуктивность образцов зернобобовых культур, созданных в ГНУ СибНИИСХ, в зависимости от погодных условий вегетационного периода. *Достижения науки и техники АПК*. 2013;(5):17-20.
21. Osman H.S. Enhancing antioxidant – yield relationship of pea plant under drought at different growth stages by exogenously applied glycine betaine and proline. *Annals of Agricultural Sciences*. 2015;60(2):389-402.
22. Новикова Н.Е., Агаркова С.Н., Беляева Р.В., Головина Е. В., Цуканова З. Р., Сулимова Н. Н., Миткина Н. И. Влияние интрогрессии мутантных генов на формирование урожайности сортов гороха. *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2012;3(36):20-26.
23. Бугрей И.В., Мных С.В., Веригин С.В., Боландина В.С. Влияние экстремальных условий погоды на рост, развитие и урожайность гороха. Современные технологии сельскохозяйственного производства и приоритетные направления развития аграрной науки. *Материалы международной научно-практической конференции: в 4 томах, п. Персиановский, 04–07 февраля 2014 года*. 2014. 107-110 p.

• References

1. Ushakova O.V., Golubkina N.A., Ushakov V.A., Pronina E.P., Kotlyar I.P., Koshevarov A.A. Varietal specificity of the mineral composition of pea seeds. *New and unconventional plants and prospects for their use*. 2017;(3):81-85. (In Russ.)
2. Vidal-Valverde C., Frias J., Hernandez A., Martin Alvarez P.J., Sierra I., Rodriguez C., Blazquez I., Vicente G. Assessment of nutritional compounds and antinutritional factors in pea (*Pisum sativum*) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2003;83(4):298-306.
3. Yankovskaya G.P., Dosina E.S., Tchaikovsky A.I. Productivity and biochemical composition of vegetable pea hybrids. *Vegetable growing*. 2008;(13):82-90. (In Russ.)
4. Sashchenko M.N., Podvigina O.A. Age changes of pea plants during ontogenesis. *Legumes and groat crops*. 2014;2(10):17-26. (In Russ.)
5. Drozd A.M., Samarina L.N. Changes in the productivity of vegetable varieties of peas and the quality of green peas in the process of their overripening. *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii*. 1976;56(2):29-39. (In Russ.)
6. Nleya KM, Minnaar A, de Kock HL. Relating physico-chemical properties of frozen green peas (*Pisum sativum* L.) to sensory quality. *J Sci Food Agric*. 2014. Mar 30;94(5):857-865. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6315>
7. Bhattacharyya M.K., Smith A.M., Ellis T.H., Hedley C., Martin C. The wrinkled-seed character of pea described by Mendel is caused by a transposon-like insertion in a gene encoding starch-branching enzyme. *Cell*. 1990. Jan 12;60(1):115-122. [https://doi.org/10.1016/0092-8674\(90\)90721-p](https://doi.org/10.1016/0092-8674(90)90721-p).
8. Vasyakin N.I., Omelyanyuk L.V. Possibilities of reducing the size of pea seeds. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 1998;(3):28-29. (In Russ.)
9. Putina O.V., Bobkov S.V., Vishnyakova M.A. The carbohydrate composition and its relation to another breeding important traits of garden pea (*Pisum sativum* L.) in Krasnodar region. *Agricultural Biology*. 2018;53(1):179-188. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.1.179rus> (In Russ.)
10. Breeding value of vegetable peas of different morphotypes in the Krasnodar Territory. Abstract of dissertation for the degree of candidate of biological sciences. St. Petersburg. 2018. 18 p. (In Russ.)
11. State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Vol.1 "Plant varieties" (official publication). Moscow: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2020. P.680. (In Russ.)
12. Methodology for state variety testing of agricultural crops. M., 1989. P.194. (In Russ.)
13. Dospekhov B.A. Field experiment methodology: with the basics of statistical processing of research results. M.: Agropromizdat. 1985. P.351. (In Russ.)
14. Kotlyar I.P., Ushakov V.A., Krivenkov L.V., Pronina E.P. The variability of the trait "weight of 1000 seeds" as a most important element of productivity of vegetable pea. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(2):21-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-21-23>
15. Drozd A.M. Winter-hardy pea varieties for the foothill zone of the Krasnodar Territory. Dissertation of the candidate of agricultural sciences. St. Petersburg. 1953. P.154. (In Russ.)
16. Kuzmina S.P., Kazydub N.G., Bondarenko E.V. Study of vegetable pea samples for ecological plasticity at the Omsk SAU. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2016;4(67):67-73. (In Russ.)
17. Kotlyar I.P., Ushakov V.A. Resistance of vegetable pea stems to lodging. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2015;(5):30-32. (In Russ.)
18. Kotlyar I.P., Ushakov V.A., Kaygorodova I.M., Pronina E.P. Vegetable pea breeding on technology. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(2):34-38. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-34-38>
19. Kosakovskaya I. V. Stress proteins in plants. Kiev. 2008. P.54. (In Russ.)
20. Omelyanyuk L.V., Asanov A.M. Productivity of samples of leguminous crops created at the State Scientific Institution SibNIISH, depending on the weather conditions of the growing season. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2013;(5):17-20. (In Russ.)
21. Osman H.S. Enhancing antioxidant – yield relationship of pea plant under drought at different growth stages by exogenously applied glycine betaine and proline. *Annals of Agricultural Sciences*. 2015;60(2):389-402.
22. Novikova N.E., Agarkova S.N., Belyaeva R.V., Golovina E.V., Tsukanova Z.R., Sulimova N.N., Mitkina N.I. Influence of introgression of mutant genes on the formation of yield of pea varieties. *Bulletin of the Oryol State Agrarian University*. 2012;3(36):20-26. (In Russ.)
23. Bugrey I.V., Mnykh S.V., Verigin S.V., Bolandina V.S. The influence of extreme weather conditions on the growth, development and yield of peas. Modern technologies of agricultural production and priority directions for the development of agricultural science. Materials of the international scientific-practical conference: in 4 volumes, Persianovskiy settlement, 04–07 February 2014. 2014. 107-110 p. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-11-15>
УДК 635.615:575.2

Н.Г. Байбакова,
Г.В. Варивода

Быковская бахчевая селекционная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр овощеводства"
404067, Россия, Волгоградская обл., Быковский район, п. Зелёный,
ул. Сиреневая, д. 11
BBSOS34@yandex.ru

Благодарности. Авторы выражают огромную благодарность Артемию Кучинову за предоставленные коллекционные образцы.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Байбакова Н.Г., Варивода Г.В. Изучение коллекционных образцов арбуза столового с нетрадиционной окраской мякоти. *Овощи России*. 2021;(2):11-15.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-11-15>

Поступила в редакцию: 12.02.2021

Принята к печати: 07.04.2021

Опубликована: 25.04.2021

Nina G. Baybakova,
Gennady V. Varivoda

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
BBSOS34@yandex.ru

Acknowledgments. The authors are grateful to Artemy Kuchinov for providing the collection samples.

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

Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article.
For citations: Baybakova N.G., Varivoda G.V. Study of collection samples of table watermelon with unconventional pulp color. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):11-15. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-11-15>

Received: 12.02.2021

Accepted for publication: 07.04.2021

Accepted: 25.04.2021

Изучение коллекционных образцов арбуза столового с нетрадиционной окраской мякоти



Резюме

Актуальность. Изучение коллекции является одним из основных источников пополнения исходного материала для селекционного процесса. Наличие необходимых генетических признаков позволяет ускорить селекционный процесс. Поэтому на Быковской бахчевой селекционной опытной станции проводится оценка генетического разнообразия бахчевых растений и выделяются перспективные образцы для использования в селекции.

Материалы и методы. Объектом исследований являлись образцы столового арбуза с нетрадиционной окраской мякоти. Цель работы – изучение и выделение исходного материала арбуза для использования в селекционном процессе для создания новых сортов и гибридов бахчевых культур. В процессе исследования из 33 сортообразцов коллекционного питомника выделены 12 сортообразцов столового арбуза, являющиеся источниками хозяйственно ценным признаков. Отбор вели по урожайности, скорости вступления в плодоношение, вкусовым качествам, окраске мякоти.

Результаты. В ходе исследований проведена оценка полученных образцов столового арбуза с нетрадиционной окраской мякоти по комплексу хозяйственных признаков в сравнении со стандартами: Зенит и Синчевский. Анализ прошедших испытание образцов позволил выделить 12 образцов по хозяйственно ценным признакам: 3 образца по скороспелости и вкусовым качествам: White sugar lump, White wonder, Золотой реванш F₁; 7 образцов с повышенным содержанием сухого вещества, по урожайности и крупноплодности: Moon and stars yellowflesh, Sweet Siberian, Orangeglo, Daisy, Clay county yellow meat, Mountain sweet yellow, Tendergold; 2 образца по окраске и консистенции мякоти: Early moon beane Bakerneek, Tenderweet orange. Выделенные образцы отвечают современным требованиям отрасли промышленного бахчеводства, устойчивые к стрессовым факторам среды, хорошими вкусовыми качествами и потребительскими свойствами.

Выводы. Полученные экспериментальные данные будут использованы для создания генетической коллекции арбуза по признакам, определяющим хозяйственную ценность генофонда для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Ключевые слова: арбуз, исходный материал, ликопин, скорость вступления в плодоношение, сухое вещество, урожайность

Study of collection samples of table watermelon with unconventional pulp color

Abstract

Relevance. The study of the collection is one of the main sources of replenishing the source material for the breeding process. The presence of the necessary genetic traits can speed up the breeding process. Therefore, at the Bykovskaya melon breeding experimental station, the genetic diversity of melon plants is assessed and promising samples are selected for use in breeding.

Materials and methods. The object of research was samples of table watermelon with an unconventional color of the pulp. The aim of the work is to study and isolate the source material of watermelon for use in the breeding process to create new varieties and hybrids of melon crops. In the course of the study, 12 varieties of table watermelon were identified from 33 varieties of the collection nursery, which are sources of economically valuable traits. The selection was carried out according to the yield, the rate of entry into fruiting, taste, color of the pulp.

Results. In the course of the research, the obtained samples of table watermelon with an unconventional color of the pulp were evaluated according to a set of economic characteristics in comparison with the standards: Zenith and Sinchevsky. The analysis of the tested samples made it possible to identify 12 samples by economically valuable traits: 3 samples by early maturity and taste: White sugar lump, White wonder, Golden revenge F₁; 7 samples with a high dry matter content, in terms of yield and large fruit: Moon and stars yellowflesh, Sweet Siberian, Orangeglo, Daisy, Clay county yellow meat, Mountain sweet yellow, Tendergold; 2 samples for color and pulp consistency: Early moon beane Bakerneek, Tenderweet orange. The selected samples meet the modern requirements of the industrial melon growing industry, resistant to stress factors of the environment, good taste and consumer properties.

Findings. The obtained experimental data will be used to create a genetic collection of watermelon according to the traits that determine the economic value of the gene pool for further use in the breeding process.

Keywords: watermelon, source material, lycopene, growing season, dry matter, yield.

Введение

Для создания современных высокопродуктивных сортов и гибридов необходимо эффективное использование генетического разнообразия растений, хорошо изученный исходный материал. Формирование генетической коллекции бахчевых культур основано на изучении многообразия образцов, сосредоточенных в мировой коллекции ВИР, обладающих широким спектром внутривидовой и межвидовой изменчивости [1]. Она уникальна по своему происхождению, ботаническому составу, потенциалу селекционного использования.

Детальное изучение генетических ресурсов в коллекционных питомниках позволяет выделить образцы с хозяйственно ценными признаками и включить их в селекционную работу.

Проблема адаптации занимает одно из центральных мест в селекции овощных и бахчевых культур. Недостаточная устойчивость к экстремальным абиотическим (зимостойкость, устойчивость к засухе, заморозкам и дефициту влаги) и биотическим (устойчивость к болезням и вредителям) факторам среды приводит к существенному недобору урожая, снижению качества продукции [2]. В связи с этим важнейшей задачей является создание конкурентоспособных сортов и гибридов с высокими продуктивными и качественными показателями, устойчивых к комплексу болезней и основным стрессовым факторам среды.

Для этого необходимы новые источники и доноры, обладающие ценными селекционными признаками, в том числе и генетически контролируемые. Они могут быть выделены при всестороннем изучении коллекции с использованием ее в гибридизации [3]. Назначение коллекционного питомника – выделение таких образцов, которые наиболее полно соответствуют поставленной селекционной задаче. Если такие формы обнаружены, то они являются исходным материалом для селекционной работы.

Селекция на качество (форма плода, цвет, вкусовые качества, повышенное содержание сахара) – одна из актуальных проблем современности.

Арбуз – любимое летнее лакомство, которого с нетерпением ожидают дети и взрослые. Эта бахчевая культура необыкновенно вкусна и превосходно утоляет жажду – идеальная еда для летней поры. Россия находится в ряду крупнейших сельхозпроизводителей арбузов – годовой урожай составляет около миллиона тонн. Поэтому расширение ассортимента бахчевых культур, увеличение периода потребления свежей продукции высокого качества, остаются одними из основных задач современного бахчеводства России. Исследованиями эффективности использования сельскохозяйственной земли установлено, что уровень распашки земли в России составил 68% при общепризнанном пределе в 60%. Следовательно, основной прирост овощной продукции необходимо получить за счёт повышения урожайности овощных культур [4]. Важную роль в повышении величины и качества урожая играет приспособленность сорта к местным условиям [5].

Последнее время в мире и в России пользуются популярностью сорта арбуза с нетрадиционными цветами мякоти. Высокие вкусовые качества плодов арбуза дополняются необычайным разнообразием ароматов и консистенции мякоти, а также различной окраской продукта. Цвет мякоти зависит от химического состава.

В последние годы популярен арбуз с жёлтой мякотью. С виду это обычный полосатый арбуз, только внутри он

необычного, ярко-жёлтого цвета. Такая ягода появилась на свет в результате скрещивания дикого африканского арбуза с обычным. Первые арбузы были мелкими, имели жёлтую мякоть и были либо безвкусны, либо пронзительно горькими. В первый раз его вырастили в Средиземноморском регионе. Сегодня жёлтые арбузы массово выращивают в Италии и Таиланде. Недавно гибрид был также выведен российскими учёными в Астрахани. Ранний сорт уникального арбуза жёлтого получил название «Лунный». Кроме цвета, его отличает и несколько своеобразный вкус, а также меньшее количество семян. По вкусу напоминает манго, лимон, дыню и немного тыкву одновременно. По химическому составу мякоть жёлтого арбуза не отличается от красного. Имеются те же полезные микроэлементы и витамины.

Жёлтые сорта арбуза не только интересное и экзотическое лакомство, но и не менее полезны, чем более распространённые разновидности с красной окраской мякоти.

Внешне жёлтый арбуз ничем не отличается от красных сородичей. Это среднего размера ягоды, масса которых не превышает 8 кг. Плоды бывают и круглыми, и вытянутыми, а кожура чаще всего светло-зелёная с контрастными тёмными полосками. Родственник жёлтых арбузов – арбуз с оранжевой мякотью, среднее между привычными алыми сортами и диковинкой цвета лимона. Вкусовое разнообразие у жёлтых арбузов более широкое, чем у красных. Различные сорта могут иметь персиковый, тыквенный, ананасовый привкусы и даже нотки манго. Также в разных сортах варьирует содержание сахара. Жёлтых сортов значительно меньше, чем красных.

Впервые в Южной Африке появилась полосатая ягода с непривычной белой мякотью, будто недозрелой. Арбуз с белой мякотью вырастает до почти идеально круглой формы. Кожура у него немного тоньше, чем у обычных арбузов, а сочная мякоть почти прозрачная в разрезе. Во вкусе White wonder (Белого Чуда) чувствуются нотки клубники и освежающего огурца. Белый арбуз имеет отличный сбалансированный вкус, сладкий, но не приторный, до самой корочки нежный, структура – обычного арбуза. Белый цвет (или отсутствие яркой окраски) – следствие отсутствия ликопина, благодаря которым многие овощи и фрукты имеют красный цвет. Ликопин – каротиноидный пигмент, определяющий окраску плодов некоторых растений, например томата, арбуза. Нерастворим в воде. Ликопин содержится во многих красно-оранжевых частях растений, это главный компонент, определяющий цвет. Ликопин является нециклическим изомером бета-каротина. Защищает части растений от солнечного света и окислительного стресса.

Выяснить, насколько съедобны такие разнообразные образцы арбуза, было одной из задач наших исследований.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2018-2020 годах по общепринятой схеме селекционного процесса для бахчевых культур на Быковской бахчевой селекционной опытной станции в богарных условиях. Было изучено 33 образца арбуза иностранной селекции с нетрадиционной окраской мякоти. Испытываемые образцы оценивали по основным хозяйственно ценным признакам: урожайность, раннеспелость, качество плодов, устойчивость к био- и абиострессам. Испытание проводили в сравнении с лучшими районированными сортами (стандартами) в богарных условиях.

Метеорологические условия, сопутствующие вегетационному периоду, в годы проведения опытов были различными.

Лето 2018 года характеризовалось обильными осадками, выпавшими в июле, количество их превысило многолетние данные в 4 раза. Общее количество осадков за вегетационный период составило 296,0 мм, что на 15,9% выше среднемноголетней нормы. В июне осадки отсутствовали. Повышенная температура воздуха наблюдалась в мае, июле и в сентябре. Высокие температуры воздуха в июне и июле отрицательно повлияли на рост, развитие растений и плодообразование. Дожди, выпавшие в июле, ускорили рост плодов и затянули период их созревания.

В 2019 году количество осадков за вегетационный период превысило среднемноголетние данные на 6,7% и составило 272,6 мм. Основное количество их выпало во 2-ой и 3-ей декадах июля – 67% от общей суммы осадков. В мае и июне осадков было в 2,4-3,5 раза меньше среднемноголетних данных. В августе наблюдалась засуха. Большие перепады температур в дневное ночное время повлияли на рост и развитие растений. Из-за большого количества осадков в июле затянулось созревание плодов, в результате увеличилась длина вегетационного периода.

В 2020 году количество осадков за вегетационный период текущего года было меньше среднемноголетних на 30,1%. Основное количество осадков выпало в мае и составило 51,1% от всех осадков, выпавших за вегетационный период. В остальные месяцы количество выпавших осадков существенно меньше среднемноголетних данных. Температура воздуха превышала среднемноголетние данные в июне и июле на 1-1,5°C. В августе температура воздуха была ниже среднемноголетней на 2,8°C. Также ниже среднемноголетних данных в 2020 году температура была в начале вегетации в апреле и мае. Большие перепады температур в дневное и ночное время повлияли на рост и развитие растений.

Почвы зоны исследования светло-каштановые, супесчаные, лёгкие по гранулометрическому составу. Содержание общего азота – 0,12-0,15%, общего фосфора – 0,07-0,09%, обменного калия – 120-180 мг/кг. Содержание гумуса – до 1,0%.

Во время вегетации проводили фенологические наблюдения по фазам роста и развития растений, во время созревания – полевой и органолептический анализы, оценку по морфологическим признакам, качественным показателям и учет урожая. В качестве стандартов были использованы сорта селекции станции: в раннеспелой группе – Зенит; в среднеспелой группе – Синчевский. Все 33 образца были разнообразны по скорости вступления в плодоношение, урожайности, массе плода, содержанию сухого вещества и окраске мякоти.

разны по скорости вступления в плодоношение, урожайности, массе плода, содержанию сухого вещества и окраске мякоти.

Агротехника общепринятая для выращивания бахчевых культур. Испытываемые образцы высевали на учётных делянках по 5-20 растений, в зависимости от количества семенного материала, с площадью питания 4 кв.м.

Исследования проводили с использованием существующих методик, рекомендаций, стандартов [6, 7, 8].

Результаты и обсуждения

Основными направлениями в области селекции овощных и бахчевых культур являются:

- селекция растений на высокую продуктивность, скороспелость в сочетании с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам;
- селекция на высокое качество продукции [9].

Проведённые исследования в данном направлении позволяют изучить растения бахчевых культур с нетрадиционной окраской мякоти, получить новый исходный материал для создания новых сортов и гибридов бахчевых культур.

В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения. Изучаемые сортообразцы различаются по скорости вступления в плодоношение и разделили на раннеспелые и среднеспелые (табл.). К раннеспелым отнесли 19 сортообразцов – от 60 до 75 суток, к среднеспелым – 14 сортообразцов – от 80 до 90 суток.

Анализ прошедших испытание образцов позволил выделить 12 образцов по хозяйственно ценным признакам:

- 3 образца по скороспелости и вкусовым качествам: White sugar lump, White wonder, Золотой рванш F₁;
- 7 образцов с повышенным содержанием сухого вещества, а по урожайности и крупноплодности: Moon and stars yellow flesh, Sweet Siberian, Orangeglo, Daisy, Clay county yellow meat, Mountain sweet yellow, Tendergold;
- 2 образца по окраске и консистенции мякоти: Early moonbeane Bakerlineek, Tenderweet orange.

Характеристика выделившихся образцов приведена ниже.

Анализ прошедших испытание образцов позволил выделить 12 образцов по следующим хозяйственно ценным признакам:



Рис. 1. Образец арбуза Moon and stars yellow flesh
Fig. 1. Watermelon sample Moon and stars yellow flesh



Рис. 2. Образец арбуза White sugar lump
Fig. 2. Watermelon sample White sugar lump

Таблица. Характеристика образцов арбуза с нетрадиционной окраской мякотью в коллекционном питомнике (2018-2020 годы)
Table. Characteristics of watermelon specimens with unconventional pulp color in the collection nursery (2018-2020 years)

Название образцов	Всходы - начало созревания плодов, суток	Урожайность, т/га	Масса товарного плода, кг	Содержание сухого вещества, %	Окраска мякоти
Зенит - st	73	14,5	5,0-6,0	11,0-12,6	красная
Синчевский -st	80	18,9	6,0-9,0	12,4-13,2	ярко-розовая
Janosik	80	30,0	3,5-5,5	11,2-11,4	жёлтая
Cream of Saskatchewan	80	25,0	3,5-4,0	10,8-11,0	белая
Japanese cream fleshed suika	80	30,0	3,0-5,0	9,8-10,8	белая
White sugar lump	65	25,0	2,5-6,0	10,2-12,0	белая
White wonder	75	20,0	2,5-4,0	10,0-12,4	белая
Daisy	80	28,5	4,0-8,0	9,8-11,2	жёлтая
Missouri heirloom yellow flesh	80	15,0	4,0-6,0	10,0-11,0	светло- жёлтая
Moon and stars yellow flesh	80	32,0	8,0-10,0	10,2-13,0	светло- жёлтая
Clay county yellow meat	80	28,5	8,0-10,0	10,0-11,2	тёмно-рыжая
Desertking	80	16,7	6,0-8,0	8,0-8,4	светло- жёлтая
Mountain sweet yellow	80	29,0	7,0-11,0	11,0-11,4	тёмно-жёлтая
Orange glo	85	28,0	7,0-10,0	10,0-11,4	тёмно-жёлтая
Sweet Siberian	85	35,0	6,0-9,0	10,8-11,0	светло-жёлтая
Tenderweet orange	85	37,0	6,0-9,0	7,0-8,0	жёлтая
Tendergold	80	29,0	5,0-9,0	10,0-10,4	тёмно-жёлтая
Golden honey	75	20,0	4,5-8,0	9,0-11,0	светло-жёлтая
Early moonbeane Bakerkeek	75	23,3	4,5-8,0	10,4-12,0	жёлтая
Золотой реванш F ₁	60	12,3	3,5-4,5	9,8-11,6	жёлтая
Жарок	75	12,5	8,0-10,0	10,2-10,4	жёлтая
Сочный ломтик	75	22,0	2,0-3,0	9,0-11,0	бледно-жёлтый
Pente Jellow	72	14,0	4,4-7,0	10,0-10,8	бледно-жёлтый
Чудо-ягода	72	8,3	1,5-2,0	7,0-8,2	светло-жёлтая
Сюрприз	72	10,0	3,0-4,0	9,0-9,4	жёлтая
Образец из Тайланда	72	15,0	3,0-5,0	10,0-10,6	жёлтая
Емеля	65	16,0	2,0-4,0	8,2-10,0	белая
Verona	85	10,0	2,0-4,0	9,0-9,8	светло-жёлтая
Swett yellow	65	20,2	6,0-11,0	8,0-11,0	ярко-жёлтая
Tenderswett orange	75	25,0	9,0-11,0	10,0-11,0	тёмно-рыжая
Китайский №1	75	15,0	4,0-6,0	10,0-13,0	жёлтая
Китайский №2	75	9,0	1,5-2,0	10,0-11,4	жёлтая
Солнечное сияние	72	7,5	3,0-4,0	10,0-10,6	ярко-жёлтая
Оранжевый	75	16,0	7,0-9,0	10,6-11,0	бледно-оранжевая
Суика свит	75	7,5	3,0-4,0	11,2-14,0	жёлтая

По скороспелости и вкусовым качествам:

White sugar lump (Кусочек сахара). Период до вступления в плодоношение – 65 суток. Плоды шаровидной формы, массой от 2,5 до 6,0 кг. Поверхность плода зелёная с тёмно-зелёными полосами. Кора тонкая, мягкая при разрезании. Мякоть кремовая, нежная и освежающая на вкус. Содержание сухого вещества – 10,2-12,0%. Семена чёрные, мелкие. Урожайность – 25,0 т/га. Сорт может привлечь внимание потребителей раннеспелостью, необычной окраской мякоти и оригинальными вкусовыми качествами.

White wonder (Белое чудо). Период до вступления в плодоношение – 70 суток. Плоды шаровидной формы, массой от 2,5 до 4,0 кг. Поверхность плода зелёная с тёмно-зелёными узкими полосами. При вызревании имеет мякоть ровного белого цвета. Содержание сухого вещества – 10,0-12,4%. Семена чёрные, мелкие. Урожайность – 20,0 т/га. Этот ранний сорт тонкокорый, не предназначен для перевозки, так как он легко трескается, но завораживает уникальностью вкуса. Белого цвета мякоть со вкусом тропического фрукта.

Золотой реванш F₁. Раннеспелый, период до вступления в плодоношение – 60 суток. Плоды округлой

формы, массой 3,5-5,5 кг. Поверхность плода зелёная с тёмно-зелёными узкими полосами. Мякоть жёлтая. Содержание сухого вещества – 9,8-11,6%. Семена чёрные, мелкие. Урожайность – 12,3 т/га.

По крупноплодности, урожайности, окраске и консистенции мякоти:

Moon and stars yellow flesh. Период до вступления в плодоношение – 90 суток. Плоды цилиндрической формы, массой от 8,0 до 12,0 кг. Поверхность плода тёмно-зелёная с рисунком, напоминающим изображение звёзд и луны. Мякоть светло- рыжая, очень сладкая, хрустящая. Содержание сухого вещества – 10,2-13,0%. Семена светло-коричневые с усиком, крупные. Урожайность – 32,0 т/га. Сорт характеризуется хорошим вкусом и специфическим рисунком, похожим на ночное небо.

Sweet Siberian. Позднеспелый, период до вступления в плодоношение 85 суток. Плоды цилиндрической формы, массой 6,0-9,0 кг. Поверхность плода зелёная с тёмно зелёными полосами. Мякоть светло-жёлтая. Содержание сухого вещества – 10,8-11,0%. Семена светло коричневые, мелкие. Урожайность – 35,0 т/га.

Orange glo (Оранжевый). Период до вступления в плодоношение 84 суток. Плоды цилиндрической формы, массой 7,0-10,0 кг, один из самых больших арбузов. Окраска плода зелёная. Рисунок – шиповатые тёмно-зелёные полосы. Мякоть тёмно-рыжая, со сладкими плодами «тропического» вкуса. Содержание сухого вещества – 10,0-11,4%. Семена коричневые с усиком, крупные. Урожайность – 37,5 т/га. Сорт имеет очень хороший вкус.

Daisy. Период до вступления в плодоношение 80 суток. Плоды цилиндрической формы, массой от 4,0 до 8,0 кг. Поверхность плода светло-зелёная с тёмно-зелёными шиповатыми полосами. Мякоть светло-рыжая, хрустящая, сладкая. Содержание сухого вещества – 9,8-11,2%. Семена чёрные, среднего размера. Урожайность – 28,5 т/га. Сорт транспортабельный, вкусный.

Early moonbeam Bakerneek. Период до вступления в плодоношение 75-80 суток. Плоды округлой формы, массой от 5,0 до 7,0 кг. Поверхность плода зелёная с тёмно-зелёными узкими полосами. Мякоть жёлтая, нежная. Содержание сухого вещества – 10,4-12,0%, хорошие вкусовые качества. Семена тёмно-коричневые мелкие. Урожайность – 18,5 т/га. Сорт подходит для возделывания в северных районах.

Clay county yellow meat. Период до вступления в плодоношение 80 суток. Плоды цилиндрической формы, массой от 8,0 до 10,0 кг. Поверхность плода светло-зелёная с тёмно-зелёными узкими шиповатыми полосами. Мякоть тёмно-рыжая. Содержание сухого вещества – 10,0-11,2%, хорошие вкусовые качества, жаростойкий. Семена коричневые с усиком, крупные. Урожайность – 28,5 т/га.

Mountain sweet yellow. Период до вступления в плодоношение 80 суток. Плоды цилиндрической формы, массой от 7,0 до 11,0 кг. Поверхность плода светло-зелёная с тёмно-зелёными шиповатыми полосами. Мякоть тёмно-рыжая, сладкая, плотная. Содержание сухого

вещества – 11,0-11,4%. Семена чёрные, среднего размера. Урожайность – 29,0 т/га. Этот сорт надёжный, растения продуктивны, плоды стабильно высокого качества.

Tendergold. Период до вступления в плодоношение 80 суток. Плоды цилиндрической формы, массой от 5,0 до 9,0 кг. Поверхность плода тёмно-зелёная с тёмно-зелёными шиповатыми полосами. Кора плотная. Мякоть тёмно-рыжая. Содержание сухого вещества – 10,0-10,4%. Семена чёрные, крупные. Урожайность – 29,0 т/га. Характеризуется сорт хорошим вкусом и однородностью размера плодов.

Tenderweet orange. Период до вступления в плодоношение 85 суток. Плоды цилиндрической формы, массой 6,0-9,0 кг. Поверхность плода светло-зелёная с тёмно-зелёными шиповатыми полосами. Мякоть тёмно-рыжая, сочная, хрустящая. Содержание сухого вещества – 10,0-11,0%. Семена светло-коричневые с усиком, крупные. Урожайность – 25,0 т/га.

Выводы

На основании проведённых исследований была дана оценка генетического разнообразия арбуза, выявлены генетические источники хозяйственно ценных признаков, таких, как скороспелость, урожайность, окраска мякоти и др. Для дальнейшей селекционной работы отобрано 12 образцов, адаптированных к местным условиям выращивания. Все выделившиеся сорта раннего и среднего срока созревания. Выделенные образцы отвечают современным требованиям отрасли промышленного бахчеводства, устойчивы к стрессовым факторам среды, обладают хорошими вкусовыми качествами и потребительскими свойствами.

Выделены генетические источники хозяйственно ценных признаков для дальнейшего использования в селекционном процессе при создании новых сортов арбуза.

Об авторах:

Нина Генриховна Байбакова – старший научный сотрудник отдела селекции, <https://orcid.org/0000-0002-06407-2631>

Геннадий Владимирович Варивода – младший научный сотрудник отдела селекции, <https://orcid.org/0000-0003-3261-4408>

About the authors:

Nina G. Baibakova – Senior Researcher of the Breeding Department, <https://orcid.org/0000-0002-6407-2631>

Gennady V. Varivoda – Junior Researcher of the Breeding Department, <https://orcid.org/0000-0003-3261-4408>

Литература

1. Теханович, Г.А., Гладкова А.Г. Генетическая коллекция желто-зелёных форм бахчевых культур. Селекция и семеноводство овощных культур. М., 2013. С.542-553.
2. Варивода Е.А., Малыева С.В., Вербицкая Л.Н. Использование генетических коллекций для создания новых сортов арбуза. Сб. научных трудов «Генофонд и селекция растений» Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2018. С.62-65.
3. Теханович Г.А., Елацкова А.Г., Елацков Ю.А. Новые источники генетической коллекции бахчевых культур. Международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях». 2016. С.98-203.
4. Солдатенко А.В., Разин А.Ф., Шатилов М.В., Иванова М.И., Разин О.А., Россинская О.В., Башкиров О.В. Межрегиональный обмен в контексте выравнивания потребления овощей в субъектах федерации. *Овощи России*. 2018;(6):41-46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-41-46>
5. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): Монография. М.: Изд-во РУДН, 2001.
6. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Россельхозакадемия, 2011. 211 с.
7. Фурса Т.Б. Селекция бахчевых культур (Методические указания). Л., 1988. С.78.
8. Белик В.Ф., Бондаренко Г.Л. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве. М., 1979. С.210.
9. Пивоваров В.Ф., Солдатенко А.В., Пышная О.Н., Гуркина Л.К., Науменко Т.С. Селекция – основа импортозамещения в отрасли овощеводства. *Овощи России*. 2017;(3):3-15. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-3-3-15>

References

1. Tekhanovich, G.A., Gladkova A.G. Genetic collection of yellow-green forms of melons and gourds. *Selekcija i semenovodstvo ovoshchnyh kul'tur*. M., 2013. P.542-553. (In Russ.)
2. Varivoda E.A., Malueva S.V., Verbickaya L.N. Using genetic collections to create new varieties of watermelon. «Genofond i selekcija rastenij» Materialy IV Mezhdunarodnojnaučno-prakticheskoi konferencii. 2018. P.62-65. (In Russ.)
3. Tekhanovich G.A., Elackova A.G., Elackov YU.A. New sources of genetic collection of melons and gourds. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Nauchnoe obespechenie proizvodstva sel'skhozajstvennykh kul'tur v sovremennykh usloviyah»*. 2016. P.98-203. (In Russ.)
4. Soldatenko A.V., Razin A.F., Shatilov M.V., Ivanova M.I., Razin O.A., Rossinskaya O.V., Bashkirov O.V. Interregional exchange in the context of the alignment of the consumption of vegetables in subjects of the Russian Federation. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(6):41-46. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-41-46>
5. Zhuchenko A.A. Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic basis). M., 2001. (In Russ.)
6. Litvinov S.S. Field experiment technique in vegetable growing. M.: Rossel'khozakademija, 2011. 211 p. (In Russ.)
7. Fursa T.B. Selection of melons and gourds (Methodical instructions). L. 1988. P.78. (In Russ.)
8. Belik V.F., Bondarenko G.L. Field experiment methodology in vegetable growing and melon growing. M., 1979. C.210. (In Russ.)
9. Pivovarov V.F., Soldatenko A.V., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K., Naumenko T.S. Plant breeding is a solution for import substitution in vegetable production. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(3):3-15. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-3-3-15>

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-16-21>
УДК 635.64:581.16:632.38

Т.И. Салтанович,
Л.И. Андроник, Л.П. Анточ,
А.Н. Дончилэ

Институт генетики, физиологии и защиты
растений
Молдова, Кишинэу, ул.Пэдурий, MD 2002

Благодарности. Исследования проведены в рамках проекта Государственной Программы 20.80009.7007.04 «Биотехнологии и генетические способы выявления, сохранения и использования агробιοразнообразия», финансируемой Национальным Агентством по Исследованиям и Развитию.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Салтанович Т.И., Андроник Л.И., Анточ Л.П., Дончилэ А.Н. Морфофункциональные признаки мужского гаметофита томата в условиях вирусного патогенеза. *Овощи России*. 2021;(2):16-21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-16-21>

Поступила в редакцию: 12.04.2021

Принята к печати: 19.04.2021

Опубликована: 25.04.2021

Tatiana I. Saltanovich, Larisa I. Andronic,
Liudmila P. Antosh, Ana N. Doncila

Institute of Genetics, Physiology
and Plant Protection
20, Padurii St., Chisinau, MD-2002,
Republic of Moldova

Acknowledgments. Research was carried out within the project of the State Program 20.80009.7007.04 “Biotechnologies and genetic processes for evaluation, conservation and exploitation of agrobiodiversity”, financed by the National Agency for Research and Development.

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

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

For citations: Saltanovich T.I., Andronic L.I., Antosh L.P., Doncila A.N. Morphofunctional characteristics of the tomato male gametophyte under conditions of viral pathogenesis. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):16-21. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-16-21>

Received: 12.04.2021

Accepted for publication: 19.04.2021

Accepted: 25.04.2021

Морфофункциональные признаки мужского гаметофита томата в условиях вирусного патогенеза



Резюме

Актуальность. Действие вирусных фитопатогенов изменяет качество мужского гаметофита и в результате снижает продуктивность растений. В этой связи информация об особенностях variability морфофункциональных признаков микрогаметофита приобретает особую актуальность. Учитывая экспрессию части генома растений в пыльце, мужской гаметофит может быть использован как надежная система оценки реакции генотипов на действие вирусных патогенов. Исходя из того, что вопросы variability признаков мужского гаметофита в условиях вирусного патогенеза изучены недостаточно, не выявлены основные факторы, детерминирующие изменчивость, цель исследований состояла в изучении влияния вирусных фитопатогенов на морфофункциональные признаки мужского гаметофита томата.

Материал и методы: В экспериментах использовали гибриды F₁ и сорта томата. Растения выращивали в теплице, в фазе 4-5 листьев проводили их механическую инокуляцию вирусом табачной мозаики или вирусом аспермии томата. Для определения качества пыльцы собирали цветки контрольных и инфицированных растений, выделяли пыльцу и высевали на питательную среду. Анализировали препараты под микроскопом, определяли жизнеспособность пыльцы и длину пыльцевых трубок, вычисляли соотношение этих показателей.

Результаты. Инфицирование растений томата вирусами приводило к изменениям функциональных признаков мужского гаметофита, которые, проявлялись как реакции стимуляции, ингибирования или нейтральные эффекты. Главными источниками variability признаков пыльцы являлись генотип и вирусные агенты. В условиях вирусного патогенеза обнаружена неравноценность пыльцевых зерен по скорости прорастания и роста пыльцевых трубок (ПТ). Анализ значений коэффициентов наследуемости соотношения признаков жизнеспособности пыльцы и длины ПТ (опыт/контроль) обнаружил положительное доминирование и сверхдоминирование в 70% случаев. Выявлены генотипы сочетающие высокий уровень жизнеспособности пыльцы при инфицировании разными вирусами, что предполагает возможность их использования в дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: томат, вирус, пыльца, жизнеспособность, изменчивость, устойчивость, селекция

Morphofunctional characteristics of the tomato male gametophyte under conditions of viral pathogenesis

Abstract

Relevance. The action of viral phytopathogens changes the quality of the male gametophyte, which ultimately leads to a decrease in plant productivity. So, information on the features of the variability of morphofunctional characteristics of the microgametophyte becomes topical. Taking into account the expression of a part of the plant genome in pollen, the male gametophyte can be used as a reliable system for assessing the response of genotypes to the action of viral pathogens. Presuming that the problems of variability of characteristics of the male gametophyte in conditions of viral pathogenesis have not been enough studied, as well as the main factors determining the variability have not been identified, the aim of the research was to study the effect of viral phytopathogens on the male gametophyte characters in tomato.

Material and methods. Hybrids F₁ and varieties of tomato were used in the experiments. Plants were grown in a greenhouse. They were inoculated with tobacco mosaic virus (TMV) or tomato aspermy virus (TAV) in the 4-5 leaf phase. To determine the quality of pollen, flowers of control and infected plants were collected; pollen was isolated and sown on a nutrient medium. The preparations were analyzed under microscope. The viability of the pollen and the length of the pollen tubes were assessed, and the ratio of these indicators was calculated.

Results. Infection of plants with viruses changes some functional characteristics of the male gametophyte. The responses manifested as stimulation, inhibition, or neutral effect. The main sources of variability in characters of pollen were the genotype and viral agents. In viral pathogenesis, unequal indicators of pollen grains were found in terms of the rate of germination and growth of pollen tubes (PT). Analysis of the heritability coefficients of the ratio of pollen viability and PT length (experiment / control) revealed positive dominance and overdominance in 70% of cases. Genotypes have been identified that combine a high level of viability when infected with different viruses. The prospect of their use in further research is proposed.

Keywords: tomato, virus, pollen, viability, variability, resistance, selection

Введение

Несмотря на успехи классической селекции в создании генотипов, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам, проблема комплексной устойчивости, в том числе и к наиболее распространенным заболеваниям, окончательно не решена. Это связано с генетической сложностью контроля признака устойчивости, эволюционными процессами в системе «патоген-хозяин», а также появлением новых биотипов патогенов [1]. Действие фитопатогенных организмов, вызывающих болезни растений, приводит к значительным экономическим потерям. Известно немало случаев, когда в отдельных экосистемах из-за сильного поражения зарегистрирован значительный процент гибели ценных культур, приводящий к эрозии самого вида. В качестве возбудителей болезней растений вирусы стоят на втором месте после грибов [2]. Вирусные заболевания относятся к наиболее вредоносной группе инфекций, которые приводят к ежегодным потерям урожая превышающим 25% уровень, что связано с отсутствием сравнительно эффективных мер борьбы с ними в полевых условиях, а также недостаточным уровнем устойчивости культур [3]. Проникновение и размножение вирусов в клетках восприимчивых хозяев приводит к изменениям метаболизма растений, нарушению нормального развития и функционирования отдельных тканей и органов в целом. Несмотря на то, что развитие болезни и защитные реакции протекают одновременно, вклад каждого из этих процессов в возникающие изменения значительно зависит от восприимчивости растения к вирусу [4]. Для преодоления негативных последствий таких инфекций приобретают актуальность исследования по изучению реакции генотипов на действие вирусных патогенов на основе использования как классических так и нетрадиционных (экспресс) методов, в том числе и методов гаметной селекции.

Учитывая то, что у многих видов растений более половины генома экспрессируется в пыльце, мужской гаметофит может быть использован как надежная система для оценки степени взаимодействия генотипа со стрессовыми факторами среды [5]. В процессе формирования пыльцы влияние биотических факторов, также как и абиотических, может вызывать существенные различия в ее качестве [6]. По мнению некоторых исследователей качество пыльцевых зерен, является одним из определяющих факторов репродуктивной биологии, так как оно тесно связано со способностью растений формировать полноценные семена [7, 8]. В этой связи следует отметить, что в условиях действия биотических факторов информация о пыльцеобразующей способности растений и качестве мужского гаметофита приобретает особо важное значение. Так, показано, что гибриды томата, которые проявили генетическую устойчивость к вирусу табачной мозаики, обнаружили более низкую пыльцеобразующую способность [9]. Инфицирование растений киноа (*Chenopodium quinoa*) вирусом *Sowhane mosaic tobemovirus* провоцировало появление ряда морфологических изменений пыльцевых зерен. Аналогичные изменения пыльцы были обнаружены и у других видов растений, инфицированных вирусами [10]. Следовательно, условия, в которых

формируются репродуктивные органы, оказывают влияние на количество и качество генеративных клеток и впоследствии потомства. Вместе с тем, только результаты нескольких исследований показали возможность повышения жизнеспособности пыльцы в расщепляющихся поколениях на основе отбора высокофертильной пыльцы [11]. Считают, что для улучшения качества мужского гаметофита и повышения адаптивности репродуктивной системы к действию абиотических и биотических факторов важное значение имеют как тип, так и диапазон генетической изменчивости, которые связаны с жизнеспособностью пыльцы [12].

Необходимо отметить, что проведение анализа пыльцы для каждой сельскохозяйственной культуры имеет свои задачи, это может быть связано с вопросами адаптации генотипов, продуктивности, устойчивости к факторам среды или гибридной природой исследуемого объекта [13]. Для томата знания о характеристиках мужского гаметофита могут представлять интерес в связи с вопросами адаптации генотипа к факторам среды, а также устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам.

Учитывая то, что вопросы варибельности признаков мужского гаметофита в условиях вирусного патогенеза изучены недостаточно, а также не определены основные факторы, детерминирующие изменчивость, цель проведенных исследований состояла в изучении влияния некоторых вирусных фитопатогенов на изменчивость функциональных параметров мужского гаметофита гибридов F_1 и сортов томата.

Материал и методы исследований

В качестве объекта исследований использовали 8 гибридных комбинаций F_1 томата: Mary Gratefully x Venet; Mary Gratefully x Flacăra; Venet x Jacota; Venet x Anatolie; Flacăra x Prestij; Flacăra x Tomiş; Jacota x Prestij; Jacota x Mihaela, а также набор сортов: Mary Gratefully, Venet, Flacăra, Jacota, Anatolie, Prestij, Tomiş, Mihaela и Rufina. Эксперименты проводили в условиях теплицы и в лаборатории. Растения выращивали рендомизированно по общепринятой для томатов методике, в фазе 4-5 листьев проводили их механическую инокуляцию вирусом табачной мозаики (BTM) или вирусом аспермии томата (BAT).

Для определения качества пыльцы собирали цветки с контрольных и инфицированных растений, отделяли и подсушивали пыльники, выделяли пыльцу и высевали ее на искусственную питательную среду, содержащую 15% водный раствор сахарозы и борную кислоту – 0,006%. Культивирование пыльцы осуществляли в термостате при оптимальном температурном режиме 26...28°C в течение 3-х часов. Анализировали препараты под микроскопом, определяли жизнеспособность пыльцы (ЖП) и длину пыльцевых трубок (ПТ) в контрольном и опытных вариантах, а также вычисляли соотношение этих показателей.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программ Statgraphics Plus 5.0 и Excel 2013. Для выявления основных источников изменчивости признаков мужского гаметофита применяли метод многофакторного дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что инфицирование растений BTM и BAT вызвало изменение значений функциональных признаков мужского гаметофита как у гибридов F₁, так и у сортов томата. На фоне вирусных инфекций было отмечено снижение значений жизнеспособности пыльцы в среднем на 9,5-10,4%, а также формирование пыльцевых трубок, длина которых была меньше по сравнению с контрольным вариантом на 20,4-27,2% (рис. 1).

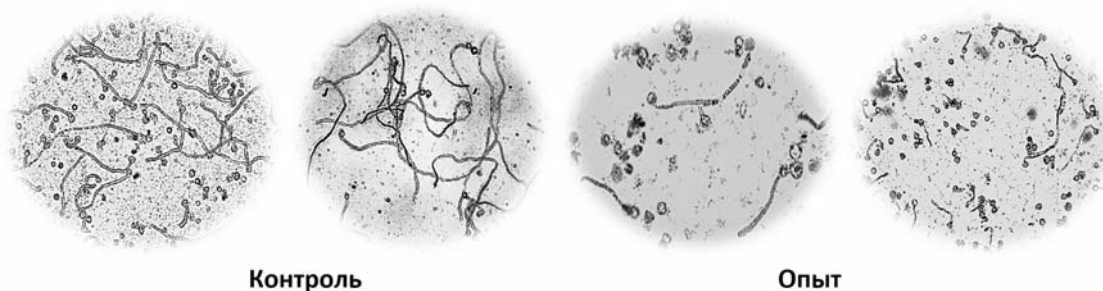


Рис. 1. Влияние вирусной инфекции на изменение признаков мужского гаметофита томата
Fig. 1. Influence of the viral infection on changes in the characteristics of the tomato male gametophyte

Между опытными и контрольным вариантами обнаружено также наличие различий по частоте встречаемости пыльцевых зерен, способных к образованию пыльцевых трубок больших размеров. Так, если в контрольном варианте большинство пыльцевых зерен формировало трубки длиной 30-60 условных единиц, то в опытных вариантах (BAT и BTM), их длина была гораздо меньше – 10-30 условных единиц. Из общего числа изученных пыльцевых зерен в опыте только 2,5-18,0% имели длинные трубки. Следовательно, в результате действия вирусной инфекции лишь отдельные пыльцевые зерна способны формировать нормально развитые ПТ, что может определяться их неравноценностью по реакции на вирус (рис. 2).

В результате анализа полученных данных установлено, что мужской гаметофит изученных сортов и гибридных комбинаций реагировал дифференцированно на действие вирусов. У большинства генотипов действие вируса ингибировало жизнеспособность пыльцы и только у 3-х генотипов не было обнаружено различий между опытным и контрольным вариантами. В то же время, на фоне BMT у 2-х гибридов (F₁ Venet x

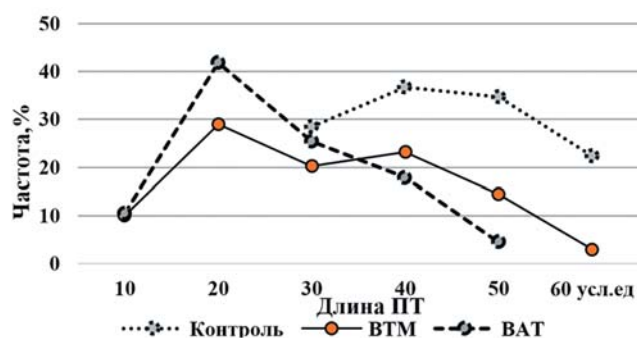


Рис. 2. Влияние BTM и BAT на распределение пыльцевых зерен по признаку длина пыльцевых трубок
Fig. 2. Influence of TMV and TAV on the distribution of pollen grains based on pollen tube length

Jacota, Flacara x Tomis) и 3-х сортов (Flacara, Tomis, Mihaela) отмечено увеличение жизнеспособности пыльцы на 5,0-36,0% в зависимости от генотипа (рис. 3А).

При анализе вариабельности размеров ПТ в опыте выявлено, более чем у 50% генотипов длина трубок уменьшилась на 5-20 делений окуляр-микрометра по сравнению с контролем, и только у 3-х гибридов и одного сорта значения длины трубок превышали показатели контроля (рис. 3Б).

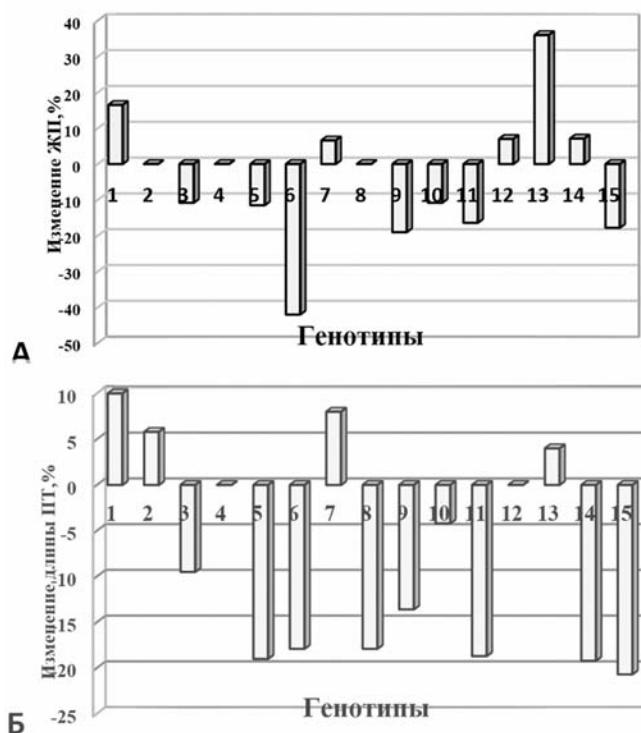


Рис. 3. Влияние BTM на изменение жизнеспособности пыльцы (А) и длины ПТ (Б) томата:
 1-8 – гибриды F₁ Venet x Jacota, Mary Gratefully x Flacara, Mary Gratefully x Anatolie, Mary Gratefully x Venet, Flacara x Prestij, Jacota x Prestij, Flacara x Tomis, Jacota x Mihaela; 9-15 – сорта Venet, Jacota, Mary Gratefully, Flacara, Tomis, Mihaela, Rufina
Fig. 3. Influence of TMV on changes in tomato pollen viability (A) and PT (B) length

У большинства растений, инфицированных BAT, жизнеспособность пыльцы была ниже контрольных значений на 7,0-40,0%, при этом только у 2-х гибридов и 2 сортов этот показатель возрастал. Среди изученных генотипов наиболее интенсивная реакция в сторону уменьшения жизнеспособности отмечена у гибридов

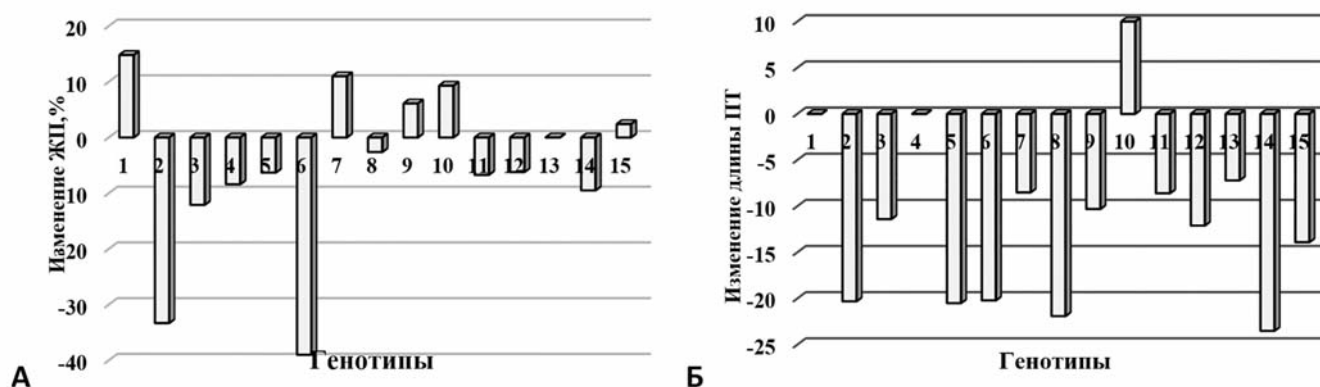


Рис. 4. Влияние BAT на изменение жизнеспособности пыльцы (А) и длины ПТ (Б) томата:
 1-8 – гибриды F₁ Venet x Jacota, Mary Gratefully x Flacara, Mary Gratefully x Anatolie, Mary Gratefully x Venet, Flacara x Prestij, Jacota x Prestij, Flacara x Tomis, Jacota x Mihaela; 9-15 – сорта Venet, Jacota, Mary Gratefully, Flacara, Tomis, Mihaela, Rufina.
Fig. 4. Influence of TAV on changes in tomato pollen viability (A) and PT (B) length

F₁ Mary Gratefully x Flacara и Flacara x Prestij (рис. 4А). Действие BAT вызывало ингибирование процесса роста пыльцевых трубок, приводя к значительному уменьшению их размеров у 80,0% генотипов (рис. 4Б).

Таким образом, на основе обобщения полученных результатов установлено, что в зависимости от генотипа и варианта опыта (BTM или BAT) у пыльцевых зерен изученных генотипов наблюдаются разные реакции на действие вирусов: нейтральная, эффекты стимуляции или ингибирования. Так, в изученных вариантах частота проявления стимуляционного эффекта составляла 6,7-27,0%, нейтральные реакции были выявлены в 13,0-20,0% случаев, тогда как в большинстве случаев наблюдалось ингибирование значений признаков – 53,3-80,0%. Следует отметить, что в литературе [14] известны случаи стимуляции жизнеспособности пыльцы под действием грибных патогенов. Так, при инфицировании растений томата грибом *Verticillium dahlia* также было обнаружено повышение жизнеспособности пыльцы у опытных растений. Исследователи полагают, что проявление стимуляционного эффекта, может быть связано с процессом селективной элиминации на этапах формирования пыльцевых зерен. В таком случае растение-хозяин является фоном для отбора

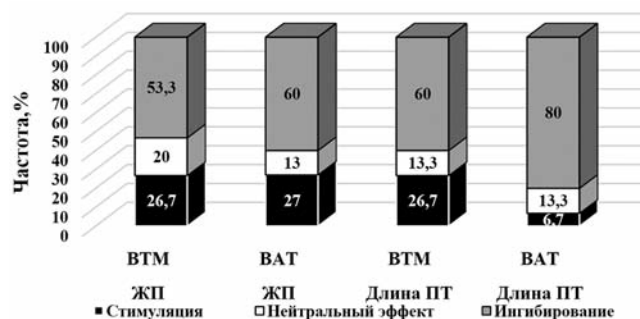


Рис.5. Реакция мужского гаметофита томата на действие BTM и BAT
Fig. 5. The reaction of the tomato male gametophyte to the action of TMV and TAV

гамет, а пыльцевые зерна с пониженной жизнеспособностью под действием вируса элиминируются и в результате возникает возможность проявления стимуляционного эффекта.

Таким образом, мужской гаметофит некоторых генотипов томата весьма чувствителен к действию BTM и BAT, действие которых оказывает негативное влияние на активность пыльцевых зерен, что может снижать вероятность их участия в оплодотворении.

Табл.1. Источники изменчивости признаков мужского гаметофита томата
Table 1. Sources of variability of the characteristics of the tomato male gametophyte

Источники изменчивости (факторы)	Жизнеспособность пыльцы			Длина пыльцевых трубок		
	Степени свободы	Сумма квадратов эффектов	Доля влияния факторов, %	Степени свободы	Сумма квадратов эффектов	Доля влияния факторов, %
BTM						
Генотип	14	21108,7*	57,2	14	6709,2*	22,2
BTM	1	629,4*	23,9	1	1477,9*	68,4
Взаимодействие факторов	14	6922,6*	18,8	14	2387,4*	7,9
Случайные эффекты	60	151,7*	5,1	60	1895,4*	1,5
BAT						
Генотип	14	21666,8*	58,8	14	8613,9*	16,9
BTM	1	755,7*	28,7	1	2783,3*	76,5
Взаимодействие факторов	14	4545,5*	12,3	14	1915,1*	3,8

* - $P \leq 0,05$

Табл. 2. Степень доминантности (h_p) признаков мужского гаметофита томата
Table 2. Degree of dominance (h_p) of some characteristics of the tomato male gametophyte

Гибриды F ₁	Степень доминантности, (h_p)			
	Жизнеспособность пыльцы (опыт / контроль)		Длина ПТ (опыт / контроль)	
	BTM	BAT	BTM	BAT
Venet x Jacota	13,5	12,9	12,9	0,03
Mary Gratefully x Flacara	0,53	0,50	0,50	-21,60
Mary Gratefully x Venet	4,70	2,06	2,06	4,98
Flacara x Tomiş	0,65	0,78	0,78	1,48
Jacota x Mihaela	2,0	-1,38	-1,38	-1,21

Для изучения вклада генетических и средовых факторов в изменчивость функциональных признаков мужского гаметофита в условиях вирусного патогенеза использовали метод двухфакторного дисперсионного анализа. Согласно результатам статистической обработки генотип, вирусные патогены и их взаимодействие достоверно влияли на изменчивость признаков мужского гаметофита. Главным источником вариативности жизнеспособности пыльцы как на фоне BTM, так и на фоне BAT был генотип, доля его влияния в общей изменчивости составляла 57,2-58,8%, сила влияния вирусов была более слабой и варьировала в пределах 23,9-28,7%, а взаимодействие этих факторов изменялось от 12,3 до 18,8%.

Несколько иная картина наблюдалась в случае выявления источников изменчивости длины пыльцевых трубок. Действие вирусов вносило существенный вклад – 68,4-76,6% в вариативность их размеров, доля влияния генотипа была значительно ниже и составляла 16,9-22,2%, а взаимодействие этих факторов было равно 3,8-7,9% (табл.1). Выявленный довольно высокий вклад генотипа в изменчивости жизнеспособности пыльцы предполагает возмож-

ность эффективного отбора генотипов по этому признаку.

Для выявления особенностей наследуемости признаков мужского гаметофита была вычислена степень доминантности. Значения этого показателя варьировали от отрицательного сверхдоминирования до положительного сверхдоминирования. Отрицательное сверхдоминирование наблюдали в 20% случаев, промежуточное наследование отмечено в 10% случаев, положительное доминирование – 15% и положительное сверхдоминирование – 55% случаев (табл.2). Таким образом, положительное доминирование и сверхдоминирование было отмечено в 70% случаев, что может указывать на преобладание особенностей родителя с более высокими значениями признака.

На основе обобщения полученных данных по оценке признаков мужского гаметофита у контрольных и инфицированных растений, а также результатов дисперсионного анализа, мы проанализировали значения жизнеспособности пыльцы и длины пыльцевых трубок на всех фонах, что может дать представление об адаптивности генотипов в этих условиях. Среди изученных генотипов на фоне BTM наиболее высокий уровень

Табл. 3. Характеристика генотипов томата по признакам мужского гаметофита
Table 3. Characteristics of tomato genotypes according to the characteristics of male gametophyte

Генотипы	BTM		BAT	
	Жизнеспособность пыльцы, %	Длина ПТ, (усл.ед.)	Жизнеспособность пыльцы, %	Длина ПТ, (усл. ед.)
Гибриды F ₁				
Venet x Jacota	33,7	25,4	32,8	21,3
Mary Gratefully x Flacara	70,6	42,8	53,5	45,1
Mary Gratefully x Anatolie	45,9	30,7	45,3	29,7
Mary Gratefully x Venet	75,1	42,1	70,3	43,1
Flacara x Prestij	58,9	38,3	61,5	37,8
Jacota x Prestij	66,4	32,4	67,9	31,2
Flacara x Tomis	72,2	43,8	74,3	37,9
Jacota x Mihaela	25,3	23,8	24,9	21,7
Сорта				
Venet	64,7	56,4	77,3	58,6
Jacota	39,4	33,5	53,9	40,4
Mary Gratefully	32,7	23,7	37,5	28,6
Flacara	54,6	36,2	48,1	30,9
Tomis	59,3	33,4	40,8	28,2
Mihaela	40,2	30,8	38,9	28,7
Rufina	55,3	43,6	63,2	46,9
HCP0,5	2,07	7,32	2,12	2,26

жизнеспособности пыльцы обнаружили 5 гибридных комбинаций F₁ (Mary Gratefully x Flacara, Mary Gratefully x Venet, Jacota x Prestij, Flacara x Prestij, Flacara x Tomis), а также 4 сорта (Venet, Jacota, Tomis, Rufina). Следует отметить, что большая часть вышеназванных генотипов сочетала высокий уровень жизнеспособности пыльцы со способностью формировать длинные пыльцевые трубки.

В то же время из числа генотипов инфицированных БАТ выделены 5 гибридов F₁ (Mary Gratefully x Venet, Mary Gratefully x Flacara, Flacara x Prestij, Jacota x Prestij, Flacara x Tomis), а также 3 сорта (Venet, Jacota, Rufina) с высокими значениями изученных признаков. Таким образом, сопоставляя полученные результаты, можно заключить, что на фоне инфицирования ВТМ и БАТ хорошие показатели качества мужского гаметофита проявили 5 гибридных комбинаций и 2 сорта, которые могут быть включены в дальнейшие исследования.

Выводы

• Инфицирование растений томата ВТМ и БАТ приводит к изменениям признаков мужского гаметофита, которые, в зависимости от генотипа и вируса, проявляются как нейтральные реакции, эффекты стимуля-

ции или ингибирования жизнеспособности пыльцы и длины пыльцевых трубок. Выявленная изменчивость в большей степени детерминирована генотипом и вирусными агентами.

• Анализ гистограмм распределения пыльцевых зерен по длине пыльцевых трубок выявил в инфицированных вариантах уменьшение частоты образования пыльцевых трубок больших размеров, что может свидетельствовать о гетерогенности популяции гамет по скорости их роста в условиях вирусного патогенеза.

• Значения коэффициентов наследуемости соотношения признаков жизнеспособности пыльцы и длины ПТ (опыт/контроль) варьируют от отрицательного сверхдоминирования до положительного сверхдоминирования, при этом положительное доминирование и сверхдоминирование отмечено в 70% случаев, что указывает на преобладание особенностей родителя с более высокими значениями признака.

• Мужской гаметофит гибридов F₁ Mary Gratefully x Venet, Mary Gratefully x Flacara, Flacara x Prestij, Jacota x Prestij, Flacara x Tomis и сортов Venet, Rufina сочетал высокую жизнеспособность при инфицировании ВТМ и БАТ, что предполагает перспективу их использования в дальнейших исследованиях.

Об авторах:

Татьяна Исаевна Салтанович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, tatanasalt@mail.ru

Лариса Исааковна Андроник – кандидат биологических наук, директор института.

Людмила Петровна Антош – научный сотрудник

Анна Николаевна Дончилэ – младший научный сотрудник

About the authors:

Tatiana I. Saltanovich – Doc.Sci. (Biology), Leading Researcher, tatanasalt@mail.ru

Larisa I. Andronic – Doc. Sci. (Biology), director of the institute

Liudmila P. Antosh – Researcher

Anna N. Doncila – Trainee Scientific Researcher

• Литература

1. Халилуев М.Р., Шпаковский Г.В. Генно-инженерные стратегии повышения устойчивости томата к грибным и бактериальным патогенам. *Физиология растений*. 2013;60(6):721-732. <https://doi.org/10.7868/S0015330313050084>
2. Котельникова И.М., Крылов А.В. Липиды при вирусном заражении растений // *Вестник ДВО*. 2001;(4):38-55.
3. Чанг Нгуен Ха Тхи Куинь. Распространение и патогенез вирусных заболеваний томата в условиях Вьетнама и России. Москва, 2013.
4. Реунов А. В. Вирусный патогенез и защитные механизмы растений. *Владивосток: Дальнаука*. 1999.
5. Johnson M., Harper J., Palanivelu R. A. A Fruitful journey: Pollen tube navigation from germination to fertilization. *Annual Review of Plant biology*. 2019;(70):809-837. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050718-100133>
6. Delph L.F., M.H. Johannsson, A.G. Stephenson. 1997. How environmental factors affect pollen performance ecological and evolutionary perspectives. *Ecol.* 1997;78(6):1632-1639. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[1632:HEFAPP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[1632:HEFAPP]2.0.CO;2)
7. Круглова Н.Н. Оценка качества пыльцевых зерен цветковых растений. *Бюллетень ГНБС*. 2020;(135):50-56. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2020-135-50-56>
8. Беспалова Л.А., Араев Р.А., Араева Е.В. Морфологические особенности пыльцы у сортов пшеницы и тритикале селекции НЦЗ. *Научный журнал КубГАУ*. 2020;3(157). <https://doi.org/10.21515/1990-4665-157-024>
9. Король В.Г. Опыление и плодобразование у культуры томата в защищенном грунте. *Овощи России*. 2019;(3):32-36. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-32-36>
10. Haight F., Gibbs A. Effect of viruses on pollen morphology. *Plant Pathology*. 2007;32(4):369-372. DOI:org/10.1111/j.1365-3059.1983.tb02849.x
11. Razaq M., Rauf F., Khurshid M. et al. Pollen viability an index of abiotic stresses tolerance and methods for the improved pollen viability. *Pakistan journal of agricultural research*. 2019;32(4):609-624. <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2019/32.4.609.624>
12. Kalyar T., Rauf S., Teixeira S.J.A. Handling sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations under heat stress. *Arch. Agron. Soil Sci.* 2014;(60):655-672. <https://doi.org/10.1080/03650340.2013.799276>
13. Цаценко Л.В., Назаров А.Л., Леленева А.Р. Пыльцевой анализ в селекции пшеницы. *Научный журнал КубГАУ*. 2021;165(01). <http://ej.kubagro.ru/2021/01/pdf/09.pdf>
14. Балашова Н.Н. Действие инфекционных фонов на репродуктивную систему и потомство зараженных растений (на примере культуры томатов). 1989. С.16-27.

• References

1. Khaliluev M.R., Shpakovsky G.V. Genetic engineering strategies for increasing tomato resistance to fungal and bacterial pathogens. *Plant physiology*. 2013;60(6):721-732. <https://doi.org/10.7868/S0015330313050084> (In Russ.)
2. Kotelnikova I.M., Krylov A.V. Lipids in viral infection of plants. *Vestnik of Far Eastern Branch*. 2001;(4):38-55. (In Russ.)
3. Trang Nguyen Ha Thi Quynh Distribution and pathogenesis of viral diseases on tomatoes in conditions of Vietnam and Russia. Abstract of dissertation for the degree of candidate of biological sciences. M., 2013. (In Russ.)
4. Reunov A.V. Viral pathogenesis and plant defense mechanisms. *Vladivostok*. 1999. (In Russ.)
5. Johnson M., Harper J., Palanivelu R. A. A Fruitful journey: Pollen tube navigation from germination to fertilization. *Annual Review of Plant biology*. 2019;(70):809-837. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050718-100133>
6. Delph L.F., Johannsson M.H., Stephenson A.G. How environmental factors affect pollen performance ecological and evolutionary perspectives. *Ecol.* 1997;78(6):1632-1639. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[1632:HEFAPP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[1632:HEFAPP]2.0.CO;2)
7. Kруглова Н.Н. Assessment of the pollengrains quality in flowering plants (overview). *Bull. of the State Nikita Botan. Gard*. 2020;(135):50-56. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2020-135-50-56>. (In Russ.)
8. Беспалова Л.А., Агаев Р.А., Агаева Е. В. Morphological features of pollen in wheat varieties and triticales of lukianenko agricultural reserch institute selection. *Scientific Journal of KubSAU*. 2020;3(157). <https://doi.org/10.21515/1990-4665-157-024> (In Russ.)
9. Korol V.G. Pollination and fruit formation in tomato culture in protected ground. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(4):32-36. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-32-36>
10. Haight F., Gibbs A. Effect of viruses on pollen morphology. *Plant Pathology*. 2007;32(4):369-372. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1983.tb02849.x>
11. Razaq M., Rauf F., Khurshid M. et al. Pollen viability an index of abiotic stresses tolerance and methods for the improved pollen viability. *Pakistan journal of agricultural research*. 2019;32(4):609-624. <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2019/32.4.609.624>
12. Kalyar T., Rauf S., Teixeira S.J.A. Handling sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations under heat stress. *Arch. Agron. Soil Sci.* 2014;(60):655-672. <https://doi.org/10.1080/03650340.2013.799276>
13. Tsatsenko L.V., Nazarov A.V., Ledeneva A.R. Pollen analysis in wheat breeding. *Scientific Journal of KubSAU*. 2021;165(01). <http://ej.kubagro.ru/2021/01/pdf/09.pdf> (In Russ.)
14. Balashova N.N. The action of infectious backgrounds on the reproductive system and offspring of infected plants (for example, tomato culture). 1989. p.16-27. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-22-25>
УДК 635.656:631.526.32

А.Г. Беседин,
А.В. Тихонова, О.В. Путина

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

Благодарности. В работе использовались образцы из коллекции генетических ресурсов растений ВИР (VIR Collections of Plant Genetic Resources). Исследование выполнено в рамках государственного задания ВИР (бюджетный проект № 0662-2019-0002 "Научное обеспечение эффективного использования мирового генофонда зернобобовых культур и их диких родичей коллекции ВИР").

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Беседин А.Г., Тихонова А.В., Путина О.В. Патриот – новый сорт гороха овощного. *Овощи России*. 2021;(2):22-25. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-22-25>

Поступила в редакцию: 19.03.2021

Принята к печати: 07.04.2021

Опубликована: 25.04.2021

Anatoly G. Besedin,
Anna V. Tikhonova, Olga V. Putina

Krymsk Experiment Breeding Station - Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources" (Krymsk EBS VIR Branch)
Vavilov St., 12, Krymsk, Krasnodar Region, 353384, Russia

Acknowledgments. We used samples from the VIR Collections of Plant Genetic Resources. The study was carried out within the framework of the state assignment of VIR (budget project No. 0662-2019-0002 "Scientific support for the effective use of the world gene pool of leguminous crops and their wild relatives of the VIR collection").

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

Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article. For citations: Besedin A.G., Tikhonova A.V., Putina O.V. Patriot – new variety of vegetable peas. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):22-25. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-22-25>.

Received: 19.03.2021

Accepted for publication: 07.04.2021

Accepted: 25.04.2021

Патриот – новый сорт гороха овощного



Резюме

Актуальность. Целью исследований было получение нового среднеспелого, высокоурожайного сорта гороха овощного с обычным типом листа для расширения сортимента в ныне используемом конвейере сортов селекции Крымской ОСС филиала ВИР.

Материалы и методы. Опыт заложен на полях Крымской ОСС филиала ВИР (Россия, Краснодарский край, Крымский район) в 2019-2020 годах. Оценку сортов и линий проводили в конкурсном сортоиспытании. Посев вели селекционной сеялкой СКС-6-10. Площадь делянки 10 м², повторность опыта четырехкратная. В фазу технической спелости отбирали снопы для описания и учитывали урожай. Консервирование зеленого горошка проводили в лаборатории технологической оценки.

Результаты. Конкурсное сортоиспытание в среднеспелой группе проходили две линии 2014/7 и 344/16. Линия 2014/17 по урожайности зеленого горошка превзошла стандарт Парус и линию Г-344/16 в оба года изучения. Свежий и переработанный зеленый горошек был оценен дегустационной комиссией на 5,0 и 4,8 балла соответственно. Высокая урожайность этого сорта обеспечивается за счет парности бобов на цветоносе и большого числа зерен в бобе, до 10 шт. Зерно в технической спелости имеет темно-зеленый цвет и линейные размеры 9,0х8,1 мм. В фазу биологической зрелости семена интенсивно зеленого цвета, угловато-сдавленной формы с массой 1000 шт. 188-225 г.

Заключение. Результаты полевых и лабораторных анализов проведенных по комплексу хозяйственно ценных признаков позволили выделить линию 2014/7, которая в 2020 году была передана на Государственное сортоиспытание под названием – сорт Патриот. Он рекомендован, как высокоурожайный сорт гороха овощного для промышленной переработки в дополнение к существующему набору сортов селекции Крымской ОСС филиала ВИР в среднеспелой группе.

Ключевые слова: горох овощной, сорт, сортоиспытание, конвейер сортов

Patriot – new variety of vegetable peas

Abstract

Relevance. The purpose of the research was to produce a new medium-ripe, high-yielding variety of vegetable peas with the usual type of leaf to expand the variety in the now used conveyor variety selection of the Krymsk EBS VIR Branch.

Materials and methods. The experience was laid on the fields of the Krymsk EBS VIR Branch (Russia, Krasnodar Region, Krymsk) in 2019-2020. Varieties and strain were evaluated in a competitive variety testing. Sowing was carried out with a selection seeder SKS-6-10. The plot area was 10 m², the experiment was repeated four times. In the phase of technical ripeness, the sheaves were selected for description and the yield was taken into account. The conservation of green peas was done at the Tech Evaluation Lab.

Results. Competitive variety testing in the mid-ripeness group was held by two strains 2014/7 and 344/16. The strain 2014/17 for green pea yields surpassed the standard "Parus" and G-344/16 in both years of study. Fresh and processed green peas were rated by the Tasting Commission at 5.0 and 4.8 points, respectively. High yield is achieved due to the paired beans on the peduncle and a large number of grains in the bean, up to 10 pieces. The grain in technical ripeness has a dark green color and the linear dimensions are 9.0x8.1 mm. In biological maturity, the seeds are intensely green, angular-compressed with a mass of 1000 pieces. 188-225 g.

Conclusion. The results of field and laboratory analyses carried out on the complex of economic-valuable characteristics made it possible to distinguish the strain 2014/7, which in 2020 was transferred to the State Variety Testing under the name "Patriot". It is recommended as a supplement to the existing set of vegetable pea varieties of the Krymsk EBS VIR Branch in the mid-ripe group.

Keywords: vegetable peas, variety, variety testing, conveyor of varieties

В 2020 году исполнилось 85 лет Крымской опытно-селекционной станции – филиалу ВИР. Здесь работы, связанные с созданием сортов гороха овощного и их семеноводством, начаты с 1939 года и ведутся по настоящее время. За этот весьма продолжительный период времени для консервной промышленности Кубани было выведено значительное число сортов различных сроков созревания [1, 2, 3, 4, 5, 6], а именно в данном регионе сосредоточено основное производство и переработка зеленого горошка на Юге России. Современное производство требует от селекционеров такой набор сортов, который бы обеспечил бесперебойное (конвейерное) поступление сырья на заводы в течение 35-40 и более дней, чтобы максимально загрузить мощности предприятий консервной промышленности наиболее продолжительное время в течение сезона [6, 7, 8]. Для этого в последние годы нами проводилась работа по созданию сверхранних и ранних сортов гороха овощного [6]. Так, в Государственный реестр селекционных достижений в 2020 году включен ультраранний сорт Изюминка с продолжительностью периода «всходы - техническая спелость» 41-43 дня, созревающий на 10-12 дней раньше стандарта Альфа. И в этом же году Госкомиссия провела экспертную оценку раннеспелого сорта Маяк, созревающего раньше стандарта на 4-5 дней, которому дали положительную оценку с перспективой после второго года изучения рекомендовать его для включения в Госреестр.

Следует отметить, что в общем объеме поступления сырья на перерабатывающие предприятия основную долю составляют сорта раннего, среднераннего и среднеспелого сроков созревания [6]. Если в первой группе у нашего конвейера (набора сортов от очень раннего до позднего сроков созревания) с успехом используются 2 сорта (Кудесник 2 и Альфа 2), во второй – Веста и Беркут, то в среднеспелой – один сорт Парус с усаемым типом листа, что крайне недостаточно. В целом, производству нужен конвейер, состоящий хотя бы из 2-3 сортов в каждой группе спелости, и даже более, для возможности выбора при их выращивании в различных агроэкологических зонах возделывания культуры.

В связи с этим целью исследований было получение нового среднеспелого, высокоурожайного сорта гороха овощного с обычным типом листа для расширения ассортимента в ныне используемом конвейере сортов селекции Крымской ОСС – филиала ВИР.

Материалы и методы

Экспериментальные данные получены из опытов, заложенных в 2019-2020 годах на селекционных полях Крымской ОСС филиала ВИР (Россия, Краснодарский край, Крымский район). Оценка сортов и линий проводи-

ли в конкурсном сортоиспытании в соответствии с общепринятыми методиками [9, 10, 11]. Посев вели селекционной сеялкой СКС-6-10. Нормы высева определяли в соответствии с группой спелости сорта. Ежегодно изучали 8 сортообразцов гороха овощного, которые высевали в оптимальные агротехнические сроки, принятые для южной зоны, в конце марта – начале апреля. В статье представлены данные по среднеспелой группе, к которой относится перспективная линия 2014/7. Площадь делянки 10 м², повторность опыта четырехкратная. В фазу технической спелости отбирали снопы для описания и учитывали урожай. Консервирование зеленого горошка проводили в лаборатории технологической оценки. Консервы «зеленый горошек» изготавливали в соответствии с государственным стандартом №34112-2017, применяя электрический автоклав-стерилизатор ОКТМ 50, ТУ 3468-050. Дегустационную оценку консервированной продукции проводили по 4 показателям и выставляли общий балл по каждому образцу.

Результаты и их обсуждение

Подбор родительских форм и гибридизация для получения исследуемых линий (табл. 1.) начаты с 1999 года. Далее проводили беккроссы и отборы по ряду хозяйственно ценных признаков – парный боб, многосемянность, число бесплодных узлов 13-14 шт. Последующую работу вели в селекционном питомнике и контрольном, предварительном сортоиспытании. Для конкурсного сортоиспытания было отобрано две лучших линии Г-2014/7 и Г-344/16.

За годы исследований в конкурсном сортоиспытании климатические условия для роста и развития растений гороха среднеспелой группы созревания сложились вполне благоприятные. Температура воздуха и равномерное выпадение осадков в течение вегетационного периода были в пределах среднесезонных данных, что позволило сортам набрать хорошую зеленую массу и получить достаточно высокую продуктивность растений и общий урожай зеленого горошка.

По результатам конкурсного сортоиспытания, представленным в таблице 1, в оба года изучения сорт гороха овощного Патриот значительно превосходил стандарт Парус и линию Г-344/16 по урожайности зеленого горошка, имел самый высокий процент выхода зеленого горошка от массы бобов.

Проведение дегустационной оценки показало высокие вкусовые качества свежего и переработанного зеленого горошка сорта Патриот (см. табл. 2). По результатам органолептической оценки свежего зерна в фазу технической спелости поставлен высший балл. Консервированный горошек дегустационная комиссия оценила на 4,8 балла. Зерно выровнено по размеру,

Таблица 1. Результаты конкурсного сортоиспытания перспективных линий гороха овощного среднеспелой группы созревания (Краснодарский край, Крымский район, 2019-2020 годы)
Table 1. Results of competitive variety testing of promising strain of vegetable peas of mid-ripening group (Russia, Krasnodar Region, Krymsk, 2019-2020)

Название	Группа созревания	Дата уборки	Урожайность, т/га		Процент выхода горошка (2019 год/2020 год)
			2019 год	2020 год	
Парус, St	средняя	22.06.19 18.06.20	5,4	4,9	55/57
Патриот (Г-2014/7)	средняя	21.06.19 18.06.20	9,0	7,2	60/61
Г-344/16	средняя	24.06.19 19.06.20	5,9	5,6	58/60
НСР ₀₅ , при p=0,05			0,4	0,8	

цельное, имеет темно-зеленую окраску, мягкое по консистенции с нежной оболочкой. Заливочная жидкость прозрачная, без крахмалистого осадка (см. рис. 1). В соответствии с этим, консервы овощные «зеленый горошек» сорта Патриот отнесены к высшему товарному сорту и имели следующие баллы: внешний вид – 4,9, окраска – 4,9, консистенция – 4,7, вкус – 4,6.

Результаты полевых и лабораторных анализов проведенных по комплексу хозяйственно ценных признаков позволили выделить линию 2014/7, которая в 2020 году была передана на Государственное сортоиспытание под названием сорт Патриот.

В таблице 2 представлены средние данные за 2019-2020 годы по некоторым показателям, характеризующим сорт Патриот. Новый сорт относится к среднеспелой группе созревания. Растения с индетерминантным типом роста стебля со средней облиственностью (рис. 2). Прилистники средней величины. Высота растений

от корневой шейки до точки роста составляет 76-86 см, высота прикрепления нижнего боба находится на уровне 48-55 см. До первого продуктивного узла образуется 12-14 непродуктивных. Боб узкий, шириной 1,1 см, в длину может достигать 12 см. Высокая урожайность достигается за счет парности бобов на цветоносе и большого числа зерен в бобе, до 10 шт. Зерно в технической спелости имеет темно-зеленый цвет и линейные размеры 9,0х8,1 мм. В фазу биологической зрелости семена интенсивно зеленого цвета, угловато-сдавленной формы с массой 1000 шт. 188-225 г. Сорт имеет высокий дегустационный бал зеленого горошка в свежем и консервированном виде.

Сорт Патриот пригоден для комбайновой уборки и выращивания по интенсивным технологиям. Предназначен для выработки консервов «зеленый горошек» при промышленной переработке, а также для заморозки и использования в свежем виде.



Рис. 1. Овощные консервы «зеленый горошек» сорта Патриот
Fig. 1. Vegetable canned "green peas" variety "Patriot"



Рис. 2. Горох овощной сорт Патриот:
а- репродуктивная часть, б- общий вид растений
Fig. 2. Vegetable peas variety "Patriot":
a- reproductive part, b- general view of plants

Таблица 2. Характеристика перспективного сорта гороха овощного Патриот
Table 2. Characteristics of a promising variety of vegetable peas "Patriot"

Признаки		хср ±tsx
Группа созревания		средняя
Период от всходов до уборки на зеленый горошек, дни		63-65
Тип междоузлий		короткие
Масса 1000 семян, г		206,7±18,4
Длина стебля, см		81,4±4,5
Высота прикрепления нижнего боба, см		51,6±3,3
Число узлов, шт.	непродуктивных	13,1±1,2
	продуктивных	6,5±0,8
	всего	19,6±0,8
Число бобов, шт.	на цветоносе	1,7±0,1
	на растении выполненных	7,7±1,2
	на растении всего	9,4±1,5
Длина боба, см		10,5±0,2
Ширина боба, см		1,1±0,1
Число зерен в бобе вызревших, шт.		8,6±0,3
Линейные размеры зерна в фазу «техническая спелость», мм	длина	9,0±0,3
	ширина	8,1±0,3
Дегустационный балл зерна в фазу «техническая спелость»	свежего	5,0
	консервированного	4,8

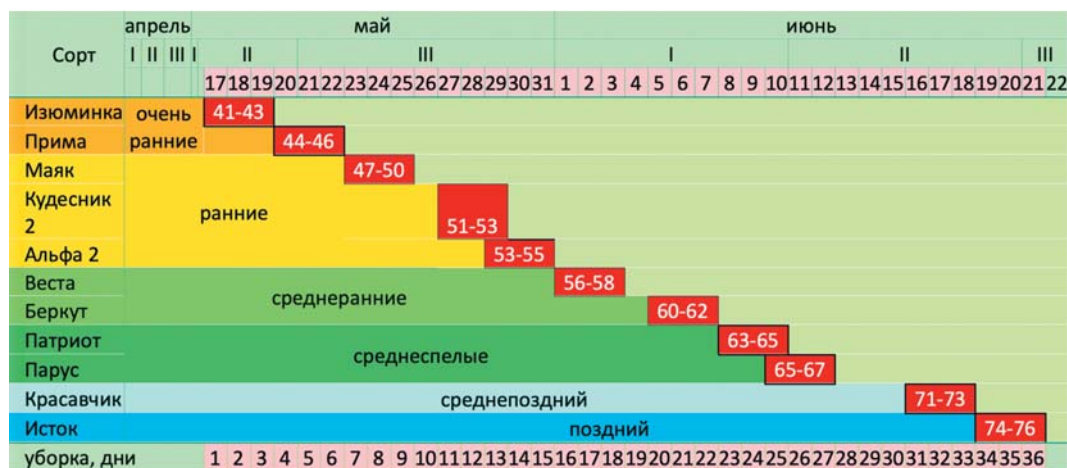


Рис. 3. Конвейер поступления зеленого горошка на переработку в условиях юга России

Примечание: красным обозначена продолжительность периода «всходы-техническая спелость» сортов гороха овощного селекции Крымской ОСС – филиала ВИР при единовременном посеве в оптимальные сроки

Fig. 3. Receipt of green peas for processing in the conditions of southern Russia

Note: red indicates the duration of the period "shoots-technical ripeness" of pea varieties of vegetable selection of the Krymsk EBS VIR Branch with a one-time sowing at the optimal time

К настоящему времени Крымская ОСС с учетом новых сортов, которые находятся в Государственном сортоиспытании (Маяк и Патриот) предлагает консервной промышленности юга России более ёмкий конвейер, состоящий из 11 сортов гороха овощного разных сроков созревания, от очень ранних до позднеспелых, позволяющий поставлять сырье на переработку до 36 дней (рис. 3). А в случае начала посева в «февральские окна» и заканчивая в первой половине апреля, а также при расположении части позднеспелых сортов на орошении, период уборки можно увеличить. При этом консервированный зеленый горошек будет относиться к высшему товарному сорту. Из этого конвейера в 2020 году работали в производстве 9 сортов гороха овощного, которые включены в Государственный реестр и запатентованы. В хозяйствах Краснодарского края по

ним выращено более 1600 т семян для посева их в сырьевых зонах консервной промышленности Кубани в 2021 году на площади 7000 га, что составляет свыше 60% от общего объема консервных площадей зеленого горошка на юге России.

Заключение

Для консервной промышленности юга России на Крымской опытно-селекционной станции создан и передан в 2020 году на Государственное сортоиспытание новый высокопродуктивный среднеспелый сорт гороха овощного Патриот. По продолжительности периода «всходы-техническая спелость» Патриот занимает промежуточное место между сортами Беркут и Парус, дополняя имеющийся сортимент Крымской ОСС – филиала ВИР.

Об авторах:

Анатолий Григорьевич Беседин – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом генетических ресурсов и селекции овощных культур, kross67@mail.ru
Анна Владимировна Тихонова – младший научный сотрудник, kross67@mail.ru

Ольга Владимировна Путина – кандидат биол. наук, старший научный сотрудник отдела генетических ресурсов и селекции овощных культур, <https://orcid.org/0000-0003-1013-7273>, olga-rhji@mail.ru

About the authors:

Anatoly G. Besedin – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Head of the Department of Genetic Resources and Vegetable Breeding, kross67@mail.ru
Anna V. Tikhonova – Junior Researcher, kross67@mail.ru

Olga V. Putina – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Department of Genetic Resources and Vegetable Breeding, <https://orcid.org/0000-0003-1013-7273>, olga-rhji@mail.ru

Литература

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию «Сорта растений» (официальное издание). Москва: ФГБНУ «Росинформгортех». 2020. https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2020/03/FIN_reestr_dop_12_03_2020.pdf (Дата обращения: 08.08.2020)
2. Беседин А.Г. Конвейер гороха. *Картофель и овощи*. 2014;(8):36.
3. Беседин А.Г. Новый сорт гороха. *Картофель и овощи*. 2015;(8):38.
4. Беседин А.Г. Основные направления и результаты селекции гороха овощного на Кубани. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2015;36(06):1-18. Доступ: <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/06/11.pdf>
5. Беседин А.Г., Путина О.В. Кудесник 2 – новый раннеспелый сорт гороха овощного для консервной промышленности. *Овощи России*. 2017;(3):78-79. <https://doi.org/10.18619/2017-9146-2017-3-78-79>
6. Беседин А.Г., Путина О.В. Новые сорта гороха овощного ранней группы спелости. *Овощи России*. 2019;2(46):39-42. <https://doi.org/10.18619/2019-9146-2019-2-39-42>
7. Кайгородова И.М., Пышная О.Н., Пронина Е.П. Изучение наследования скороспелости у гороха овощного. *Овощи России*. 2013;(1):35-40. <https://doi.org/10.18619/2012-9146-2013-1-35-40>
8. Ушаков В.А., Котляр И.П., Пронина Е.П. Новые сорта овощного гороха для расширения конвейера. *Картофель и овощи*. 2014;(12):30-31.
9. Брежнев Д.Д., Бакулина В.А., Давидич Н.К. и др. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. *Картофель, овощные и бахчевые культуры. Вып.4. Москва: Колос*; 1975.
10. Вишнякова М.А., Сеферова И.В., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Семенова Е.В., Филипенко Г.И., Александрова Т.Г., Егорова Г.П., Янков И.И., Булыntsev С.В., Герасимова Т.В., Другова Е.В. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. Санкт-Петербург: ВИР; 2018.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Колос; 1979.

References

1. State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Vol.1 "Plan varieties" (official publication). Moscow: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2020. 680 p. https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2020/03/FIN_reestr_dop_12_03_2020.pdf (Date of the application: 08.08.2020) (in Russ.)
2. Besedin A.G. Conveyor of pea. *Potato and vegetables*. 2014;(8):36. (in Russ.)
3. Besedin A.G. The new cultivar of pea. *Potato and vegetables*. 2015;(8):38. (in Russ.)
4. Besedin A.G. The main trends and results of garden pea breeding in the Kuban. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2015;36(06):1-18. <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/06/11.pdf>. (in Russ.)
5. Besedin A.G., Putina O.V. A new early-ripening variety of garden pea Kudesnik 2. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(3):78-79. (in Russ.) <https://doi.org/10.18619/2017-9146-2017-3-78-79> (in Russ.)
6. Besedin A.G., Putina O.V. New early varieties of vegetable pea. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(2):39-42. (in Russ.) <https://doi.org/10.18619/2019-9146-2019-2-39-42>
7. Kaigorodova I.M., Pishnaya O.N., Pronina E.P. The study of the inheritance of earliness of ripening of pea. *Vegetable crops of Russia*. 2013;(1):35-40. (in Russ.) <https://doi.org/10.18619/2012-9146-2013-1-35-40>
8. Ushakov V.A., Kotlyar I.P., Pronina E.P. New cultivars of vegetable pea for conveyor expansion. *Potato and vegetables*. 2014;(12):30-31. (in Russ.)
9. Brezhnev D.D., Bakulina V.A., Davidich N.K. et al. Methodology of state variety testing of agricultural crops. *Potatoes, vegetables and melons. Issue 4. Moscow: Kolos*; 1975 (in Russ.)
10. Vishniyakova M.A., Seferova I.V., Buravtseva T.V., Burlyayeva M.O., Semenova E.V., Filipenko G.I., Aleksandrova T.G., Egorova G.P., Yankov I.I., Bulynstev S.V., Gerasimova T.V., Drugova E.V. [VIR Global Collection of grain legume crop genetic resources: replenishment, conservation and studying: (methodological guidelines)]. St. Petersburg: VIR; 2018. (in Russ.)
11. Dospekhov B.A. [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Kolos; 1979. (in Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-26-33>
УДК 635.152:631.52:631.589

**С.М. Сирота, Е.В. Пинчук,
Е.Г. Козарь, Л.В. Беспалько,
В.А. Степанов**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства»

143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Сирота С.М., Пинчук Е.В., Козарь Е.Г., Беспалько Л.В., Степанов В.А. Перспективы использования многоярусной узкостеллажной установки (МУГ) в селекции редиса европейского. *Овощи России*. 2021;(2):26-33.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-26-33>

Поступила в редакцию: 12.03.2021

Принята к печати: 20.04.2021

Опубликована: 25.04.2021

**Sergey M. Sirota, Elena V. Pinchuk,
Elena G. Kozar, Lesya V. Bepalko,
Viktor A. Stepanov**

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
Selectionaya St. 14, VNISSOK, Odintsovo region,
Moscow oblast, 143080, Russia

* techh620@yandex.ru

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

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

For citations: Sirota S.M., Pinchuk E.V., Kozar E.G., Bepalko L.V., Stepanov V.A. Prospects for the use of a multi-tier narrow-stack installation in the selection of European radish. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):26-33. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-26-33>

Received: 12.03.2021

Accepted for publication: 20.04.2021

Accepted: 25.04.2021

Перспективы использования многоярусной узкостеллажной установки (МУГ) в селекции редиса европейского



Резюме

Актуальность. Выращивание редиса европейского в защищённом грунте с использованием различных видов гидропонных установок обеспечивает круглогодичное получение свежей витаминной продукции. Ввиду биологических особенностей культуры, для осенне-зимнего оборота необходимы теневыносливые, малооблиственные сорта с коротким периодом вегетации. Для весенне-летнего оборота особое значение имеет устойчивость сорта к повышенным температурам и стрелкованию. Селекция адресных сортов редиса энергозатратный процесс, оптимизировать который можно за счет использования установки многоярусной узкостеллажной гидропонники (МУГ) открытого типа с различным сочетанием лимитирующих факторов по ярусам (свет, тепло).

Материал, методы и результаты. В ФГБНУ ФНЦО проведены испытания сортов редиса в различающихся условиях среды. Определена информативность ярусов МУГ как фонов для отбора на адаптивность и специфичность. Выявлено, что оценку и отбор по продуктивности и массе корнеплода эффективно проводить на 1-2 ярусах; по устойчивости к стрелкованию – на 1 ярусе; по теневыносливости, раннеспелости, со стабильным проявлением товарной массы корнеплода – на 4-5 ярусах. Выделены сорта редиса как исходный материал на пригодность к гидропонному выращиванию интенсивного типа и высокоадаптивные. Показана уникальность использования многоярусной узкостеллажной установки (МУГ) с целью ведения селекции редиса.

Ключевые слова: редис европейский, адаптивность, специфичность, фоны для отбора, селекция, гидропоника, многоярусная узкостеллажная установка.

Prospects for the use of a multi-tier narrow-stack installation in the selection of European radish

Abstract

Relevance. Growing European radishes in protected soil on hydroponics provides year-round fresh vitamin production. For the autumn-winter turnover shade-tolerant varieties with a short growing season are necessary. For the spring-summer turnover, the resistance of the variety to high temperatures and premature stem formation is of particular importance. Selection of targeted radish varieties is an energy-consuming process, which can be optimized by using an open-type multi-tier narrow-stack hydroponics installation with a different combination of limiting factors for tiers (light, heat).

Methods and results. In Federal Scientific Vegetable Center radish varieties were tested in different conditions. The informativeness of the tiers on the installation as backgrounds for selection for adaptability and specificity is determined. It was found that the assessment and selection of productivity and large-fruited is effectively carried out on 1-2 tiers; for resistance to premature stem formation – on 1 tier; for shade tolerance, early ripening, with a stable manifestation of the marketable mass of the root crop – on 4-5 tiers. Radish varieties were selected as the starting material for the suitability for hydroponic cultivation of intensive type and highly adaptive. The uniqueness of the use of a multi-level narrow column hydroponics for the purpose of radish breeding is shown.

Keywords: European radish, adaptability, specificity, backgrounds for selection, selection, hydroponics, multi-level installation

Введение

Редис относится к группе самых ранних культур, возделываемых в средней полосе России. Ценность редиса, в первую очередь, обусловлена его раннеспелостью, высоким содержанием целого ряда необходимых человеку нутриентов (эфирные масла, гликозиды, витамин С, витамины В1, В2, В6, РР, провитамин А, никотиновая и фолиевая кислоты, калий, железо, селен, кремний и др.). Однако при длительном хранении редис теряет полезные свойства, в нем образуются грубые волокна, снижается питательная ценность [1, 2]. В связи с этим желательно употребление свежих, незалежавшихся корнеплодов, так сказать, «прямо с грядки».

Выращивание редиса в открытом грунте обеспечивает получение свежей продукции только в весенне-летний и летне-осенний период. Для круглогодичного поступления корнеплодов в пищевой конвейер в настоящее время редис всё больше выращивают в защищённом грунте с использованием различных видов гидропонных установок как горизонтального типа (проточная гидропоника), так и вертикального (многоярусная стеллажная гидропоника) [3, 4]. При круглогодичном производстве редиса в защищенном грунте важно учитывать его биологические особенности. Только оптимальное сочетание параметров микроклимата, питания и режима досвечивания обеспечивают успешное выращивание редиса на гидропонике.

Редис достаточно холодостойкое растение длинного дня. Пределы освещённости для выращивания растения колеблются от 2 до 14 тыс. люкс, влияя на продолжительность вегетации. В защищенном грунте на рассадных комплексах оптимальна освещённость от 10 тыс. люкс при продолжительности светового режима около 12 час. При недостатке света растения вытягиваются и медленно образуют корнеплод. С увеличением светового периода развитие редиса ускоряется. Температурный режим при выращивании этой культуры необходимо соблюдать пределах от 16 до 22°C. На фоне высокой температуры и при продолжительности дня свыше 18 час. замедляется формирование корнеплода и происходит стеблевание растения [5, 6].

Параметры микроклимата на производственных тепличных комплексах в относительно контролируемых условиях в разные сезоны могут существенно отличаться. Поэтому, сорта и гибриды редиса для выращивания на гидропонике должны быть не только скороспелыми

и высокоурожайными, но и обладать определенным набором других признаков. Так, для осенне-зимнего оборота необходимы теневыносливые, малооблиственные сорта с коротким периодом вегетации; для весенне-летнего оборота – особое значение имеет устойчивость сорта к повышенным температурам и стеблеванию [5, 7].

В соответствии с этими параметрами селекция сортов целевого использования может идти по двум основным направлениям. Это создание сортов интенсивного типа для возделывания в строго контролируемых условиях высоких технологий (светустановки закрытого типа), и высокоадаптивных к различным агроэкологическим сортам – для установок открытого типа с досвечиванием (рассадные столы, многоярусные узкостеллажные пирамиды). В последнем случае это подразумевает оценку образцов на стабильность проявления разных признаков на наиболее информативных фонах, но при этом важное значение имеет и экономическая составляющая. Селекция адресных сортов и гибридов F₁ редиса для все-сезонного гидропонного выращивания довольно энергозатратный процесс, оптимизировать который можно за счет минимизации использования досветки и увеличения полезной площади теплиц. С этой точки зрения интерес представляет установка многоярусной узкостеллажной гидропоники (МУГ) открытого типа с различным сочетанием лимитирующих факторов по ярусам (свет, тепло). Информация об адаптивных свойствах сортов может быть использована при обосновании выбора сортов для технологий различной интенсивности [11, 13], на гидропонных установках различного типа.

Цель нашей работы заключалась в изучении реакции сортов редиса на различающиеся условия среды (в частности на различное освещение), определении информативности ярусов МУГ как фонов для отбора на адаптивность и специфичность по соответствующим параметрам, оценке выделенных форм на пригодность к гидропонному выращиванию на установках разного типа.

Материалы и методы исследований

Материалом наших исследований послужили сорта и селекционные образцы селекции ФГБНУ ФНЦО, сорта селекции агрофирмы «Гавриш». Опыты (2017-2019 годы) проводили на пятиярусной узкостеллажной гидропонной установке, представляющей собой усечённую пирамиду с основанием 9 x 2 м и высотой 2,5 м (рис. 1).



Рис. 1. А - внешний вид установка МУГ с узлом автоматизированной подачи раствора;

В - внешний вид установка с растениями редиса

Fig. 1. А - appearance of the multi-tier narrow-stack hydroponics installation with an automated solution supply unit;
В - appearance of the multi-tier narrow-stack hydroponics with radish plants

Узел автоматизированной подачи раствора в лотки расположен в торце «пирамиды» (ООО НПФ «ФИТО»). Режим подачи питательного раствора меняется по оборотам – в зависимости от условий и фаз развития растений (в среднем с интервалом 20-40 минут, длительность подачи – 5-10 мин.) [8].

Посев осуществляли в первый оборот в середине января в кассеты с размером ячеек 4,5х4,5х5 см, заполненные торфо-перлитной смесью. До появления всходов кассеты размещали на вегетационных стеллажах рассадного отделения с температурным режимом 18...23°C, и досветкой в пасмурные дни. Кассеты с 2-х дневной рассадой выставляли в лотки пятиярусной пирамидальной гидропонной установки (МУГ) (рис. 2) [4, 9]. Продолжительность светового дня в 12-14 час. поддерживалась на установке МУГ досвечиванием лампами ДНаЗ-400 (ООО «Рефлекс»), расположенных над верхним ярусом с двух сторон установки. При интенсивной дневной солнечной инсоляции лампы отключали. В условиях яркого солнечного излучения или досветки лампами уровень освещенности от верхнего яруса к нижнему изменяется следующим образом: I ярус – 10-12 тыс. люкс, II ярус – 6-7 тыс. люкс, III ярус – 4-5 тыс. люкс, IV ярус – 3-4 тыс. люкс, V ярус – 2-3 тыс. люкс.



Рис. 2. Кассеты с рассадой редиса в лотке на установке МУГ
Fig.2. Cassettes with radish seedlings in the tray of the multi-tier narrow-stack hydroponics installation

Уборку корнеплодов проводили в один срок на 30-35 сутки от посева (рис. 3, 4). Растения вынимали из кассет и проводили необходимые учеты в каждом сорте на разных ярусах, определяя следующие основные показатели: процент растений, сформировавших корнеплод, среднюю массу товарных корнеплодов, процент цветущих растений [10]. Экологическую оценку ярусов как фонов для отбора и оценку адаптивной способности сортов проводили по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой, используя соответствующие показатели [11].

Результаты и обсуждения

Ярусное расположение лотков на установке МУГ приводит к изменению средних показателей и пределов варьирования основных хозяйственно-ценных признаков растений редиса европейского. В первую очередь это связано с различным уровнем освещенности, который резко снижается от первого верхнего яруса ко второму на 4-5 тыс. Лк и в среднем на 2 тыс. Лк на каждом последующем ярусе. Освещенность пятого нижнего



Рис. 3. Растения редиса в возрасте 22 суток на установке МУГ
Fig.3. Radish plants aged 22 days on the multi-tier narrow-stack hydroponics installation



Рис. 4. Растения редиса в возрасте 30 суток
Fig.4. Radish plants at the age of 30 days

яруса приближается к критической для выращивания редиса, что приводит к увеличению коэффициентов межсортовых различий по ряду признаков (рис. 5).

Вариабельность признака формирование корнеплода проявляется в широком диапазоне (рис. 5 А). По мере снижения освещенности постепенно снижается значения максимальных и минимальных пределов проявления признака и увеличиваются межсортовые различия от верхнего к нижним ярусам (Cv от 23% до 59%). При снижении освещенности растения вытягиваются и медленнее образуют корнеплод. Учитывая требования гидропонного выращивания редиса, доля листовой розетки в общей массе растения должна быть ниже доли корнеплода, т.е. растение должно быть с хорошо сформированным корнеплодом и маленькой ботвой [9]. Показатель доли корнеплода, как правило, наиболее низко вариабельный признак, косвенно связанный с раннеспелостью. На верхних двух ярусах он в среднем составил 70%. К нижнему ярусу этот показатель уменьшается до 55%, а вариабельность признака возрастает в два раза (рис. 5 В).

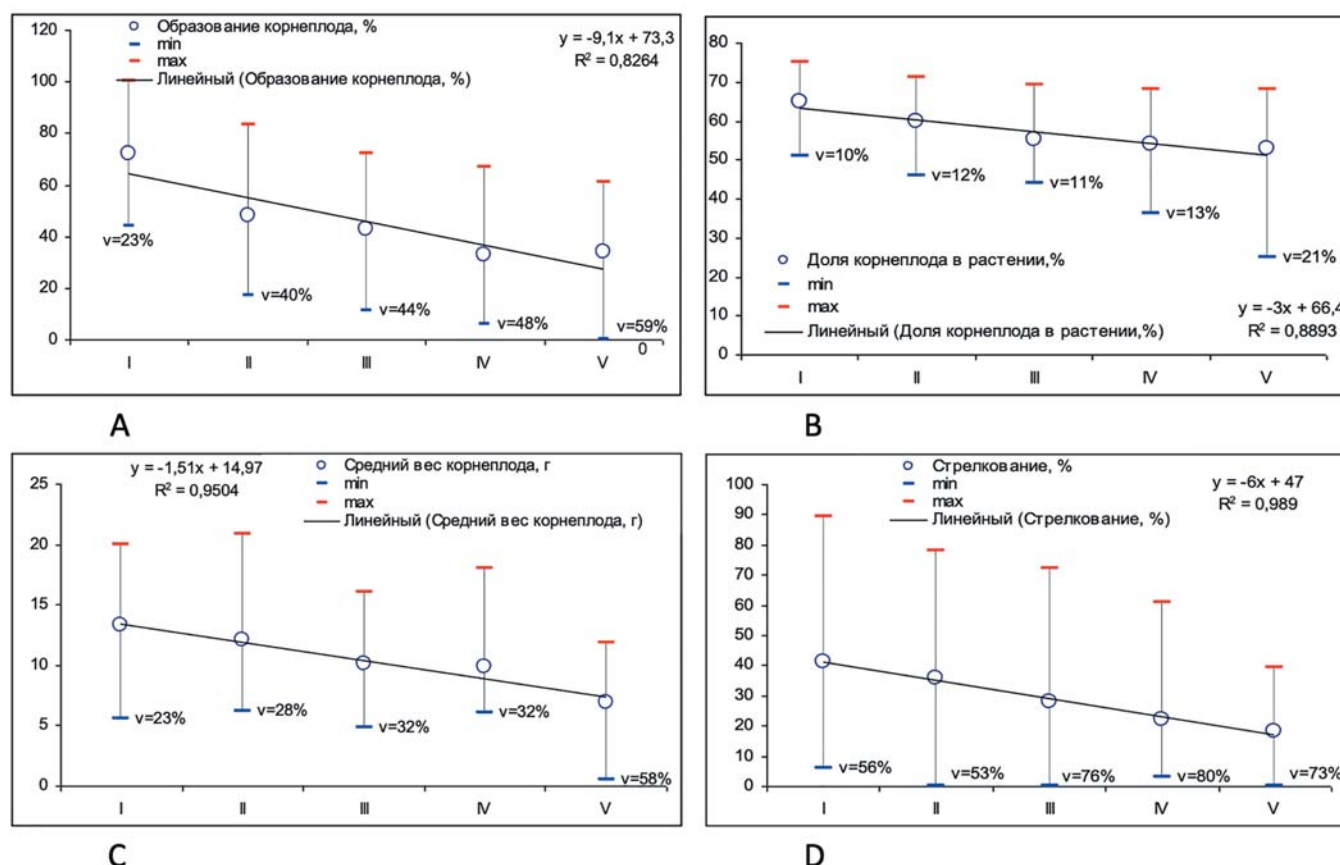


Рис. 5. Динамика изменения хозяйственно-ценных признаков редиса по ярусам расположения на МУГ: А – формирование корнеплода, %; В – доля корнеплода в массе растения, %; С – средняя масса корнеплода, г; D – стеблевание, %
Fig.5. Dynamics of changes in economically valuable characteristics of radish by tiers of location on the multi-tier narrow-stack hydroponics installation: A – root crop formation, %; B – the proportion of the root crop in the mass of the plant, %; C – average root crop weight, g; D – stem formation, %

В отличие от этих признаков, диапазон изменчивости средней массы корнеплода и доли цветущих растений постепенно уменьшается по мере снижения освещенности ярусов. На двух верхних ярусах показатель средней массы корнеплода имеет близкие значения, и резко снижается к пятому ярусу почти в два раза (рис. 5 С, D). Формированию цветоносного побега редиса способствуют высокая интенсивность освещения и более высокие температуры, т.е. условия, складывающиеся на верхних ярусах установки. Все значения доли цветущих растений последовательно снижаются к нижним ярусам, хотя межсортовые различия признака при этом остаются высокими (рис. 5 D).

Учитывая значительную изменчивость признаков при испытании редиса на различных ярусах МУГ возможно дать комплексную оценку среды на каждом ярусе по методу А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой. Это позволило выявить информативность фонов для оценки образцов редиса на пригодность к гидропонному выращиванию и эффективного отбора на адаптивность по разным признакам. Поскольку каждый ярус характеризуется различным сочетанием факторов среды (свет, тепло, влажность воздуха), способствующих более полному проявлению того или иного признака.

Анализ данных оценки среды показывает, что отношения генотип-среда меняются в зависимости от яруса выращивания (табл. 1). Наибольшие различия отмечены по такому параметру как продуктивность среды (dk). Известно, что вести отбор по продуктивности возможно только на фоне высокопродуктивной среды [11, 12]. Показатели продуктивности среды по способности формировать корнеплод и массе корнеплода макси-

мальны на первом и втором ярусах МУГ. Условия этих ярусов обеспечивают наиболее полное проявление потенциала продуктивности испытываемых сортов редиса в условиях гидропонии и наибольший процент выхода товарных корнеплодов (до 72%).

При выращивании редиса для формирования полноценного корнеплода важно, чтобы растение не переходило в стадию преждевременного стеблеобразования и цветения, т.е. важно вести отбор на устойчивость к цветущности. При оценке среды как фона для отбора по этому признаку по параметру продуктивность среды (dk) ценность также представляют верхние яруса установки, где у сортов редиса отмечаются самые высокие значения признака. В этих условиях в группе изучаемых образцов данный показатель в среднем составил 36-41%, а у отдельных сортов достигал 89%. При анализе на высокую адаптивность образцов учитывают параметр типичности среды (tk). По нашим исследованиям наиболее типичным фоном для выращивания редиса в условиях стеллажной гидропонии является второй ярус, независимо от оцениваемого признака (tk в среднем 0,86).

Для поиска форм со стабильным проявлением признаков необходимо вести отборы на анализирующем фоне. Для его оценки используется показатель дифференцирующей способности среды – параметр Sek [11, 12]. Первый ярус установки в этом случае выступает как стабилизирующий фон, где в наибольшей степени проявляется однородность сортовых популяций. По оценки на устойчивость к преждевременному стеблеобразованию все яруса проявляют дестабилизирующее действие фона, при этом условия нижних ярусов, характеризующихся низкой продуктивностью среды,

Таблица 1. Параметры, характеризующие пригодность ярусности МУГ как фона отбора генотипов (2017-2018 годы)
 Table 1. Parameters that characterize the suitability of tiering as a background for genotype selection (2017-2018)

Ярус (фон)	Среднее значение	Продуктивность среды, dk	Дифференцирующая способность среды, Sek	Типичность среды, tk
1	13,28	2,74	22,79	0,44
2	12,08	1,54	31,38	0,81
3	10,09	-0,45	26,59	0,6
4	9,81	-0,73	30,79	0,63
5	7,44	-3,1	40,05	0,64
Способность формирования корнеплодов, %				
1	72,28	26,27	22,34	0,7
2	47,44	1,44	37,44	0,88
3	42,44	-3,56	41,38	0,89
4	32,94	-13,06	41,28	0,69
5	34,91	-11,1	50,16	0,83
Доля цветущих растений, %				
1	41,1	11,61	55,99	0,66
2	35,8	6,3	51	0,88
3	28,2	-1,2	72,98	0,75
4	22,2	-7,34	78	0,9
5	20,2	-9,29	53,9	0,85

ограничивают проявление признака. По массе корнеплода анализирующее действие фона ($Sek > 40\%$) наиболее выражено на пятом нижнем ярусе; по способности формировать корнеплод – на 3-5 ярусах. Условия этих ярусов также позволяют провести оценку на теневыносливость и экологическую адаптивность сортов, дифференцировать их по способности реализовать свой продуктивный потенциал при пониженной освещённости.

Обобщив вышесказанное, можно сделать вывод, что наиболее информативной средой для выявления потенциала продуктивности ($dk\ max$), а также отбора по устойчивости к стеблеванию является верхний ярус. Выделение перспективных высокоадаптивных образцов ($tk\ max$) и выращивание константных форм эффективно на втором ярусе. Отбор источников экологической стабильности по продуктивности ($Sek\ max$) эффективен на нижнем ярусе. Здесь максимально выявляются разнокачественные генотипы внутри однородной популяции по теневыносливости. Образцы, способные формировать товарный корнеплод даже на нижних ярусах в условиях пониженной освещённости, будут проявлять стабильную продуктивность во всех средах.

Выявленная информативность ярусов МУГ как фонов позволила провести оценку адаптивной способности и экологической стабильности сортов редиса по комплексу признаков, определяющих их пригодность к все-сезонному выращиванию на гидропонных установках различного типа в условиях защищённого грунта (табл. 2). Важным критерием адаптивности сорта по сочетанию продуктивности и стабильности является селекционная ценность генотипа ($СЦГ_i$), что определяет выбор сорта для выращивания на разных ярусах МУГ либо на гидропонных установках различного типа. Известно, что при полунинтенсивных технологиях (относительно условий многоярусной установки) следует отдавать предпочтение высокоадаптивным сортам. Такие сорта характеризуются высокими значениями параметра $СЦГ_i$, параметр отзывчивости (bi) у них меньше 1, продуктивность средняя, относительная стабильность (Sgi), как правило, ниже 10%.

По способности формировать корнеплод значение параметра экологической изменчивости (Sgi) в изучаемой группе сортов варьирует в широком диапазоне.

Наиболее стабильно способен завязывать корнеплод независимо от яруса выращивания на МУГ сорт Корсар ($Sgi = 11,5\%$).

По параметру отзывчивости (bi), показывающему реакцию генотипа на улучшение условий среды, сорта Корсар, Вариант, №500, Камелот показывают низкие значения ($bi\ 0,3-0,5$), т.е. эти сорта в меньшей степени чувствительны к изменениям условий среды (яруса выращивания). Сорта с высоким значением $bi > 1$ (1,2-1,9) Контраст, Софит, Моховский, а также Снежок, Одиссей, Миф можно считать высокоотзывчивыми на улучшение условий произрастания, т.е. они лучше себя проявляют в условиях 1 яруса как продуктивные, показывая высокий процент формирования корнеплода. По параметру специфической адаптивной способности генотипа (CAC_i) к определённым условиям среды по признаку формирования корнеплода максимальное значение у сорта Контраст. Также высокие значения этого параметра у сортов Моховский и Софит, которые значительно лучше формируют корнеплод на верхних ярусах. Относительно стабильные в этом плане образцы №500 и Спринтер, которые способны формировать товарные корнеплоды на нижних ярусах, т.е. являются теневыносливыми. Максимальные значения этого признака в среднем по ярусам отмечены у сорта Спринтер ($X = 73\%$; $СЦГ_i = 54$).

По средней массе корнеплода наибольшей стабильностью признака среди изучаемых сортов обладают Королева Марго, Тепличный Грибовский, Спринтер, Снежок, Ария ($Sgi\ 19,5-22,2\%$). Эти сорта по данному признаку наиболее адаптированы к условиям разной ярусности МУГ, менее чувствительны к изменению освещённости и способны формировать корнеплоды товарных размеров. Среди них наибольшую селекционную ценность ($СЦГ_i > 7$) имеют сорта Ария, Королева Марго, Тепличный Грибовский и Спринтер. Значительной специфической адаптивной способностью по массе корнеплода обладают сорта Фея, Миф, Камелот. Наиболее отзывчивы по признаку массы корнеплода на изменение условий среды, в частности, интенсивности освещения, т.е. более чувствительны к внешним условиям, были сорта Фея, Миф, №500, Одиссей, Камелот, Моховский, Контраст, Спринтер ($bi\ 1,1-1,9$). Данные образцы значительно снижали массу корнеплода к нижним ярусам (табл. 2).

Таблица 2. Параметры адаптивной способности сортообразцов редиса по хозяйственно-ценным признакам (МУГ, 2017-2018 гг.)
Table 2. Parameters of adaptive ability of radish cultivars based on economically valuable characteristics (2017-2018)

Образец	Формирование корнеплода						Средняя масса корнеплода						Стеблевание					
	X, %	OACj	CACj	Sgi	bi	СЦГi	X, г	OACj	CACj	Sgi	bi	СЦГi	X, %	OACj	CACj	Sgi	bi	СЦГi
№ 500	55,6	9,6	171,0	23,5	0,4	40,4	8,3	-2,2	13,9	44,5	1,6	2,5	44	0,9	356,2	42,7	-0,01	23,9
Ария	31,1	-15,0	278,7	53,9	0,9	11,5	14,9	4,4	11,0	22,2	0,6	9,7	22	-8,3	636,8	113,0	2,2	-4,8
Вариант	56,7	10,6	232,0	26,9	0,3	38,8	10,8	0,2	7,3	25,1	0,7	6,5	36	17,1	257,3	45,1	1,3	18,3
Камелот	30,0	-13,0	81,5	25,3	0,5	24,9	11,6	1,0	32,4	49,2	1,6	2,5	33	3,7	252,1	47,8	1,5	15,7
Контраст	53,3	6,7	1024,8	57,7	1,9	16,8	12,2	1,7	14,1	30,8	1,2	6,2	28	-1,9	117,2	39,2	1,2	15,7
Королева Марго	47,8	1,8	192,4	29,0	0,5	31,6	12,6	2,1	6,1	19,5	0,7	8,7	44	-19,3	174,8	29,8	0,9	30,2
Корсар	38,9	-7,3	23,0	11,5	0,3	35,7	11,2	0,6	8,0	25,3	0,9	6,7	21	-4,8	125,1	45,2	0,7	12,4
Миф	25,6	-20,4	333,0	71,3	1,2	4,32	10,0	-0,6	23,0	48,1	1,9	2,4	67	-23,6	455,3	32,0	2,1	43,6
Моховский	32,2	-13,0	623,4	77,5	1,5	3,1	10,2	-0,3	13,9	36,5	1,5	4,3	27	-7,1	95,2	36,4	0,8	16,3
Одиссей	16,7	-27,8	364,6	90,9	1,2	-2,1	8,0	-2,5	15,0	48,4	1,6	1,8	36	6,3	149,1	34,1	1,2	22,3
Снежок	62,2	20,5	484,8	31,8	1,2	42,6	8,2	-2,3	3,2	21,9	0,8	5,4	6	-22,3	3,6	26,3	0,1	5,1
Соната	60,0	14,2	324,9	29,9	1,0	49,2	11,5	-0,1	10,4	30,8	1,0	6,4	21	-7,1	48,2	32,7	0,3	13,7
Софит	38,9	-7,0	624,7	64,1	1,6	9,9	8,4	-2,1	4,7	25,8	-0,5	5,0	10	14,9	48,2	68,1	0,5	2,7
Спринтер	73,3	26,2	312,6	23,6	1,1	53,7	11,9	1,4	6,6	21,5	1,1	7,8	26	-3,7	800,1	110,0	3,0	-5,4
Тепл.Грибовский	48,9	2,6	172,0	27,0	0,9	33,3	12,6	2,1	7,1	21,2	0,6	8,4	47	6,1	85,3	19,8	0,9	36,7
Фея	46,7	0,4	216,0	31,7	0,9	29,3	12,3	1,7	28,1	43,2	1,9	3,9	30	14,7	39,3	20,6	0,4	23,7

Следовательно, они более требовательны к свету, поэтому эти образцы рационально выращивать только на верхних ярусах установки МУГ.

По признаку стеблевания высокую отзывчивость на условия среды проявили сорта Ария, Миф, Вариант, Контраст, Одиссей, Камелот, Спринтер (bi 1,2-3,0). Высокая стабильность, не зависимо от яруса, наблюдается у сортов Тепличный Грибовский, Фея (Sgi 19,8-20,6%). Сорта Снежок и Софит, отличающиеся низким процентом цветущих растений (6-10%), и наоборот – высокой экологической изменчивостью признака по ярусам. Процент стеблевания у сортов Королева Марго, Соната, Ария, Моховский, Корсар, Контраст и Спринтер был сравним внутри данной группы, в среднем был ниже 30%, но по силе экологической изменчивости сорта значительно различались (Sgi 32,7-112,7%). Среди изученных, сорта Спринтер, Ария, Софит и Снежок имеют самые низкие показатели СЦГi по доле растений с цветоносами, что свидетельствует об их устойчивости к преждевременному стеблеобразованию (табл. 2).

Таким образом, по совокупности всех параметров изученные сортопопуляции редиса европейского будут

низко рентабельными при выращивании на гидропонике и требуют селекционной доработки по отдельным признакам. Так, у сортов Тепличный Грибовский и Королева Марго при относительно высокой адаптивности по завязываемости и массе корнеплода необходим отбор на устойчивость к стеблеванию. У сорта Ария при высоких значениях СЦГi по массе корнеплода и устойчивости к цветущности – на способность дружно формировать корнеплод в условиях гидропонике, у сортов Корсар и Вариант – важно вести отбор на крупность корнеплода. К наиболее адаптивным для многоярусных установок по сочетанию основных признаков можно отнести только сорта Спринтер и Соната. Для интенсивных технологий основным требованием к сортам будет высокая отзывчивость на улучшение условий среды для полной реализации их потенциальной продуктивности. В нашем эксперименте – это максимально благоприятные условия верхнего яруса на вертикальных установках типа пирамиды и горизонтальные гидропонные стеллажные установки типа УГС. В эту категорию отнесены сорта Фея, Контраст, Моховский, Миф, Одиссей ($bi > 1$).

Результативность использования ярусов МУГ как

Таблица 3. Характеристика признаков исходных сортопопуляций и отборов сортов редиса при выращивании в различных условиях (2019 год)
Table 3. Characteristics attributes of the initial variety populations and selections of radish varieties when growing in different types of technologies (2019)

Признак	Тип технологии*	Королева Марго		Соната		НСР ₀₅ ***
		исх. с/п**	отбор	исх. с/п	отбор	
Формирование корнеплода, %	I	36	47	58	67	10
	II	67	78	89	89	
	III	87	94	57	68	
Средняя масса 1 корнеплода, г	I	12,0	16,0	6,9	8,8	5,3
	II	18,7	17,5	14,3	14,0	
	III	13,5	11,7	8,9	9,0	
Доля корнеплода, %	I	42	50	23	57	12
	II	74	71	66	69	
	III	64	61	59	63	
Стрелкование, %	I	44	25	17	3	17
	II	50	22	26	6	
	III	43	11	28	13	
Урожайность, кг/м ²	I	0,7	1,1	0,9	1,2	0,3
	II	2,2	2,8	1,6	2,7	
	III	2,9	3,8	4,4	5,3	

Примечание: * Условия выращивания: I – в среднем на всех ярусах МУГ (энергосберегающая технология), II – 1 ярус МУГ (интенсивная технология), III – УГС (высокоинтенсивная технология); ** исх. с/п – исходная сортопопуляция; *** НСР₀₅ – по генотипу

информативных фонов для отбора была оценена на примере двух сортов Соната и Королева Марго селекции ФГБНУ ФНЦО. Для этого были изучены потомства от группового отбора лучших растений из этих сортопопуляций на верхнем ярусе (на устойчивость к стеблеванию) и на нижних ярусах (на продуктивность и теневыносливость) в сравнении с исходными сортопопуляциями (табл. 3). В целом у сортов отмечена тенденция к улучшению оцениваемых признаков. Формирование корнеплода в потомствах отборов сортов Королева Марго и Соната идет интенсивнее, чем в исходных сортопопуляциях, особенно в среднем по ярусам установки МУГ (I) и в условиях УГС (III). По признаку средней массы корнеплода существенных изменений не отмечено и отклонения между отборами и исходными сортопопуляциями были в пределах ошибки опыта. Максимальные показатели массы корнеплода у обоих сортов выявлены в условиях интенсивной технологии на первом ярусе МУГ – от 14 г до 19 г в зависимости от сорта и варианта опыта. По признаку доля корнеплода в массе растения при выращивании в условиях средней интенсивности (I) в потомствах отборов у обоих сортов наблюдается улучшение признака, но наиболее значительное, более чем в два раза, у сорта Соната (с 22 до 57%). По признаку устойчивость к стеблеванию результативность отбора оказалась самая высокая. Доля растений с цветоносами в потомствах отборов обоих сортов значительно снизилась относительно исходных сортопопуляций – в 2-6 раз в зависимости от условий выращивания. В итоге, после однократного группового отбора средняя урожайность товарных корнеплодов по установке МУГ (I) в зимнем обороте увеличилась на 0,4-0,6 кг/м², а на УГС (III) – на 0,92-1,25 кг/м² в зависимости от сорта

Закключение

Таким образом, в результате комплексной оценки как генотипов, так и среды, в данном эксперименте – ярусов установки МУГ, как фонов для отбора на адаптивность и стабильность сортов редиса сделан вывод о том, что в зависимости от селектируемого признака оценку и отборы необходимо проводить на соответствующих ярусах установки.

Информативность ярусов МУГ для выращивания редиса проявлялась следующим образом: оценка и отбор по продуктивности и массе корнеплода эффективны на 1-2 ярусах; по устойчивости к стеблеванию – на 1 ярусе; со стабильным проявлением товарной массы корнеплода, что косвенно свидетельствует о теневыносливости – на 4-5 ярусах.

В результате оценки сортов в первом зимнем обороте показана возможность выращивания редиса европейского на вертикальной узкостеллажной гидропонной установке с целью всесезонного получения свежей продукции с высокими питательными свойствами. К сортам интенсивного типа отнесены сорта Фея, Софит, Моховский, Миф, Одиссей. К наиболее адаптивным к условиям МУГ отнесены сорта Спринтер и Соната, с высоким процентом сформированных корнеплодов крупного размера, незначительно снижающие товарность к нижним ярусам, относительно устойчивые к стеблеванию и пониженной освещенности. В группе сортов – Ария, Камелот, Контраст, Корсар, Вариант, Снежок, Тепличный Грибовский и Королева Марго целесообразно проводить адресные отборы по соответствующим селекционно значимым признакам, принимая во внимание стабильность генотипа.

Вертикальная установка МУГ позволяет одновременно проводить оценку по нескольким целевым признакам на разных фонах (ярусах), что повышает эффективность селекции по созданию адресных сортов редиса европейского для всесезонного выращивания на гидропонике в защищенном грунте. Так, однократный отбор из перспективных, стабильных по продуктивности сортов Королева Марго и Соната привел к повышению адаптивности растений к изменяющимся условиям среды по ряду показателей. Потомство отборов показало лучшие результаты по основным хозяйственно-ценным признакам. В результате урожайность товарных корнеплодов по сравнению с исходными сортопопуляциями увеличилась в 1,3-1,7 раза в зависимости от интенсивности технологии. При этом использование в технологическом цикле биологически активных соединений дает возможность растениям редиса более полно реализовать свой продуктивный потенциал. По

данным И.Т. Балашовой и др., установлено, что обработка семян редиса сорта Королева Марго вторичными метаболитами растительного происхождения – стероидными гликозидами линарозид и молдстим, способствует существенному повышению средней массы корнеплода (на 49%) при выращивании на МУГ [14].

В целом уникальность использования многоярусной узкостеллажной установки (МУГ) с целью ведения селекции редиса европейского и изучения реакции растений на конкретные условия внешней среды

заключается в конструктивных и технических особенностях установки. Ярусное расположение лотков изначально предполагает различные условия выращивания растений. Благодаря этому снижаются затраты на создание специализированных анализирующих фонов с разным уровнем и сочетанием лимитирующих факторов (в частности освещенности), сокращается используемая площадь теплицы для проведения исследований, что перспективно и экономически целесообразно.

Об авторах:

Сергей Михайлович Сирота – доктор с.-х. наук, зам. директора, заведующий лабораторией новых технологий, <https://orcid.org/0000-0001-5792-8502>, sirota@vniissok.ru

Елена Владимировна Пинчук – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории новых технологий, <https://orcid.org/0000-0003-0824-8864>, techh620@yandex.ru

Елена Георгиевна Козарь – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, <https://orcid.org/0000-0002-1319-5631>, kozar_eg@mail.ru

Леся Владимировна Беспалько – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зеленных и пряно-вкусовых культур, lesa0501@mail.ru

Виктор Алексеевич Степанов – кандидат с.-х. наук, заведующий лабораторией селекции и семеноводства столовых корнеплодов, vstepanov8848@mail.ru

About the authors:

Sergey M. Sirota – Doc. Sci. (Agriculture), Deputy Director, Head of laboratory of new technologies, <https://orcid.org/0000-0001-5792-8502>, sirota@vniissok.ru

Elena V. Pinchuk – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the laboratory of new technologies, <https://orcid.org/0000-0003-0824-8864>, techh620@yandex.ru

Elena G. Kozar – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Scientific Researcher of the laboratory of immunity and protection of plants, <https://orcid.org/0000-0002-1319-5631>, kozar_eg@mail.ru

Lesya V. Bespal'ko – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of laboratory breeding and seed green and spicy plants, lesa0501@mail.ru

Viktor A. Stepanov – Cand. Sci. (Agriculture), Head of laboratory of breeding and seed production of table root crops, vstepanov8848@mail.ru

• Литература

1. Пивоваров В.Ф. *Овощи России*. М., 2006. Р.230-233.
2. Воронина Е. Ботва редиса – полезные свойства и противопоказания [<http://dacha-info.ru/botva-redisa-poleznye-svoystva-i-protivopokazaniya/>]; 2015. Доступно на <http://dacha-info.ru>
3. Степанов В.А., Сирота С.М., Антипова О.В. Новая культура для салатных линий – репа листовая. *Овощи России*. 2015;(3-4):74-77. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-74-77>
4. Шарупич С.В., Шарупич П.В., Коломыцев Е.В., Шарупич В.П. Агротехнология. Многоярусная узкостеллажная гидропоника. Учебник для ВУЗов. Орел: Град-РИЦ; 2010;(1):100.
5. Антипова О.В. Рекомендации по выращиванию редиса кассетным способом методом подтопления на установках гидропонных стеллажных (УГС). *Теплицы России*. 2007;(2).
6. Федорова М.И., Заячковская Т.В. Сорта редиса селекции ВНИССОК и их использование. *Овощи России*. 2016;(3(32)):54-61. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-3-54-61>
7. Колпаков Н.А. К вопросу о выборе сорта редиса для современных технологий выращивания в зимних теплицах. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2012;11(97):020-023.
8. Сирота С.М., Балашова И.Т., Козарь Е.Г., Пинчук Е.В. Новые технологии в овощеводстве защищенного грунта. *Овощи России*. 2016;(4):3-9. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-4-3-9>
9. Антипова О.В. Агротехническая рекомендация по выращиванию редиса кассетным способом [<http://www.ponics.ru/2009/04/agrotrip3/>]; 2009. Доступно на <http://www.ponics.ru>.
10. *Руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов*. Под ред. Д.Д. Брежнева. М.: Колос; 1982. Р.324-349.
11. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода. *Генетика*. 1985;21(9):1481-1490.
12. Мусаев Ф.Б., Добруцкая Е.Г., Казыдуб Н.Г., Скорина В.В. Оценка среды природных зон как фона для отбора на адаптивность и размножение семян фасоли овощной. *Овощи России*. 2013;(1):41-45. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-41-45>
13. Шулпеков А.С., Сирота С.М., Добруцкая Е.Г., Пронина Е.П. Оценка адаптивности сортов гороха овощного, пригодных для заморозки в условиях Юго-Запада ЦЧР. *Овощи России*. 2014;(4):42-47. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2014-4-42-47>
14. Балашова И.Т., Степанов В.А., Пинчук Е.В., Сирота С.М., Машченко Н. Использование стероидных гликозидов для повышения потенциала продуктивности у редиса. *International Scientific Symposium (Vth Edition) Advanced biotechnologies – achievements and prospects*. Chisinau, Republic of Moldova. 2019. P.70.

• References

1. Pivovarov V.F. *Vegetables of Russia*. M., 2006. P.230-233. (In Russ.)
2. Voronina E. Radish tops-useful properties and contraindications [<http://dacha-info.ru/botva-redisa-poleznye-svoystva-i-protivopokazaniya/>]; 2015. Available at <http://dacha-info.ru> (In Russ.)
3. Stepanov V.A., Sirota S.M., Antipova O.V. Leafy turnip is a new crop for salad production lines. *Vegetable crops of Russia*. 2015;(3-4):74-77. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-74-77>
4. Sharupich S.V., Sharupich P.V., Kolomytsev E.V., Sharupich V.P. *Agrotechnology. Multi-tier narrow-stack hydroponics. Textbook for universities*. Orel: Grad-RITZ; 2010;(1):100. (In Russ.)
5. Antipova O.V. Recommendations for growing radish by the cassette method by the method of flooding on hydroponic shelving installations (UGS). *Greenhouses of Russia*. 2007;(2). (In Russ.)
6. Fedorova M.I., Zayachkovskaya T.V. Radish cultivars bred at VNISSOK and their use. *Vegetable crops of Russia*. 2016;(3):54-61. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-3-54-61>
7. Kolpakov N.A. On the choice of radish varieties for modern technologies of growing in winter greenhouses. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2012;11(97):020-023. (In Russ.)
8. Sirota S.M., Balashova I.T., Kozar E.G., Pinchuk E.V. New greenhouse technologies for vegetable production. *Vegetable crops of Russia*. 2016;(4):3-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-4-3-9>
9. Antipova O. V. Agrotechnical recommendation for growing radish by cassette method [<http://www.ponics.ru/2009/04/agrotrip3/>]; 2009. Available at <http://www.ponics.ru>. (In Russ.)
10. *Guidelines for testing vegetable crops and fodder root crops*. Ed. by D. D. Brezhnev. M.: Kolos; 1982:324-349. (In Russ.)
11. Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V. Method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, differentiating ability of the environment. Communication I. Justification of the method. *Genetics*. 1985;21(9):1481-1490. (In Russ.)
12. Musayev F.B., Dobrutskaia E.G., Kazidub N.G., Skorina V.V. Environmental assessment of natural areas as background for selection for adaptability and bean vegetable seeds multiplication. *Vegetable crops of Russia*. 2013;(1):41-45. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-41-45>
13. Shulpekova A.S., Sirota S.M., Dobrutskaia E.G., Pronina E.P. Adaptivity evaluation of pea varieties suitable for freezing in the southwestern of central chernozem zone. *Vegetable crops of Russia*. 2014;(4):42-47. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2014-4-42-47>
14. Balashova I.T., Stepanov V.A., Pinchuk E.V., Sirota S.M., Mashchenko N. The use of steroid glycosides to increase the productivity potential of radish. *International Scientific Symposium (Vth Edition) Advanced biotechnologies – achievements and prospects*. Chisinau, Republic of Moldova. 2019. P.70. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-34-38>
УДК 635.63:631.544.4

А.В. Курепин,
А.Ф. Першин, В.Н. Шевкунов

ООО «Семеновод»
353384, РФ, Краснодарский край, Крымский
район, г. Крымск, ул. Шоссейная, 89

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Курепин А.В., Першин
А.Ф., Шевкунов В.Н. «Световая цена» урожая
огурца в зимне-весенних оборотах теплиц.
Овощи России. 2021;(2):34-38.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-34-38>

Поступила в редакцию: 12.03.2021

Принята к печати: 26.03.2021

Опубликована: 25.04.2021

Alexey V. Kurepin, Alexander F. Pershin,
Valery N. Shevkunov

LLC "Semenovod"
89, st. Shosseynaya, Krymsk, Krymsky District,
Krasnodar Territory, 353384, Russia,

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

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

For citations: Kurepin A.V., Pershin A.F.,
Shevkunov V.N. «Lighting price» of cucumber
yield in the winter-spring turnover of greenhouses.
Vegetable crops of Russia. 2021;(2):34-38.
(In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-34-38>

Received: 12.03.2021

Accepted for publication: 26.03.2021

Accepted: 25.04.2021

«Световая цена» урожае огурца в зимне-весенних оборотах теплиц



Резюме

Актуальность. Среди главных факторов, определяющих продуктивность овощных культур в защищенном грунте, основным является свет. Для образования 1 кг/м² плодов огурца длиной 18-22 см в среднем требуется около 3500-4000 Дж/см² солнечной радиации. В зимне-весеннем обороте, при отсутствии искусственного освещения в теплицах, существует не-равномерность рассеянной солнечной радиации и общий дефицит приходящей световой энергии. При этом количество суммарной солнечной радиации, необходимое для формирования 1 кг плодов («световая цена») не одинаково у разных гибридов. Поэтому необходимо выбирать гибриды с наименьшей «световой ценой» урожая, то есть гибриды, использующие на формирование 1 кг плодов меньшее количество световой энергии.

Цель исследования: оценка гибридов F₁ огурца по признаку устойчивости к недостатку освещения при помощи сравнения их «световой цены» урожая: сколько энергии тратится на формирование 1 кг товарной продукции.

Материалы и методы. Исследования проводили на участке сортоиспытания в Крымском селекционном центре Научно-исследовательского института селекции овощных культур «Гавриш», в условиях зимне-весеннего оборота, в теплицах, не оборудованных искусственным освещением. Испытали семь бугорчатых среднеплодных (18-22 см) гибридов огурца, рекомендованных для выращивания в зимне-весенних оборотах.

Результаты. Проведенный анализ данных поступления солнечной радиации и формирования стандартного урожая показал, что существует прямая связь между количеством поступившего света и уровнем продуктивности. Период преобразования поступившей солнечной энергии в урожай плодов изменялся в течение вегетации от 14 до 8 суток в зависимости от степени развития растений. «Световая цена» урожая у разных гибридов была не одинакова: на 1 кг продукции гибриды, испытанные в опыте, затратили в среднем 2900 Дж/см², что на 18% эффективнее, чем для стандартных тепличных огурцов.

Ключевые слова: огурец, гибрид, зимне-весенние теплицы, устойчивость к пониженной освещенности, мучнистая роса

«Lighting price» of cucumber yield in the winter-spring turnover of greenhouses

Abstract

Relevance. Among the main factors that determine the productivity of vegetable yields in protected ground, the main one is light. For the formation of 1 kg/m² of cucumber fruits with a length of 18-22 cm, on average about 3500-4000 J/cm² of solar radiation is required. In the winter-spring cycle, in the absence of artificial lighting in greenhouses, there is an unevenness of scattered solar radiation and a general shortage of incoming light energy. At the same time, the amount of total solar radiation required for the formation of a 1 kg of fruit ("lighting price") is not the same for different hybrids. To increase the profitability of production in the winter-spring turnover in greenhouses that are not equipped with artificial lighting, it is necessary to choose hybrids with the lowest "lighting price" of the crop, that is, hybrids that use less light energy to form a 1 kg of fruit.

The purpose of the study: evaluation of F₁ hybrids of cucumber on the basis of resistance to lack of lighting by comparing their "lighting price" of the crop: how much energy is spent on the formation of 1 kg of marketable products.

Methods. The research was carried out at the variety testing site in the Crimean breeding Center of the Scientific Research Institute of Vegetable Crop Selection "Gavrish", in the conditions of winter-spring turnover, in greenhouses not equipped with artificial lighting. We tested seven medium-fruited (18-22 cm) spined-fruited cucumber hybrids recommended for growing in winter-spring turnover.

Results. The analysis of the data on the input of solar radiation and the formation of a standard yield showed that there is a direct relationship between the amount of incoming light and the level of productivity. The period of conversion of the received solar energy into the fruit harvest varied during the growing season from 14 to 8 days, depending on the degree of plant development. The "lighting price" of the crop was not the same for different hybrids: the hybrids tested in the experiment spent an average of 2900 J/cm² per 1 kg of product, which is 18% more efficient than for standard greenhouse cucumbers.

Keywords: cucumber, hybrid, winter and spring greenhouses, resistance to low light, illumination level, powdery mildew, greenhouse

Введение

Одним из основных факторов, влияющих на рост и развитие растений, является свет. Огурец довольно сильно реагирует на интенсивность света. Поэтому для выращивания в условиях дефицита света: в зимне-весенних оборотах, – необходимо выбирать наиболее выносливые к недостатку света гибриды, способные максимально использовать поступающий свет и формировать высокий, более рентабельный урожай [1, 2].

Овощеводство защищенного грунта в нашей стране активно развивается. Площадь зимних теплиц в 2019 году превысила 2,5 тыс. га, при этом площадь пленочных теплиц достигла 10 тыс. га [3]. Происходит активное наращивание доли современных тепличных комбинатов, оборудованных искусственным досвечиванием. При этом, актуальной серьезной проблемой для отрасли остаются энергозатраты, связанные с тарифами. За последние пять лет затраты на газ увеличились на 24%, на электричество – на 39%, что особенно заметно в зимний период. При этом отпускные цены на продукцию овощеводства падают из-за перепроизводства [4]. Данный фактор приводит к увеличению сроков окупаемости дорогих современных теплиц. Снижение же себестоимости продукции возможно при более активном использовании естественных условий среды. Значительная часть юга России расположена в 5 световой зоне. Суммарная солнечная радиация, попадающая на горизонтальную поверхность при безоблачном небе, в январе здесь составляет от 120 до 160 МДж/м² [5]. Этого вполне достаточно для выращивания устойчивых к недостатку света гибридов огурца. Однако в естественных условиях наблюдаются значительные колебания освещенности, приводящие к снижению выхода продукции (рис 1).

Специалисты селекционной компании Rijk Zwaan (Нидерланды) рассчитали, что для формирования 1 кг/м² урожая среднеплодного (18-22 см) огурца требуется от 3500 до 4000 Дж/см² солнечной радиации [6]. Кратковременное снижение поступающей энергии до 200 Дж/см² приводит к полной остановке роста огурца, а такое же затенение в течение продолжительного периода приводит к полной гибели. Увеличение интен-

сивности света ускоряет фотосинтез, у растений растёт количество ассимилянтов, используемых для развития цветков и последующих плодов [7].

Различные генотипы поразному реагируют на перепады поступления солнечной энергии, что выражается в разной «световой цене» единицы урожая и скорости реакции.

Цель исследования – выявление объективных критериев выносливости к недостатку освещения у различных гибридов огурца при помощи сравнения их по «световой цене» урожая: сколько энергии тратится на формирование 1 кг товарной продукции.

Материалы и методы

Опыты проводили на базе Крымского селекционного центра «Гавриш» Научно-исследовательского института селекции овощных культур в 2019-2020 годах. Растения выращивали в отапливаемых пленочных теплицах на субстрате из минеральной ваты на шпалере высотой 2,5 м. Посев осуществляли 21 ноября, посадку в теплицу – 12 декабря. Конец оборота – 6 марта.

В опыт включили семь гибридов бугорчатого партенокарпического среднеплодного огурца, рекомендованных к выращиванию в зимне-весеннем обороте: F₁ Святогор («Rijk Zwaan»), F₁ Лютый, F₁ Сайбер, F₁ Ярый, F₁ Тайгерс, F₁ Булат и F₁ Варвар (все селекции «Гавриш»). Образцы были высажены в четырех повторностях, по шесть растений на делянке. Формирование растений вели по традиционной технологии: на первых семи узлах полностью удаляли пасынки и плоды. Следующие 4 узла удаляли пасынки, оставляя по одному плоду. После этого на очередном узле оставили все плоды и прищипнули пасынок над его первым листом. Выше пасынки укоротили над вторым листом. После того как центральный стебель достиг шпалеры, его направили вдоль ряда, сделали два оборота вокруг шпалеры и направили вниз. Центральный стебель прищипнули, когда его длина достигла 3,2 м. На свисающем вниз участке главного стебля все боковые побеги удаляли.

Семена были посеяны напрямую в кубики из минеральной ваты на столах в рассадном отделении. После появления всходов рассаду досвечивали лампами REFLUX Ag 600W, освещённость на поверхности стола составила 9 тыс. люкс. Первые три дня досвечивали круглосуточно, затем по 18 часов. Предпоследний день перед высадкой досвечивали 12 часов. В последний день перед высадкой рассаду не досвечивали [1].

В фазе 3-4 листьев рассаду огурца перенесли и высадили на постоянное место в теплицу, необорудованную приборами досветки. Густота посадки – 2,5 раст./м². При выращивании придерживались уровней минерального питания, рекомендуемых Г. М. Кравцовой, температурные режимы и стратегию поливов применяли в соответствии со стандартной промышленной технологией [8].

Сбор плодов и учет урожая проводили регулярно 3 раза в неделю, через день.

Поступающий свет учитывали, используя показания метеостанции Priva Connex, ежедневно и круглосуточно. Разницу между приходящим к теплице и проникающим внутрь светом измеряли портативным люксметром CEM DT-1300.

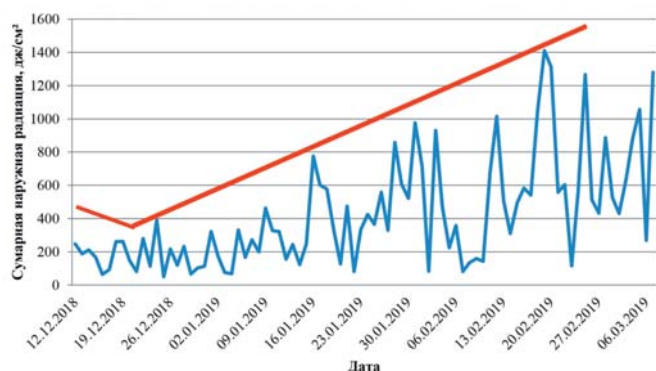


Рис 1. Приход фактической (синяя линия) и потенциально возможной (красная линия) солнечной энергии во время проведения опыта в КСЦ «Гавриш»
Fig. 1. Actual (blue line) and potential (red line) amount of solar energy during the experiment in the Crimean breeding Center "Gavrih"

Результаты и их обсуждение

Время проведения опыта совпало со временем роста потенциально возможной при абсолютно безоблачном небе приходящей солнечной радиации (красная линия на рис. 1). Это обусловлено ростом длительности дня и увеличением высоты солнца над горизонтом. Однако на практике (синяя линия на рис. 1) видны колебания освещенности по дням, связанные с облачностью.

Так как прибор учета солнечной радиации метеостанции находился снаружи, нужно было учитывать светопропускную способность конструкции теплицы. Для расчёта этого показателя проводили измерения переносным люксметром снаружи и внутри теплицы. Было установлено, что при большей интенсивности света (в ясную солнечную погоду) доля отраженного излучения увеличивалась, а при пасмурной погоде – уменьшалась. Светопропускная способность конструкции, таким образом, варьировала от 50% (солнце) до 66% (тучи). Чтобы рассчитать количество света, пришедшее внутрь теплицы и достигшее листьев огурца, показатели, измеренные прибором снаружи, перемножали на средний коэффициент светопропускной способности, равный 0,58. Полученные данные поступления суммарного

света имели сильные колебания, поэтому их сгладили методом скользящей средней: суточное значение заменили средней за предыдущие, текущие и последующие сутки. Чтобы получить возможность сравнивать динамику света и урожая, определили величину суммарной солнечной радиации пошедшую на формирование урожая, разделив сумму полученного света за период плодоношения на среднюю урожайность.

Для построения корректного графика данные урожайности по сборам были разделены на количество дней между сборами, что позволило смоделировать формирование урожая посуточно и этим сопоставить его с динамикой поступившего солнечного освещения.

За какие именно дни суммарная солнечная радиация была использована растениями на формирование плодов, определяли путем сопоставления максимальных пиков освещенности и средней урожайности всех изучаемых гибридов. На рис. 2 видно, что за пиком поступления солнечной радиации наступает пик урожайности, а за периодом низкого уровня освещения наступает спад. Причинно-следственная связь между ними естественна и не вызывает сомнения. Отставание вторых пиков от первых, или время на формирование урожая в течение вегетационного периода было не одинаковым. Так, в 2019 году оно в начале плодоношения составляло 14 суток, в середине – 10, а в конце оборота – 8 суток. В 2020 году (рис. 3) в начале плодоношения явных пиков не наблюдали, а на графике они заметны в середине и в конце. Отставание составило 10 суток – в середине, и 8 суток – в конце оборота. Данные 2019 и 2020 годов по отставанию пиков хорошо соответствуют друг другу.

Сокращение периода превращения поступившей солнечной энергии в урожай плодов объясняется более эффективным усвоением поступающей в теплицу солнечной энергии по мере роста растений, а также её увеличением за счёт долготы дня и положения солнца над горизонтом. Повышение эффективности происходит благодаря увеличению площади ассимиляционного аппарата растения: площади, количества листьев на растении; количества одновременно наливающих плодов на растении [9]. Сопоставление пиков позволило определить временной отрезок, когда свет используется растением на формирование урожая: за 14 суток до налива первого плода в начале оборота и за 8 суток до последнего сбора.

Так, сумма наружной освещенности в 2019 году, поступившая в период за 14 суток до начала плодоношения и за 8 суток до конца оборота составила 26578 Дж/см². Таким образом листья растений получили $26578 \times 0,58 = 15415$ Дж/см², а урожайность за 51 день составила в среднем 5,2 кг/м². Для формирования в данном опыте урожайности, равной 1 кг/м², был необходим приход суммарной солнечной радиации ≈ 2964 Дж/см². Это световая цена урожая огурца. Этот показатель существенно ниже указанного в литературе 3500-4000 Дж/см² [5]. Разница объясняется тем, что здесь испытывали устойчивые к недостатку света гибриды в условиях

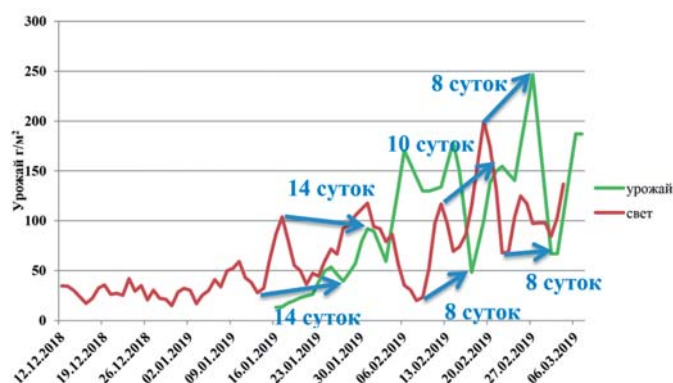


Рис. 2. Поступление света и средняя урожайность плодов огурца по опыту в КСЦ «Гавриш», 2019 год
Fig. 2. Dynamics of the amount of solar energy and the average yield of cucumber fruits according to the experience of the Crimean Breeding Center "Gavrih", 2019

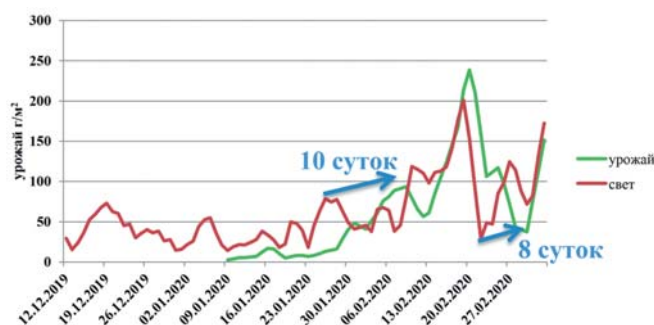


Рис. 3. Поступление света и средняя урожайность плодов огурца по опыту в КСЦ «Гавриш», 2020 год
Fig. 3. Dynamics of the amount of solar energy and the average yield of cucumber fruits according to the experience of the Crimean Breeding Center "Gavrih", 2020

Таблица. Урожайность и световая цена огурцов в КСЦ «Гавриш», 2019-2020 годы
Table. Yield and "lighting price" of cucumbers in the selection center "Gavrish" in the city of Krymsk, 2019-2020

Гибрид Hybrid	2019 год		2020 год		
	урожайность, кг/м ² yield, kg/m ²	световая цена 1 кг, Дж/см ² lighting price 1 kg, J/cm ²	урожайность, кг/м ² yield, kg/m ²	отношение к 2019 г attitude to 2019	световая цена 1 кг, Дж/см ² lighting price 1 kg, J/cm ²
F ₁ Святогор	5,2	2964	3,1	59%	4937
F ₁ Лютый	6,2	2486	3,6	58%	4252
F ₁ Сайбер	5,9	2613	3,3	56%	4638
F ₁ Ярый	5,5	2803	3,6	65%	4252
F ₁ Варвар	5,4	2855	3,8	70%	4028
F ₁ Булат	5,4	2855	3,6	67%	4252
F ₁ Тайгер	4,6	3351	3,6	78%	4252
средняя	5,2	2964	3,5	65%	4373
НСР ₀₅	0,8		0,3		

дефицита света, а литературные данные были получены для светолюбивых форм в условиях светокультуры при искусственном досвечивании. Поэтому отношение $2900/3500 = 82\%$ показывает, что гибриды, испытанные в опыте, на 18% более эффективно используют низкоинтенсивный свет для формирования 1 кг урожая.

В 2020 году количество света за период плодоношения составило 26390 Дж/см², а средняя урожайность за 56 дней – 3,6 кг/м². Для образования 1 кг/м² потребовалось $26390 \times 0,58 / 3,5 = 4373$ Дж/см² света.

В опытах 2019 и 2020 годов был испытан один и тот же набор гибридов F₁ огурца при одной и той же агротехнике, суммарная освещенность (26578 и 26390 Дж/см²) и длина оборота (51 и 56 дней) слабо

отличались. Показатели урожайности плодов в 2020 году снизились на 35%, что было вызвано наличием дополнительного негативного фактора: оценкой испытываемых гибридов на устойчивость к мучнистой росе. Оценка световой цены 1 кг плодов огурца помогла количественно оценить ущерб, наносимый инфекцией. При этом наиболее устойчивыми оказались гибриды F₁ Тайгер и F₁ Варвар. Степень устойчивости была оценена не только визуально по площади поражения листьев, а и по степени сохранения уровня урожайности.

Самую высокую урожайность за 51 день плодоношения в 2019 году показал F₁ Лютый (6,2 кг/м²). Для формирования 1 кг/м² ему потребовалось 2486 Дж/см² энергии света. На втором месте по урожайности F₁ Сайбер (5,9 кг/м²), для

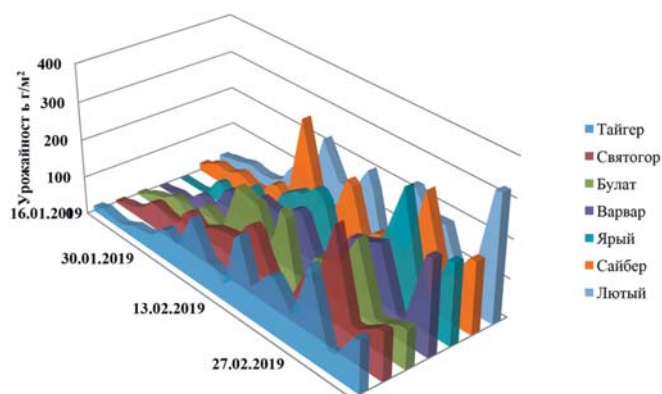


Рис 4. Динамика формирования урожая огурца в КСЦ «Гавриш», 2019 год
Fig. 4. Dynamics of cucumber crop formation in the experience of the Crimean Breeding Center "Gavrish" in 2019

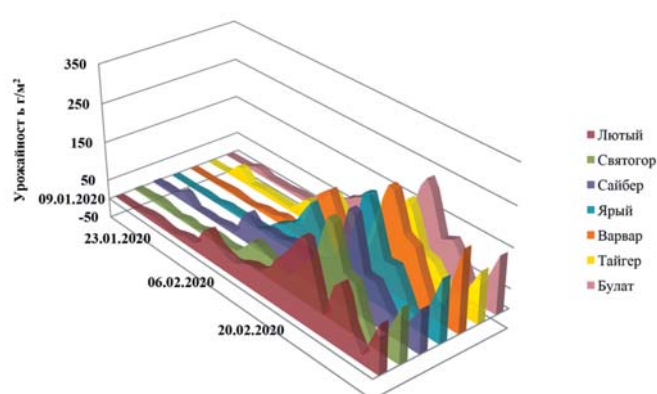


Рис 5. Динамика формирования урожая огурца в КСЦ «Гавриш», 2020 год
Fig. 5. Dynamics of cucumber crop formation in the experience of the Crimean Breeding Center "Gavrish" in 2020

формирования 1 кг/м² ему потребовалось 2613 Дж/см². Третьим по этому показателю был F₁ Ярый (5,5 кг/м²) – 2803 Дж/см².

По итогам двух лет испытания выделился гибрид F₁ Ярый, показав высокую урожайность в первый год испытаний (5,5 кг/м²) и меньшую потерю урожая (65%) при поражении мучнистой росой – во второй.

В 2019-2020 годах динамика плодоношения имела у всех гибридов волновой характер, зависящий от поступления солнечной радиации. Особое влияние на урожайность имеет скорость реакции на изменение освещенности. Наиболее быстрый ответ на повышение освещенности и медленную реакцию на затенение показывали гибриды с наибольшей урожайностью (рис 4,5). В 2019 году такими были F₁ Лютый, F₁ Сайбер и F₁ Ярый, а в 2020 году на фоне заражения мучнистой росой – F₁ Варвар. При этом на обоих графиках видно, что наиболее раннее начало плодоношения характерно для гибридов F₁ Лютый и F₁ Сайбер.

Выводы

Результаты исследований свидетельствуют о том, что свет является главным лимитирующим фактором при выращивании огурца в зимний период в теплицах, не оборудованных приборами досветки. Неравномерность солнечной радиации приводит к волнообразному поступлению урожая. При этом в процессе увеличения степени солнечного освещения и повышения эффективности его использования, период превращения солнечной энергии в урожай плодов сокращался от 14 до 8 суток за время опыта. Количество световой энергии, требующееся для формирования 1 кг урожая (световая цена), у разных гибридов не одинакова. Наименьшая световая цена урожая в нашем опыте была у F₁ Лютый, F₁ Сайбер и F₁ Ярый в 2019 году на уровне 2500-2800 Дж/см². Эти наиболее устойчивые к дефициту света гибриды также медленнее других снижают урожайность при уменьшении света. Увеличение световой цены урожая на фоне заражения мучнистой росой позволило оценить устойчивость гибридов не визуальным, а по степени потери урожая. В среднем гибриды снизили урожайность от поражения мучнистой росой на 35% при той же освещенности, наиболее устойчивые из них сохранили от 67% до 78% урожая.

Об авторах:

Алексей Викторович Курепин – заведующий лабораторией селекции тыквенных культур, kuralek@mail.ru

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

Валерий Николаевич Шевкунов – кандидат с.-х. наук, заместитель директора по науке, vshevkunov@mail.ru

About the authors:

Alexey V. Kurepin – Head of the Laboratory for Selection of Pumpkin Crops, kuralek@mail.ru

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

Valery N. Shevkunov – Cand. Sci. (Agriculture), Deputy Director for Science, vshevkunov@mail.ru

• Литература

1. Гавриш С.Ф., Король В.Г., Шамшина А.В., Юваров В.Н., Портянкин А.Е. Пчелоопыляемые гибриды огурца для защищенного грунта: Особенности биологии и технологии выращивания. М.:ИП «НИИОЗГ», 2005. 136 с.
2. Чистякова Л.А., Бакланова О.В., Ховрин А.Н., Корнев А.В. Оценка гетерозисных гибридов огурца на пригодность выращивания в период низкой освещенности. *Картофель и овощи*. 2020 ;(8):37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.21.99.006>
3. Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф., Разин А.Ф., Мещерякова Р.А., Разин О.А., Сурихина Т.Н., Телегина Г.А. Тепличное хозяйство – обзор текущего состояния отрасли АПК России. *Овощи России*. 2020;(2):3-11. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-3-11>
4. Шокурова Е. Минсельхоз: урожай тепличных овощей увеличится почти на 8%. <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/35260-minselkhoz-urozhay-teplichnykh-ovoshchey-uvlechitsya-pochti-na-8/>
5. Краснодар погода [Электронный ресурс] URL: <https://krasnodar-pogoda.ru/radiatsionnyj-rezhim> Дата обращения: 22.12.20.
6. Цыдендамбаев А.Д., Нестеров С.Ю., Семенов С.Н. Досвечивание овощных культур. М., 2014. 109 с.
7. Медведев М.Г., Мамадалиев Ф.М. Фотобиология. Влияние света на рост и развитие растений. *Гавриш*. 2019;(4):42-51.
8. Гиш Р.А., Юваров В.Н., Белашапкина О.О., Ахатов А.К. Овощеводство защищенного грунта. Под ред. Р.А. Гиша. Краснодар: ИП Профатиллов В.П., 2018. 464 с.
9. Marcelis L.F.M., Fruit growth and dry matter partitioning in cucumber. Wageningen. 1994;(V):31–37.

• References

1. Gavrish S.F., Korol V.G., Shamshina A.V., Juvarov V.N., Portjankin A.E. Bee-pollinated cucumber hybrids for protected soil: Features of biology and cultivation technology. *SMoscow SE «NII OZG»*, 2005. P.136. (In Russ.)
2. Chistyakova L.A., Baklanova O.V., Khovrin A.N., Kornev A.V. Evaluation of heterosis cucumber hybrids for adaptability in low light period. *Potato and vegetables*. 2020;(8):37-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.21.99.006>
3. Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Razin A.F., Meshcheryakova R.A., Razin O.A., Surikhina T.N., Tegelina G.A. Greenhouse – an overview of the current state of the Russian agricultural sector. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(2):3-11. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-3-11>
4. Shokurova E. Ministry of Agriculture: the harvest of greenhouse vegetables will increase by almost 8%. <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/35260-minselkhoz-urozhay-teplichnykh-ovoshchey-uvlechitsya-pochti-na-8/> (In Russ.)
5. Krasnodar weather [Electronic resource] URL: <https://krasnodar-pogoda.ru/radiatsionnyj-rezhim> (In Russ.)
6. Cydenndambaev A.D., Nesterov S.Y., Semenov S.N. Additional lighting of vegetable crops. Moscow, 2014. P.109. (In Russ.)
7. Medvedev M.G., Mamadaliev F.M. Photobiology. The effect of light on plant growth and development. *Gavrish*. 2019;(4):42-51. (In Russ.)
8. Gish R.A., Juvarov V.N., Beloshapkina O.O., Ahatov A.K. Vegetable growing of protected soil. Krasnodar, 2018. P.464. (In Russ.)
9. Marcelis L.F.M. Fruit growth and dry matter partitioning in cucumber // Wageningen. 1994;(V): 31–37.

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-39-44>
УДК 631.63:581.1.043:631.589.2

О.Р. Удалова, Л.М. Аникина,
Г.В. Мирская, П.Ю. Конончук,
Г.Г. Панова

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Агрофизический
научно-исследовательский институт»
(ФГБНУ АФИ)
195220, Россия, г. Санкт-Петербург,
Гражданский пр., д. 14, lanikina_o@yandex.ru

Благодарности. Работа выполнена при под-
держке Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Агрофизический научно-исследовательский
институт» из средств Программы фундамен-
тальных научных исследований государст-
венной академии наук на 2013-2020 годы,
этап №0667-2019-0013.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об
отсутствии конфликта интересов.
Вклад авторов: Все авторы в равной доле
участвовали в написании статьи.

Для цитирования: Удалова О.Р., Аникина
Л.М., Мирская Г.В., Конончук П.Ю., Панова
Г.Г. Малообъемная и тонкослойная панопо-
ника в интенсивной светокультуре огурца:
основы и результаты применения. *Овощи
России*. 2021;(2):39-44
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-39-44>

Поступила в редакцию: 24.03.2021

Принята к печати: 20.04.2021

Опубликована: 25.04.2021

Olga R. Udalova, Lyudmila M. Anikina,
Galina V. Mirskaya, Pavel Yu. Kononchuk,
Gayana G. Panova

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

Acknowledgments. This work was supported by
the Federal State Budgetary Scientific
Institution "Agrophysical Research Institute"
from the funds of the Fundamental Scientific
Research Program of the State Academy of
Sciences for 2013-2020, stage No. 0667-2019-
0013.

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

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

For citations: Udalova O.R., Anikina L.M.,
Mirskaya G.V., Kononchuk P.Yu., Panova G.G.
Low-volume and thin-layer panoponics in inten-
sive artificial-light culture of cucumber: basics
and results of application. *Vegetable crops of
Russia*. 2021;(2):39-44. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-39-44>

Received: 24.03.2021

Accepted for publication: 20.04.2021

Accepted: 25.04.2021

Малообъемная и тонкослойная панопоника в интенсивной светокультуре огурца: основы и результаты применения



Резюме

Актуальность. Создание и широкое внедрение наукоёмких автоматизированных фитотех-
комплексов на основе инновационных технологий выращивания растений в интенсивной
светокультуре, включающих разработку корнеобитаемых сред нового поколения, мало-
объёмных и тонкослойных аналогов почвы и систем обеспечения растений водой и элемен-
тами минерального питания – один из перспективных путей решения проблемы круглогодич-
ного обеспечения населения овощной продукцией.

Цель работы. Оценка влияния условий корнеобитаемой среды на продукционный процесс
растений огурца в интенсивной светокультуре.

Методы. Исследования проводили в регулируемых условиях интенсивной светокультуры
при выращивании гибрида огурца Тристан F₁ на малообъёмных и тонкослойных аналогах
почвы с подачей питательного раствора к корням растений по щелевому капилляру и мето-
дом капельного полива в вегетационных светостанках, разработанных в ФГБНУ АФИ.

Результаты. Оценка влияния условий корнеобитаемой среды – малообъёмного аналога
почвы на основе верхового торфа – агрофита и тонкослойного аналога почвы на основе су-
спензии из глины с подачей питательного раствора по щелевому капилляру, на продукцион-
ный процесс растений огурца показала, что по сравнению с контролем – малообъёмным ана-
логом почвы – агрофитом с подачей питательного раствора методом капельного полива,
наблюдается ускорение развития гибрида огурца Тристан F₁ в виде положительной тенден-
ции и достоверных значений; а также значимое увеличение числа плодов на 38-43%, массы
плодов на 52-53% с растения; увеличение накопления сырой на 38-40% и сухой массы на 27-
32% листьями огурца; увеличение площади листовой поверхности на 38-40%, обводнённости
листьев на 7,3-9,6%; достоверное или в виде положительной тенденции увеличение содержа-
ния в плодах огурца кальция – на 18-29%, магния – на 20-29%, железа – на 5-16%, витамина С –
на 17-23%, при этом содержание тяжёлых металлов и нитратов не превышало ПДК во всех
вариантах. Методы выращивания растений на малообъёмных и тонкослойных аналогах с
поступлением питательного раствора к корням по щелевому капилляру могут быть рекомен-
дованы для любых культивационных сооружений в условиях интенсивной светокультуры.

Ключевые слова: интенсивная светокультура, условия корнеобитаемой среды, малообъём-
ный аналог почвы, тонкослойный аналог почвы, капельный полив, щелевой капилляр, про-
дуктивность, развитие, площадь листьев, биохимический состав

Low-volume and thin-layer panoponics in intensive artificial-light culture of cucumber: basics and results of application

Abstract

Relevance. The year-round provision of the population of our country with fresh vegetable products
remains relevant. The creation and widespread implementation of high-tech automated phytotechno-
logical complexes based on innovative technologies for growing plants in intensive light culture, including the
development of new-generation root-dwelling environments, low-volume and thin-layer analogs of soil and
systems for providing plants with water and mineral nutrition elements, is one of the promising ways to
solve this problem.

The purpose. Assessment of the influence of root environment conditions on the production process of
cucumber plants in intensive light culture is the aim of our work.

Methods. The research was carried out under controlled conditions of intensive artificial-light culture,
when growing a hybrid of cucumber Tristan F₁ by using of low-volume and thin-layer analogs of soil with the
supply of a nutrient solution to the plant roots through a slit capillary and by drip irrigation with the use of
plant growing light equipment developed at Agrophysical Institute.

Results. Evaluation of the influence of the conditions of the root environment - low-volume analogue of the
soil based on high-moor peat – agrophyte and a thin-layer analog of the soil based on a clay suspension
with a feed of nutrient solution through a slit capillary, on the production process of cucumber plants
showed that in comparison with the control – a low-volume analog of the soil-agrophyte with a feed of nutri-
ent solution by drip irrigation, there is growth acceleration of the cucumber hybrid Tristan F₁ in the form of
a positive trend and reliable values; as well as a significant increase in the number of fruits by 38-43%, the
weight of fruits by 52-53% from the plant; an increase in the accumulation of raw by 38-40% and dry weight
by 27-32% by cucumber leaves; an increase in the leaf surface area by 38-40%, leaf water content by 7.3-
9.6%; a significant or positive trend increase in the content of calcium in cucumber fruits by 18-29%, mag-
nesium by 20-29%, iron by 5-16%, vitamin C by 17-23%, while the content of heavy metals and nitrates
does not exceed exceeded the MPC in all variants. Methods of growing plants on low-volume and thin -
layer analogs of soil with the supply of a nutrient solution to the roots through a slit capillary can be recom-
mended for any cultivation facilities in conditions of intensive light culture.

Keywords: intensive artificial-light culture, root inhabited environment, thin-layer analog of soil, low-volume
analog of soil, slit capillary, drip irrigation, leaf surface area, productivity, biochemical composition

Введение

В настоящее время круглогодичное обеспечение нашей страны свежей высококачественной овощной продукцией остаётся весьма актуальным. В связи с этим перспективно создание и широкое внедрение высокоэффективных фитотехкомплексов различного типа по производству растительной продукции многоцелевого назначения при полностью искусственном свете, на основе ресурсосберегающих фитобиотехнологий, включающих приёмы организации корнеобитаемой среды и обеспечения растений элементами минерального питания.

Оптимизация жизнеобеспечения корней в системе «корнеобитаемая среда – растение», в частности их водно-воздушного режима, является неперенным условием интенсификации производственного процесса и получения высоких урожаев тепличных культур в сооружениях защищённого грунта.

До сих пор в большинстве российских современных тепличных комплексах доминируют голландские автоматизированные гидропонные технологии выращивания растений на малообъёмных субстратах с системой обеспечения питательным раствором методом капельного полива. Эти технологии на практике не позволяют достичь качественного и количественного максимума реализации производственного потенциала растений [1].

В ФГБНУ АФИ в результате обобщения знаний о закономерностях и механизмах взаимодействия растений со средой обитания в условиях интенсивной светокультуры разработана уникальная система культивирования растений – панопоника, предусматривающая использование созданных малообъёмных и/или тонкослойных аналогов почвы с обеспечением корней питательным раствором по плоским щелевым капиллярам [2]. Цель данной работы – оценка влияния условий корнеобитаемой среды, включающих малообъёмный и тонкослойный аналоги почв с различными способами подачи питательного раствора к корням растений на производственный процесс гибрида огурца Тристан F₁ в регулируемых условиях интенсивной светокультуры.

Методы

Исследования проводили в регулируемых условиях интенсивной светокультуры на базе биополигона ФГБНУ АФИ.

Объектом исследования служил партенокарпический среднеплодный гибрид огурца (*Cucumis sativus* L.) Тристан F₁ (селекция компании ENZA ZADEN, Голландия), предназначенный для всесезонного выращивания в культивационных сооружениях различного типа, в том числе, с использованием светокультуры.

Гибрид характеризуется высокой выравненностью и товарностью, с максимальной отдачей урожая со среднего яруса, на высоте 100-120 см, что определило стратегию выбора данного огурца для интенсивной светокультуры.

Растения гибрида огурца Тристан F₁ выращивали в вегетационных светоустановках (ВСУ), оснащённых световыми блоками с вертикальным расположением ламп, а также пускорегулирующей аппаратурой, включающей и выключающей осветительные приборы, и системой подачи питательного раствора (ПР) в зависимости от заданных режимов. Источниками света служили натриевые

лампы ДНАТ-400 (ООО Рефлекс, РФ). Интенсивность света в области ФАР составлял 70-75 Вт/м². Продолжительность светового периода – 14 час/сутки. Температуру воздуха поддерживали в пределах +22...+24°C днём и +18...+20°C ночью, относительную влажность воздуха – 65-70%.

Для оценки влияния условий корнеобитаемой среды на производственный процесс гибрида огурца Тристан F₁ растения выращивали методом малообъёмной и тонкослойной панопоники [3].

В качестве корнеобитаемых сред использовали органо-минеральный аналог почвы (МАП) Агрофит и тонкослойный аналог почвы (ТАП) в виде пористой гидрофильной ткани с нанесением на неё суспензии на основе кембрийской глины [3].

Применение МАП Агрофит, с объёмной массой 0,16-0,18 г/см³, обеспечивает поддержание благоприятного для корневых систем соотношения жидкой и воздушной фаз [4], в то время как ТАП на основе суспензии кембрийской глины способствует увеличению удельной поверхности корнеобитаемой среды, обеспечивая условия взаимодействия корневой системы растений с КС, близкие к природным [5]. Кроме того, введение в состав данных КС кембрийской глины и других минеральных элементов дополнительно обогащает трофическую среду растений физиологически активными питательными веществами, способствуя повышению их продуктивности [5,6].

Для минерального питания растений огурца применяли раствор Кнопа. Подачу питательного раствора осуществляли автоматически от 2-х до 6-ти раз в сутки, в зависимости от возраста растений огурца. Поступление ПР к корням растений происходило двумя способами: по щелевому капилляру (ЩК) гидрофильной ткани (ГТ) и методом капельного полива (КП).

Для выращивания растений огурца Тристан F₁ были использованы следующие варианты корнеобитаемых сред и способов подачи питательного раствора в зону роста корней:

Вариант 1. МАП + КП – субстрат «Агрофит» объёмом 6 л/растение, подача ПР методом капельного полива – контроль;

Вариант 2. ГТ + МАП + ЩК – гидрофильная ткань + субстрат «Агрофит» объёмом 3л/растение, подача ПР по щелевому капилляру;

Вариант 3. ГТ + ТАП + ЩК – гидрофильная ткань с суспензией на основе кембрийской глины, подача ПР по щелевому капилляру;

Выбор варианта №1 в качестве контроля основан на моделировании условий в данной корнеобитаемой среде, наиболее приближенных к условиям при производстве огурца в сооружениях защищённого грунта, на малообъёмных субстратах с капельным поливом.

Огурец Тристан F₁ высаживали в лотки размером 60х18х14 см, пророщенными в чашках Петри семенами, сразу на постоянное место в ВСУ. Количество растений огурца составляло 2 штуки на лоток, 8 штук на квадратный метр полезной площади ВСУ. Повторность 12 растений в варианте опыта. Вегетационные эксперименты проводили дважды.

Огурец формировали в один стебель с ослеплением пазух нижних пяти листьев. По достижении верха ВСУ плети прищипывали (длина плети 2 метра). Сбор плодов

проводили регулярно, не допуская их перерастания (длина плода не превышала 22-25 см).

Вегетационный период во всех вариантах составлял 60 дней от посева. При полной уборке учитывали суммарно число и массу плодов с растения и с квадратного метра ВСУ, число листьев, сырую и сухую массу листьев, процент сухого вещества. Площадь листовой поверхности, листовой индекс, удельную поверхностную площадь листа (УППЛ), обводненность листьев определяли по методикам [3,7]. Биохимический и химический состав плодов определяли в испытательной лаборатории ФБГНУ АФИ по стандартным методикам.

Статистическая обработка данных выполнена с помощью программного обеспечения Excel 2010 и Statistica 8. В тексте и таблицах приведены средние арифметические значения параметров и их доверительные интервалы при 95%-ном уровне вероятности по t-критерию. Достоверность различий между вариантами оценивали методом параметрической статистики (t-критерий Стьюдента). Различия между вариантами считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Проведённые исследования показали, что условия корнеобитаемой среды оказали значимое влияние на продукционный процесс гибрида огурца Тристан F_1 , в том числе на скорость развития растений и сроки начала отдачи урожая (табл.1).

Установлено, что при выращивании гибрида Тристан F_1 на ГТ+МАП+ЩК (вариант2) и ГТ+ТАП+ЩК (вариант 3) с подачей питательного раствора к корням растений по щелевому капилляру, наблюдалась положительная тенденция к ускорению развития огурца с момента наступления стадии «4-го листа». В дальнейшем тенденция сохранилась, а в варианте 3 (ГТ+ТАП+ЩК) сроки наступления цветения и «начала сбора плодов» были достоверно более ранними, чем в контрольном варианте.

Данное обстоятельство свидетельствует о создании наиболее благоприятных условий в системе «корнеобитаемая среда – растения» в исследуемых вариантах 2 (ГТ+МАП+ЩК) и 3 (ГТ+ТАП+ЩК).

В варианте 2(ГТ+МАП+ЩК) сочетание тонкослойной панопоники с аналогом высокоплодородных почв – «Агрофит», представляющее собой, усовершенствованную и воплощённую в малообъёмном исполнении геопо-

нику нового типа, создаёт разумный баланс между количеством влаги, поступающей к корням растений и воздуха в корнеобитаемой среде [8].

Применяемая для выращивания растений тонкослойная КС в варианте 3 (ГТ+ТАП+ЩК), как саморегулирующаяся система, позволяет постоянно поддерживать водно-воздушные условия, соответствующие узкому диапазону оптимальных значений влажности в корнеобитаемой среде [4]. Кроме того, позитивное воздействие ТАП на основе суспензии кембрийской глины, обусловлено созданием донорно-акцепторных центров на уровне корни – КС, обеспечивая обогащение дополнительным минеральным питанием [2].

Замедление развития растений в контрольном варианте 1 (МАП+КП) вероятно обусловлено нарушением баланса между водой и воздухом в КС, вследствие особенностей водного режима при капельном поливе, связанного с наличием контура локального увлажнения. При этом присутствует неравномерность распределения влаги в данном объёме корнеобитаемой среды, характеризующейся делением контура локального увлажнения на зоны с различным уровнем влагосодержания. Такое состояние может привести к нарушениям водно-минерального обмена в системе «корнеобитаемая среда – растение», и, как следствие, – к снижению продуктивности [9].

При сравнении показателей продуктивности гибрида огурца Тристан F_1 , выращенного в исследуемых условиях КС, наибольшее её значение установлено в вариантах 2 (ГТ+МАП+ЩК) и 3 (ГТ+ТАП+ЩК), что согласуется с отмеченными выше сроками развития растений и началом отдачи урожая (табл. 2).

Выявлено, что в условиях корнеобитаемой среды с поступлением питательного раствора к корням растений по щелевому капилляру (варианты 2 и 3) достоверно увеличивалось число плодов с растения на 38-43%, и масса плодов с растения – на 52-53% относительно контроля. При этом показатель «масса одного плода» в обоих вариантах 2(ГТ+МАП+ЩК) и 3(ГТ+ТАП+ЩК) имел только слабую положительную тенденцию к увеличению.

С учётом того, что в интенсивной светокультуре при выращивании растений полностью при искусственном освещении вегетационный период, с экономической точки зрения, ограничен темпами роста наиболее быстро развивающихся растений, во всех исследуемых

Таблица 1. Сроки развития растений огурца гибрида Тристан F_1 при выращивании в различных условиях корнеобитаемой среды в интенсивной светокультуре
Table 1. Time of development of the cucumber plants hybrid Tristan F_1 when grown in various conditions of the root environment in intensive artificial-light culture

Вариант опыта**	Дни от посева				
	Всходы	4-й лист	Цветение	Начало сбора	Полная уборка
МАП +КП контроль	3±1	20±1	38±1	49±1	60
ГТ+МАП + ЩК	3±1	18±1	36±1	47±1	60
ГТ+ТАП + ЩК	3±1	19±1	35±1*	45±1*	60

Примечание: * значение достоверно отличается от контрольного на 5%-ном уровне значимости; ** - названия вариантов указаны в разделе «методы»

Таблица 2. Показатели продуктивности гибрида огурца Тристан F₁ при выращивании в различных условиях корнеобитаемой среды в интенсивной светокультуре
Table 2. Productivity indicators of the cucumber plants hybrid Tristan F₁ when grown in various conditions of the root environment in intensive artificial-light culture

Вариант опыта **	Масса 1 плода, г	Число плодов шт./раст.	Масса плодов г/раст.	Масса плодов кг/м ²
МАП+КП (контроль)	246.2±30	10,0±1,0	2462,0±300,0	19,7±2,4
ГТ+МАП+ ЩК	263.5±42.2	14,3±0,5*	3768,1±603,5*	30,1±4,8*
ГТ+ТАП+ ЩК	271,3±50,4	13,8±0,6*	3743,9±695,5*	29,9±5,6*

Примечание: *значение достоверно отличается от контрольного на 5%-ном уровне значимости; ** - названия вариантов указаны в разделе «методы».

вариантах полную ликвидацию культуры производили на 60-й день от посева. К этому времени с растений гибрида огурца Тристан F₁ в вариантах 2(ГТ+МАП+ЩК) и 3(ГТ+ТАП+ЩК) все плоды были убраны, а в варианте 1 – (МАП+КП) часть плодов оставалась на стадии начала налива.

Таким образом, продуктивность, как интегральный показатель, отражает условия, создаваемые в корнеобитаемой среде. Вместе с тем существует прямая связь между водно-воздушным режимом, корневым питанием растений и фотосинтезом [10].

Элементы корневого питания могут эффективно использоваться растениями лишь при благоприятных условиях, создаваемых в зоне их роста. Чем лучше растения обеспечиваются водой и питательными веществами, тем интенсивнее они используют надземные условия, в частности свет для формирования ассимиляционной поверхности, обеспечивающей продукционный потенциал. Недостаточная площадь листьев, особенно в начале вегетационного периода, не позволяет полностью использовать приходящую фотосинтетически активную радиацию, вследствие чего развитие растений замедляется [6, 11].

Анализ результатов выращивания гибрида огурца Тристан F₁ в различных условиях корнеобитаемой среды показал, что формирование листовой поверхности и её фотосинтетическая активность тесно связаны с водно-воздушным режимом в корнеобитаемой среде (табл.3).

Установлено, что в вариантах 2(ГТ+МАП+ЩК) и 3(ГТ+ТАП+ЩК) накопление листьями огурца сырой (на 38-40%) и сухой ее (на 27-32%) массы, было достоверно выше, по сравнению с таковым в контрольном варианте 1(МАП+КП).

Известно, что на долю органических веществ, образованных в процессе фотосинтеза, приходится около 95% сухой биомассы. Поэтому накопление сухой массы листьями растений объективно отражает ассимиляционную активность растений [6]. Несмотря на большой процент сухого вещества, отмеченный в контрольном варианте, оценка фотосинтетической деятельности растений показала, что достоверное увеличение площади листьев (на 38-40%), наблюдалось при выращивании гибрида огурца Тристан F₁ в условиях корнеобитаемой среды вариантов 2 (ГТ+МАП+ЩК) и 3 (ГТ+ТАП+ЩК).

Очевидно, увеличение площади листовой поверхности и отмеченной выше продуктивности в данных вариантах происходило, как за счёт создания водно-воздушных условий в корнеобитаемой среде наиболее близких к оптимальным, так и вследствие усиления минерального питания [12,13].

Данное обстоятельство отразилось на усилении обводнённости листьев, которая является важным показателем, отражающим условия произрастания растений. Известно, что от степени обводнённости тканей зависит поглощение ФАР, поступление и ассимиляция CO₂, интенсивность транспирации [6]. Именно в вариантах 2(ГТ+МАП+ЩК) и 3 (ГТ+ТАП+ЩК) установлено достоверное увеличение обводнённости листьев (на 7,3-9,6%), при меньших показателях их удельной поверхностной плотности, по сравнению с вариантом 1 (МАП+КП).

Показано, что листья растений с более низкими значениями УППЛ на фоне более высокой обводнённости отличаются и более высокой интенсивностью фотосинтеза [6]. Кроме того, усиление процессов фотосинтеза отражает индекс листовой поверхности, значение

Таблица 3. Показатели фотосинтетической активности гибрида огурца Тристан F₁ при выращивании в разных условиях корнеобитаемой среды в интенсивной светокультуре
Table 3. Indicators of photosynthetic activity of the cucumber plants hybrid Tristan F₁ when grown in various conditions of the root environment in intensive artificial-light culture

Вариант опыта**	Сырая масса листьев, г/раст.	Сухая масса листьев, г/раст.	Сухое вещество, %	Площадь листьев, дм ² /раст.	Листовой индекс, м ² /м ²	уппл, г/дм ²	Обводнённость листьев, г/г
МАП+КП (контроль)	305,7±33,2	35,15±3,82	11,5±0,1	135,2±14,7	5,6±0,61	0,26±0,01	7,7±0,07
ГТ+МАП+ ЩК	429,5±46,6*	46,39±5,04*	10,8±0,1*	193,3±21,0*	8,1±0,88*	0,24±0,01*	8,26±0,08*
ГТ+ТАП+ ЩК	422,5±45,9*	44,78±4,87*	10,6±0,1*	186,6±20,3*	7,8±0,85*	0,24±0,01*	8,44±0,08*

Примечание: *значение достоверно отличается от контрольного на 5%-ном уровне значимости; ** - названия вариантов указаны в разделе «методы».

Таблица 4. Элементный состав плодов гибрида огурца Тристан F₁ при выращивании в различных условиях корнеобитаемой среды в интенсивной светокультуре
Table 4. The elemental composition of the cucumber plants hybrid Tristan F₁ fruits when grown in various conditions of the root environment in intensive artificial-light culture

Показатель	Вариант опыта		
	1 МАП+КП (контроль)	2 (ГТ+МАП+ЩК)	3 (ГТ+ТАП+ЩК)
Влажность %	96,6	96,4	96,3
Сухое вещество, %	3,4	3,6	3,7
Сырая зола, % а.с.н	13,47	14,41	14,72
Азот, % а.с.н.	3,42	3,26	3,61
Фосфор, % а.с.н	0,93	0,96	0,96
Калий, % а.с.н	6,25	6,28	6,38
Кальций, % а.с.н	0,97	1,14*	1,25*
Магний, % а.с.н	0,26	0,312	0,335*
Медь, мг/кг а.с.в	2,48	2,55	2,61
Цинк, мг/кг а.с.в	44,8	45,1	46,5
Железо, мг/кг а.с.в	78,0	81,9	90,95*
Марганец, мг/кг а.с.в	18,0	18,5	18,8
Свинец, мг/кг а.с.в	<0,50	<0,50	< 0,50
Кадмий, мг/кг а.с.в	<0,03	<0,03	<0,03
Нитраты, мг/кг а.с.в	181,9	175,6	163,2
Сумма сахаров, % а.с.в	28,12	28,30	27,43
Витамин С	7,43	8,65*	9,13*

Примечания: *значение достоверно отличается от контрольного на 5%-ном уровне значимости; ** - названия вариантов указаны в разделе «методы».

которого достоверно выше (на 39-45%) в вариантах 2(ГТ+МАП+ЩК) и 3(ГТ+ТАП+ЩК).

Таким образом, ассимиляционный аппарат гибрида огурца Тристан F₁ при его выращивании в условиях корнеобитаемой среды вариантов 2 (ГТ+МАП+ЩК) и 3(ГТ+ТАП+ЩК), по сравнению с контролем (МАП+КП) имел следующие характеристики: большую суммарную площадь листовой поверхности, лучшую обводненность тканей листа, низкую УППЛ.

Очевидно, отмеченное положительное влияние условий корнеобитаемой среды на продукционный процесс растений огурца в вариантах 2 (ГТ+МАП+ЩК) и 3 (ГТ+ТАП+ЩК), преимущественно обусловлено усилением процессов водно-минерального обмена в тканях листьев и поступлением необходимых растениям органических и минеральных элементов питания в надземную часть (табл.4).

При анализе элементного состава плодов гибрида огурца Тристан F₁ установлено достоверное увеличение содержания по отношению к контролю: кальция – на 18-29% и магния – на 20-29% в вариантах 2 (ГТ+МАП+ЩК) и 3 (ГТ+ТАП+ЩК), железа – на 16% в варианте 3(ГТ+ТАП+ЩК). По содержанию остальных макро- и микроэлементов значимых различий между вариантами не выявлено.

Условия корнеобитаемой среды на накопление сахаров плодами огурца существенно не отразились, в варианте 2 (ГТ+МАП+ЩК) наблюдалась только слабая положительная тенденция к их увеличению. В тоже время, содержание витамина С по отношению к контролю в плодах вариантов 2 (ГТ+МАП+ЩК) и 3 (ГТ+ТАП+ЩК), было достоверно выше (на 17-23%). Содержание тяжёлых металлов и нитратов не превышало ПДК во всех вариантах.

Заключение

Таким образом, проведённые исследования показали, что условия корнеобитаемой среды оказали значимое влияние на продукционный процесс гибрида огурца Тристан F₁, при его выращивании в интенсивной светокультуре.

Установлена положительная тенденция ускорения развития гибрида огурца Тристан F₁ в варианте 2(ГТ+МАП+ЩК) и достоверное его ускорение в варианте 3(ГТ+ТАП+ЩК).

Выявлено достоверное увеличение числа плодов на 38-43% и массы плодов на 52-53% с растения в вариантах 2 (ГТ+МАП+ЩК) и 3 (ГТ+ТАП+ЩК) по сравнению с контрольным вариантом 1 (МАП+КП). Такая стимуляция показателей продуктивности обусловлена, в частности, активацией работы фотосинтетического аппарата. Так, отмечено усиление процессов фотосинтеза в вариантах 2 (ГТ+МАП+ЩК) и 3 (ГТ+ТАП+ЩК), что выразилось в достоверном увеличении: сырой массы листьев огурца – на 38-40% и сухой – на 27-32%, площади листовой поверхности – на 38-40%; обводнённости листьев – на 7,3-9,6%, при меньших показателях УППЛ по сравнению с вариантом 1 (МАП+КП) – контроль.

Показано, что стимуляция роста растений огурца и увеличение его продуктивности преимущественно обусловлено: в варианте 2(ГТ+МАП+ЩК) – усилением процессов водно-минерального обмена, при неограниченном обеспечении корней растений питательным раствором по щелевому капилляру; в варианте 3(ГТ+ТАП+ЩК) – дополнительным обогащением трофической среды растений макро- и микроэлементами в составе материнской породы.

С отмеченным обогащением КС и усилением интенсивности обмена, а также ассимиляционных процессов фотосинтеза у испытуемого гибрида огурца Тристан F₁,

выращенного в малообъёмной и тонкослойной корнеобитаемых средах – вариант 2 (ГТ+МАП+ЩК) и 3 (ГТ+ТАП+ЩК) соответственно, очевидно, связано установленное достоверное или в виде положительной тенденции увеличение по отношению к контролю содержания кальция – на 18-29%, магния – на 20-29% и железа – на 5-16% в плодах; содержания витамина С – на 17-23%. Содержание тяжёлых металлов и нитратов не превышало ПДК во всех вариантах.

С учётом полученных результатов выращивание растений огурца методом панопоники на малообъёмных

и тонкослойных аналогах почвы, с поступлением питательного раствора к корням растений по щелевому капилляру наиболее предпочтительно, при производстве овощных культур в фитотехкомплексах различного типа с искусственным климатом, в том числе в районах Крайнего Севера, Арктики и Антарктики и зонах экологического риска [1, 14].

Панопоника, как перспективный метод культивирования растений может быть рекомендован для выращивания широкого спектра культур, в том числе при искусственном освещении.

Об авторах:

Ольга Рудольфовна Удалова – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ АФИ, <https://orcid.org/0000-0003-3521-0254>, Scopus ID 5720139472, Research ID C-5572-2017, udal59@inbox.ru

Людмила Матвеевна Аникина – кандидат биологических наук, ведущий инженер ФГБНУ АФИ, <https://orcid.org/0000-0001-5217-174x>, Scopus ID 57201118842, Research ID C-5582-2017

Галина Владимировна Мирская – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-6207-736x>; Scopus ID 57190384444; Research ID C-5539-2017

Павел Юрьевич Конончук – ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-0449-5189>; Scopus ID 57194718380

Гаянэ Геннадьевна Панова – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом ФГБНУ АФИ, <https://orcid.org/0000-0002-1132-9915>, Scopus ID 7003272258, Research ID AAN-6594-2020

About the authors:

Olga R. Udalova – Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher, <https://orcid.org/0000-0003-3521-0254>, Scopus ID 5720139472, Research ID C-5572-2017, udal59@inbox.ru

Lyudmila M. Anikina – Cand. Sci. (Biology), leading engineer, <https://orcid.org/0000-0001-5217-174x>, Scopus ID 57201118842, Research ID C-5582-2017

Galina V. Mirskaya – Cand. Sci. (Biology), leading researcher, <https://orcid.org/0000-0001-6207-736x>, Scopus ID 57190384444, Research ID C-5539-2017

Pavel Yu. Kononchuk – leading researcher, <https://orcid.org/0000-0003-0449-5189>; Scopus ID 57194718380

Gayane G. Panova – Cand. Sci. (Biology), leading researcher, <https://orcid.org/0000-0002-1132-9915>, Scopus ID 7003272258, Research ID AAN-6594-2020

Литература

1. Панова Г.Г., Удалова О.Р., Канаш Е.В., Галушко А.С., Кочетов А.А., Прияткин Н.С., Архипов М.В., Черноусов И.Н. Основы физического моделирования идеальных агроэкосистем. *Журнал технической физики*. 2020;90(10):1633-1639.
2. Ермаков Е.И. Методология панопоники как основы защищенного грунта ноосферного уровня. *Аграрная наука*. 2001;(2):46-49.
3. Удалова О.Р., Аникина Л.М., Хомяков Ю.В., Вертебный В.В., Дубовицкая В.И., Панова Г.Г. Влияние тонкослойных аналогов почвы на продукционный процесс растений салата в интенсивной светокультуре. *Овощи России*. 2021;(1):33-38. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-33-38>.
4. Ермаков Е.И. Принцип культивирования растений на пористой тонкослойной корнеобитаемой среде и его реализация в ризотронах первого поколения. *Избранные труды. СПб: Изд-во ПИЯФ РАН*, 2009. 63-74 p.
5. Аникина Л.М., Мухоморов В.К., Удалова О.Р. Выращивание растений на тонкослойном аналоге почвы и исследование процессов водно-минерального обмена растений в онтогенезе. *Агрофизика*. 2014;16(4):11-26.
6. Удалова О.Р., Панова Г.Г., Аникина Л.М. Влияние состава торфобриккетов на формирование рассады огурца в интенсивной светокультуре. *Овощи России*. 2018;(4):98-103. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-98-103>.
7. Никитин С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов. *Успехи современного естествознания*. 2017;(1):33-38.
8. Ермаков Е.И. Регулируемая агроэкосистема в агрофизике и растениеводстве. *Избранные труды. СПб: Изд-во ПИЯФ РАН*, 2009. 12-28 p.
9. Дубенок Н.Н., Майер А.В., Гуренко В.М., Бороdiceв С.В. Система комбинированного орошения и эффективность производства овощной продукции. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2019;54(2):253-265. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-02-31>
10. Chen C., Xu F., Zhu J.-R., Wang R.-F., Xu Z.-H., Shu L.-Z., Xu W.-W. Nitrogen forms affect root growth, photosynthesis, and yield of tomato under alternate partial root-zone irrigation. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2016;179(1):104-112. <https://doi.org/10.1002/jpln.201500179>.
11. Kromdijk J., Glowacka K., Leonelli L., Gabilly S.T., Iwai M., Niyogi K.K., Long S.P. Improving photosynthesis and crop productivity by accelerating recovery from photoprotection. *Science*. 2016;354(6314):857-861. <https://doi.org/10.1126/science.aai8878>.
12. Mukhomorov V.K., Anikina L.M. Evolutionary dynamics of intercoupling of the chemical elements in plants and primary soil-forming processes. *Trends Journal of Sciences Research*. 2014;1(1):1-11.
13. Ермохин Ю. И., Складорова М. А., Гоман Н.В. Поглощение солнечной энергии растениями при оптимальном сбалансированном минеральном питании. *Проблемы агрохимии и экологии*. 2016;(1):18-23.
14. Панова Г.Г., Черноусов И.Н., Удалова О.Р., Александров А.В., Карманов И.В., Аникина Л.М., Судakov В.Л., Якушев В.П. Научно-технические основы круглогодичного получения высоких урожаев качественной растительной продукции при искусственном освещении. *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2015;(4):17-21.

References

1. Panova G.G., Udalova O.R., Kanash E.V., Galushko A. S., Kochetov A. A., Priyatkin N. S., Arkhipov M. V., Chernousov I. N. Fundamentals of Physical Modeling of "Ideal" Agroecosystems. *Tech. Phys.* 2020;(65):1563-1569. (In Russ.) <https://doi.org/10.1134/S1063784220100163>
2. Ermakov E.I. Methodology of panoponics as the basis of protected soil of the noosphere level. *Agrarian science*. 2001;(2):46-49. (In Russ.)
3. Udalova O.R., Anikina L.M., Khomyakov Yu.V., Vertebny V.E., Dubovitskaya V.I., Panova G.G. Influence of thin-layer soil analogues on the production process of lettuce plants in intensive artificial-light culture. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):33-38. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-33-38>. (In Russ.)
4. Ermakov E.I. The principle of cultivation of plants on a porous thin-layer root-inhabited medium and its implementation in the first-generation risotrons. *Izbrannyye trudy. SPb: Izd-v oPIYaF RAN*, 2009. 63-74 p. (In Russ.)
5. Anikina L.M., Mukhomorov V.K., Udalova O.R. Growing plants on a thin-layer analog of soil and studying the processes of water-mineral exchange of plants in ontogenesis. *Agrophysics*. 2014;16(4):11-26. (In Russ.)
6. Udalova O.R., Panova G.G., Anikina L.M. Effect of peat briquettes on the formation of cucumber seedlings in intensive light culture. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(4):98-103. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-98-103> (In Russ.)
7. Nikitin S.N. Photosynthetic activity of plants in crops and dynamics of growth processes in the application of biological preparations. *Advances in current natural sciences*. 2017;(1):33-38. (In Russ.)
8. Ermakov E.I. Methodology of panoponics as the basis of protected soil of the noosphere level. *Agrarian science*. 2001;(2):46-49. (In Russ.)
9. Dubenok N. N., Mayer A.V., Gurenko V. M., Borodicev S. V. Combined irrigation system and efficiency of production of vegetable production. *Proceedings of the NizhneVolzhsky Agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education*. 2019;54(2):253-265. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-02-31>. (In Russ.)
10. Chen C., Xu F., Zhu J.-R., Wang R.-F., Xu Z.-H., Shu L.-Z., Xu W.-W. Nitrogen forms affect root growth, photosynthesis, and yield of tomato under alternate partial root-zone irrigation. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2016;179(1):104-112. <https://doi.org/10.1002/jpln.201500179>
11. Kromdijk J., Glowacka K., Leonelli L., Gabilly S.T., Iwai M., Niyogi K.K., Long S.P. Improving photosynthesis and crop productivity by accelerating recovery from photoprotection. *Science*. 2016;354(6314):857-861. <https://doi.org/10.1126/science.aai8878>
12. Mukhomorov V.K., Anikina L.M. Evolutionary dynamics of intercoupling of the chemical elements in plants and primary soil-forming processes. *Trends Journal of Sciences Research*. 2014;1(1):1-11.
13. Yermokhin Y.I., Sklyarova M.A., Goman N.V. The absorption of solar energy by plants at optimal balanced mineral nutrition. *Problems of agrochemistry and ecology*. 2016;(1):18-23. (In Russ.)
14. Panova G.G., Chernousov I.N., Udalova O.R., Alexandrov A.V., Karmanov I.V., Anikina L.M., Sudakov V.L., Yakushev V.P. Scientific basis for large year-round yields of high-quality crop products under artificial light. *Russian Agricultural Sciences*. 2015;5(41):335-339. (In Russ.) <https://doi.org/10.3103/S1068367415050158>

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-45-50>
УДК 635.63:631.526.32-048.24:581.16.043

Д.А. Федоров, В.Д. Богданова,
Ю.Г. Фильцына, М.В. Воробьев

ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А.
Тимирязева»
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Федоров Д.А., Богданова
В.Д., Фильцына Ю.Г., Воробьев М.В.
Сортоиспытание огурца F₁ Киборг, F₁
Баварец при выращивании в защищенном
грунте на светокультуре. *Овощи России*.
2021;(2):45-50.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-45-50>

Поступила в редакцию: 08.04.2021

Принята к печати: 22.04.2021

Опубликована: 25.04.2021

Daniil A. Fedorov, Varvara D. Bogdanova,
Yulia G. Filtsyna, Mikhail V. Vorobyev

Russian State Agrarian University - Moscow
Timiryazev Agricultural Academy
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550

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

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

For citations: Fedorov D.A., Bogdanova V.D.,
Filtsyna Yu.G., Vorobyev M.V. Testing variety of
cucumber F₁ Ciborg, F₁ Bavarets in LIT crop
culture. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):45-
50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-45-50>

Received: 08.04.2021

Accepted for publication: 22.04.2021

Accepted: 25.04.2021

Сортоиспытание огурца F₁ Киборг, F₁ Баварец при выращивании в защищенном грунте на светокультуре



Резюме

Актуальность. Короткоплодные гибриды огурца пользуются более высоким спросом в РФ и странах СНГ, при этом на данный момент на рынке представлено очень мало гибридов пригодных для выращивания на светокультуре в высоких теплицах по технологии приспускания.

Методика. Целью данной работы являлась проведение сортоиспытания гибридов короткоплодного огурца российской селекции (ООО "СФ Гавриш") F₁ Киборг и F₁ Баварец в сравнении со стандартом гибридом F₁ Бьёрн (Enza Zaden, Нидерланды) занимающим лидирующие позиции в этом сегменте, проведение анализа урожайности нарастающим итогом, оценка недельной урожайности. Исследования проводили при мощности искусственного освещения натриевыми лампами 240 Вт/м². Субстрат – минеральная вата компании Belagro, густота стояния растений: 2,86 р/м². Площадь опытных делянок 297,2 м², Количество растений – по 852 шт. в делянке соответственно.

Результаты. В процессе выращивания было отмечено явное угнетение роста растений F₁ Киборг и F₁ Баварец, которое было связано с реакцией на искусственное освещение. Мощность искусственного освещения была снижена до 120 Вт/м². К окончанию 22 недели 2020 года было принято ликвидировать опытную делянку F₁ Киборг из-за поражения растений ВЗКМО. Проведенные исследования по сортоиспытанию показали, что F₁ Баварец при выращивании в весеннем обороте с искусственным освещением оказался более урожайным – 32,4 кг/м² по сравнению с контролем F₁ Бьёрн – 28,9 кг/м² и сопоставим по урожайности с F₁ Киборг – 31,9 кг/м². F₁ Киборг может быть отнесен к «луховицкому» типу огурца и имеет больший потенциал при реализации в РФ. Мелкобугорчатые плоды F₁ Баварец отличались от традиционного «луховицкого» типа.

Ключевые слова: короткоплодный огурец, светокультура, натриевая досветка, искусственное освещение, высокая шпалера, зимние теплицы

Testing variety of cucumber F₁ Ciborg, F₁ Bavarets in LIT crop culture

Abstract

Relevance. The most popular cucumber in Russia is pickling type (length 10-12 cm). There are not a lot of varieties this type cucumber for high wire and LIT crop in Russian seeds market.

Methods. Were tested russian varieties F₁ Ciborg, F₁ Bavarets (Gavrish company) in compare F₁ Bjorn (Enza Zaden, Netherlands) – the most popular in Russia now. Russian customer prefer pickling type because of traditional Russian cuisine. Prices of pickling type cucumber at autumn-winter time in 1-1.5 times more than middle size type cucumber. We had artificial light 240 Wt/sq.m, sodium lamps, our substrate was rockwool – Belagro (company from Belarusian republic). This rockwool have normal quality for short crop (3-4 month for growing cucumber), our plant density 2.76 plant/sq.m it was optimal for our light conditions (natural light in our region and artificial light).

Results. Fourteen days after we put plants on slabs we had problems with plants of both russian varieties (F₁ Ciborg and F₁ Bavarets). We saw yellow parts in leaves, decrease length of stems, lost flowers. We made a decision about too high level of artificial light. We had only one opportunity for decrease it switch off 50% of lamps. We made it and we had 120 Wt/sq.m that. Therefore, we spent 50% less electricity for russian varieties. We think varieties F₁ Ciborg and F₁ Bavarets not very good for winter crop and we had good results because in our situation we have winter-spring crop, and every day the part of artificial light decrease and the part of natural light increase. F₁ Ciborg had a problem with CGMMV and was deleted in 24th week of 2020. But we suppose it depend from a lot of conditions: quality of labor, protection plants. We think it is necessary more additional research. Total yield (for ten weeks of harvesting in winter-spring crop) F₁ Bavarets – 32.4 kg/sq.m., F₁ Ciborg – 31.9 kg/sq.m more then had F₁ Bjorn – 28.9 kg/sq.m. The best marketable condition was F₁ Ciborg, the second F₁ Bjorn.

Keywords: LIT crop, pickling type cucumber, high wire, winter-spring crop, Hi tech greenhouse, rockwool

Введение

Огурец является овощной салатной культурой ежедневного и круглогодичного спроса. Значение огурца для питания человека трудно переоценить. Ценность огурца объясняется высокими вкусовыми качествами и целебными свойствами. Наличие в них ферментов и эфирных масел положительно влияет на пищеварение, а соли калия на сердечно-сосудистую систему. На протяжении достаточно продолжительного времени в связи с дефицитом отечественной тепличной продукции продолжалось увеличение ввоза зарубежной. Так свежий огурец завозили из Турции, Испании, Нидерландов и других стран [1]. Однако в настоящее время ситуация стремительно меняется.

По прогнозам аналитиков, обеспечение рынка РФ продукцией отечественного огурца, поступающей из защищенного грунта в 2021 году может составить около 90% от имеющегося потребления [2]. В соответствии с этой цифрой для производителя на первый план выходят вопросы себестоимости продукции, а также ее ассортимента. На данный момент в зимних круглогодичных теплицах в основном выращивают четыре основных типа огурца: среднеплодный гладкий (длина 20-24 см), среднеплодный бугорчатый (20-24 см), длинноплодный гладкий (30-32 см) и короткоплодный бугорчатый (10-14 см) [3].

Увеличение производства огурцов возможно не только за счет расширения площадей защищенного грунта, но и за счет разработок новых более эффективных технологий, обеспечивающих повышение урожайности с единицы занимаемой площади. В связи с постоянным ростом цен на землю и энергоносители, первый путь весьма дорогой, второй – длительный. Не исключая первых двух, существует еще и третий. Существенно поднять урожайность можно за счет внедрения в производство новых гетерозисных гибридов, уже выведенных и ежегодно появляющихся. Отечественные и зарубежные селекционные центры в лице ведущих селекционеров проводят большую работу по совершенствованию генома огурца, придавая им новые свойства, отвечающие современным требованиям. В условиях большого разнообразия современных гибридов необходимо правильно оценить и выявить лучшие из них и рекомендовать их производителям товарного зеленца в соответствующей световой зоне [1] с учетом имеющихся в конкретном тепличном комбинате технических условий – в первую очередь, мощностью искусственного освещения.

Партенокарпические гибриды огурца с бугорчатыми плодами завоевывают все большую популярность в тепличном овощеводстве благодаря высокой урожайности, однородности продукции, пригодности для переработки. Их выращивание способствует повышению продуктивности культуры, поскольку ассимилянты не расходуются на формирование семян. В то же время партенокарпические гибриды в большей степени реагируют на экологические факторы в условиях выращивания. Такие гибриды огурца с бугорчатыми плодами на данный момент являются единственной альтернативной пчелоопыляемым сортам и гибридам при выращивании на светокультуре, т.к. эти, ценимые в РФ сорта и

гибриды огурца, не дают экономически оправданного урожая из-за ряда факторов. В первую очередь, это связано с их сильным поражением настоящей мучнистой росой. Существенный недобор урожая на короткоплодных партенокарпиках возможен из-за перегрузки растения плодами на ранних этапах плодоношения, а также непригодностью гибридов к выращиванию при мощном досвечивании.

В зимне-весенний период традиционно пользуются спросом огурцы с «русской рубашкой»: тонкая кожица, крупные бугорки, глянцевая поверхность плода, ярко-зеленая окраска с небольшими светлыми полосками. Плоды пчелоопыляемого огурца востребованы и продаются по очень высокой цене (до 300-400 руб./кг в декабре-январе), в то время как ассортимент партенокарпических гибридов, за счет которых можно было бы увеличить поставку продукции с февраля по июнь, весьма ограничен.

В настоящее время многие селекционно-семеноводческие компании стараются получить партенокарпический гибрид огурца, пригодный для выращивания в зимне-весеннем обороте на светокультуре. Важным моментом технологии выращивания короткоплодных партенокарпических гибридов огурца является волнообразный тип цветения и, связанная с этим формовка растений. Главная задача формовки заключается в том, чтобы управлять плодовой нагрузкой на растениях с целью получения максимального урожая за счет оптимального распределения продуктов фотосинтеза между отдельными органами, а также более рационального использования растениями внутреннего объема теплицы, улучшения условий освещенности при снижении затрат по ручному уходу. У партенокарпических гибридов в каждой пазухе листа формируются несколько завязей, что значительно увеличивает плодовую нагрузку на главный стебель. В связи с этим теоретически надо проводить нормирование завязей, особенно если стоит затяжная пасмурная погода, однако это очень трудоемкий процесс, поэтому одно из требований к современным гибридам – самостоятельная регуляция растением числа развивающихся завязей за счет сброса лишних, которые растения не смогут сформировать в товарный зеленец [4].

К популярному и любимому потребителями на территории России и в странах СНГ короткоплодному бугорчатому огурцу ГОСТ предъявляет следующие требования: длина 10-14 см, диаметр не более 5,5 см, масса плода 90-150 г [5]. При этом каждая торговая сеть может выдвигать свои дополнительные требования, как правило они ориентированы на возможность размещения плодов на подложке определенных размеров, что приводит к ограничениям массы и длины плода, а это сказывается на валовом сборе, и экономической эффективности выращивания соответственно. При этом, если опыт выращивания среднеплодных и длинноплодных гибридов уже наработан, есть максимально подходящие гибриды, присутствует технологическая поддержка от консультантов фирм-производителей, отработаны действия агрономов при возникновении различных критических ситуаций, существуют протоколы противовирусных обработок, позволяющих сдерживать развитие заболевания на толерантных или среднеустойчивых гибридах, то с

короткоплодными дело обстоит сложнее. Гибриды с короткими, бугорчатыми плодами традиционно пользуются наибольшим спросом и цена на них всегда выше, однако опыт выращивания на высокой шпалере на светокультуре пока не достаточен. На данный момент во многих тепличных комбинатах РФ и стран СНГ агрономы пытаются выращивать огурец такого типа, и поиск подходящих гибридов является крайне насущной задачей. Наиболее интенсивной технологией производства огурца в зимних теплицах является выращивание на высокой шпалере с приспусканием и использованием досветки. В этой связи подбор гибрида, отвечающего всем требованиям для данной технологии, остается ежедневной задачей каждого тепличного комбината.

На данный момент, по мнению ряда специалистов защищенного грунта России, лучшим для описываемой технологии короткоплодным гибридом является F₁ Бьёрн (Bjorn) селекции компании Enza zaden (Нидерланды). Производители данного гибрида заявляют следующие его характеристики:

Высокая степень устойчивости Csu, средняя степень устойчивости CMV/CVVV/Px. Способ выращивания: плёночные теплицы, обогреваемые профессиональные теплицы, открытый грунт. Общие характеристики: растение сбалансированное, открытое, с короткими боковыми побегами. Длина плода – 10-12 см; масса плода – 100-120 г; форма плода: цилиндрическая. Цвет плода: темно-зеленый, без светлых полос; гибрид букетного типа цветения, завязывает по 3-4 плода в каждой пазухе листа. Основную массу урожая формирует на главном стебле, плоды крупнобугорчатые по всей длине, однородные по форме в течение всего периода вегетации [6].

Наличие у агронома только одного короткоплодного гибрида, тем более производства иностранной компании, у которой могут возникнуть проблемы с поставкой семян, как ввиду возможных ограничений из-за санкций, так и ввиду пандемии или иных политических ситуаций (как например, «торговые войны»), в условиях непрерывного цикла выращивания овощной продукции, очень рискованно. Помимо этого, цены на семена производства иностранных компаний сильно зависят от курса валюты, волатильность которой может поставить покупателя в тяжелое положение в момент закупки семян. По этим причинам агрономы регулярно проводят производственные сортоиспытания альтернативных гибридов, отвечающих требованиям покупателей.

Материал и методика

В марте 2020 года в одном из тепличных комбинатов, расположенном в третьей световой зоне, было заложено сортоиспытание гибридов F₁ Киборг и F₁ Баварец селекции российской компании «Гавриш», которые обладают следующими общими характеристиками:

- женского типа цветения, в узле 1-2 (до 3-4) плода;
- гибрид с высокой теневыносливостью;
- растение с хорошим ростом, среднеоблиственное, укороченные междоузлия;

- длина плода – 10-12 см, масса – 110-130 г.

Различаются по следующим параметрам:

F₁ Киборг – плоды овально-цилиндрической

формы, темно-зеленые, со слабыми зелеными полосками, с небольшими бугорками, расположенными со средней частотой. Устойчив к настоящей мучнистой росе и ложной мучнистой росе [7].

F₁ Баварец – довольно ровный, цилиндрический, широкое основание, темно-зеленый с очень слабыми полосками на вершине. Мелкобугорчатый. поверхность плода мелкобугорчатая («немецкая» рубашка), среднеустойчив к настоящей мучнистой росе и толерантен к корневым гнилям и пероноспорозу [8].

В процессе селекции все три изучаемых гибрида предназначались для выращивания в пленочных обогреваемых теплицах и рекомендованы для весенне-летнего, летне-осеннего оборотов, однако в ходе производственных испытаний неплохо зарекомендовали себя в современных теплицах на высокой шпалере и оказались пригодными для светокультуры.

Растения выращивали на высокой шпалере по технологии приспускания, с использованием досветки мощностью 240 Вт/м². Установлено, что формирование урожая на соцветиях прямо пропорционально освещенности: чем выше освещенность, тем больше закладывается соцветий, короче период цветения и больше количество цветков. В свою очередь, выращивание овощей в зимне-весенний период в условиях светокультуры не снижает качества продукции, а также ее питательной ценности. Уровни досвечивания определяются условиями естественного освещения, ценой на электроэнергию и производственной программой выращивания, которая предусматривает сроки и объемы выхода продукции. При этом следует учитывать, что при досвечивании все процессы идут быстрее, чем обычно: рост, плодоношение, развитие болезней и так далее. Следует также иметь в виду, что для светокультуры подходят не все гибриды, у некоторых может наблюдаться скручивание листьев и краевые ожоги. При этом сильный свет дает наилучшие результаты лишь при соответствующей температуре, влажности и адекватном питании. Нередко в растениях на светокультуре листья могут располагаться более вертикально [4].

Субстрат – минеральная вата компании Belagro, кубик размерами – 100*100*65 мм, мат – 1000*150*100 мм. Густота стояния растений: 2,86 раст./м². Площадь опытных делянок – 297,2 м². Количество растений – по 852 шт. на делянке соответственно.

Дата посева семян на рассаду: 11.02.2020 года, дата высадки в теплицу – 06.03.2020 года, дата первого сбора – 19.03.2020 года, дата начала массовых сборов – 21.03.2020 года, заключительный сбор F₁ Киборг провели 31.05.2020 года (было принято решение удалить опытные растения в связи со значительным поражением вирусом зеленой крапчатой мозаики огурца – ВЗКМО). Заключительный сбор F₁ Бьёрн и F₁ Баварец был проведен 16.08.2020 года. Для корректного сравнения всех трех гибридов в данной работе представлены данные на период до 31.05.2020 года, хотя выращивание гибридов F₁ Бьёрн и F₁ Баварец продолжилось далее после ликвидации F₁ Киборг.

Результаты и их обсуждение

Визуальные наблюдения показали, что с момента высадки рассады на маты (06.03.2020 года) и в течение последующих 14 дней все гибриды развивались одинаково, однако в период с 14-го по 21-ый дни стало заметно явное угнетение роста растений F₁ Киборг и F₁ Баварец. Внешние проявления (сокращение длины междоузлий, измельчание листьев, появление хлоротичных пятен) соответствовали описываемой в литературе [9] реакции растений на избыток света и, в связи с этим, агрономической службой было принято решение уменьшить мощность ассимиляционного освещения над F₁ Киборг и F₁ Баварец (было выключено 50% ламп, т.к. иного способа уменьшить мощность света технически не предусмотрено). На протяжении оставшегося периода выращивания мощность ассимиляционного освещения над делянками F₁ Киборг и F₁ Баварец составила $240 \times 50\% = 120 \text{ Вт/м}^2$. После отключения 50% ламп в течение пяти дней было отмечено восстановление растений F₁ Киборг и F₁ Баварец и далее отличий по их фенотипу от контроля – F₁ Бьерн не наблюдали. Данные наблюдения позволяют сделать предположение, что гибриды F₁ Киборг и F₁ Баварец не адаптированы к нормальному росту и развитию при высоких уровнях досвечивания, и в нашем случае показали значимый результат по причине выращивания в весеннем обороте, когда доля искусственного света в течение суток ежедневно снижалась пропорционально нарастанию доли естественного света. Для проверки данной гипотезы считаем корректным провести сортоиспытание данных гибридов в осенне-зимнем обороте, когда ситуация будет обратной: доля искусственного света будет ежедневно нарастать.

Начиная с 5-ой недели после высадки (17-ая неделя 2020 года) на растениях F₁ Киборг стали заметны явные признаки вируса зеленой крапчатой мозаики огурца (ВЗКМО).

В условиях защищенного грунта заболевания, вызываемые растительными вирусами, распространяются с большой скоростью и губят урожай. Патогенные вирусы кодируют специфические супрессоры, подавляющие естественный защитный механизм растений – вирус-индуцированное молчание генов. Вирусные инфекции являются одной из самых распространенных групп заболеваний культур защищенного грунта. Возбудители вирусной инфекции, как правило, обладают высокой контагиозностью и устойчивы к воздействию обычных профилактических мероприятий. Вирусная инфекция длительно сохраняется в семенах, почве, гидропонном растворе, субстрате, на инструментах, таре, одежде рабочих, и конструкциях теплиц. Механическая передача вируса от растения к растению приводит к быстрому распространению болезни, даже из единичных

очагов инфекции. Большой вред культуре тепличного огурца наносит вирус зеленой крапчатой мозаики огурца (ВЗКМО) [9]. Данный вирус имеет обширную зону воздействия и способен поражать более 1000 различных видов растений. В условиях защищенного грунта патоген широко распространен и наблюдается практически на всей территории России, проникая в теплицы из открытого грунта при несоблюдении карантинных мер. В естественной среде вирус распространяется различными тлями, способными переносить инфекцию уже через несколько минут питания на пораженном растении. В результате заболевания наблюдается замедление роста растений, снижается площадь листьев, укорачиваются междоузлия, уменьшается число цветков, в некоторых случаях даже на самих плодах появляется мозаичный рисунок. При значительном повышении температуры внешнее проявления вируса не так заметно, пятнистость листьев и плодов не так выражена на фоне здоровых растений. Однако при избыточной влажности и пониженных температурах пораженные растения способны стремительно увядать. Недостаточное количество света также пагубно сказывается на развитии растений [9]. Вирус зеленой крапчатой мозаики является опаснейшим заболеванием огурца. Особенно сильно его проявление наблюдается на втором обороте при традиционном ведении и на светокультуре. ВЗКМО поражает не только тыквенные культуры. Заболевание проявляется в виде чередования нормально окрашенных участков ткани листа со светло-зелеными, синеватыми, ярко-желтыми или белыми. Латентный период составляет 2-3 недели. Заболевание сопровождается депрессией растений и значительным снижением урожая плодов. Источниками первичной инфекции могут быть семена, растительные остатки, почва. В семенах вирус присутствует обычно в виде поверхностной инфекции [4].

Поскольку на данный момент не существует препаратов и технологий, позволяющих полностью уничтожить вирус ВЗКМО, то после обнаружения его признаков на растениях, применяются лишь определённые схемы защиты, которые позволяют сдерживать развитие вируса [9]. Применяемая в данном комбинате схема

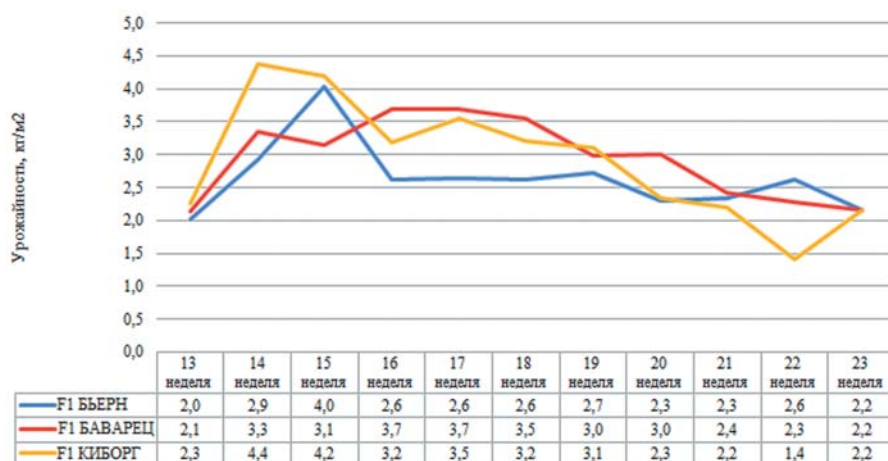


Рис. 1. Еженедельная урожайность исследуемых гибридов
Fig. 1. Weekly yield of the tested varieties

обработок не позволила сдержать развитие данного вируса на растениях F₁ Киборг, в связи с чем к окончанию 22-ой недели было принято решение ликвидировать опытную делянку. Полученная реакция растений F₁ Киборг на поражение вирусом ВЗКМО и вынужденная ликвидация опытной делянки, по нашему мнению, не умаляет полученные в результате данного исследования данные по урожайности этого гибрида. На протяжении 10 недель он показал лучший результат, а сроки высадки и ликвидации культуры во многом определяются спросом на продукцию в конкретный период времени, и нередко возникает потребность получить максимальный урожай в периоды максимальной цены реализации.

При этом стоит учитывать, что на поражение растений ВЗКМО и течение болезни оказывают значительное влияние целый ряд факторов: подготовка семян, инфекционный фон, профессионализм персонала, качество проведения ликвидной обработки, профилактические мероприятия в период выращивания, а также стратегия защиты растений, применяемая агрономической службой.

Динамика еженедельной урожайности представлена на рисунке 1. На данном рисунке показано, что недельная урожайность со второй недели после высадки у исследуемых гибридов была выше, чем у контроля и в период с 16 по 20 недели оставалась в среднем выше: 3,1 кг/м² – у F₁ Киборг и 3,4 кг/м² – у F₁ Баварец против 2,6 кг/м² – у контроля F₁ Бьерн. Однако начиная с 21 недели года, ситуация изменилась, и F₁ Бьерн продолжал показывать средний урожай на уровне 2,4 кг/м² (среднее за 21-23 неделю), тогда как F₁ Киборг (1,9 кг/м²) и F₁ Баварец (2,3 кг/м²) показали устойчивое снижение урожайности.

Отсюда можно сделать предположение, что изучаемые гибриды показывают стабильно высокую урожайность в течение восьми недель, а далее наступает период устойчивого снижения. В отношении F₁ Киборг одной из причин снижения урожайности являлось прогрессирующее развитие на растениях ВЗКМО.

У гибридов F₁ Киборг и F₁ Баварец так же, как и у контроля, наблюдалось «волнообразное» плодоношение, что связано с цветением и наливом плодов в 5-7 пазухах одновременно. Это позволяет получить достаточно высокий для короткоплодного гибрида урожай, однако создает определенные трудности в планировании объемов ежедневного и еженедельного сбора и добавляет определенную нагрузку на службу реализации. Как правило, поставщики из торговых сетей предпочитают получать одинаковое количество продукции ежедневно, на протяжении всего периода контракта.

При оценке урожайности нарастающим итогом (рис.2), можно отметить что на протяжении 10

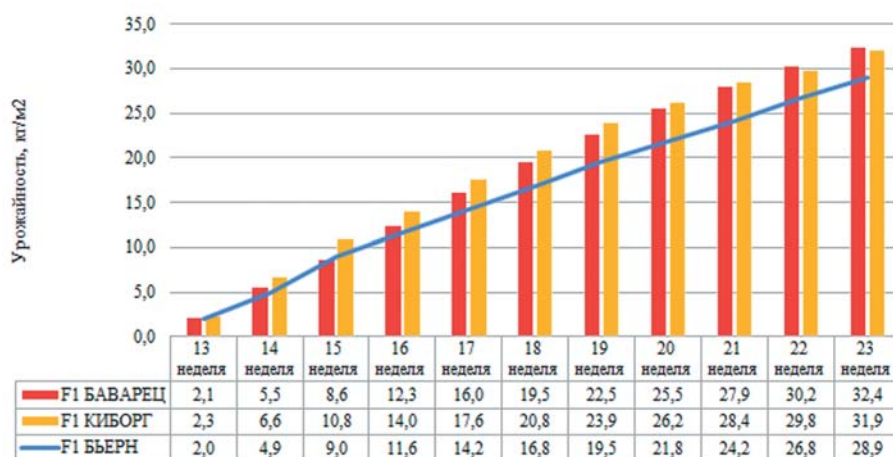


Рис. 2. Урожайность исследуемых гибридов с нарастающим итогом
Fig. 2. The cumulative yield (weekly) of the tested varieties

недель плодоношения гибриды F₁ Баварец и F₁ Киборг показали результат лучший, чем F₁ Бьерн.

Плоды гибридов F₁ Киборг и F₁ Баварец имеют более частое расположение бугорков и тем самым могут быть отнесены к «луховицкому» типу огурца (рис 3.), который традиционно пользуется большим спросом у потребителя, а соответственно производитель может рассчитывать на более высокую цену реализации. Однако мелкобугорчатые плоды F₁ Баварец, по мнению специалистов отдела продаж данного тепличного комбината, не вызвали повышенного спроса, а даже пользовались популярностью меньше, чем плоды F₁ Бьерн.

Обращаясь к экономическому аспекту, стоит отметить, что одновременно с большей урожайностью семена F₁ Киборг и F₁ Баварец примерно вдвое дешевле, чем F₁ Бьерн, а также затраты на электроэнергию для досвечивания меньше, т.к. в нашем случае гибриды показали полученные результаты при использовании только половины ламп, тем самым можно обобщено считать, что мощность составила 120 Вт/м² против 240 Вт/м² для F₁ Бьерн.

Выводы

Проведенные исследования по сортоиспытанию показали, что F₁ Баварец при выращивании в весеннем обороте продолжительностью 12 недель (с 10 по 22 неделю 2020 года, из которых 10 недель плодоношения) с натриевой досветкой оказался наиболее урожайным – 32,4 кг/м², по сравнению с контролем F₁ Бьерн – 28,9 кг/м², но сопоставим по урожайности с F₁ Киборг – 31,9 кг/м².

F₁ Киборг оказался более подвержен вирусу ВЗКМО, что привело к удалению растений раньше запланированного производственной программой срока, однако причины поражения растений ВЗКМО имеют множество аспектов, требующих дополнительно изучения.

Мощность досветки в 240 Вт/м² угнетает рост и развитие растений F₁ Киборг, F₁ Баварец при выра-

щивании в весенне-летнем обороте, при мощности в 120 Вт/м² растения показывают нормальный рост и развитие, а по урожайности превосходят F₁ Бьёрн, выращиваемый при мощности 240 Вт/м².

Благодаря внешнему виду плодов F₁ Киборг может иметь больший потенциал при реализации как «луховицкий» тип огурца.

Необходимо проведение дополнительных исследований для изучения реакции F₁ Киборг на поражаемость ВЗКМО при иных схемах защиты от данного заболевания, а также для оценки урожайности изучаемых гибридов при выращивании в условиях увеличивающейся в течение суток доли искусственной досветки (осенне-зимний оборот).



Рис. 3. F₁ Бьёрн
Fig. 3. F₁ Bjorn



F₁ Киборг
F₁ Ciborg



F₁ Баварец
F₁ Bavarets

Об авторах:

Федоров Даниил Алексеевич – к.с.-х.н., преподаватель кафедры овощеводства, danil.fedorov90@gmail.com

Богданова Варвара Дмитриевна – к.с.-х.н., доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, meecado@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7837-1045>

Юлия Геннадьевна Фильцына – к.с.-х.н., доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, yulia36@yandex.ru

Михаил Владимирович Воробьев – к.с.-х.н., старший преподаватель кафедры овощеводства, voro1011@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1588-2398>

About the authors:

Daniil A. Fedorov – Cand. Sci. (Agriculture), Lecturer at the Department of Vegetable Growing, danil.fedorov90@gmail.com

Varvara D. Bogdanova – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Ornamental Horticulture and Lawn Science, meecado@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7837-1045>

Yulia G. Filtsyna – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Ornamental Horticulture and Lawn Science, yulia36@yandex.ru

Mikhail V. Vorobyev – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Lecturer at the Department of Vegetable Growing, voro1011@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1588-2398>

• Литература

1. Гладышева Т.И., Юрина А.В., Кривобоков В.И. Продуктивность и экономическая эффективность выращивания новых партенокарпических гибридов огурца в зимних теплицах среднего Урала. *Аграрный вестник Урала*. 2013;10(116):58-63.
2. В России выросло потребление овощей защищенного грунта. *Гавриш*. 2020;(5):22-25.
3. Федоров Д.А., Воробьев М.В. Сортоиспытание огурца F₁ Киборг при выращивании в защищенном грунте на светокультуре. *Растениеводство и луговое хозяйство: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием*. Под ред. А.В. Шитиковой. М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2020. 838 с.
4. Аутко А.А., Вольфсон Д.Л. В мире тепличного производства. Минск: Колорград, 2016. С.255.
5. ГОСТ 33932-2016 Огурцы свежие, реализуемые в розничной торговле. Технические условия (с Поправкой).
6. Официальный сайт компании Enza Zaden. Режим доступа: <https://www.enzazaden.com/ru/products-and-services/our-products/Cucumber/Bjorn>
7. Официальный сайт компании Гавриш. Режим доступа: <https://gavrishprof.ru/catalog/f1-kiborg>
8. Официальный сайт компании Гавриш. Режим доступа: <https://gavrishprof.ru/catalog/f1-bavarec>
9. Ахатов А.К., Ганибал Ф.Б., Мешков Ю.И., Джалилов Ф.С., Чижов В.Н., Игнатов А.Н., Полищук В.П., Шевченко Т.П., Борисов Б.А., Стройков Ю.М., Белашапкина О.О. Болезни и вредители овощных культур и картофеля. Москва, Товарищество научных изданий КМК, 2013. С.463.

• References

1. Gladysheva T.I., Yurina A.V., Krivobokov V.I. Productivity and economic efficiency of growing new parthenocarpic cucumber hybrids in winter greenhouses in the middle Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2013;10(116):58-63. (In Russ.)
2. In Russia, the consumption of vegetables in protected ground has grown. *Gavrish*. 2020;(5):22-25. (In Russ.)
3. Fedorov D.A., Vorobiev M.V. Testing variety of cucumber F₁ Cyborg in LIT crop culture 565 pp. Plant growing and meadow growing: materials of the All-Russian scientific conference with international participation. Ed. A.V. Shitikova. M.: Publishing house RSAU - Moscow Agricultural Academy. 2020. 838 p. (In Russ.)
4. Autko A., Wolfson D.L. In the world of greenhouse production. Minsk: Colorgrad, 2016. P.255. (In Russ.)
5. GOST 33932-2016 Fresh cucumbers sold in retail. Specifications (with Amendment). (In Russ.)
6. Official website of the Enza Zaden company. Access mode: <https://www.enzazaden.com/ru/products-and-services/our-products/Cucumber/Bjorn> (In Russ.)
7. Official website of the Gavrish company. Access mode: <https://gavrishprof.ru/catalog/f1-kiborg> (In Russ.)
8. Official website of the Gavrish company. Access mode: <https://gavrishprof.ru/catalog/f1-bavarec> (In Russ.)
9. Akhatov A.K., Hannibal F.B., Meshkov Yu.I., Dzhaliilov F.S., Chizhov V.N., Ignatov A.N., Polishchuk V.P., Shevchenko T.P., Borisov B.A., Stroykov Yu.M., Beloshapkina O.O. Diseases and pests of vegetables and potatoes. Moscow, Partnership of Scientific Publications KMK, 2013. P.463. (In Russ.)

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-51-61>
УДК 635.652.2:581.1.043

И.М. Кайгородова, Н.А. Голубкина,
У.Д. Плотникова, В.А. Ушаков,
А.А. Антошкин

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

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: И.М. Кайгородова, В.А.
Ушаков, А.А. Антошкин – проведение поле-
вых исследований, структурный анализ
растений. Голубкина Н.А. и Плотникова У.Д. –
проведение лабораторных исследований.
Все авторы проводили статистическую обра-
ботку данных и написание статьи.

Для цитирования: Кайгородова И.М.,
Голубкина Н.А., Плотникова У.Д., Ушаков
В.А., Антошкин А.А. Влияние электромагнит-
ного поля высоковольтной линии электропе-
редач на рост и развитие растений фасоли
овощной (*Phaseolus vulgaris* L.).
Овощи России. 2021;(2):51-61.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-51-61>

Поступила в редакцию: 24.12.2020

Принята к печати: 17.03.2021

Опубликована: 25.04.2021

Irina M. Kaigorodova,
Nadezhda A. Golubkina,
Ulyana D. Plotnikova,
Vladimir A. Ushakov,
Alexander A. Antoshkin

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

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

Authors' Contribution: I.M. Kaigorodova, V.A.
Ushakov, A.A. Antoshkin – conducting field
research, structural analysis of plants. N.A.
Golubkina and U.D. Plotnikova – performing lab-
oratory tests. All authors carried out statistical
data processing and article writing.

For citations: Kaigorodova I.M., Golubkina N.A.,
Plotnikova U.D., Ushakov V.A., Antoshkin A.A.
Effect of high-voltage power lines electromag-
netic field on growth and development of green
bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Vegetable crops
of Russia*. 2021;(2):51-61. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-51-61>

Received: 24.12.2020

Accepted for publication: 17.03.2021

Accepted: 25.04.2021

Влияние электромагнитного поля высоковольтной линии электропередач на рост и развитие растений фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.)



Резюме

Актуальность. Во всем мире линии электропередач (ЛЭП) покрывают достаточно обширную территорию сельскохозяйственных угодий. Экспериментальные исследования по изучению влияния электромагнитного поля (ЭМП) на рост и развитие растений проводятся во многих странах. Реакция отдельных видов растений и даже разновидностей на электромагнитное поле проявляется по-разному. Сеть линий электропередач неуклонно растет и в нашем регионе. О влиянии электромагнитного поля на растения фасоли из литературных источников известно немного. Это обуславливает цель и задачи проводимой работы: установить влияние линий электропередач на рост и развитие растений фасоли овощной в зависимости от интенсивности электромагнитного поля.

Материалы и методы. Объект исследования – четыре сорта фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) (Сакфит, Пагода, МБЗ 556, Аришка), выращенные в условиях разной интенсивности электромагнитного поля ЛЭП. Исследуемые показатели: морфометрические признаки, продуктивность растений, урожайность, содержание сухого вещества, фотосинтетические пигменты, аскорбиновая кислота, общая антиоксидантная активность и полифенолы.

Результаты. В условиях изменения электрического поля от (5-10) до (400-440) В/м и магнитного от 0 до 0,53 мкТл выявлено положительное влияние электромагнитного поля на накопление фотосинтетических пигментов (15-65% – хлорофилл а; 6-52% – хлорофилл b), увеличение интенсивности биосинтеза и полифенолов (до 17%) и антиоксидантной активности (1-15%) в листьях, сухого вещества (2,5-11%) в листьях и аскорбиновой кислоты (12-28%) в бобах фасоли овощной, что благоприятно сказалось на росте, развитии и продуктивности растений и качестве зеленой продукции. Специфическими особенностями фасоли, выращенной в условиях воздействия ЛЭП, являются достоверное снижение уровня каротина в листьях при уровне электрического поля 60-100 В/м (70 м от ЛЭП), а также отсутствие корреляционных взаимосвязей между содержанием хлорофилла и каротина в листьях и общей антиоксидантной активностью жирорастворимых антиоксидантов и содержанием полифенолов в листьях в фазу технической спелости.

Ключевые слова: электромагнитное воздействие, высоковольтные линии, фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.), вегетативный рост, продуктивность, антиоксиданты, фотосинтетические пигменты

Effect of high-voltage power lines electromagnetic field on growth and development of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Abstract

Relevance. High voltage electric power transmission lines (HVEPTL) cover a fairly large area of agricultural land all over the world. Investigations of electromagnetic field effect on growth and development of plants are held in various countries. The reaction of individual plant species and even varieties to the electromagnetic field manifests itself in different ways. The network of HVEPTL is growing steadily in our region as well. Nevertheless, information about the effect of the electromagnetic field on bean plants is rather scarce. The aim of the present work was to evaluate HVEPTL effect on the growth and development of vegetable beans, depending on the intensity of the electromagnetic field.

Material and Methods. The work was achieved on green beans *Phaseolus vulgaris* L. (Sakfit, Pagoda, MBZ 556, Arishka cvs) grown in conditions of different electromagnetic field values under HVEPTL. Biometrical parameters, plant productivity, yield, dry matter, photosynthetic pigments content, ascorbic acid, total antioxidant activity and total phenolics were determined.

Results. In the ranges of electric field values from (5-10) to (400-440) В/м and magnetic field from 0 to 0.53 μT a beneficial effect of electromagnetic field on accumulation of leaves photosynthetic pigments (15-65% increase of chlorophyll a and 6-52% increase of chlorophyll b), polyphenol content (increase up to 17%), antioxidant activity (1-15% increase), and dry matter content (2,5-11% increase) and beans ascorbic acid levels (12-28% increase) were registered. Accordingly, increased plants growth, development and productivity were demonstrated. Peculiarities of beans plants grown under HVEPTL included decrease leaves carotene levels at electric field level of 60-100 В/м (70 m from HVEPTL), and lack of correlation between chlorophyll and carotene in leaves and total antioxidant activity and phenolics content at the stage of technical ripening.

Keywords: electromagnetic effect, HVEPTL, green beans (*Phaseolus vulgaris* L.), productivity, antioxidants, photosynthetic pigments

1. Введение

Одно из следствий развития цивилизации – загрязнение окружающей среды электромагнитными полями разной частоты и амплитуды [1]. С электромагнитным загрязнением связано неблагоприятное изменение биосферы и насыщение ее энергией. В виде энергии окружающая среда загрязняется теплом и электромагнитными полями (ЭМП). С точки зрения экологии, ЭМП – это один из видов энергетического загрязнения окружающей среды, являющийся глобальным фактором изменения биосферы [2].

Реакция отдельных видов растений и даже разновидностей на электромагнитное поле проявляется по-разному. Противоречивость результатов многих исследований указывает на то, что воздействие электромагнитных полей на растения является видоспецифичным и зависит от характеристик поля, интенсивности и продолжительности воздействия [3].

ЭМП разных частот и интенсивностей могут вызывать как ингибирующее воздействие, так и стимуляцию жизненных процессов (гормезис). Эффект гормезиса нашел наибольшее применение в растениеводстве, в частности в предпосевном облучении семян, что не исключает его использование в других отраслях [4].

В литературных источниках указывается в основном положительный эффект обработки семян магнитным полем на развитие и урожайность кукурузы, подсолнечника, некоторых видов зерновых и овощных культур [5-11].

Во всем мире линии электропередач покрывают достаточно обширную территорию сельскохозяйственных угодий. Соответственно, экспериментальные исследования влияния электромагнитного поля на рост и развитие растений изучаются во многих странах [12-20].

Эксперимент над посевами озимой пшеницы в зоне влияния линии электропередач мощностью 110 кВ был проведен Е. А. Новичковой и др. в 2010 году [21]. Авторы показали, что ЛЭП проявляет угнетающее действие на рост и гормональный статус озимой пшеницы.

Электромагнитное излучение ЛЭП выступает в качестве стрессового агента, и его действие проявляется в снижении систем антиоксидантной защиты и пероксидазной активности, а также уровня аскорбиновой кислоты вблизи ЛЭП и на расстоянии 75 м при одновременном увеличении каталазной активности и концентрации витамина С при удалении от линии электропередачи.

Широкое распространение практики выращивания овощных культур под линиями электропередач обуславливает актуальность исследования межвидовых и межсортовых особенностей сельскохозяйственных культур по показателям урожайность и качество продукции в условиях воздействия электромагнитного поля ЛЭП.

Фасоль овощная является ценной высокобелковой культурой,

имеющей разностороннее использование в народном хозяйстве. Она является источником необходимых организму человека незаменимых аминокислот (триптофан, лизин, аргинин), витаминов (С, Е, В2, В6, РР, провитамин А), минеральных веществ (кальций, фосфор, магний, калий, натрий), а также микроэлементов (медь, цинк, железо, йод и др.). У фасоли овощной в пищу используют зрелые семена и бобы, в технической спелости – зелёные лопатки, для приготовления разнообразных блюд, всевозможных супов, начинок, приправ, гарниров, паштетов, холодных закусок [22, 23]. Для обеспечения населения этим ценным продуктом в мире ежегодно наращиваются объемы производства сырья фасоли овощной для переработки и заморозки.

О влиянии ЭМП на растения фасоли из литературных источников известно следующее – предпосевная обработка оказывает положительный эффект на некоторые биохимические и физиологические процессы, тем самым благоприятно воздействуя на рост и развитие проростков фасоли [24-26]. При этом большинство работ посвящено изучению влияния высокочастотных электромагнитных излучений [27] на растения, тогда как ЛЭП относится к низкочастотным (50 Гц), и именно таких полевых работ в зоне действия ЭМП ЛЭП в литературе описано не много. Также практически отсутствуют сведения о влиянии ЭМП ЛЭП на дальнейший рост и развитие растений, продуктивность различных сортов фасоли овощной. Это обуславливает важность изучения проблемы влияния ЛЭП на эту перспективную культуру в зависимости от интенсивности электромагнитного поля. Цель исследования – изучить особенности влияния электромагнитного излучения ЛЭП на рост и развитие растений фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) и получение товарной продукции зеленых лопаток.

2. Материал и методы

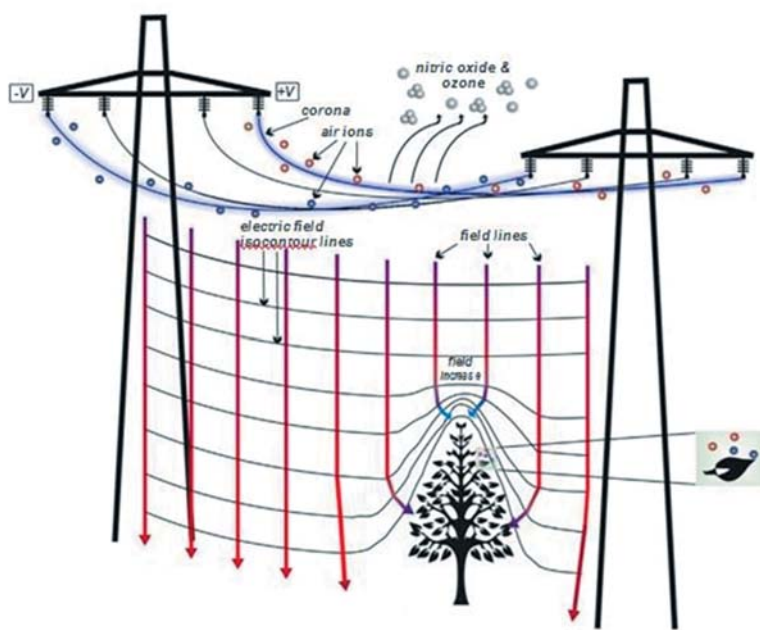
В работе использовали сорта фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) селекции ФГБНУ ФНЦО: Аришка



Рис. 1. Посевы фасоли овощной на опытном поле ФГБНУ ФНЦО
Fig. 1. Green beans experimental fields of FSBSI FSCV



А



Б

Рис. 2. а - прибор для измерения уровня электромагнитного поля МЕГЕОН 07020; б - схема распространения электромагнитных полей под ЛЭП [28]

Fig. 2. a - Megeon 07020 device for electromagnetic field meagerment; b -electromagnetic field distribution under HVEPTL [28]

– раннеспелый, Пагода и Сакфит – среднеранние, Московская белая зеленостручная 556 (МБЗ 556) – среднеспелый.

Место и условия проведения опыта. Исследования проводили на экспериментальных полях ФГБНУ ФНЦО (55.65°N, 37.19°E) в 2020 году (рис.1).

Почвы опытного участка дерново-подзолистые, отличаются избыточным количеством железа (Fe - 80,5 мг/г) и низким содержанием меди (Cu), марганца (Mn) и цинка (Zn) (0,26 мг/г, 35,84 мг/г и 1,22 мг/г соответственно при ПДК 3,0 мг/г, 80,0 мг/г и 23,0 мг/г).

Для оценки влияния электромагнитного поля были проведены замеры электрического и магнитных полей на участке посева фасоли овощной с использованием измерителя уровня электромагнитного поля МЕГЕОН 07020 (рис.2).

Напряженность электрического и магнитного полей измеряли под ЛЭП (0 м) и на расстоянии 70 и 140 м от ЛЭП (табл.1).

На выбранных экспериментальных участках, расположенных на разной удаленности от ЛЭП (табл. 1), заложены делянки по 2 м² в трехкратной повторности.

Несмотря на то, что посев в 2020 году произведен позднее на одну декаду, чем обычно, его сроки являются оптимальными для нашей зоны. В течение вегетации

показатели температуры воздуха благоприятно сказывались на росте и развитии растений, так как на протяжении всего периода критических похолоданий не зафиксировано (рис.3).

В начале вегетационного периода отмечено выпадение большого количества осадков, что способствовало появлению почвенной корки. А далее в течение периода вегетации культуры наблюдалось чередование почвенной засухи и переувлажнения.

Агротехнические мероприятия были проведены в соответствии с принятой агротехникой [29]. Посев осуществлен в третьей декаде мая, с наступлением благоприятных условий для культуры. Внесение минеральных удобрений осуществляли перед посевом (Азофоска, 200 кг/га). Во время вегетации культуры для лучшего роста и развития растений проведены подкормки минеральными удобрениями: первая – в фазу 4-5 настоящих листьев (Азофоска, 100 кг/га); вторая – в фазу цветения (Универсал - 18:18:18+3MgO+МЭ; 0,1-0,2%). После посева на третий день проведена обработка почвенным гербицидом Гезагارد, 3 л/га. От вредителей обрабатывали препаратом Би 58, 1л/га в период бутонизация – начало цветения. От болезней опрыскивали фунгицидом Колосаль ПРО 1 л/га в начале технической спелости.

Таблица 1. Показатели электрического и магнитного полей на опытных участках выращивания фасоли овощной
Table 1. Electric and magnetic field levels at the experimental fields of green bean cultivation

Расстояние от ЛЭП, м Distance from HVEPTL, m	Электрическое поле, В/м Electric field, B/m	Магнитное поле, мкТл Magnetic fields, μT
140 (контроль)(control)	5-10	0
70	65-100	0
0	400-440	0.53

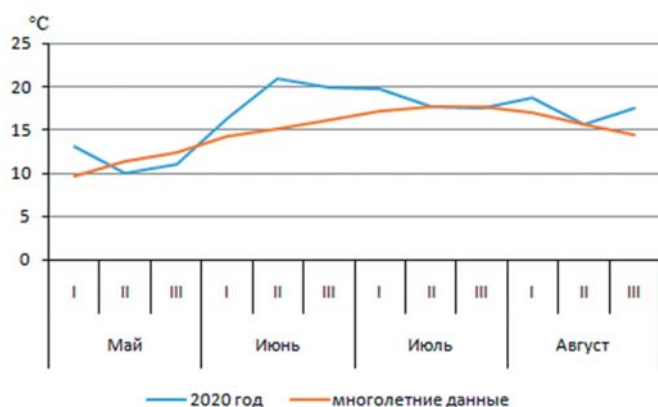


Рис. 3. Средняя температура воздуха, 2020 год
Fig. 3. Mean temperature values, 2020

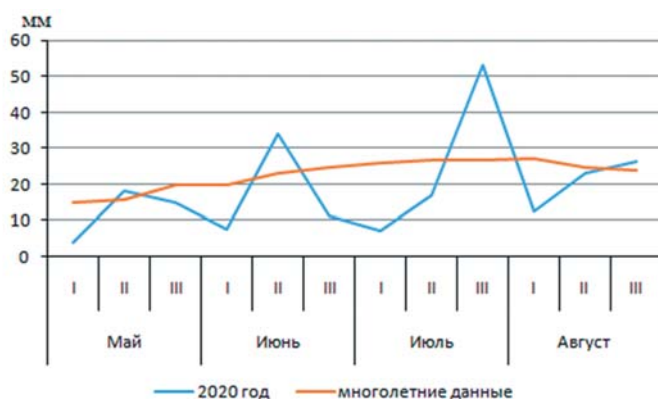


Рис. 4. Сумма осадков, 2020 год
Fig. 4. Mean rainfall values, 2020

Во время вегетации проведены три механизированные междурядные обработки.

Учеты и наблюдения. Оценка морфологических признаков проводили в соответствии с методикой полевого опыта [30] в фазу технической спелости бобов путем индивидуальных измерений десяти растений (с каждой делянки). Уборку урожая фасоли овощной проводили при наступлении массовой технической спелости каждого сорта – первая и вторая декада августа. Продуктивность определяли путем подсчета числа бобов и их взвешивания с каждого учетного растения. После биометрической оценки с учетных растений отделяли листья и зеленые бобы и подготавливали материал для биохимических анализов.

Биохимические показатели

Содержание сухого вещества определяли гравиметрически после высушивания образцов при 70°C до постоянной массы.

Содержание фотосинтетических пигментов – хлорофиллов а и b (хл а и хл b) и каротина определяли спектрофотометрически на спиртовых экстрактах листьев согласно работе Lichtenthaler [31].

Содержание аскорбиновой кислоты устанавливали методом визуального титрования 2,6-дихлорфенол индофенолятом натрия (реактивом Тиллманса) [32].

Содержание полифенолов (PP) определяли спектрофотометрически с помощью реактива Фолина-Чиокалтеу [32]. 1 г сухого порошка образцов раститель-

ного материала экстрагировали в течение часа при 80°C 20 мл 70% этанола. Раствор охлаждали до комнатной температуры, переносили количественно в 25 мл мерную колбу и доводили до метки 70% спиртом. Полученный экстракт перемешивали и фильтровали через складчатый фильтр. В мерную колбу на 25 мл добавляли 1 мл экстракта, 2,5 мл насыщенного раствора карбоната натрия и 0,25 мл разбавленного вдвое дистиллированной водой реактива Фолина-Чиокалтеу. Полученную смесь после интенсивного перемешивания доводили до метки дистиллированной водой. Через час после окончания реакции измеряли величину поглощения раствора при 730 нм на спектрофотометре Unicо 2804 UV (США). Содержание полифенолов рассчитывали по стандартной кривой, полученной с использованием 6 растворов галловой кислоты (Sigma) в интервале концентрации 0-90 мкг/мл. Результаты определения выражали в мг-экв галловой кислоты/г сухой массы (мг ГКЭ/г с.м.).

Для определения антиоксидантной активности (АОА) использовали колориметрический метод [32], основанный на титровании раствора 0,01 N KMnO₄ в кислой среде этанольным экстрактом высушенных гомогенизированных образцов до обесцвечивания раствора, свидетельствующего о полном восстановлении Mn⁺⁶ до Mn⁺². В качестве внешнего стандарта использовали галловую кислоту. Результаты определения выражали в мг-экв галловой кислоты/г сухой массы (мг ГКЭ/г с.м.).

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного и регрессионного анализа [33] с помощью прикладных программ Microsoft Office Excel, 2010.

3. Результаты и обсуждение

3.1 Биометрические показатели, урожайность

Изучение воздействия ЭМП ЛЭП на рост и развитие растений различных сортов фасоли овощной выявило положительный эффект влияния ЭМП ЛЭП на высоту растения в фазу технической спелости. Сорта (кроме Пагоды) имели максимальное значение этого признака на расстоянии 0 м от ЛЭП. Максимальная высота у сорта Пагода была на отметке 70 м от ЛЭП (отклонение от контроля составила 26%). На остальных сортах наблюдалось снижение высоты растения при удалении от ЛЭП по мере снижения уровней электрического и магнитных полей. Относительное отклонение с максимальным положительным эффектом от контроля по сортам составило: Сакфит – 8%; Аришка – 16%, МБЗ 556 – 27%. Дисперсионный анализ показал, что различия средних достоверны и по фактору А (интенсивность ЭМП ЛЭП), и по фактору В (сорт) (А: Fфакт. 4,9 > Fтеор. 3,3 и В: Fфакт. 12,1 > Fтеор. 2,9). Однако доля влияния фактора А составила 37%, а фактора В – 10%, их взаимодействие АхВ – 17%. То есть, влияние ЭМП ЛЭП на данный признак достоверно, но незначительно и в первую очередь оно определяется генотипом сорта.

Нами впервые показано, что влияние ЭМП ЛЭП на массу растений фасоли сортоспецифично. У трех сортов масса растений была более высокой под ЛЭП (0 м). Относительное отклонение от контроля в этом варианте составило: 7% (Аришка), 17% (Сакфит), 43% (Пагода). У сорта МБЗ 556 отклонение от контроля

Таблица 2. Влияние интенсивности электромагнитного поля ЛЭП на морфологические признаки растений фасоли овощной
Table 2. Influence of HVEPTL on morphological traits of green bean plants

Аришка Arishka	Расстояние от ЛЭП, м Distance from HVEPTL, m	Высота растения, см Plant height, cm	Масса растения, г Plants mass, g	Масса листьев, г Leaves mass, g
Аришка Arishka	140(к)	25.7±1.9a	52.4±3.0a	20.0±1.0a
	70	20.0±0.8b	43.1±1.5b	15.0±0.9b
	0	29.7±1.0c	55.8±3.6ad	15.3±1.2b
МБЗ 556 MBZ 556	140(к)	28.3±1.7ac	61.6±3.4c	24.0±0.8c
	70	29.3±1.2c	54.6±2.6a	18.3±1.4d
	0	36.0±2.3d	62.0±4.2cd	21.1±1.5a
Пагода Pagoda	140(к)	28.7±2.5ac	62.3±1.7c	14.7±1.0b
	70	36.3±2.1d	64.4±1.9c	17.0±0.8d
	0	32.3±1.5a	89.1±2.1e	21.9±0.7a
Сакфит Sakfit	140(к)	33.3±2.1d	60.9±1.2cd	21.9±1.5a
	70	35.7±2.6d	62.6±3.0cd	18.3±1.2ad
	0	36.0±1.9d	70.9±2.5f	29.2±1.5e

*Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $P<0.05$ (values in columns with similar indexes do not differ according to Duncan test at $P<0.05$)

было минимальным, но, как и у сорта Аришка при среднем уровне интенсивности ЭМП ЛЭП (70 м), у него отмечен негативный эффект. То есть, изменчивость данного признака в первую очередь определяется генотипом сорта – 23% и взаимодействием факторов АхВ – 15%, тогда как влияние фактора А составило всего 5% (табл.2).

В то же время доля влияния интенсивности ЭМП ЛЭП на формирование листового аппарата (масса листьев) составила 15%, а влияния фактора А (сорта) и взаимодействия АхВ – 24%, при достоверном влиянии обоих факторов на этот признак. Увеличение этого параметра у растений под ЛЭП по сравнению с контролем зафик-

сировано у сортов Пагода и Сакфит – на 33-49%, а у сортов Аришка и МБЗ 556, наоборот, отмечено снижение – на 12-24%. То есть, сортоспецифичность реакции на воздействие ЭМП ЛЭП на этот признак более выражена. У сортов Аришка и МБЗ 556 наибольшая доля листьев в общей массе растения была в контрольном варианте – 38,2% и 39,0%, у сорта Пагода – на участке при среднем уровне интенсивности ЭМП ЛЭП (70 м) – 26,4%, а сорт Сакфит положительно отозвался на действие электромагнитного излучения и сформировал большую долю листьев под ЛЭП – 41,1%.

Положительное влияние ЭМИ на морфометрические признаки растений так же было отмечено ранее и на

Таблица 3. Влияние интенсивности электромагнитного поля ЛЭП на продуктивность и урожайность различных сортов фасоли овощной
Table 3. HVEPTL effect on plant productivity and yield of different green bean cultivars

Сорт Cultivar	Расстояние от ЛЭП, м Distance from HVEPTL, m	Число бобов с растения, шт. Number of beans per plant	Длина боба, см Bean length, cm	Масса бобов, г/раст. Bean mass, g/plant	Урожайность зеленых бобов, т/га Bean yield, t/ha
Аришка Arishka	140 (к)	11.7±0.5ae	11.8±0.2a	32.7±1.2a	9.80±0.3a
	70	10.0±0.2b	11.8±0.3a	31.2±0.9ab	9.36±0.4ab
	0	12.3±0.6ae	12.4±0.2ab	32.8±0.3a	9.83±0.5a
МБЗ 556 MBZ 556	140 (к)	13.5±0.4c	11.5±0.6a	38.8±0.3c	11.65±0.5c
	70	12.3±0.8c	12.8±0.5ab	38.6±0.7c	11.58±0.3c
	0	13.0±0.2c	13.0±0.2b	38.9±2.3cd	11.67±1.2cd
Пагода Pagoda	140 (к)	9.0±0.3d	15.4±0.8c	39.5±1.6cd	11.85±1.4cd
	70	11.5±0.5a	15.3±1.0c	39.7±2.0cd	11.90±1.2cd
	0	10.7±0.5ba	16.2±0.7e	59.4±1.2e	14.85±0.6e
Сакфит Sakfit	140 (к)	12.0±0.6e	15.2±0.4c	38.9±1.0c	11.66±0.5c
	70	11.5±0.3ae	15.4±0.6ce	42.1±2.0d	12.63±0.2d
	0	12.3±0.2e	15.7±0.7e	42.7±1.6d	12.82±0.5d

*Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $P<0.05$ (values in columns with similar indexes do not differ according to Duncan test at $P<0.05$)

других культурах: горчице (*Brassica juncea*) под ЛЭП с напряжением 134 кВ и сахарном тростнике (*Saccharum officinarum*) с напряжением 400 кВ [34]. Однако в отношении злаковых культур наблюдали отрицательное влияние. Так, установлено достоверное снижение высоты и сухой биомассы растений озимой пшеницы в зоне действия ЛЭП 110 кВ [21] и угнетение роста и развития озимой пшеницы, проявившееся уже в фазе кущения вблизи высоковольтной ЛЭП с напряжением 330 кВ [35]. Таким образом, представляется очевидным, что воздействие ЛЭП на рост и развитие сельскохозяйственных растений проявляет высокую видоспецифичность.

Дополнительным подтверждением этому явились данные продуктивности и урожайности фасоли овощной в стадии технической спелости (табл.3).

По признаку "число бобов с растения" существенных различий с контрольным вариантом не отмечено.

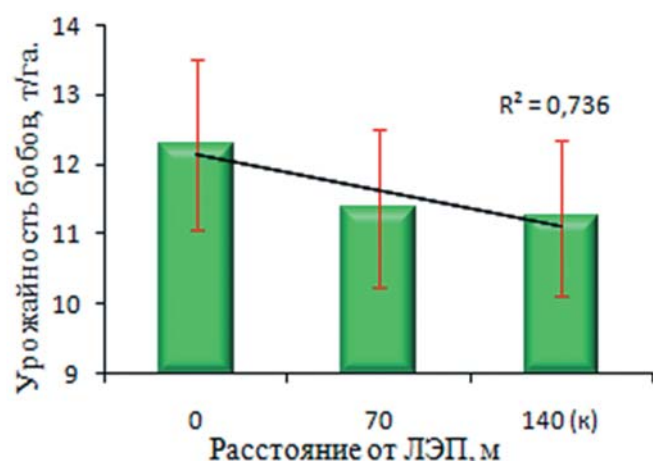


Рис. 5. Влияние интенсивности ЭМП ЛЭП на среднюю урожайность сортов фасоли овощной
Fig. 5. HVEPTL effect on mean green bean yield

Доля влияния анализируемых факторов (ЭМП и сорт) на изменчивость данного признака было незначительным ($ДВ < 10\%$), и в большей степени определялось их взаимодействием ($ДВ = 22\%$). Большим числом бобов на растении характеризуется сорт МБЗ 556, который сформировал 12-13 бобов на растении и в меньшей степени реагировал на интенсивность ЭМП ЛЭП, как и сорт Сакфит.

Отмечена положительная тенденция по признаку длина боба в условиях возрастания интенсивности ЭМП ЛЭП. Все сорта вблизи ЛЭП имели наибольшее значение показателя длины боба, отклонения от контроля были достоверны ($F_{\text{факт.6,8}} > F_{\text{теор.5,1}}$) и составили в этом варианте от 4% (Сакфит) до 13% (МБЗ 556). Изменение линейных размеров зеленых бобов привело к увеличению выхода товарной овощной продукции (рис.5).

В опыте получена урожайность по вариантам от 9 до 14 т/га (табл.3). При этом положительный эффект наиболее выражен у среднеранних сортов Сакфит и Пагода, повышение продуктивности растений, соответственно, составило 3,8 г (10%) и 19,9 г (50%), а урожайность зеленых бобов под ЛЭП была выше на 10% и 25% относительно контроля. У раннеспелого сорта Аришка и среднеспелого сорта МБЗ 556 достоверных различий с контролем по этим признакам не отмечено.

3.2 Сухое вещество

В результате исследования влияния ЛЭП на накопление сухого вещества в листьях и зеленых бобах фасоли овощной в технической спелости отмечен более слабый эффект воздействия ЭМП (табл.4):

При этом отмечено, что степень варьирования данного признака между сортами была низкой, но увеличивалась при удалении от ЛЭП с $C_v = 3\%$ до $C_v = 8\%$ – у листьев и с $C_v = 7\%$ до $C_v = 9\%$ – у бобов. Среди всех сортов наиболее отзывчивым по данному признаку был

Таблица 4. Влияние интенсивности электромагнитного поля ЛЭП на содержание сухого вещества в листьях и бобах фасоли овощной
Table 4. HVEPTL effect on dry matter of leaves and beans

Сорт Cultivar	Расстояние от ЛЭП, м Distance from HVEPTL, m	Сухое вещество в листьях, % Leaves dry matter, %	Сухое вещество в зеленых бобах, % Beans dry matter, %
Аришка Arishka	140 (к)	27.5±1.2ad	13.4±1.2ac
	70	27.2±1.0acd	11.8±0.3b
	0	29.2±1.2ad	12.0±0.6ab
МБЗ 556 MBZ 556	140 (к)	24.2±1.1b	14.2±1.0c
	70	25.8±1.3ab	12,5±0,3a
	0	26.4±1.0ac	12,0±0,1b
Пагода Pagoda	140 (к)	26.6±1.1ac	10,4±0,5d
	70	27.7±1.3cd	9.7±0.1d
	0	27.8±1.3dc	9.4±0.5d
Сакфит Sakfit	140 (к)	21.5±1.0e	12.9±0.5ac
	70	21.6±1.1e	11.7±0.6abd
	0	27.0±0.6cd	10.9±0.6d

*Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $P < 0.05$ (values in columns with similar indexes do not differ according to Duncan test at $P < 0.05$)

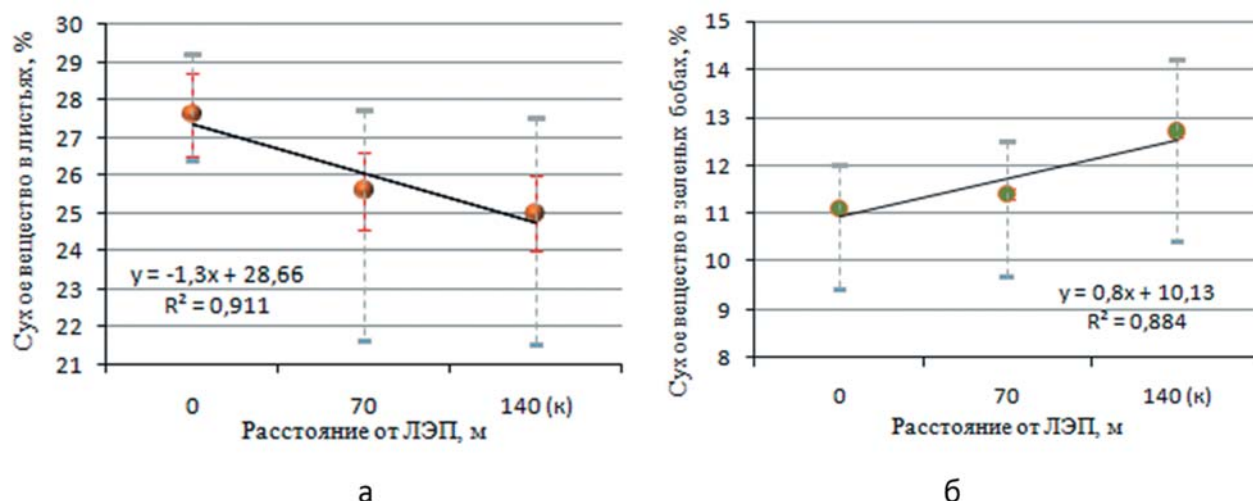


Рис. 6. Влияние интенсивности электромагнитного поля ЛЭП на среднее содержание сухого вещества в листьях (а) и бобах (б) фасоли овощной
Fig.6. HVEPTL effect on leaves (a) and beans (b) dry matter content

сорт Сакфит, у которого содержания сухого вещества в бобах снижалось на 23%, а в листьях увеличивалось на 26% относительно контроля. Среднее содержание сухого вещества по всем сортам варьировало от 25% (140 м) до 28% (под ЛЭП) в листьях и от 11% (под ЛЭП) до 13% (140 м) в бобах (рис.6).

3.3 Фотосинтетические пигменты

Анализ содержания фотосинтетических пигментов в зеленых листьях выявил сходную реакцию различных сортов фасоли овощной на электромагнитное воздействие ЛЭП (табл.5).

Полученные результаты указывают на положительное влияние интенсивности ЭМП ЛЭП на содержание хлорофилла а в листьях ($r=0,64$; при $P<0,05$), что находится в хорошем соответствии с данными для масличной пальмы (*Elaeis guineensis* Jacq.) [36]. Отклонение от контроля в накоплении хлорофилла листьями фасоли составило от 3% до 46% при 70 м и от 15% до 65% под линией электропередач. Менее отзывчивым оказался сорт Аришка, а максимальный эффект отмечен у сорта Сакфит. Оценка соотношения хлорофиллов а/б в листьях выявила сходную закономерность, хотя по накоплению хлорофилла b отмечена несколько другая

Таблица 5. Влияние интенсивности электромагнитного поля ЛЭП на содержание фотосинтетических пигментов в листьях фасоли овощной в фазу технической спелости, мг/г сырой массы
Table 5. HVEPTL effect on photosynthetic pigments accumulation at the stage of beans technical ripening

Сорт Cultivar	Расстояние от ЛЭП, м Distance from HVEPTL, m	Хлорофилл а Chlorophyll a	Хлорофилл b Chlorophyll b	Хлорофилл а/б Chlorophyll a/b	Каротин Carotene
Аришка Arishka	140(к)	1.26±0.10ae	0.62±0.03a	2.03	0.29±0.01a
	70	1.30±0.07a	0.81±0.05bc	1.60	0.10±0.01b
	0	1.45±0.05b	0.66±0.04ac	2.20	0.17±0.05c
МБЗ 556 MBZ 556	140(к)	1.47±0.03b	0.90±0.06b	1.63	0.27±0.02a
	70	1.65±0.09c	1.53±0.10d	1.08	0.16±0.01c
	0	1.91±0.05d	1.15±0.10e	1.66	0.32±0.03a
Пагода Pagoda	140(к)	1.19±0.02e	1.09±0.09e	1.09	0.33±0.04a
	70	1.42±0.02b	1.28±0.10e	1.11	0.15±0.06c
	0	1.48±0.06b	1.08±0.05e	1.37	0.21±0.05d
Сакфит Sakfit	140(к)	0.89±0.08f	0.50±0.04f	1.78	0.27±0.02d
	70	1.30±0.10ae	0.73±0.05c	1,78	0.23±0.07d
	0	1.47±0.10b	0.76±0.07c	1.93	0.31±0.09a

*Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $P<0.05$ (values in columns with similar indexes do not differ according to Duncan test at $P<0.05$)

Таблица 6. Корреляционные взаимосвязи между биохимическими показателями растений фасоли овощной
Table 6. Correlations between biochemical parameters of green beans

	Каротин Carotene	АК лист Leaves AA	АК боб Beans AA	СВ лист Leaves DM	СВ боб Beans DM	АОА лист Leaves AOA	РР лист Leaves TP
Хлорофилл а + b Chlorophyll a + b	-0.149	-0.471	0.228	0.367	-0.265	0.5894	0.343
Каротин Carotene	1	0.064	-0.309	-0.245	0.166	-0.031	-0.261
АК лист Leaves AA		1	-0.5494	-0.398	0.7371	-0.5554	-0.073
АК боб Beans AA			1	0.426	-0.295	0.133	0.497
СВ лист Leaves DM				1	-0.401	0.057	0.282
СВ боб Beans DM					1	-0.6642	0.449
АОА лист Leaves AOA						1	-0.339

Хл. а + b - сумма хлорофиллов а и b, АК лист - аскорбиновая кислота в листьях, АК боб - аскорбиновая кислота в бобах, СВ лист - сухое вещество в листьях, СВ боб - сухое вещество в бобах, АОА лист - общая антиоксидантная активность в листьях, РР лист - полифенолы в листьях. Chlorophyll; AA - ascorbic acid; DM - dry matter, TP - total phenolics; AOA - total antioxidant activity. 1) $P < 0,005$; 2) $P < 0,01$; 3) $P < 0,02$; 4) $P < 0,05$

специфичность: максимальные значения отмечены у растений, удаленных от ЛЭП на 70 м. То есть, воздействие ЭМП ЛЭП в целом положительно повлияло на развитие растений и эффективность работы листового аппарата фасоли овощной за счет наиболее высокого накопления фотосинтетических пигментов в листьях растений, растущих вблизи ЛЭП.

Особый интерес представляют данные накопления каротина листьями фасоли. По накоплению каротина в листьях образцы разделились на две группы. При высокой интенсивности ЭМП ЛЭП у спаржевых сортов Аришка и Пагода содержание каротина в листьях было на 36-41% ниже, чем в контрольном варианте (140 м). Универсальные сорта МБЗ 556 и Сакфит проявили положительную реакцию и накапливали каротина под влиянием ЭМП ЛЭП на 16-19% больше относительно контроля. Однако при среднем уровне интенсивности излучения на расстоянии 70 м от ЛЭП, у всех сортов отмечено снижение этого показателя на 15-65% в сравнении с контрольным вариантом. Более того, прямая корреляция между содержанием хлорофилла а+b и каротина в листьях фасоли отсутствовала ($r = -0,149$, $P > 0,05$; табл.6) в отличие от литературных данных о прямой взаимосвязи между этими показателями для большинства культур [37].

Принимая во внимание известный факт, что каротин синтезируется в растениях из хлорофилла, следует предположить, что воздействие электромагнитного поля ЛЭП в определенном диапазоне интенсивности оказывает существенное влияние на биосинтез каротина. Дополнительным подтверждением данного явления служит работа Мичуриной, 2005 [38] где описывается снижение уровня каротина в листьях пшеницы непосредственно под ЛЭП. Ограниченность данных по этому вопросу предполагает необходимость проведения расширенного исследования влияния электромагнитного поля ЛЭП на накопление фотосинтетических пигментов различными овощными культурами для установления общих закономерностей.

3.4 Антиоксиданты

3.4.1 Полифенолы и общая антиоксидантная активность

Изменения в содержании полифенолов и уровне общей антиоксидантной активности (АОА) в листьях фасоли оказались незначительными, что позволяет говорить лишь о тенденции к постепенному возрастанию этих показателей по мере приближения к ЛЭП (табл.7).

Уровень общей антиоксидантной активности по изученным сортам был в пределах 28-41 мг-экв ГК/г сухой массы. Интересно отметить, что при использовании экстракции материала 70% спиртом, уровень антиоксидантной активности в листьях был непосредственно связан с содержанием хлорофилла ($r = +0,589$, $P < 0,05$, табл.6). Более того, наблюдалась отрицательная взаимосвязь между АОА листьев и содержанием сухого вещества в бобах ($r = -0,664$; $P < 0,01$).

Данные табл. 6 свидетельствуют о высокой стабильности накопления полифенолов спаржевой фасолью. Действительно, среди исследованных сортов достоверные различия между вариантами с разным уровнем воздействия электромагнитного поля наблюдались только у сорта Пагода. Тем не менее, усредненные показатели для 4 исследованных сортов фасоли свидетельствуют о существовании слабого положительного влияния ЛЭП как на накопление полифенолов в листьях фасоли, так и на уровень общей антиоксидантной активности (рис.7).

При этом отмечена разная степень варьирования показателей при разном уровне воздействия ЭМП ЛЭП. Интервал варьирования признака содержание АОА при отметке 140 м от ЛЭП был выше, чем на участке под ЛЭП (0 м). А у накопления РР максимальный диапазон изменчивости был при 70 м от ЛЭП. Высокая интенсивность излучения ЭМП ЛЭП способствует снижению диапазона варьирования данных параметров под ЛЭП.

С другой стороны, следует отметить, что в условиях воздействия электромагнитного поля ЛЭП нами не

Таблица 7. Влияние интенсивности электромагнитного поля ЛЭП на содержание антиоксидантов и полифенолов в листьях фасоли овощной
 Table 7. Influence of HVEPTL on the accumulation of antioxidants and polyphenols in the leaves of vegetable beans

Сорт Cultivar	Расстояние от ЛЭП, м Distance from HVEPTL, m	АОА, мг ГКЭ/г с.м. AOA, mg GAE/ g d.w.	Полифенолы, мг ГКЭ/г с.м. Phenolics, mg GAE/ g d.w.
Аришка Arishka	140(к)	28.3±1.5bc	20.2±1.2a
	70	31.9±1.0b	19.5±0.9a
	0	32.6±2.1ab	19.7±1.1a
МБЗ 556 MBS 556	140(к)	35.5±1.9a	19.2±1.0a
	70	36.0±1.5a	20.8±1.5a
	0	37.2±2.0a	20.0±0.9a
Пагода Pagoda	140(к)	37.2±3.0a	16.3±1.2b
	70	39.3±1.4b	17.9±1.0b
	0	41.2±2.2bc	19.1±1.0a
Сакфит Sakfit	140(к)	33.6±1.9ab	18.1±1.2ab
	70	34.6±1.8a	18.1±0.8ab
	0	34.1±1.5a	19.2±1.9a

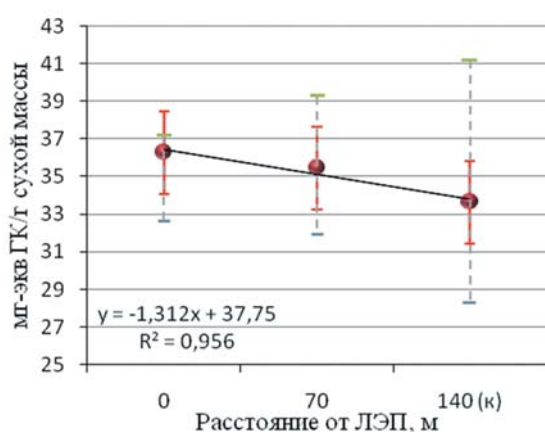
*Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $P < 0.05$ (values in columns with similar indexes do not differ according to Duncan test at $P < 0.05$)

наблюдалась прямая корреляция между общей антиоксидантной активностью и содержанием полифенолов ($r = -0,339$; $P > 0,05$; табл.6) в отличие от большинства известных сельскохозяйственных культур, для которых такая взаимосвязь описывается прямой корреляцией [39]. Очевидно, что вопрос влияния электромагнитного поля ЛЭП на общий антиоксидантный статус растений и содержание полифенолов требует дополнительного исследования.

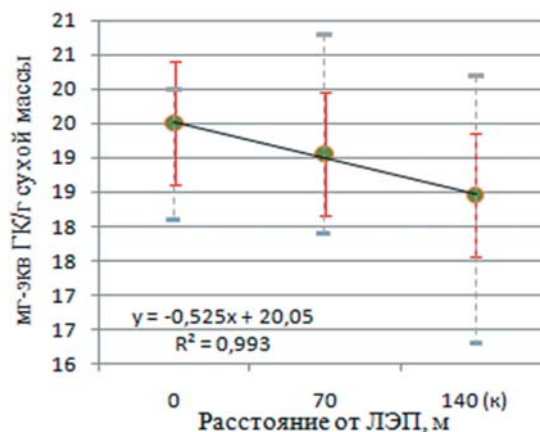
3.4.2 Аскорбиновая кислота

По данным Е.А. Новичковой с соавторами [21], ЭМП ЛЭП (110 кВ) выступает в качестве стрессового агента и его воздействие проявляется в снижении систем антиоксидантной защиты, а также уровня аскорбиновой кислоты в листьях озимой пшеницы вблизи ЛЭП и на расстоянии 75 м. Результаты настоящего исследования показали, что содержание аскорбиновой кислоты у сортов фасоли овощной в листьях варьировало от 50 мг до 77,5 мг на 100 г сырой массы (табл.8).

При этом наблюдалось достоверное возрастание этого показателя в листьях по мере удаления от ЛЭП и, напротив, снижение уровня накопления аскорбиновой кислоты в бобах. Тесная взаимосвязь между этими показателями подтверждается достоверным отрицательным коэффициентом корреляции ($r = -0,549$; $P < 0,05$; табл.6) Изменчивость признака в пределах каждого варианта была не высокой ($C_v < 10\%$), а максимальное содержание аскорбиновой кислоты в листьях в данном опыте было в контрольном варианте. Средний процент отклонения от контроля составил: – 9,9% – в варианте 70 м и – 17,5% – под ЛЭП, при этом наибольший эффект влияния ЭМП ЛЭП отмечен у сорта Пагода (-25,4%). Можно предположить, что в условиях мощного электромагнитного поля происходит интенсификация процесса оттока аскорбиновой кислоты от листьев к бобам. Следует отметить, что уровень накопления аскорбиновой кислоты в листьях растений был тем больше, чем больше сухого вещества было зафиксировано в бобах ($r = +0,737$; $P < 0,005$;



а



б

Рис. 7. Влияние интенсивности электромагнитного поля ЛЭП на общую антиоксидантную активность (а) и содержание полифенолов (б) в листьях фасоли овощной
 Fig.7. HVEPTL effect on AOA and phenolics content in bean leaves

Таблица 8. Влияние интенсивности электромагнитного поля ЛЭП на содержание аскорбиновой кислоты в листьях и бобах фасоли овощной

Table 8. HVEPTL effect on leaves and beans ascorbic acid accumulation

Сорт Cultivar	Расстояние от ЛЭП, м Distance from HVEPTL, m	Листья, мг/100 г сырой массы Leaves, mg/100 g f.w.	Зеленые бобы, мг/100 г сырой массы Green beans, mg/100 g f.w.
Аришка Arishka	140	69.3±4.2ab	12.2±0.7a
	70	69.3±3.5ab	14.1±0.9bc
	0	65.8±1.5ac	15.8±1.0c
МБЗ 556 MBZ 556	140	74.2±4.8be	12.3±0.8a
	70	65.3±5.3abcf	13.5±1.0ab
	0	62.2±2.5cf	14.8±0.4c
Пагода Pagoda	140	67.0±2.9ab	10.8±0.5d
	70	63.9±4.5ac	13.5±1.0ab
	0	50.0±3.2d	15.3±0.5c
Сакфит Sakfit	140	77.5±3.9e	12.9±0.6abd
	70	61.0±3.2cf	13.0±1.1ab
	0	59.6±4.0f	15.6±0.8c

*Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $P < 0.05$ (values in columns with similar indexes do not differ according to Duncan test at $P < 0.05$)

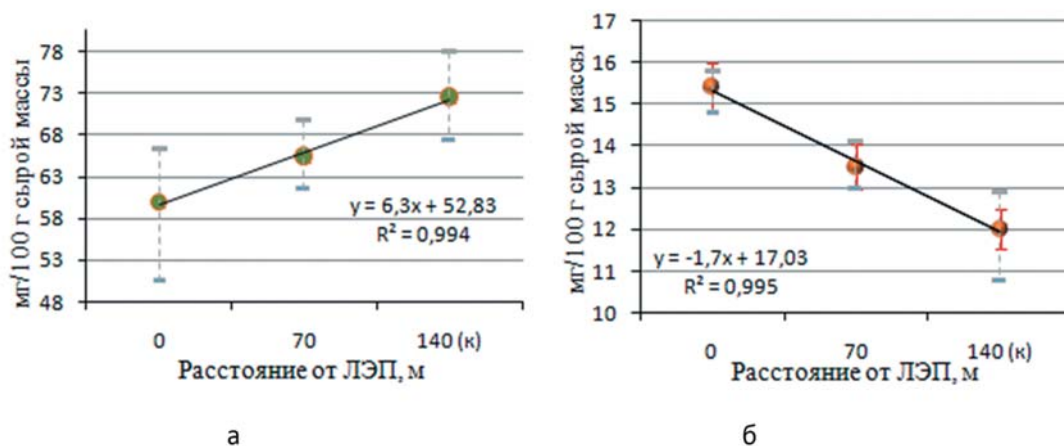


Рис. 8. Влияние интенсивности электромагнитного поля ЛЭП на среднее содержание аскорбиновой кислоты в листьях (а) и бобах (б) фасоли овощной
Figure 8. HVEPTL effect on leaves and green beans ascorbic acid

табл. 6). То есть, между накоплением аскорбиновой кислоты в листьях и интенсивностью ЭМП ЛЭП проявилась тесная отрицательная зависимость ($r = -0.750$; $P < 0.05$), в то время как накопление аскорбиновой кислоты в бобах имело противоположную закономерность и увеличивалось при увеличении интенсивности ЭМП ЛЭП ($r = +0.930$; $P < 0.05$) (рис. 8).

В целом содержание аскорбиновой кислоты в зеленых бобах варьировало от 10 мг/100 г (Пагода) до 15 мг/100 г (Аришка). Отклонение по отношению к контролю составило в среднем по сортам: от 12,2% при 70 м до 27,6% под ЛЭП. Изменчивость признака в пределах каждого варианта была невысокой ($C_v < 10\%$).

Безопасность работы под ЛЭП

Следует отметить, что для человека, работающего в таких условиях, установленная величина электрического поля в нашем исследовании – 440 В/м, считается безопасной, так как предельно допустимый уровень напряженности электрической составляющей токов промышленной частоты 50 Гц в России составляет от 500 В/м. Хотя, согласно международным стандартам IARC/IRPA предельно допустимый уровень (ПДУ) электрического поля равен 87 В/м. В России установлен не самый высокий показатель ПДУ электрического поля, так в США он равен 614 В/м, а в Германии – 1500 В/м

[40]. Наиболее опасным для здоровья человека считается магнитное поле. На основании массовых эпидемиологических обследований населения, находящихся в условиях облучения магнитными полями ЛЭП, как безопасный или "нормальный" уровень для условий продолжительного облучения, независимо друг от друга шведскими и американскими специалистами рекомендована величина плотности потока магнитной индукции 0,2-0,3 мкТл. Тогда как в России это величина начинается от 5 мкТл. По данным наших измерений величина магнитного поля под ЛЭП напряженностью 220 кВ равна 0,53 мкТл, т.е. по российским нормативам показатели ЭМП находятся в пределах допустимых значений, что свидетельствует о возможности возделывания фасоли овощной и работы человека в таких условиях.

Заключение

Таким образом, выявленное положительное действие ЭМП ЛЭП на рост, продуктивность и качество фасоли овощной представляется значимым и открывает новые возможности эффективного использования территорий, занятых ЛЭП. Выявленные аномалии в накоплении фотосинтетических пигментов и антиоксидантов в условиях воздействия ЛЭП требуют дальнейших исследований.

Об авторах:

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

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

Ульяна Дмитриевна Плотинова – лаборант-исследователь, uliyagulya3@gmail.com

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

Александр Александрович Антошкин – старший научный сотрудник, кандидат с.-х. наук, aa_antoshkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3534-2727>

About the authors:

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

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

Ulyana D. Plotnikova – Researcher-assistant Laboratory Analytical Department, uliyagulya3@gmail.com

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

Alexander A. Antoshkin – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, aa_antoshkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3534-2727>

• Литература / References

1. Кудряшов, Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения. Учебник для вузов. М.: ФИЗМАТ ЛИТ. 2008. 184 с. [Kudryashov, Y.B., Petrov Y.F., Rubin A.B. Radiation biophysics: radio frequency and microwave electromagnetic radiation. *Textbook for universities*. M.: FIZMAT LIT. 2008. 184. (In Russ.)]
2. Сподобаев, Ю.М. Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии. М.: Радио и связь. 2000. 240 с. [Spodobaev, Y.M., Kubanov V.P. Fundamentals of electromagnetic ecology. M.: Radio and communication. 2000. 240. (In Russ.)]
3. Nyakane N.E., Markus E.D., Sedibe M.M. The effects of magnetic fields on plants growth: A Comprehensive Review. *International Journal of food engineering*. 2019;5(1):79-87. DOI: 10.18178/ijfe.5.1.79-87.
4. Фокин, А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология. М.: Дрофа. 2005. 367 с. [Fokin, A.D., Lurie A.A., Torshin S.P. Agricultural radiology. M.: Drofa. 2005. 367 p. (In Russ.)]
5. Pietruszewski S., Wojcik S. Effect of magnetic field on yield and chemical composition of sugar beet roots. *International Agrophysics*. 2000;(14):89-92.
6. Rochalska M. Influence of frequent magnetic field on chlorophyll content in leaves of sugar beet plants. *Nukleonika*. 2005;(50):25-28.
7. Pietruszewski S., Martinez E. Magnetic field as a method of improving the quality of sowing material: a review. *International Agrophysics*. 2015;(29):377-389. DOI: 10.1515/intag-2015-0044.
8. Florez M., Carbonell M.V., Martinez E. Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: effects on germination and early growth. *Environmental and experimental botany*. 2007;(59):68-75. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2005.10.006.
9. Martinez E., Carbonell M.V., Florez H., Amaya J.M., Makoeda R. Germination of tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* L.) under magnetic fields. *International Agrophysics*. 2009;(23):44-50.
10. Zepeda-Bautista R., Hernandez-Aguilar C., Suazo-Lopez F., Dominguez-Pacheco A.F., Virgen-Vargas J., Perez-Reyes C., Peon-Escalante I. Electromagnetic field in corn grain production and health. *African journal of biotechnology*. 2014;13(1):76-83. DOI: 10.5897/AJB2013.13245.
11. Пивоваров В.Ф., Добруцкая Е.Г., Солдатенко А.В., Ушакова О.В., Сапрыкин А.Е., Кривенков Л.В. Метод снижения содержания радионуклидов и тяжелых металлов в растениеводческой продукции путем предпосевной обработки семян. Патент на изобретение RU № 2412576 C2. 2011. 6 с. [Pivovarov V.F., Dobrutskaia E.G., Soldatenko A.V., Ushakova O.V., Saprykin A.E., Krivenkov L.V. Method to reduce content of radionuclides and heavy metals in plant produce by means of pre-sowing treatment of seeds. *Patent for invention RU No. 2412576 C2*. 2011; 6. (In Russ.)]
12. Soja G., Kunsch B., Gerzabek M., Reichenauer T., Soja A.-M., Rippa G., Bolhar Nordenkamp H.R. Growth and yield of winter wheat (*Triticum aestivum*) and corn (*Zea mays*) near a high voltage transmission line. *Bioelectromagnetics*. 2003;(24):91-102. DOI: 10.1002/bem.10069.
13. Dardeniz A., Tayyar S., Yalcin S. Influence of low - frequency electromagnetic field on the vegetative growth of grape CV. USLU. *Central European Agriculture Journal*. 2006;(7):389-396.
14. Demir Z. Proximity effects of high voltage electric power transmission lines on ornamental plant growth. *African Journal Biotechnology*. 2010;(9):6486-6491. DOI: 10.5897/AJB10.124.
15. Pandey S.K., Singh H., Hasan G.T. A simple cost - effective method for leaf area estimation. *Journal of Botany*. 2011;(17):1-6. DOI: 10.1155/2011/658240.
16. Bhattacharya R., Barman P. Application of magnetic field on the early growth of Cicer arietinum seeds. *International journal of physics*. 2011;(4):1-9.
17. Meliha M., Gemici H.D., Gemici, Y. Effects of electromagnetic fields produced by high voltage transmission on physiology of *Juglans regia* L. and *Cerasus avium* L. *Journal of faculty of agriculture*. 2013;50(2):129-135.
18. Majd A., Arbaban S., Dorrani D., Hashemi M. Study of effects of electromagnetic fields on seeds germination, seedlings ontogeny, changes in protein content and catalase enzyme in *Valeriana officinalis* L. *Advances in Environmental Biology*. 2013;(9):2235-2240.
19. Bhattacharya R., Barman P. 132 KV high voltage power transmission line and stress on brassica juncea. *International journal of electronics and communication technology*. 2013;4 (1):140-142.
20. Barman P., Bhattacharya R. Impact of 400 KV high tension line on *Saccharum officinarum* (sugarcane), A preliminary observation. *International journal of innovative research in science and technology*. 2014;3(2):296-299.
21. Новичкова, Е.А. Подковкин, В.Г., Маслов М.Ю. Некоторые аспекты вегетации озимой пшеницы в зоне действия электромагнитного поля в условиях Самарской области *Вестник СамГУ, Естественная наука серия*. 2010;2(76):203-215. [Novichkova, E.A. Podkovkin, V.G., Maslov M.Y. Some aspects of winter wheat vegetation in the area of electromagnetic field action in the Samara region. *Bulletin of SamSU, Natural Science Series*. 2010;2(76):203-215. (In Russ.)]
22. Broughton W.J., Hernandez G., Blair M., Beebe S., Gepts P., Vanderleyden J. Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil*. 2003;(252):55-128. DOI: 10.1023/A:1024146710611.
23. Антошкин А.А., Мирошникова М.П., Пронина Е.П., Гончаров С.В. Агротехника и семеноводство фасоли овощной. Селекция и семеноводство овощных культур. 2009;(43):35-38. [Antoshkin A.A., Miroshnikova M.P., Pronina E.P., Goncharov S.V. Specifics of agricultural technology of green bean. *Vegetables breeding and seed production*. 2009;(43):35-38. (In Russ.)]
24. Kiatgamjorn P., Tarateeraseth V., Khanngern W., Nitta S. The effect of electric field intensity on bean sprout growing. Conference: Environmental electromagnetics. *Proceedings. Asia-Pacific Conference on. December*. 2003;461-467. DOI: 10.1109/CEEM.2003.1282264.
25. Odhiambo O.J., Ndiritu G.F., Wagara N.I. The influence of AC electromagnetic fields on the initial radicle growth rate of *Phaseolus vulgaris* L. *Journal of applied biosciences*. 2009;(22):1350-1358.
26. Podlesna A., Bojarszczuk J., Podlesny J. Effect of pre-sowing magnetic field treatment on some biochemical and physiological processes in faba bean (*Vicia faba* L. spp. Minor). *Journal of plant growth regulation*. 2019;(38):153-1160. DOI: 10.1007/s00344-019-09920-1.
27. Vian A., Davies E., Gendraud M., Bonnet P. Plant responses to high frequency electromagnetic fields. *BioMed Research International, Hindawi Publishing Corporation*. 2016;1-14. DOI: 10.1155/2016/1830262.
28. Schmiedchen K., Petri A., Driessen S., Bailey W. Systematic review of biological effects of exposure to static electric fields. Part II: Invertebrates and plants. *Environmental Research*. 2018;(160):60-76. DOI: 10.1016/j.envres.2017.09.013.
29. Методические указания по селекции и первичному семеноводству овощных бобовых культур. М.: ВНИИССОК; ред. Е.В. Мамаева. 1985. 60 с. [Guidelines for selection and primary seed production of vegetable legumes. M.: VNISSOK; ed. E.V. Mamaev. 1985. 60 p. (In Russ.)]
30. Белик, В.Ф., В.Ф. Рубин, Д.Е. Лукьяненко. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве. М.: НИИОХ. 1979. 210 с. [Belik, V.F., Rubin V.F., Lukyanenko D.E. The method of field experiment in vegetable growing and melon growing. M.: NIIOH. 1979; 210 p. (In Russ.)]
31. Lichtenthaler, H.K. Chlorophylls and Carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in enzymology*. 1987;(148):350-382.
32. Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надежкин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. М.: ИИОПА-М. 2020. 181 с. DOI: 10.12737/1045420. [Golubkina N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V. Antoshkina M.S., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V. Antioxidants of plants and methods of their definition. M.: INFRAM. 2020. 181 p. (In Russ.)]
33. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с. [Dospikhov, B.A. Field experiment technique. M.: Agropromizdat. 1985. 351 p. (In Russ.)]
34. Barman P., Bhattacharya R. Survey on the potential impact of high voltage transmission lines on the growth characteristics of plants. *International journal of environmental sciences*. 2015;6(2):219-224. DOI: 10.6088/ijes.6024.
35. Домаш В.И., Канделинская О.Л., Иванов О.А., Грищенко Е.Р., Шарпио Т.П., Забрейко С.А. Роль системы протеолиза и лектинов в механизмах адаптации культурных и дикорастущих растений к действию электромагнитного излучения ЛЭП. Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды. *Годичное собрание Общества физиологов растений России*. 2018;(II):1052-1054. DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-1052-1054. [Domash V.I., Kandelinskaya O.L., Ivanov O.A., Grischenko E.R., Sharpio T.P., Zabreiko S.A. The role of the proteolysis system and lectins in the mechanisms of adaptation of cultivated and wild-growing plants to the action of electromagnetic radiation from power lines. Mechanisms of resistance of plants and microorganisms to unfavorable environmental conditions. *Annual meeting of the Society of Plant Physiologists of Russia*. 2018;(II):1052-1054. DOI: 10.31255 / 978-5-94797-319-8-1052-1054. (In Russ.)]
36. Mahmood M., Bee O.B., Mohamed M.T., Subramaniam S. Effects of electromagnetic field on the nitrogen, protein and chlorophyll content and peroxidase enzyme activity in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2012;25(6). DOI: 10.9755/ejfa.v25i6.15583.
37. Темичев А.В., Голубкина Н.А., Старцев В.И. Биохимическая характеристика восточно-азиатских видов капусты. Гавриш. 2004;(2):14-18. [Temichev A.V., Golubkina N.A., Startsev V.I. Biochemical characteristics of East-Asian species of Brassica L. Gavrih. 2004;(2):14-18. (In Russ.)]
38. Мичурина Н.Ю. Эколого-биохимический анализ изменчивости озимой пшеницы в зоне влияния линий электропередачи в условиях Среднего Поволжья. Автореферат дис...канд. с.-х. наук. 03.00.16 и 03.00.04. 2005. 18 п. [Michurina N.Y. Ecological and biochemical analysis of winter wheat variability in the zone of influence of power transmission lines in the conditions of the Srednego Povolzhya. Abstract of the thesis diss. agr. sci. 03.00.16 and 03.00.04. 2005. 18 p. (In Russ.)]
39. Golubkina N.A., Kharchenko V.A., Moldovan A.I., Koshevarov A.A., Zamana S., Nadezhkin S., Soldatenko A., Sekara A., Tallarita A., Caruso G. Yield, growth, quality, biochemical characteristics and elemental composition of plant parts of celery leafy, stalk and root types grown in the northern hemisphere. *Plants*. 2020;(9):484; DOI:10.3390/plants9040484.
40. <http://hdl.handle.net/11701/2237>.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-62-66>
УДК 635.751:581.48:631.524

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

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) 140153, Россия, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500

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

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Бухаров А.Ф., Харченко В.А., Еремина Н.А. Вариабельность морфологических параметров семян в популяциях кориандра. *Овощи России*. 2021;(2):62-66. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-62-66>

Поступила в редакцию: 17.02.2021

Принята к печати: 01.04.2021

Опубликована: 25.04.2021

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

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center 500, Vereya, Ramensky district, Moscow region, Russia

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

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

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

For citations: Bukharov A.F., Kharchenko V.A., Eremina N.A. Variability of morphological parameters of seeds in coriander populations. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):62-66. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-62-66>

Received: 17.02.2021

Accepted for publication: 01.04.2021

Accepted: 25.04.2021

Вариабельность морфологических параметров семян в популяциях кориандра



Резюме

Актуальность. У некоторых зонтичных культур соотношения параметров семени и прежде всего относительная длина зародыша могут оказывать существенное влияние на способность семян к прорастанию, особенно в экстремальных условиях, исследования в этом направлении представляют большой практический интерес.

Материал исследований. Изучено 10 образцов кориандра, у которых выявлены существенные различия по степени выраженности основных морфологических параметров, в том числе длине семени, эндосперма и зародыша.

Результаты. Гибрид 5/19 и сорт Стимул селекции ФНЦО существенно превышали среднее значение популяции по длине семени при 1%, а образец местной популяции из Азербайджана имел наименьший показатель при 5% уровне значимости. По длине эндосперма гибрид 5/19 (ФНЦО), сорт Стимул и образец местной популяции Египта превышали уровень показателя в среднем по опыту. По длине зародыша сорт Нектар, гибрид 5/19 (ФНЦО) и образцы из Египта и Азербайджана находились на уровне среднего значения по опыту. Наиболее крупным зародышем ($1,063 \pm 0,04$) отличался сорт Коммандер. Четыре образца существенно превышали, а гибрид 11/19 (ФНЦО) уступал среднему значению. В зависимости от сорта коэффициент вариации показателей изменялся для длины зародыша (13,9-19,1%), длины эндосперма (16,4-20,4 %) и длины семени (15,7-22,1%). Максимальное значение (0,377) индекса $I_{3/3}$, характеризующего отношение размер зародыша и эндосперма, отмечено у сорта Коммандер. Тесная корреляционная связь выявлена между длиной семени и длиной эндосперма, коэффициент корреляции изменялся от $r=0,640$ у сорта Стимул до $r=0,981$ у образца местной популяции Египта. Слабая или средняя корреляционная зависимость отмечена между длиной зародыша с одной стороны и длиной эндосперма (0,026-0,393) и семени (от -0,132 до 0,424) с другой. Для индекса $I_{3/3}$, характеризующего отношение размер эндосперма и семени, пределы (0,893-0,988) значения показателя оказались значительно выше, достигая максимума (0,988) у образца из Египта.

Ключевые слова: кориандр, сорта, семеноводство, морфометрические параметры семян, семя, эндосперм, зародыш

Variability of morphological parameters of seeds in coriander populations

Abstract

Relevance and methods. In some *Umbelliferae* crops, the ratio of the parameters of the seed (the relative length of the embryo) has a significant effect on the ability of seeds to germinate. We studied 10 coriander samples, which showed significant differences in the degree of severity of the main morphological parameters, including the length of the seed, endosperm and embryo.

Results. The indicators of the hybrid 5/19 and the variety Stimul significantly exceeded the average value of the population in the length of the seed at 1%, and the sample of the local population from Azerbaijan had the lowest indicator at the 5% level of significance. The endosperm length of the hybrid 5/19, the variety Stimul and the sample of the local population of Egypt exceeded the level of the indicator on average in the experiment. According to the length of the embryo, the Nectar variety, hybrid 5/19 and samples from Egypt and Azerbaijan were at the level of the average value for the experiment. The largest embryo (1.063 ± 0.04) was distinguished by the Commander variety. Four samples significantly exceeded, and the hybrid 11/19 were lower than the average value. Depending on the variety, the coefficient of variation of indicators varied for the length of the embryo (13.9-19.1%), the length of the endosperm (16.4-20.4%) and the length of the seed (15.7-22.1%). The maximum value (0.377) of the $I_{3/3}$ index, which characterizes the ratio of the size of the embryo and endosperm, was observed in the Commander variety. A close correlation was found between the length of the seed and the length of the endosperm, the correlation coefficient varied from $r=0.640$ in the Stimul variety to $r=0.981$ in a sample of the local population of Egypt. A weak or medium correlation was observed between the length of the embryo on the one hand and the length of the endosperm (0.026-0.393) and the seed (0.090 – 0.132) on the other. For the $I_{3/3}$ index, which characterizes the ratio of endosperm size to seed size, the limits (0.893-0.988) of variability were significantly lower. The maximum index (0.988) was found in a sample from Egypt.

Keywords: coriander, varieties, seed production, morphometric parameters of seeds, seed, endosperm, germ

Введение

Для большинства овощных культур представителей семейства зонтичные (*Umbelliferae* Moris.) характерно явление недоразвития зародыша [1, 2, 3, 4]. Такое строение семени определяет его низкую долговечность, замедленное прорастание и склонность впадать в состояние покоя [5, 6, 7, 8].

Морфологические параметры семян подвержены значительной вариабельности под влиянием внешних и внутренних факторов [9]. На линейные размеры морфологических элементов семян овощных зонтичных культур значительное влияние оказывают экологические, погоднo-климатические, почвенные условия, обеспеченность элементами минерального питания, качество и своевременность выполнения агротехнических операций [10, 11].

Морфометрия разнокачественности семян овощных зонтичных культур в значительной степени обусловлена архитектурой семенных растений, местоположением генеративных органов в пределах растения, зонтика, зонтичка и даже соплодия [12, 13]. В большинстве работ влияние места формирования зонтика на посевные качества было изучено у моркови [14-16].

Явление гетероморфизма – наличие семян на одном растении, различающихся по размерам, массе, окраске, морфологии, анатомии, характеру прорастания и другим признакам, широко распространено у представителей семейства зонтичные (*Umbelliferae* Moris.) [17-19].

В пределах отдельных особей и популяции широко распространена изменчивость семян по комплексу признаков, в том числе и посевным качествам [20-22].

Параметры морфологических элементов плодов овощных зонтичных культур зависят от степени зрелости в момент уборки, а также воздействия физико-механических факторов в процессе выполнения технологических операций в процессе дозаривания, сушки, сортировки семян. Все это в комплексе вызывает позднее и неравномерное появление всходов, особенно в неблагоприятных погодных условиях. Морфологические параметры семян оказывают влияние на кинетику прорастания семян овощных зонтичных культур при различных температурных режимах [23,24]. Исследования показали, что различные сорта укропа могут существенно отличаться по длине морфологических элементов плодов [7]. Выявлено, что вклад генетических (наследственных) факторов в изменчивость линейных параметров семян моркови может достигать 48-91%, в то время как экологические факторы обеспечивают не более 39% вариабельности этих показателей [25].

Таким образом, морфологические параметры внутреннего строения семян с одной стороны являются эволюционно (наследственно) закрепленными признаками, а с другой – подвержены адаптивной изменчивости под влиянием среды обитания. Учитывая, что у некоторых зонтичных культур соотношения этих параметров и прежде всего относительная длина зародыша могут оказывать существенное влияние на способность семян к прораста-



Семеноводство кориандра, сорт Стимул

нию, особенно в экстремальных условиях, исследования в этом направлении представляют большой практический интерес.

Поэтому, целью настоящей работы было изучение семян 10 различных образцов кориандра по основным линейным параметрам морфологических элементов.

Материал и методы

Объектом исследований служили семена 10 образцов кориандра: селекции ФНЦО, НИИСХ Крыма, Нидерландов, а также 4 образца местных популяций (Кипра, Египта, Узбекистана, Азербайджана). Измерение длины семени и эндосперма проводили с использованием штангенциркуля (ГОСТ 166-89). Длину зародыша определяли с использованием микроскопа Levenhuk 670T (Levenhuk, США) и видеоокуляра DCM 300 MD (MicroscopeDigital, Китай) при увеличении 440, с помощью программы ScopePhoto (Image Software V. 3.1.386). Для этого семена замачивали в 14% водном растворе гипохлорита натрия в течение 1 ч. После чего семена промывали в проточной воде и выкладывали на смоченную дистиллированной водой фильтровальную бумагу. Анализировали последовательно длину каждого семени, эндосперма и зародыша (выделяли путем разрезания семени). Повторность опыта четырехкратная, в каждой повторности не менее 20 семян.

Результаты исследований и обсуждение

При изучении 10 образцов кориандра выявлены существенные различия по степени выраженности основных морфологических параметров, в том числе длине семени, эндосперма и зародыша (табл. 1). В зависимости от сорта коэффициент вариации показателей изменялся для длины зародыша (13,9-19,1%), длины эндосперма (16,4-20,4%) и длины семени (15,7-22,1%). Наибольшей вариабельностью (22,1%) по длине семени отличался сорт Нектар (НИИСХ Крыма), а минимальная изменчивость (15,7%) отмечена у сорта Юбилар селекции ФНЦО. Наибольшую вариабельность длины эндосперма

Таблица 1. Сортовая специфика основных линейных параметров семян кориандра
Table 1. Varietal specifics of the main linear parameters of coriander seeds

Название и происхождение образца	Длина семени, мм		Длина эндосперма, мм		Длина зародыша, мм	
	ХСР \pm SX _{ср}	V, %	ХСР \pm SX _{ср}	V, %	ХСР \pm SX _{ср}	V, %
Стимул, ФНЦО	3,67 \pm 0,12**	17,9	3,32 \pm 0,11*	17,7	0,976 \pm 0,03*	15,2
Юбиляр, ФНЦО	3,20 \pm 0,09	15,7	2,96 \pm 0,11	19,5	0,972 \pm 0,03*	15,4
11/19, ФНЦО	3,33 \pm 0,11	18,4	3,08 \pm 0,10	18,5	0,866 \pm 0,03*	16,3
5/19, ФНЦО	3,83 \pm 0,14**	19,4	3,54 \pm 0,13**	20,4	0,911 \pm 0,03	17,2
Коммандер, Голландия	3,11 \pm 0,09	16,5	2,82 \pm 0,10*	19,3	1,063 \pm 0,04**	18,4
Нектар, НИИСХ Крыма	3,30 \pm 0,13	22,1	2,95 \pm 0,11	19,8	0,996 \pm 0,04	19,1
Местный, Кипр	3,23 \pm 0,11	18,8	3,00 \pm 0,10	17,8	0,956 \pm 0,03*	17,7
Местный, Узбекистан	3,21 \pm 0,10	16,9	2,95 \pm 0,09	16,6	0,959 \pm 0,02*	13,9
Местный, Египет	3,35 \pm 0,11	17,4	3,31 \pm 0,10*	16,4	0,917 \pm 0,03	16,3
Местный, Азербайджан	2,92 \pm 0,10*	19,3	2,76 \pm 0,09**	17,1	0,913 \pm 0,02	14,5

* различия со средним существенны при 5% уровне значимости
** различия со средним существенны при 1% уровне значимости



Соцветия кориандра. Сорты Юбиляр

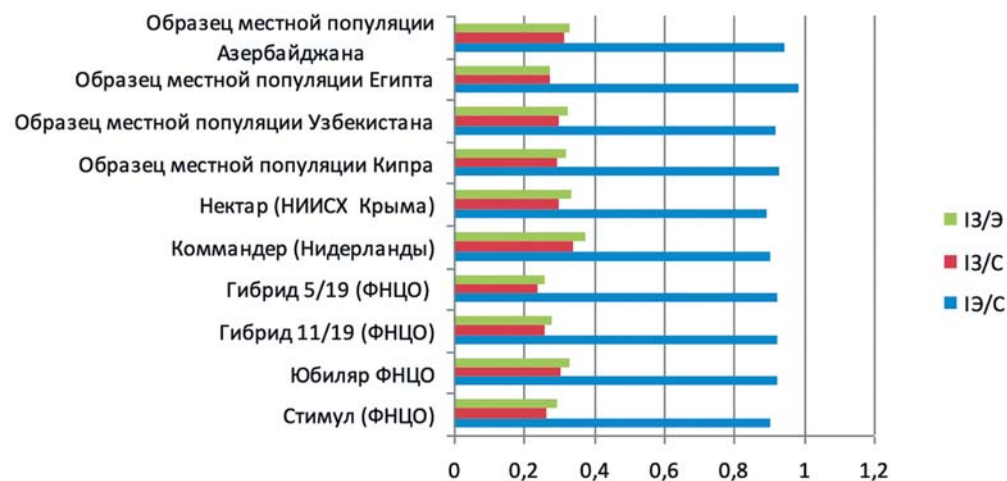


Рис. 1. Значение индексов I3/Э, I3/С и I3/С семян различных образцов кориандра
Fig. 1. The value of the indices I₃/E, I₃/S, I₃/S of seeds of various coriander samples

показал перспективный гибрид 11/19 селекции ФНЦО (20,4%), а образцы местных популяций Египта и Узбекистана минимальную – 16,4 и 16,6% соответственно. Гибрид 5/19 и сорт Стимул селекции ФНЦО существенно превышали среднее значение популяции по длине семени при 1%, а образец местной популяции из Азербайджана имел наименьший показатель при 5% уровне значимости.

По длине эндосперма гибрид 5/19 селекции ФНЦО превышал уровень показателя в среднем по

Таблица 2. Коэффициенты корреляции (r) основных параметров семян кориандра
Table 2. Correlation coefficients (r) of the main parameters of coriander seeds

Название и происхождение образца	Семя - эндосперм	Семя - зародыш	Эндосперм - зародыш
Стимул, ФНЦО	0,640	0,141	0,026
Юбиляр, ФНЦО	0,925	0,343	0,367
Гибрид 11/19, ФНЦО	0,930	0,157	0,113
Гибрид 5/19, ФНЦО	0,973	0,373	0,279
Командор, Нидерланды	0,679	0,067	0,176
Нектар, НИИСХ Крыма	0,823	0,090	0,060
Местный, Кипр	0,955	-0,132	0,038
Местный, Узбекистан	0,945	-0,024	0,123
Местный, Египет	0,981	0,424	0,393
Местный, Азербайджан	0,949	0,394	0,383

опыту при 1%, а сорт Стимул и образец из Египта при 5% уровне значимости. Пять сортов находились на уровне среднего по опыту и два образца существенно уступали.

По длине зародыша сорт Нектар, гибрид 5/19 (ФНЦО) и образцы из Египта и Азербайджана находились на уровне среднего значения по опыту. Наиболее крупным зародышем ($1,063 \pm 0,04$) отличался сорт Коммандер. Четыре образца существенно превышали, а гибрид 11/19 (ФНЦО) уступал среднему значению.

Следует отметить сорт Стимул, который стабильно превышал средний уровень по всем трем показателям.

Максимальное значение индекса $I_{3/Э}$, характеризующего отношение размер зародыша и эндосперма, отмечено у сорта Коммандер (0,377), что в 1,3 раза больше, чем у гибрида 11/19 (ФНЦО), имеющего минимальное значение (0,281) этого показателя (рис. 1). Для индекса $I_{э/с}$, характеризующего отношение размер эндосперма и семени, пределы (0,893-0,988) изменчивости оказались значительно меньше. Максимальный индекс (0,988) отмечен у образца из Египта.

Тесная корреляционная связь выявлена между длиной семени и длиной эндосперма, коэффициент корреляции изменялся от $r=0,640$ у сорта Стимул до $r=0,981$ у образца местной популяции Египта (табл. 2).

Слабая или средняя корреляционная зависимость отмечена между длиной зародыша и длиной эндосперма (0,026-0,393). Аналогичная тенденция отмечена для размеров зародыша и семени, максимальное значение коэффициента корреляции отмечено у образцов из Египта (0,424), Азербайджана (0,394) и сорта Юбиляр (0,343), а у образцов из Кипра и Узбекистана оно было отрицательным.

Заключение

У образцов кориандра выявлены существенные различия по степени проявления основных морфометрических параметров семян, в том числе длине семени, эндосперма и зародыша. Показано отсутствие высокой корреляционной зависимости между длиной зародыша с одной стороны и длиной эндосперма и длиной семени с другой. Все это в комплексе свидетельствует о возможности рассматривать их в качестве селекционно-значимых признаков. Наибольший интерес представляет сорт Стимул, который стабильно превышал средний уровень по всем трем показателям. Максимальное значение индекса $I_{3/Э}$, характеризующего отношение размер зародыша и эндосперма отмечено у сорта Коммандер.



Листья кориандра, сорт Юбиляр

Об авторах:

Александр Федорович Бухаров – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, <https://orcid.org/0000-0003-1910-5390>, afb56@mail.ru

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

Надежда Александровна Еремина – младший научный сотрудник

About the authors:

Aleksandr F. Bukharov – Doc. Sci. (Agriculture), Chief Researcher of the Department of Breeding and Seed Production, <https://orcid.org/0000-0003-1910-5390>, afb56@mail.ru

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

Nadezhda A. Eremina – Junior Researcher

• Литература

1. Грушвицкий И.В. Роль недоразвития зародыша в эволюции цветковых растений. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1961. 47 с.
2. Еременко Л.Л. Морфологические особенности овощных растений в связи с семенной продуктивностью. *Новосибирск: Наука*, 1975. 469 с.
3. Грушвицкий И.В., Агнаева Е.Я., Кузина Е.Ф. О разнокачественности зрелых семян моркови по величине зародыша. *Ботанический журнал*. 1963;48(10):1484-1489.
4. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Морфология разнокачественности семян овощных зонтичных культур, обусловленная местом формирования на материнском растении. *Овощи России*. 2012;(2):44-47.
5. Harper J.L. Population biology of plants. London, UK: Academic Press. 1977. 240 p.
6. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Биология формирования и прорастания семян укропа. *Овощи России*. 2012;(1):54-59.
7. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И. Морфометрия разнокачественности семян овощных зонтичных культур в процессе формирования и прорастания. *Вестник Алтайского ГАУ*. 2014;7(117):26-32.
8. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Долговечность семян овощных зонтичных культур и физиология их прорастания. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2013;11(109):022-025.
9. Строна И.Г. Общее семеноведение полевых культур. М.: Колос, 1966. 464 с.
10. Benec Arnold R.L., Fenner M., Edwards P.J. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. In: *uced by water stress during grain filling*. *New Phytologist*. 1991;118(2):339-347.
11. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И., Бухаров А.Р., Деревенских О.А. Морфометрические параметры семян коммерческих партий различных сортов укропа. *Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*. 2019;(2):145-149.
12. Pereira R.S., Nascimento W.M., Vieira J.V. Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. *Scientia Agricola*. 2008;65(2):145-150.
13. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Морфометрия семян петрушки и сельдерея. *Картофель и овощи*. 2014;(5):34-36.
14. Szafiroska A.I. The correlation between mother plant architecture, seed quality and field emergence of carrot. *Acta Horticulturae*. 1994;(354):93-98. <https://doi.org/10.17660/actahortic.1994.354.10>
15. Corbineau F., Picard M.A., Bonnet A., Come D. Effects of production factors on germination responses of carrot seeds to temperature and oxygen. *Seed Science Research*. 1995;(5):129-135. <https://doi.org/10.1017/s0960258500002749>
16. Panayotov N. Heterogeneity of carrot seeds depending on their position on the mother plant. *Folia Horticulturae*. 2010;(22):25-30. <https://doi.org/10.2478/fhort-2013-0147>
17. Sun H.Z., Lu J.J., Tan D.Y., Baskin J.M., Baskin C.C. Dormancy and germination characteristics of the trimorphic achenes of *Garhadiolus papposus* (Asteraceae), an annual ephemeral from the Junggar Desert, China. *South African Journal of Botany*. 2009;(75):537-545. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2009.05.001>
18. Yao S., Lan H., Zhang F. Variation of seed heteromorphism in *Chenopodium album* and the effect of salinity stress on the descendants. *Annals of Botany*. 2010;(105):1015-1025. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq060>
19. Cao J., Lv X.Y., Chen L., Xing J.J., Lan H.Y. Effects of salinity on the growth, physiology and relevant gene expression of an annual halophyte grown from heteromorphous seeds. *AoB Plants*. 2015;(7):plv112. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plv112>
20. Mäiken T., Jorritsma-Wienk L.D., Hoek P.H., Kroon W.H. Only seed size matters for germination in different populations of the dimorphic *Tragopogon pratensis* subsp. *pratensis* (Asteraceae). *American Journal of Botany*. 2005;(92):432-437. <https://doi.org/10.3732/ajb.92.3.432>
21. Baskin J.M., Lu J.J., Baskin C.C., Tan D.Y. The necessity for testing germination of fresh seeds in studies on diaspore heteromorphism as a life-history strategy. *Seed Science Research*. 2013;(23):83-88. <https://doi.org/10.1017/s096025851300010x>
22. Tongshun W., Hongling W., Lei W., Baoping S. Germination of heteromorphous seeds of *Atriplex aucheri* and its hormonal explanation. *Vegetos - An International Journal of Plant Research*. 2014;(27):103-107. <https://doi.org/10.5958/j.2229-4473.27.1.017>
23. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Специфика прорастания семян овощных зонтичных культур при различных температурных режимах. *Овощи России*. 2012;(3):38-46.
24. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Кинетика прорастания семян. Система методов и параметров (учебно-методическое пособие). Москва, 2016.
25. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Кашнова Е.В., Касаева Г.В., Иванова М.И., Разин О.А. Экологическая и сортовая изменчивость морфологических параметров семян моркови. *Картофель и овощи*. 2019;(3):37-40.

• References

1. Grushvitsky I.V. The role of embryo underdevelopment in the evolution of flowering plants Moscow, RAS. 1961. 47 p. (In Russ.)
2. Eremenko L.L. Morphological peculiarities of vegetable crops and their seeds production value. *Novosibirsk, Nauka*. 1975. 469 p. (In Russ.)
3. Grushvitsky I.V., Agnaeva E.J., Kuzina E.F. Evaluation of mature carrot seeds quality using embryo size. *Botanic Journal*. 1963;48(10):1484-1489. (In Russ.)
4. Bukharov A.F., Baleev D.N. Morphology of different quality of vegetable umbrella crops seeds, due to the place of formation on the mother plant. *Vegetable crops of Russia*. 2012;(2):44-47. (In Russ.)
5. Harper J.L. Population biology of plants. London, UK: Academic Press. 1977. 240 p. (In Russ.)
6. Baleev D.N., Bukharov A.F. Biology of formation and germination of dill seeds. *Vegetable crops of Russia*. 2012;(1):54-59. (In Russ.)
7. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I. Morphometry of vegetable umbrella crops seeds with different quality affected by the place of formation on the mother plant. *Vestnik Altay State Agrarian University*. 2014;7(117):26-32. (In Russ.)
8. Baleev D.N., Bukharov A.F. Seeds of umbrella vegetable crops longevity and physiology of their germination. *Vestnik Altay State Agrarian University*. 2013;11(109):022-025. (In Russ.)
9. Strona I.G. General seeds science of field crops. Moscow. Kolos. 1966. 464 p. (In Russ.)
10. Benec Arnold R.L., Fenner M., Edwards P.J. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. In: *uced by water stress during grain filling*. *New Phytologist*. 1991;118(2):339-347.
11. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I., Bukharova A.R., Derovenskiy O.A. Morphometric parameters of seeds of commercial dill lots. *Vestnik of the Mari State University. «Agricultural science. Economic science»*. 2019;(2):145-149. (In Russ.)
12. Pereira R.S., Nascimento W.M., Vieira J.V. Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. *Scientia Agricola*. 2008;65(2):145-150.
13. Bukharov A.F., Baleev D.N. Morphometry of parsley and celery seeds. *Potatoes and vegetables*. 2014;(5):34-36. (In Russ.)
14. Szafiroska A.I. The correlation between mother plant architecture, seed quality and field emergence of carrot. *Acta Horticulturae*. 1994;(354):93-98. <https://doi.org/10.17660/actahortic.1994.354.10>
15. Corbineau F., Picard M.A., Bonnet A., Come D. Effects of production factors on germination responses of carrot seeds to temperature and oxygen. *Seed Science Research*. 1995;(5):129-135. <https://doi.org/10.1017/s0960258500002749>
16. Panayotov N. Heterogeneity of carrot seeds depending on their position on the mother plant. *Folia Horticulturae*. 2010;(22):25-30. <https://doi.org/10.2478/fhort-2013-0147>
17. Sun H.Z., Lu J.J., Tan D.Y., Baskin J.M., Baskin C.C. Dormancy and germination characteristics of the trimorphic achenes of *Garhadiolus papposus* (Asteraceae), an annual ephemeral from the Junggar Desert, China. *South African Journal of Botany*. 2009;(75):537-545. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2009.05.001>
18. Yao S., Lan H., Zhang F. Variation of seed heteromorphism in *Chenopodium album* and the effect of salinity stress on the descendants. *Annals of Botany*. 2010;(105):1015-1025. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq060>
19. Cao J., Lv X.Y., Chen L., Xing J.J., Lan H.Y. Effects of salinity on the growth, physiology and relevant gene expression of an annual halophyte grown from heteromorphous seeds. *AoB Plants*. 2015;(7):plv112. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plv112>
20. Mäiken T., Jorritsma-Wienk L.D., Hoek P.H., Kroon W.H. Only seed size matters for germination in different populations of the dimorphic *Tragopogon pratensis* subsp. *pratensis* (Asteraceae). *American Journal of Botany*. 2005;(92):432-437. <https://doi.org/10.3732/ajb.92.3.432>
21. Baskin J.M., Lu J.J., Baskin C.C., Tan D.Y. The necessity for testing germination of fresh seeds in studies on diaspore heteromorphism as a life-history strategy. *Seed Science Research*. 2013;(23):83-88. <https://doi.org/10.1017/s096025851300010x>
22. Tongshun W., Hongling W., Lei W., Baoping S. Germination of heteromorphous seeds of *Atriplex aucheri* and its hormonal explanation. *Vegetos - An International Journal of Plant Research*. 2014;(27):103-107. <https://doi.org/10.5958/j.2229-4473.27.1.017>
23. Baleev D.N., Bukharov A.F. Peculiarities of Seeds of umbrella vegetable crops germination at different temperature. *Vegetable crops of Russia*. 2012;(3):38-46. (In Russ.)
24. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Kinetics if seeds germination. System of methods and parameters. Moscow, 2016. (In Russ.)
25. Bukharov A.F., Baleev D.N., Kashnova E.V., Kasaeva G.V., Ivanova M.I., Razin O.A. Ecological and varietal variability of carrot seeds morphological parameters. *Potatoes and vegetables*. 2019;(3):37-40. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-67-70>
УДК 635.646:631.8:631.674.6

Д.С. Магомедова,
С.А. Курбанов,
М.Ш. Шабанова

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова»
367032, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 180

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Магомедова Д.С., Курбанов С.А., Шабанова М.Ш. Комплексное действие удобрений и капельного орошения на урожайность баклажана. *Овощи России*. 2021;(2):67-70.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-67-70>

Поступила в редакцию: 21.02.2021

Принята к печати: 15.04.2021

Опубликована: 25.04.2021

Diana S. Magomedova,
Serazhutdin A. Kurbanov,
Maryam Sh. Shabanova

FSBEI HE "Dagestan State Agrarian University by M.M. Dzhambulatov"
st. M. Hajiyeva, 180, Makhachkala, 367032, Republic of Dagestan

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

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

For citations: Magomedova D.S., Kurbanov S.A., Shabanova M.Sh. Complex effect of fertilizers and drip irrigation eggplant yield. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):67-70. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-67-70>

Received: 21.02.2021

Accepted for publication: 15.04.2021

Accepted: 25.04.2021

Комплексное действие удобрений и капельного орошения на урожайность баклажана



Резюме

Актуальность. В условиях сухостепной зоны равнинного Дагестана доказано благоприятное воздействие капельного орошения в сочетании с органоминеральными удобрениями на урожайность и качество плодов баклажана сорта Алмаз.

Результаты. Установлено, что из трех изучаемых порогов влажности почвы (70, 80 и 90% НВ), наилучшие условия для роста и развития растений, оптимизации их фотосинтетической деятельности создаются при пороге влажности 80% НВ в сочетании с внесением 40 т/га навоза + $N_{320}P_{120}K_{210}$. Изучаемое сочетание факторов позволяет повысить индекс листовой поверхности в среднем на 24,3%, что способствует росту фотосинтетического потенциала на 15,7% и повышению эффективности использования посевами фотосинтетически активной радиации в 2,5 раза по сравнению с неудобренным фоном при 90% НВ. В условиях дефицита поливной воды капельное орошение в сочетании с фертигацией в виде трех корневых подкормок азотными удобрениями, повышает эффективность ее использования за счет снижения расхода воды на формирование единицы продукции в среднем с 164,8 до 66,4 м³/т. Доказано, что наилучшим сочетанием урожаеобразующих факторов, обеспечивающих получение наибольшей урожайности баклажана – 62,3-63,6 т/га, является применение капельного орошения с поддержанием в активном 0,5 м слое в течение вегетационного периода влажности почвы в пределах 80...100% НВ в комплексе с внесением 40 т/га навоза и $N_{320}P_{120}K_{210}$.

Ключевые слова: баклажан, капельное орошение, пороги влажности, нормы удобрений, фотосинтетическая активность, водопотребление, урожайность, качество плодов

Complex effect of fertilizers and drip irrigation eggplant yield

Abstract

Relevance and methods. In the dry steppe zone of flat Dagestan, the beneficial effect of drip irrigation in combination with organic fertilizers on the yield and quality of Almaz eggplant fruits has been proven. **Results.** It was established that out of the three studied soil moisture thresholds (70, 80 and 90% HB), the best conditions for plant growth and development, optimization of their photosynthetic activity are created at a moisture threshold of 80% HB in combination with the introduction of 40 t / ha manure + $N_{320}P_{120}K_{210}$. The combination of factors under study makes it possible to increase the leaf surface index by an average of 24.3%, which contributes to an increase in the photosynthetic potential by 15.7% and an increase in the efficiency of the use of photosynthetically active radiation by crops by 2.5 times in comparison with the unfertilized background by 90% HB. In conditions of a shortage of irrigation water, drip irrigation in combination with fertigation in the form of three root fertilizing with nitrogen fertilizers increases the efficiency of its use by reducing the water consumption for the formation of a unit of production from on average with 164.8 to 66.4 m³/t. It has been proven that the best combination of yield-forming factors ensuring the highest eggplant yield - 62.3...63.6 t / ha, is the use of drip irrigation with the maintenance of soil moisture in the active 0.5 m layer during the growing season within 80...100% HB in the complex with the introduction of 40 t / ha of manure and $N_{320}P_{120}K_{210}$.

Keywords: eggplant, drip irrigation, moisture thresholds, fertilization rates, photosynthetic activity, water consumption, yield, the quality of the fruit

Введение

Повышение продовольственной независимости страны невозможно без увеличения производства овощей, являющихся незаменимым продуктом питания населения, обеспечивающим в определенной мере здоровье человека. Однако потребление овощей на душу населения из-за недостаточного объема производства составляет 105,7 кг, что не соответствует научно обоснованной норме 140 кг [1]. В структуре производимой овощной продукции основными культурами являются томат – 17,3%, капуста – 16,7%, лук репчатый – 13,0, морковь – 10,4%, огурец – 10,0% и др. [2]. Баклажан – специфический овощ, который используется в переработанном виде. Сравнительно низкая урожайность, продолжительный вегетационный период и повышенные требования к почвенно-климатическим условиям сдерживают его распространение в нашей стране. При этом спрос на плоды баклажана и продукты их переработки постоянно растет и не удовлетворяется собственным производством [3]. Даже в Республике Дагестан, являющейся лидером в России по валовому производству овощей (1,44 млн т), в структуре производства овощей баклажан не входит в число основных возделываемых культур [4].

Баклажан является низкокалорийным продуктом, что делает его диетическим продуктом, который, благодаря наличию соланина М, рекомендуется использовать для профилактики и лечения атеросклероза, желчнокаменной и почечнокаменной болезней, при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, малокровии и других болезнях. В этой связи разработка приемов агротехники, направленных на повышение урожайности культуры, весьма актуальна.

Цель исследований – разработка норм удобрений и рациональных режимов капельного орошения, обеспечивающих получение запланированной урожайности культуры баклажана на уровне 60 т/га.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели в 2013-2015 годах на лугово-каштановых среднесуглинистых почвах учебно-опытного хозяйства Дагестанского ГАУ был заложен двухфакторный полевой опыт по изучению роста, развития и урожайности среднераннего сорта баклажана Алмаз с тремя вариантами по нормам удобрений (фактор А) – без удобрений (контроль), 40 т/га навоза + $N_{140}P_{30}$ (для получения 30 т/га), 40 т/га навоза + $N_{320}P_{120}K_{210}$ (для получения 60 т/га) и тремя вариантами с уровнями пред-

поливной влажности почвы (фактор В) – 70% НВ (контроль), 80% НВ и 90% НВ, поддерживаемыми в слое 0,5 м на протяжении всего вегетационного периода.

Содержание гумуса в активном 0,5 м слое – 1,9%, обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом и обменным калием средняя, а фосфором – очень низкая, реакция почвенного раствора – слабощелочная. Плотность сложения активного слоя – 1,25 т/м³, наименьшая влагоемкость – 17,9% от массы абсолютно сухой почвы. Для капельного орошения использовали капельные трубки компании АО «Мушарака» (Республика Дагестан). Расстояние между капельницами на поливных трубопроводах составляло 0,3 м, при расходе капельницы воды 2 л/час. Схема посадки баклажана – 0,7 х 0,3 м. Полевой эксперимент заложен методом расщепленных делянок, повторность опыта четырехкратная.

Агротехника возделывания баклажана, кроме изучаемых приемов, была общепринятой для зоны. Рассадку высаживали в открытый грунт в возрасте 55-60 дней в 1-2 декаде мая по схеме 0,7 х 0,3 м. Методика наблюдений, учетов и анализов общепринятая в овощеводстве с использованием тензиометров для контроля за влажностью почвы [5].

Результаты и обсуждение

Удобрения – один из действенных факторов регулирования продуктивности сельскохозяйственных культур. В современном овощеводстве применение интенсивных технологий возделывания большинства культур предполагает использование сортов и гибридов, отличающихся большим выносом элементов питания с урожаем [6]. Поэтому одной из задач наших исследований было совершенствование системы удобрения баклажана с использованием капельного орошения. Баклажан требователен к почвенному питанию, поэтому культура хорошо отзывается на внесение органических и минеральных удобрений. Внесение под вспашку 40 т/га навоза позволило на 20,5% снизить химическую нагрузку на орошаемый гектар лугово-каштановой почвы, а применение трех корневых подкормок с использованием капельного орошения в начале фаз бутонизации, цветения и плодоношения способствовало росту урожайности баклажана.

Одним из важнейших аппаратов взаимодействия растительного агроценоза с внешней средой, посредством которого осуществляется улавливание фотосинтетически активной радиации, является ассимиляционный аппарат. Поэтому одним из главных условий высокой

Таблица 1. Показатели фотосинтетической деятельности баклажана
Table 1. Indicators of photosynthetic activity of eggplant

Нормы удобрений	Предполивной порог, % НВ	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² ·день/га	Содержание сухого вещества, т/га	ЧПФ, г/м ² ·сутки	КПД ФАР, %
Без удобрений	70 К	27,7	3047	3,23	1,06	0,42
40 т + $N_{140}P_{30}$		32,3	3618	4,91	1,36	0,64
40 т + $N_{320}P_{120}K_{210}$		35,7	4070	8,18	2,01	1,06
Без удобрений	80	29,3	3311	3,66	1,11	0,47
40 т + $N_{140}P_{30}$		34,5	3933	5,57	1,42	0,72
40 т + $N_{320}P_{120}K_{210}$		40,6	4709	9,47	2,01	1,21
Без удобрений	90	30,6	3519	3,77	1,07	0,48
40 т + $N_{140}P_{30}$		35,9	4236	5,80	1,37	0,73
40 т + $N_{320}P_{120}K_{210}$		41,9	4986	9,51	1,91	1,19

продуктивности посевов является не только создание оптимальной площади ассимиляционной поверхности листьев, но и эффективная ее работа максимально возможное время.

В среднем за годы исследований площадь листьев колебалась от 27,7 до 41,9 тыс. м²/га. Существенное влияние на площадь формирования листьев оказывает улучшение питательного режима почвы, которое повысило площадь листовой поверхности на 34,9%, тогда как изменение в предполивных порогах, только на 13,6%. Максимальная площадь листьев была сформирована при сочетании поддержания 80 и 90% НВ и внесения N₃₂₀P₁₂₀K₂₁₀, что позволяет повысить индекс листовой поверхности в среднем на 24,3% (табл. 1).

Но максимальная площадь листьев – не совсем эффективный показатель их работы. Необходимо знать интенсивность работы листового аппарата в течение всего вегетационного периода, что позволяет оценить фотосинтетический потенциал (ФП). В наших исследованиях ФП был значительно выше при внесении N₃₂₀P₁₂₀K₂₁₀ и предполивном пороге 90% НВ – 4986 тыс. м²-день /га, а снижение уровня предполивной влажности до 80% НВ снижало ФП на 5,9%, но на 15,7% выше аналогичного варианта на контроле. Однако качество работы листового аппарата при пороге 80% НВ выше, о чем свидетельствует значения ЧПФ и КПД фотосинтетически активной радиации (ФАР), который является обобщающим показателем оценки реализации возможной продуктивности сельскохозяйственной культуры, почвы и климата.

В частности, при поддержании порога не ниже 80% НВ были получены максимальные значения ЧПФ при всех фонах питательного режима составили в среднем 1,51 г/м²·сутки. Подтверждает более качественную работу листового аппарата и величина накопления сухого вещества, и величина КПД ФАР.

По КПД ФАР оценивают степень оптимальности функционирования посевов, сбалансированности ресурсов питательных веществ и воды с количеством приходящей солнечной энергии. Максимальное значение КПД ФАР отмечено при поддержании предполивного порога влажности в активном 0,5 м слое почвы не ниже 80% НВ и внесении 40 т/га навоза и N₃₂₀P₁₂₀K₂₁₀ – 1,21%, что в 2,5 раза выше, чем в варианте без удобрений. В пределах ошибки опыта являются значения показателя КПД ФАР в варианте с порогом влажности 90% НВ. Отмечена прямая коррелятивная связь между фотосинтетическим потенциалом

и КПД ФАР – $y=1903x+2472$ при $R^2=0,856$.

Орошение – один из основных урожаеобразующих факторов в зоне сухих степей, однако дефицит водных ресурсов, особенно в летний период, обязывает к применению ресурсосберегающих технологий орошения. В большей степени реализации этого направления соответствует капельное орошение, которое благодаря нормированной подаче поливной воды с растворенными в ней питательными веществами непосредственно в зону питания каждого растения согласно его биологическим потребностям, дает возможность в два и более раз повысить урожайность сельскохозяйственных культур при одновременном улучшении их качества [7, 8].

Одним из показателей эффективности использования влаги и оросительной воды служат коэффициенты водопотребления и использования поливной воды (КИВ). Анализ коэффициента водопотребления свидетельствует о том, что с повышением уровня влажности с 70 до 90% НВ эффективность использования влаги возрастает на 8,2-9,8%, а наименьший коэффициент водопотребления наблюдается при 80% НВ – в среднем 126,8 м³/т. Применяемые нормы органических и минеральных удобрений оказывают значительно большее влияние на коэффициент водопотребления, который снижается с 190,7 м³/т до 76,8 м³/т при внесении 40 т/га навоза + N₃₂₀P₁₂₀K₂₁₀ или почти в 2,5 раза (табл. 2).

Коэффициент использования воды с повышением уровня предполивной влажности почвы также снижается, но в меньшей степени – на 5,5-8,4%, а с повышением норм вносимых удобрений – с 164,8 до 66,4 м³/т. Самое эффективное использование поливной воды отмечено при сочетании предполивного уровня предполивной влажности 80% НВ и внесения минеральных удобрений N₃₂₀P₁₂₀K₂₁₀ – 63,3 м³/т.

Интегральным показателем воздействия норм вносимых органических и минеральных удобрений и режимов орошения является урожайность. Внесение изучаемых норм удобрений приводило к увеличению урожайности сорта Алмаз при всех уровнях предполивной влажности почвы. Прибавка урожая от внесения N₁₄₀P₃₀K₀ при режиме орошения 70% НВ по сравнению с контролем составила 10,4 т/га, а при внесении N₃₂₀P₁₂₀K₂₁₀ – 31,7 т/га, при режиме орошения 80% НВ – 11,8 и 37,4 т/га соответственно, а при режиме орошения 90% НВ – 12,6 и 38,3 т/га (табл. 3).

Интенсификация водного питания путем повышения

Таблица 2. Коэффициенты водопотребления и использования оросительной воды в зависимости от уровня предполивной влажности почвы и норм вносимых удобрений
Table 2. Coefficients of water consumption and use of irrigation water depending on the level of pre-irrigation soil moisture and the rate of applied fertilizers

Нормы удобрений	Предполивный порог, % НВ	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	Коэффициент использования поливной воды, м ³ /т
Без удобрений	70 К	4455	3796	201,6	171,7
40 т + N ₁₄₀ P ₃₀		4455	3796	137,1	116,8
40 т + N ₃₂₀ P ₁₂₀ K ₂₁₀		4455	3796	82,8	70,5
Без удобрений	80	4560	3942	183,1	158,3
40 т + N ₁₄₀ P ₃₀		4560	3942	124,2	107,4
40 т + N ₃₂₀ P ₁₂₀ K ₂₁₀		4560	3942	73,2	63,3
Без удобрений	90	4740	4161	187,3	164,5
40 т + N ₁₄₀ P ₃₀		4740	4161	125,1	109,8
40 т + N ₃₂₀ P ₁₂₀ K ₂₁₀		4740	4161	74,5	65,4

Таблица 3. Урожайность баклажана в зависимости от уровня предполивной влажности почвы и норм вносимых удобрений
Table 3. Eggplant yield depending on the level of pre-irrigation soil moisture and the rate of applied fertilizers

Нормы удобрений	Предполивной порог, % НВ	Урожайность, т/га	Прибавка от удобрений		Прибавка от уровня предполивной влажности почвы	
			т/га	%	т/га	%
Без удобрений	70 К	22,1	-	-	-	-
40 т + N ₁₄₀ P ₃₀		32,5	10,4	47,1	-	-
40 т + N ₃₂₀ P ₁₂₀ K ₂₁₀		53,8	31,7	143,4	-	-
Без удобрений	80	24,9	-	-	2,8	12,7
40 т + N ₁₄₀ P ₃₀		36,7	11,8	47,4	4,2	12,9
40 т + N ₃₂₀ P ₁₂₀ K ₂₁₀		62,3	37,4	150,2	8,5	15,8
Без удобрений	90	25,3	-	-	3,2	14,5
40 т + N ₁₄₀ P ₃₀		37,9	12,6	49,8	4,2	12,9
40 т + N ₃₂₀ P ₁₂₀ K ₂₁₀		63,6	38,3	151,4	8,5	15,8
НСР ₀₅ A		1,8				
НСР ₀₅ B		1,8				
НСР ₀₅ AB		3,2				

предполивного порога влажности почвы с 70 до 80% НВ приводила к существенному, но менее значительному, по сравнению с внесением норм удобрений, росту урожайности на 2,8-8,5 т/га в зависимости от норм удобрений. Дальнейшее повышение предполивной влажности почвы с 80 до 90% НВ также было эффективно и обеспечило дополнительную прибавку в 3,2-9,8 т/га, но по сравнению с порогом влажности 80% НВ – всего 1,6-2,4%.

При всех уровнях предполивной влажности почвы были получены запланированные уровни урожайности, кроме порога 70% НВ и внесении N₃₂₀P₁₂₀K₂₁₀, где недобор урожая составил 10,3%. Наилучшим сочетанием урожайнообразующих факторов и является поддержание в течение вегетации в слое 0,5 м влажности почвы не ниже 80% НВ и внесение 40 т/га навоза + N₃₂₀P₁₂₀K₂₁₀, обеспечивающее наибольшую, экономически и энергетически обоснованную урожайность плодов – 62,3 т/га.

Нормы удобрений и количество доступной влаги существенно влияют на качество плодов баклажана. В результате исследований установлено, что при увеличении норм удобрений повышается содержание сухого веще-

ства на 4,5-11,3%, сахаров – 7,3-11,6%, витамина С – 3,1-8,9%, нитратов – 17,4-34,1%. При увеличении предполивного порога влажности почвы содержание сухого вещества также повышалось, но более существенно – на 9,5-18,8%, витамина С – 9,7-15,2%, а содержание сахара снижается на 6,5-11,5%, нитратов – 7,3-12,1%. Во всех вариантах опыта содержание нитратов в плодах баклажана было ниже предельно допустимых значений (ПДК=300 мг/кг с.м.) в 1,5-2 раза.

Выводы

Таким образом, на орошаемых лугово-каштановых почвах равнинного Дагестана максимальную урожайность обеспечивает сочетание органических и минеральных удобрений на фоне капельного орошения. Внесение 40 т/га навоза и N₃₂₀P₁₂₀K₂₁₀ с тремя подкормками в начале бутонизации (дозой N₄₀), начале цветения и плодоношения (дозой по N₆₀) с поддержанием предполивного порога влажности в активном 0,5 м слое не ниже 80-90% НВ с поливными нормами 146 и 73 м³/га обеспечивает получение 62,3-63,6 т/га плодов баклажана.

Об авторах:

Диана Султановна Магомедова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, почвоведения и мелиорации, mds-agro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7559-2456>

Серажутдин Аминович Курбанов – доктор сельскохозяйственных наук, зав. кафедрой земледелия, почвоведения и мелиорации, kurbanovsa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9390-5180>

Марьям Шабановна Шабанова – аспирант кафедры земледелия, почвоведения и мелиорации, marina.shabanova.18@mail.ru

About the authors:

Diana S. Magomedova – Doc. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Agriculture, Soil Science and Melioration, mds-agro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7559-2456>

Serazhutdin A. Kurbanov – Doc. Sci. (Agriculture), Head of the Department of Agriculture, Soil Science and Melioration, kurbanovsa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9390-5180>

Maryam Sh. Shabanova – postgraduate student of the Department of Agriculture, Soil Science and Melioration, marina.shabanova.18@mail.ru

Литература

1. 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>
2. Минаков, И.А. Решение проблемы обеспечения населения овощной продукцией в условиях международных санкций. *Вестник Мичуринского ГАУ*. 2017;(3):133-141.
3. Огнев В.В., Гераскина Н.В. Исходный материал и перспективы селекции баклажана на юге России. *Картофель и овощи*. 2020;(9):35-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.22.99.004>
4. Гусейнов, А.А. В пятерке лидеров. *Картофель и овощи*. 2020;(10):3-4.
5. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Изд-во ВНИИО, 2011. 648 с.
6. Борисов, В.А. Система удобрений овощных культур. М.: Росинформротех, 2016. С.181-183.
7. Магомедова, Д.С., Курбанов С., Рамазанов Д.М. Интенсивная технология возделывания сладкого перца при капельном орошении в условиях Дагестана. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2020;(5):12-16.
8. Щетина, С.В. Урожай баклажана в зависимости от возраста рассады. *Збірник Наукових Праць Уманського Національного Університету Садівництва*. 2011;1(75):316-323.

References

1. 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>
2. Minakov, I. A. Solution of the problem of providing the population with vegetable products in the conditions of international sanctions. *Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University*. 2017;(3):133-141. (In Russ.)
3. Ognev V.V., Geraskina N.V. Source material and prospects of eggplant breeding in the South of Russia. *Potatoes and vegetables*. 2020;(9):35-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.22.99.004> (In Russ.)
4. Huseynov, A.A. In the top five leaders. *Potatoes and vegetables*. 2020;(10):3-4. (In Russ.)
5. Litvinov, S.S. Methodology of field experience in horticulture. M.: Izd-vo VNIRO, 2011. 648 p. (In Russ.)
6. Borisov V.A. System fertilizer vegetable crops. M., 2016. P.181-183. (In Russ.)
7. Magomedova D.S., Kurbanov, S.A., Ramazanov M.D. Intensive technology of cultivation of sweet pepper under drip irrigation in Dagestan. *Melioration and water management*. 2020;(5):12-16. (In Russ.)
8. Shchetina, S.V. Урожай баклажана залежно від віку розсади. *Збірник Наукових Праць Уманського Національного Університету Садівництва*. 2011;1(75):316-323. (In Ukrainian)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-71-75>
УДК 635.64:631.544.4:631.674

Г.М. Мустафаев, А.А. Магомедова,
С.М. Мурсалов, А.Ч. Сапукова,
М.М. Халиков

ФГБОУ ВО Дагестанский государственный
аграрный университет
ул. М. Гаджиева, 180, г. Махачкала,
367032, Россия
g-mmustafaev@mail.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в
написании статьи. Мустафаев Г.М. – 40%,
Магомедова А.А. – 15%, Мурсалов С.М. –
15%, Сапукова А.Ч. – 15%, Халиков М.М. –
15%.

Для цитирования: Мустафаев Г.М.,
Магомедова А.А., Мурсалов С.М.,
Сапукова А.Ч., Халиков М.М. Влияние спо-
собов полива на водный режим теплично-
го томата. *Овощи России*. 2021;(2):71-75.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-71-75>

Поступила в редакцию: 30.11.2020

Принята к печати: 10.03.2021

Опубликована: 25.04.2021

Gadzhimagomed M. Mustafaev,
Asiyat A. Magomedova,
Sergei M. Mursalov,
Asil Ch. Sapukova,
Mehti M. Khalikov

Dagestan State Agro-Technological University
180, M. Gadzhiev str., Makhachkala, 367032,
Russia

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

Authors' Contribution: All authors carried out
statistical data processing and article writ-
ing. Mustafaev G.M. – 40%, Magomedova
A.A. – 15%, Mursalov S.M. – 15%, Sapukova
A.Ch. – 15%, Khalikov M.M. – 15%.

For citations: Mustafaev G.M., Magomedova
A.A., Mursalov S.M., Sapukova A.Ch.,
Khalikov M.M. The influence of irrigation
methods on the water regime and productiv-
ity of greenhouse tomatoes. *Vegetable
crops of Russia*. 2021;(2):71-75. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-71-75>

Received: 30.11.2020

Accepted for publication: 10.03.2021

Accepted: 25.04.2021

Влияние способов полива на водный режим тепличного томата



Резюме

Актуальность. Водный режим является одним из основных процессов в жизни растения, оптимизируя который можно повысить урожайность возделываемых культур. Этому может способствовать совершенствование существующих поливных систем и разработка новых способов водообеспечения растений. В условиях защищенного грунта потребность растений в воде удовлетворяется исключительно за счет полива. Томат очень требователен к влажности почвы, также как и к влажности воздуха. В теплицах для повышения относительной влажности воздуха и борьбы с перегревом воздуха и растений успешно применяются установки для испарительного охлаждения и увлажнения растений, которые особенно эффективны при капельном орошении. Сочетание капельного полива с испарительным охлаждением дает возможность управления водным режимом почвенной и воздушной среды обитания растений.

Материал и методика. Цель исследований: выявление наиболее оптимального способа водообеспечения тепличного томата. Исследования проводили в 2018-2019 годах в тепличном комплексе «Юагрохолдинг», расположенного в пригороде города Махачкалы. Объектом исследований был гибрид томата Мей шуай. Опыты включали три варианта: дождевание, капельный полив и капельный полив с испарительным охлаждением.

Результаты. Представлена сравнительная характеристика способов полива по урожайности, результаты которой свидетельствуют о преимуществе второго и третьего вариантов над дождеванием: наибольшая урожайность получена в третьем варианте и составила 14,7 кг/м². Выявлены лучшие способы водообеспечения, обеспечивающие оптимальный водный режим тепличного томата – капельный полив и капельный полив в сочетании с испарительным охлаждением, последний является лучшим по большинству показателей.

Ключевые слова: томат, способы полива, площадь листа, фотосинтез, температура листа, урожайность, водопотребление

The influence of irrigation methods on the water regime and productivity of greenhouse tomatoes

Abstract

Relevance. The water regime is one of the main processes in the life of the plant, optimizing which can increase the yield of cultivated crops. In protected ground conditions, the plants' water needs are met exclusively by irrigation. Irrigation is the most important means of increasing the yield of greenhouse crops, including tomato. Greenhouse tomatoes are very demanding on soil moisture, as well as on air humidity. To combat overheating of the air and plants, and to increase the relative humidity of the air in greenhouses, plants for evaporative cooling and humidification of plants are successfully used, which are especially effective in drip irrigation. The combination of drip irrigation with evaporative cooling makes it possible to control the water regime of the soil and air habitat of plants.

Materials and Methods. The purpose of the research: to identify the most optimal method of water supply for greenhouse tomatoes. The research was conducted in 2018-2019 in the greenhouse complex "Yugagroholding", located in the suburbs of the city of Makhachkala. The object of research was a hybrid of tomato Mei shuai. The experiments included three options: sprinkling, drip irrigation, and drip irrigation with evaporative cooling.

Results. The comparative characteristics of irrigation methods by yield are presented, the results of which indicate the advantage of the second and third options over sprinkling: the highest yield was obtained in the third option and amounted to 14.7 kg/m². The best methods of water supply that ensure the optimal water regime of greenhouse tomatoes are identified-drip irrigation and drip irrigation in combination with evaporative cooling, the latter is the best in most indicators.

Keywords: tomato, irrigation methods, leaf area, photosynthesis, leaf temperature, crop, water consumption

Введение

Вода является одним из незаменимых факторов жизни растений, при активном участии которой протекают все жизненные процессы. В тесной связи с обеспеченностью водой растений находятся ростовые процессы [1]. Поэтому растения должны быть обеспечены водой бесперебойно. Все большее распространение в защищенном грунте для водообеспечения растений получают системы капельного орошения взамен устаревшего дождевального оборудования, которые позволяют экономить до 50% поливной воды по сравнению с поливом по бороздам и до 17-20% – по сравнению с дождеванием [2,3,4]. Основная масса воды расходуется из почвы на транспирацию и испаряется с поверхности почвы. Лишь незначительная часть ее (0,2%) усваивается растениями [5]. В дневные часы растение расходует воды в 10-15 раз больше, чем ночью.

Суточное потребление воды зависит от возраста растения, природных условий (температуры, влажности почвы и воздуха, солнечной радиации), биологических особенностей растений и составляет 1,5-2 л.

Величина транспирационного коэффициента томата изменяется в широких пределах в зависимости от сорта, урожайности, условий культуры и может колебаться от 120 до 900, что исключает возможность использования этого показателя для классификации растений по группам.

Поглощение воды растениями главным образом определяется разностью между дефицитом влажности воздуха и давлением в растении и в почве. Требовательность томата к влаге и потребление воды изменяется по фазам роста.

Томат плохо переносит длительное переувлажнение. Повышение влажности почвы от оптимального значения приводит к уменьшению урожайности и ухудшению качества плодов. При поливе дождеванием растения подвергаются стрессу вследствие переувлажнения растений сразу после полива, когда влажность почвы достигает 100% НВ, постепенно понижаясь до оптимальных значений. Точно также повышается и относительная влажность воздуха (ОВВ), что ведет к поражению растений грибными заболеваниями, в частности, серой гнилью. При капельном же орошении этого не происходит, так как вода подается к корневой системе каплями и в зависимости от величины поливной нормы может распределяться равномерно в несколько приемов в течение дня, исключая тем самым водный стресс. Помимо этого, при капельном поливе ОВВ поддерживается на уровне, близком к оптимальным значениям для томата.

Водный режим определяет интенсивность фотосинтеза и транспирацию растения. Дневная депрессия фотосинтеза связана именно с расстройством водного баланса растений из-за перегревов листьев и снижения транспирации. При несоответствии между приходом и расходом воды с нарушением баланса происходит уменьшение степени открывания устьиц, а это приводит в первую очередь к снижению интенсивности фотосинтеза. При уменьшении степени открытия устьиц от 8 до 0,5 мкм интенсивность фотосинтеза сокращается в 5 раз. Такое явление часто происходит в теплицах, где наблюдается послеполуденный спад фотосинтеза из-за появления водного дефицита листьев растений. Применение испарительного охлаждения

позволяет снизить температуру листьев, тем самым уменьшить дефицит воды и повысить интенсивность фотосинтеза, что ведет к увеличению урожая.

Цель исследований: выявление наиболее оптимального способа водообеспечения тепличного томата.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2018-2019 годах в тепличном комплексе «Юагрохолдинг», расположенном в пригороде Махачкалы. Объектом исследований был гибрид томата Мей шуай.

Изучали три способа полива томата в зимне-весеннем обороте:

1. Дождевание (контроль);
2. Капельный полив;
3. Капельный полив + испарительное охлаждение.

Варианты опыта были отгорожены полиэтиленовой пленкой.

Площадь учетной делянки – 11,2 м². Число растений на делянке – 28. Повторность – четырехкратная.

Вегетационный период томатов условно подразделяли на три периода и соответственно поддерживали влажность грунта:

- 1 – от начала цветения до начала завязывания первых плодов – 70-80% НВ;
- 2 – от начала завязывания плодов до начала созревания – 75-85% НВ;
- 3 – от начала созревания до конца вегетации – 80-90% НВ.

Рассада была готова к посадке через 50-55 дней. В этом возрасте она имела 8-10 листьев и сформированную цветочную кисть. Высаживали рассаду на постоянное место в начале января. Схема посадки однострочная. Площадь питания растений 100x40 см. На 1 м² площади размещали по 2,5 растения. Для предохранения корневой шейки от почвенной инфекции кубик заглубляли на ¼ высоты. Полив проводили системой капельного орошения и дождевания автоматически по заданной программе. Нормы полива рассчитывали в зависимости от величины солнечной радиации, физических свойств грунта и стадии развития растений. Система испарительного охлаждения работала в автоматическом режиме в зависимости от интенсивности солнечного излучения. В весенние месяцы февраль-март, когда плотность теплового потока достигла 600-650 Вт/м², включение установки производилось при накоплении дозы солнечной радиации равной 70 Дж/см², а в мае, июне, июле с повышением плотности от 650 до 1200 Вт/м², доза солнечной радиации, при которой происходил распыл воды, снижалась до 40 Дж/см². Порог включения равнялся 1,68 Дж/см²/мин. Экспозиция распыла составляла 10-12 секунд.

Все органические удобрения вносили только перед обработкой грунтов. Растения подкармливали минеральными удобрениями через систему полива, соответственно агрохимическим анализам грунта. Подкормка растений проводилась одновременно с поливом, путем подачи маточного раствора в поливную магистраль из растворного узла с помощью насоса.

В опытах проводили следующие наблюдения и анализы:

- фенологические и биометрические соответственно «Методическим рекомендациям по проведению опы-

тов с овощными культурами в сооружениях защищенного грунта» [6];

- интенсивность фотосинтеза – по изменению содержания углерода в листьях растений [7];

- состояние устьиц – методом отпечатков (по Полаччи) [7];

- площадь ассимиляционной поверхности – гравиметрическим методом [8];

- интенсивность транспирации – весовым методом [8];

- учет урожая – поделочно;

- математическая обработка полученных данных проведена методом дисперсионного анализа [9];

Качество урожая оценивали по содержанию [7,8,10]:

- сахаров (по Бертрону);

- сухих веществ (высушиванием до постоянной массы);

- аскорбиновой кислоты (по Мурри);

- общей кислотности (титрованием);

- нитратов (дисульфифеноловой кислотой)

Результаты и обсуждение

Исследование фенологических фаз развития растений томата (начало и массовое цветение, начало и массовое завязывание плодов по кистям, начало и массовое созревание) позволило установить, что способы полива практически не влияют на сроки прохождения фенологических фаз. Вначале проводился учет всех перечисленных выше фенологических фаз. После того, как выяснилось, что различия в развитии растений по вариантам почти не наблюдаются, впоследствии нами было отмечено только начало созревания и массового сбора плодов.

Биометрические наблюдения показали, что высота растений во всех вариантах практически одинаковая, диаметр стебля был несколько больше при дождевании. Количество листьев на растении было практически одинаковым во всех вариантах, однако площадь ассимиляционной поверхности при капельном поливе и капельном поливе с испарительным охлаждением, начиная с апреля месяца и до конца вегетации, была больше на 7-14%, чем при дождевании (Рис.1). Площадь листьев и число располагаемых на них устьиц находятся в прямой зависимости между собой, что существенно влияет на водный режим растений.

Объем поглощаемой растением воды определяется интенсивностью транспирации, которая зависела от относительной влажности и температуры воздуха. В наших исследованиях температура воздуха в дневное время во всех вариантах опыта примерно одинаковая, в то время как уровни ОБВ имели существенные разли-

чия. Как известно, транспирация при одной и той же температуре больше при низкой влажности воздуха, чем при высокой. Поэтому наибольшая интенсивность транспирации наблюдалась при капельном поливе, где ОБВ всегда ниже, чем при дождевании (табл.1).

Наибольшую площадь устьиц на поверхности имели листья томата при капельном орошении (3,2%) за счет большего количества их на единице площади (200), наименьшую площадь и количество устьиц – при поливе дождеванием (соответственно 2,8% и 147) (табл. 1). Более высокий дефицит влаги в воздухе при капельном поливе способствовал значительному увеличению числа устьиц. Это позволяло растениям быстрее приспосабливаться к изменяющимся условиям среды, чем при пониженном их числе. В солнечный день, когда плотность теплового потока составляла 650-1000 Вт/м², и температура листа достигала величин больше 32°C, степень открытия устьиц наибольшей была в первом варианте и размер устьичной щели составлял в среднем 20 мкм, во втором варианте – 16 мкм и в третьем – 18 мкм. Но несмотря на это, наивысшая интенсивность фотосинтеза была в варианте капельного полива с испарительным охлаждением – 38 мг/дм²·час (табл.1).

При поливе дождеванием и капельном орошении, интенсивность фотосинтеза была почти одинаковой (соответственно 30 и 31 мг/дм²·час). Между интенсивностью фотосинтеза и степенью открытия устьиц существует тесная взаимосвязь.

В зависимости от интенсивности транспирации в растении создается больший или меньший дефицит воды. Дефицит воды в растении находится в непосредственной зависимости от интенсивности солнечной радиации.

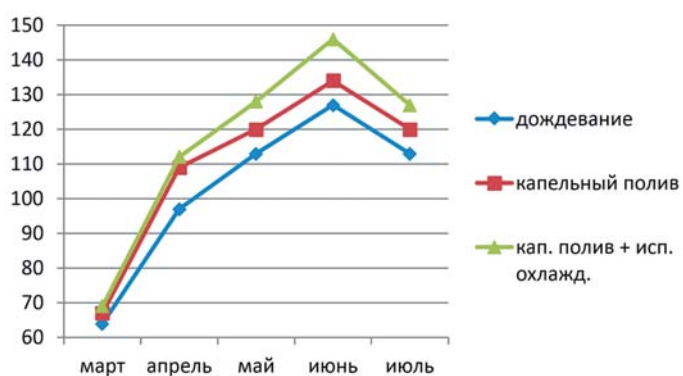


Рис. 1. Влияние способов полива на динамику листовой поверхности растений томата (дм²/растение)

Таблица 1. Влияние способов полива на интенсивность транспирации и фотосинтеза растений, на число и площадь устьичных отверстий листа томата

Вариант	Интенсивность транспирации, г/дм ² · час	Интенсивность фотосинтеза, мг/дм ² листа. час	Среднее число устьиц на 1 мм ² поверхности листа, шт	Площадь устьичных отверстий от общей поверхности листа, %
Дождевание	1,0	30	147	2,8
Капельный полив	1,3	31	200	3,2
Капельный полив + испарительное охлаждение	0,9	38	166	2,9

Таблица 2. Влияние способов полива на урожайность томата

Вариант	Общая урожайность товарных плодов, кг/м ²	% к контролю	в т.ч. стандартных, кг/м ²	% к общей урожайности	масса плода, г	% к контролю
Дождевание	12,5	100	11,8	94,4	76,8	100
Капельный полив	13,6	108,8	13,0	95,6	87,0	113,3
Капельный полив + испарительное охлаждение	14,7	117,6	14,2	96,6	89,6	116,7
НСР ₀₅	0,9		1,0			

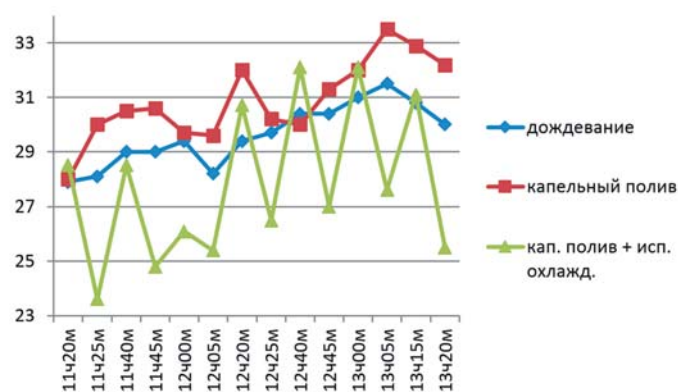


Рис. 2. Влияние способов полива на динамику температуры листа томата (°C)

С увеличением плотности теплового потока увеличивается и дефицит влаги независимо от способа орошения. Максимальный дефицит наблюдается в листьях верхнего яруса при капельном поливе, т.е. в этом случае наибольший дефицит влаги в воздухе и больше интенсивность транспирации. В варианте с дождеванием за счет более высокой ОБВ эти показатели имеют более низкие значения, соответственно снижается и дефицит влаги в листьях. Испарительное охлаждение, включаясь в жаркую погоду через каждые 10-15 минут, снимало перегрев листьев верхнего яруса. Если снижается температура листа, то снижается и дефицит влаги, т.к. растение на охлаждение листовой поверхности тратит уже меньшее количество воды.

Известно, что температура листа зависит от расхода тепла, а расход тепла, в свою очередь, от условий водоснабжения и испарения растений, поэтому при испарительном охлаждении (систематическое смачивание листьев) происходит снижение температуры листа. В наших исследованиях замерялась температура листьев верхнего яруса, где наблюдался наибольший перегрев в летнее время. Данные по регистрации температуры листьев позволили выяснить, что она находится в непосредственной связи со способами полива и интен-

сивностью солнечной радиации. Общеизвестно, что с увеличением плотности солнечной радиации увеличивается температура воздуха в теплице, а вместе с ней и температура выращиваемых растений.

При поливе дождеванием температура ассимиляционной поверхности ниже, чем при капельном орошении за счет меньшего дефицита влаги в листьях. Испарительное охлаждение, снимает перегрев листьев верхнего яруса за счет испарения капельножидкой влаги с листовой поверхности, а как известно, на испарение 1 г воды расходуется более 500 калорий энергии. Этим объясняется более низкая температура листьев в третьем варианте. Испарительное охлаждение снижает температуру листьев в среднем на 4-6°C, а в дни, когда открыты фрамуги и градиент лист-воздух больше 10°C, то снижающий эффект испарительного охлаждения достигает 8-10°C (рис.2).

Приведенный выше материал позволяет нам сделать вывод, что наиболее оптимальный водный режим для растений томата в теплицах обеспечивает капельный полив в сочетании с испарительным охлаждением.

Анализ данных урожайности показал, что наибольший урожай получен в третьем варианте, в среднем 14,7 кг/м² (табл. 2), что на 18% больше, чем при дождевании и на 9% больше, чем при капельном поливе.

Структура урожая также показывает, что капельный полив с испарительным охлаждением эффективнее других способов водообеспечения растений томата – процент стандартных плодов по вариантам: I – 94,1%, II – 95,6%, III – 96,6%; средняя масса плода в третьем варианте на 17% больше, чем при дождевании.

Здесь прослеживается общая закономерность – капельный полив и испарительное охлаждение дают существенную прибавку урожая.

Данные биохимического анализа плодов свидетельствуют о том, что капельный полив способствует повышению содержания сухого вещества в плодах (табл.3).

Наибольший процент сухого вещества содержится в плодах, выращенных при капельном поливе в сочетании с испарительным охлаждением (7,35%), в то время

Таблица 3. Влияние способов полива на биохимический состав плодов томата

Вариант	Сухое вещество, %	Сахар, %	Общая кислотность, %	Витамин С, мг %	Нитраты, мг/кг сырого вещества
Дождевание	4,75	3,62	0,254	11,2	18
Капельный полив	5,35	4,43	0,238	13,1	19
Капельный полив + испарительное охлаждение	7,35	5,75	0,179	9,3	18
НСР ₀₅	1,1	0,9	0,026	1,5	1,3

Таблица 4. Коэффициент водопотребления томата при различных способах полива (при расчете не учтена вода, использованная на испарительное охлаждение)

Вариант	Оросительная норма, л/м ²	Коэффициент водопотребления, л/кг урожая
Дождевание	459,7	36,8
Капельный полив	413,0	30,4
Капельный полив + испарительное охлаждение	334,0	22,7

как при дождевании этот показатель составляет 4,75%.

В третьем варианте на фоне повышенного содержания сахаров (5,75%) наблюдается наиболее низкая общая кислотность (0,179%). Больше всего витамина С накапливается в варианте с капельным поливом (13,1 мг %). Плоды в третьем варианте по этому показателю уступают остальным вариантам и содержат всего 9,3% витамина С. Нитратов чуть больше во втором варианте, но это не существенно.

Данные по урожайности и оросительным нормам показывают, что коэффициент водопотребления томата в значительной мере зависит от способов полива (табл. 4).

Наименьший коэффициент водопотребления – в варианте капельного полива с испарительным охлаждением, наибольший – в варианте с дождеванием. При всех способах полива коэффициент водопотребления уменьшается с повышением интенсивности солнечной радиации. При этом увеличивается водопотребление,

но подаваемая вода используется растениями более продуктивно и рационально. Экономия воды при капельном поливе достигает 27% относительно дождевания.

Заключение

Таким образом, наиболее эффективным способом создания оптимального водного режима растений томата в теплицах является капельный полив в сочетании с испарительным охлаждением. Капельный полив с испарительным охлаждением влияет на физиологические процессы, уменьшая дефицит воды в листьях, снижает избыточную транспирацию, влияет на увеличение среднего числа устьиц, что приводит к увеличению интенсивности фотосинтеза на 21%. Также снижается температура листа в среднем на 4–6°C. В результате влияния на водный режим томатов капельного полива с испарительным охлаждением повышается урожай по сравнению с контролем более чем на 17%.

Об авторах:

Гаджимогомед Мустафаевич Мустафаев – доцент кафедры плодово-овощеводства, виноградарства и ландшафтной архитектуры, g-mmustafaev@mail.ru

Асият Амирбековна Магомедова – доцент кафедры плодово-овощеводства, виноградарства и ландшафтной архитектуры

Сергей Мажиудинович Мурсалов – доцент кафедры плодово-овощеводства, виноградарства и ландшафтной архитектуры

Асиль Чораевна Сапукова – доцент кафедры плодово-овощеводства, виноградарства и ландшафтной архитектуры

Мехти Магомедзакирович Халиков – ассистент кафедры плодово-овощеводства, виноградарства и ландшафтной архитектуры

About the authors:

Gadzhimagomed M. Mustafaev – Associate Professor of the Department of fruit and vegetable growing, viticulture and landscape architecture, g-mmustafaev@mail.ru

Asiyat A. Magomedova – Associate Professor of the Department of fruit and vegetable growing, viticulture and landscape architecture

Sergei M. Mursalov – Associate Professor of the Department of fruit and vegetable growing, viticulture and landscape architecture

Asil Ch. Sapukova – associate Professor, of the Department of fruit and vegetable growing, viticulture and landscape architecture

Mehti M. Khalikov – post-graduate student of the Department of fruit and vegetable growing, viticulture and landscape architecture

• Литература

1. Мустафаев Г.М. Влияние капельного полива на экологию почв Дагестана. Современные проблемы химии и нефтехимии: наука, образование, производство, экология: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Махачкала, 2008. С.214-217.
2. Ильхамов Н.М., Асадов Ш.И. Режим водосберегающего способа орошения на культуре томата и сладкого перца. *Овощеводство и тепличное хозяйство*. 2019;(2):66-68.
3. Халиков М.М., Мустафаев Г.М., Казбеков Б.И. Влияние способов полива на водно-физические свойства тепличного грунта и распределение в нем влаги и элементов минерального питания. *Овощеводство и тепличное хозяйство*. 2018;3(164):32-35.
4. Курбанов С.А., Магомедова Д.С., Ибрагимов А.К. Капельное орошение – фактор интенсификации продуктивности томатов. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2014;(2):33-35.
5. Белик В.Ф., Советкина В.Е., Дерюжкин В.П. Овощеводство. М.: Колос, 1981. 383 с.
6. Методические рекомендации по проведению опытов с овощными культурами в сооружениях защищенного грунта. Под ред. С.Ф. Ващенко. М.: Изд. ВАСХНИЛ, 1976. 108 с.
7. Практикум по физиологии растений. Под ред. И.И. Гунара. М.: Колос, 1972. 168 с.
8. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве. Под ред. В.Ф. Белика. Москва, 1970. 210 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е. М.: Альянс, 2011. 350 с.
10. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Ленинград: Колос. Ленингр. отделение, 1972. 456 с.

• References

1. Mustafaev G.M. Influence of drip irrigation on the ecology of soils in Dagestan. Modern problems of chemistry and petrochemistry: science, education, production, ecology: materials of the all-Russian scientific and practical conference. Makhachkala, 2008. P.214-217. (In Russ.)
2. Ilkhamov N.M., Asadov Sh.I. Regime of water-saving method of irrigation on tomato and sweet pepper culture. *Vegetable growing and greenhouse farming*. 2019;(2):66-68. (In Russ.)
3. Khalikov M.M., Mustafaev G.M., Kazbekov B.I. Influence of irrigation methods on water-physical properties of greenhouse soil and distribution of moisture and mineral nutrition elements in it. *Vegetable growing and greenhouse farming*. 2018;3(164):32-35. (In Russ.)
4. Kurbanov S.A., Magomedova D.S., Ibragimov A.K. Drip irrigation — a factor of tomato productivity intensification. *Melioration and water management*. 2014;(2):33-35. (In Russ.)
5. Belik V.F., Sovetkina V.E., Deryuzhkin V.P. Olericulture. M.: Kolos, 1981. 383 p. (In Russ.)
6. Guidelines for conducting experiments with vegetable crops in protected ground structures. Edited by S. F. Vashchenko. M.: VASHNIL Publishing house, 1976. 108 p. (In Russ.)
7. Practicum on plant physiology. Edited by I. I. Gunar. M.: Kolos, 1972. 168 p. (In Russ.)
8. Methods of physiological research in vegetable and melon growing. Edited by V. F. Belik. M., 1970. 210 p. (In Russ.)
9. Dospikhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Ed. 6-E. M.: Alliance, 2011. 350 p. (In Russ.)
10. Ermakov A. I. Methods of biochemical research of plants. Leningrad: Kolos. Leningr. department, 1972. 456 p. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-76-81>
УДК 635.64:631.526.325:631.544(470.67)

**Патимат
Магомедовна Ахмедова**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» (ФГБНУ ФАНЦ РД)
367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, Научный городок, ул. А. Шабанова, 30

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ахмедова П. М. Перспективные гибриды томата для летне-осеннего оборота в защищенном грунте в условиях Дагестана. Овощи России. 2021;(2):76-81.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-76-81>

Поступила в редакцию: 20.12.2020
Принята к печати: 20.04.2021
Опубликована: 25.04.2021

**Patimat
M. Akhmedova**

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

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

For citations: Akhmedova P.M. Promising tomato hybrids for summer-autumn turnover in protected ground in Dagestan. Vegetable crops of Russia. 2021;(2):76-81. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-5-76-81>

Received: 20.12.2020
Accepted for publication: 20.04.2021
Accepted: 25.04.2021

Перспективные гибриды томата для летне-осеннего оборота в защищенном грунте в условиях Дагестана



Резюме

Актуальность. Плоды томата широко используют не только для потребления в свежем виде, но и в переработке, а также в консервной промышленности. Поэтому так важно снабжать ими население в течение всего года, что в настоящее время вполне возможно благодаря применению сооружений защищенного грунта. В регионе с каждым годом продолжается строительство новых промышленных теплиц, а также массовое строительство зимних пленочных теплиц в хозяйствах населения Равнинного и Предгорного Дагестана. На сегодняшний день их более 250 га.

Материал и методика. Экспериментальную работу проводили в тепличном хозяйстве ООО «Агро – АС» в 2019-2020 годах. Осуществляли подбор и оценку перспективных гибридов томата для летне-осеннего оборота в защищенном грунте. Изучали длительность межфазных периодов, оценивали процент завязываемости плодов в соцветии, определяли урожайность гибридов томата, рассчитали наиболее экономически перспективных из них для природно-климатических условий Дагестана.

Результаты. Впервые в условиях равнинного Дагестана экспериментально обоснованы основные элементы промышленной технологии получения высокого урожая томата в сооружениях защищенного грунта способом малообъемной гидропонной технологии на кокосовом субстрате; выделены высокопродуктивные гибриды томата для различных сооружений защищенного грунта; гибриды F₁ отличались хорошей отдачей урожая со второй декады сентября по вторую декаду декабря; по наиболее высокому проценту завязываемости плодов, так и по общей и товарной урожайности отличались гибриды: Мей Шуай F₁, Мамстон F₁, обеспечивающие соответственно 24,3 кг/м² и 23,1 кг/м². Экономически эффективен срок посадки рассады в субстрат в летне-осеннем обороте в условиях пригорода Махачкалы 10 июля, что обеспечивает высокий урожай и чистый доход с единицы площади. При цене реализации плодов томата 100-110 рублей за 1 кг рентабельность производства в зависимости от сроков уборки и реализации составила 100-122%.

Ключевые слова: томат, сорта, защищенный грунт, летне-осенний оборот, сроки высадки, кокосовый субстрат, фенология, завязываемость, урожайность, экономическая эффективность

Promising tomato hybrids for summer-autumn turnover in protected ground in Dagestan

Abstract

Relevance. The region continues to build new industrial greenhouses every year, as well as mass construction of winter film greenhouses in the farms of the population of Flat and foothill Dagestan. Today, there are more than 250 hectares of them.

Methods. Experimental work was carried out in the greenhouse of LLC Agro-AS in 2019-2020. Carried out selection and evaluation of promising hybrids of tomato for the summer-autumn turnover in greenhouses. Studied the duration of interphase periods, estimated the percentage of fruit set in the inflorescence, determined the yield of tomato hybrids, and calculated the most economically promising ones for the natural and climatic conditions of Dagestan.

Results. For the first time in the conditions of flat Dagestan, the following experimental data are proved the main elements of industrial technology for obtaining a high yield of tomatoes in protected ground structures using low-volume hydroponic technology on a coconut substrate were experimentally justified; highly productive tomato hybrids were identified for various protected ground structures; F₁ hybrids were distinguished by good yield from the second decade of September to the second decade of December; hybrids such as Men-Shuai F₁ and Mamston F₁ provided 24.3 kg/m² and 23.1 kg/m², respectively, according to the highest percentage of fruit setting, as well as the total and commercial yield. The term of planting seedlings in the substrate in the summer and autumn turnover in the conditions of the suburbs of Makhachkala on July 10 is economically effective, which ensures a high yield and net income per unit area. At the selling price of tomato fruits of 100-110 rubles per 1 kg, the profitability of production, depending on the timing of harvesting and sales, was 100-122%.

Keywords: tomato, varieties, protected soil, summer-autumn turnover, planting time, coconut substrate, phenology, setability, yield, economic efficiency

Введение

Благодаря вкусовым качествам и высокой биологической ценности плодов томата их потребление в мировом масштабе неуклонно растет и за последние 10 лет увеличилось с 28 до 54 кг на душу населения [1]. Вкус плодов определяется содержанием сахаров и кислот. Чем больше солнечных дней, тем выше это соотношение, тем лучше вкус плодов [2,3,4].

В климате Дагестана отмечаются резкие контрасты в разных районах. В горах на высоте 3 тыс. м абсолютные максимумы температур составляют 21...23°C, а на севере низменности температура воздуха может быть более 40°C. Осадки на низменности не превышают 400 мм, а в горах их выпадает более 1000 мм [5]. Основным фактор формирования климата – солнечная радиация, которая определяется расположением Дагестана в южной части умеренного теплового пояса, количество которой составляет в среднем около 120 ккал/см²/год. Сумма часов солнечного сияния в среднем за год составляет на равнине 2053, в предгорье – 1967, в высокогорье – 2048 часов [6]. С понижением освещенности необходимо уменьшение температуры. На основании этой взаимосвязи норвежский исследователь J. Gosselin разработал световой и температурный режимы для томата, применение которых обеспечивает получение высококачественной рассады в течение 45 дней [7]. Температура влияет на ход физиолого-биохимических процессов и в конечном результате – на величину урожая. При выращивании овощей в защищенном грунте существует интервал температур, определяющий минимум и максимум развития каждой конкретной культуры [8]. Уровень урожайности служит основным показателем экономической целесообразности выращивания того или иного сорта или гибрида. Урожайность томата находится в высокой положительно фенотипической и генотипической зависимости от количества плодов на растении [9, 10].

В 2019 году в Дагестане собрано более 1 млн 617 тыс. т овощей. Этот показатель на 235 тыс. т выше урожая 2018 года, когда аграриями республики было собрано 1 млн 382 тыс. т. Урожай овощей в 2019 году в Дагестане превысил показатели в целом по Северо-Кавказскому федеральному округу [11].

Тепличное овощеводство в Дагестане развивается бурными темпами, на сегодняшний день его площади составляют свыше 250 га. Республика Дагестан, имея благоприятные климатические условия – наличие больших запасов геотермальных источников, является одной из самых перспективных территорий для развития тепличного овощеводства. Применение геотермальной горячей воды для отопления теплиц позволяет добиться заметной экономии в сфере теплообеспечения [12].

Томат в зимних теплицах в условиях Дагестана выращивают:

- в зимне-весеннем обороте (с декабря по июнь), при этом сбор урожая начинают в марте-апреле и заканчивают в июне;
- в переходном обороте выращивают с сентября по июнь – т.е. почти год, убирают урожай с декабря по июнь;
- в летне-осеннем обороте выращивают с июля по декабрь, сбор урожая начинают в первых числах октяб-

ря и продолжают до декабря. Распространенность этого оборота связана с тем, что в июне заканчивается зимне-весенняя культура огурца и томата, последнего, как в переходном обороте, так и зимне-весеннем обороте, и в зимних теплицах освобождаются площади, которые используются для выращивания томата в летне-осеннем обороте.

Основная часть уже существующих и строящихся теплиц в Республике Дагестан являются пленочными. В таких теплицах условия освещения, влажность почвы и воздуха, температурный режим резко отличаются по сравнению с остекленными теплицами. Поэтому для них нужны определенные сорта и гибриды F₁, а также специфические технологии выращивания с учетом определенных сроков посева и высадки рассады, что побудило нас продолжить исследования в этом направлении.

Практически все новые индетерминантные гибриды, рекомендуемые для малообъемной технологии, относятся к генеративному типу.

В этой связи возникает необходимость в изучении биологических особенностей новых гибридов томата и учет этих особенностей в интенсивных технологиях выращивания.

Поэтому цель работы заключалась в оценке новых гибридов томата для защищенного грунта в летне-осеннем обороте на беспочвенном субстрате с использованием систем гидропоники.

Задачи исследований:

- провести фенологические наблюдения
- оценить завязываемость плодов в соцветии
- определить урожайность гибридов томата
- рассчитать экономическую эффективность

Методика и условия проведения исследований

Экспериментальную работу проводили в тепличном хозяйстве ООО «Агро – АС» путем постановки лабораторно-полевых опытов. В теплице используется малообъемная технология выращивания овощей на кокосовом субстрате.

В качестве объектов исследований были взяты 4 розовоплодных гибрида томата: Мамстон F₁, Мей Шуай F₁ и Цетус F₁.

Мамстон F₁ (рис.1) – раннеспелый индетерминантный гибрид фирмы Syngenta (Швейцария). Период от всходов до начала созревания – 60-65 дней. Гибрид Мамстон обладает высокой толерантностью к стресс-факторам (низкая освещенность, высокая температура, перепады температур). Плоды округлой формы с большой плодоножкой, привлекательного товарного вида, очень крупные, 230-250 г, на первых кистях 300 г и более, с прекрасным ярко-выраженным вкусом. Урожайность – 17-25 кг/м². Назначение: для потребления в свежем виде и переработки на томатопродукты. Достоинства гибрида: транспортабельность, устойчивость к растрескиванию и вершинной гнили, высокая урожайность и хорошие вкусовые качества.

Мей Шуай F₁ (рис.2) – раннеспелый индетерминантный гибрид фирмы Seminis (Голландия). Период от всходов до начала созревания – 65-70 дней. Растение средней силы роста, сбалансированное, легко адаптируется к разным условиям культивирования, хорошо переносит высокие температуры летом. Выводенные плотные плоды массой 200-250 г. Урожайность – 18-27

Рис. 1. Мамстон F₁Рис. 2. Мей Шуай F₁Рис. 3. Цетус F₁Рис. 4. Тивай 12 F₁

кг/м². Назначение: для потребления в свежем виде и переработки на тоματοпродукты. Достоинства гибрида: транспортабельность, плоды отлично завязываются как при высоких, так и при низких температурах, высокая урожайность и хорошие вкусовые качества, устойчивость к широкому спектру заболеваний.

Цетус F₁ (рис.3) – раннеспелый индетерминантный гибрид фирмы Greenteam (Испания). Период от всходов до начала созревания – 60-65 дней. Высота куста может достигать 2 м, при этом томат все же отличается компактными размерами. Кусты малолиственные, что в значительной степени сокращает трудозатраты фермера при вегетации. Короткие междоузлия. Плоды плоскоокруглой формы, масса плода – 250-300 г. Урожайность – 20-26 кг/м². Назначение: для потребления в свежем виде и переработки на тоματοпродукты. Достоинства гибрида: транспортабельность, высокая урожайность и необычный вкус овощей, содержание витаминов в которых в разы превосходит традиционные красные томаты, устойчивость к широкому спектру заболеваний.

Тивай 12 F₁ (рис.4) – среднеспелый индетерминантный розовый гибрид. Производитель: Rijk Zwaan (Голландия). Период от всходов до начала созревания – 110-115 дней. Растения генеративные, открытые, с коротким листом, компактные. Сохраняет хорошую силу роста даже при большой загруженности. Листья среднего размера, светло-зелёные, обычные, слабогофрированные. Междоузлия укороченные. Плоды массой 150-180 г. В кисти все плоды одинакового размера, однородные, округлые, блестящие. Урожайность – 22-33 кг/м². Назначение: для потребления в свежем виде и переработки на тоματοпродукты. Достоинства гибрида: транспортабельность, хорошие вкусовые качества, высокая устойчивость к вирусу томатной мозаики, кладоспориозу, фузариозному увяданию, фузариозной гнили, вертициллёзному увяданию и стемфилиозу. Средняя устойчивость к вирусу жёлтой курчавости листьев и нематод.

Повторность опыта 3-х кратная, за стандарт был взят индетерминантный, урожайный гибрид голландской

селекции Тивай 12 F₁. Плотность посадки – 2,5 шт./м².

Исследования проводили согласно: «Методическим рекомендациям по проведению опытов с овощными культурами в сооружениях защищенного грунта» [13]. В ходе исследований были проведены фенологические наблюдения с определением продолжительности фенологических фаз от посева до всходов, от всходов до цветения и начала плодоношения. Проведен учет завязываемости в соцветии, количества плодов на одном растении с сортировкой на стандартные и нестандартные, определение величины общей и товарной части урожая, средней массы плода.

Для измерения температуры и влажности воздуха использовали срочные, минимальные и максимальные термометры, недельные термографы и гигрографы, психрометры. Освещенность определяли люксметром Ю-16. Содержание CO₂ в приземном слое воздуха – методом В. И. Шатнова [14].

Суммарную ФАР, проникающую в теплицу, вычисляли по методике С.Ф. Ващенко [15].

Для оценки качества плодов определяли содержание: сухого вещества – методом высушивания (ГОСТ 28561-90); сумму сахаров – цианидным методом по Бертрану (ГОСТ 8756.13-87); кислотность – титрованием вытяжки 0,1N раствором щелочи (ГОСТ 25555.0-82); витамин С – по Мурри; нитраты – ионометрический метод (ГОСТ 29270-95).

Учет урожая проводили методом сплошного взвешивания со всей учетной площади каждой делянки. Статистическую обработку результатов исследований проводили по методике С.С. Литвинова [16].

Результаты исследований

Фенологические наблюдения за развитием рассады показали, что при одновременном посеве всходы растений томата появились одновременно и на 100%, кроме контрольного сорта с разницей в один день. Раньше всех цветения началось у гибридов Мамстон и Цетус – 01.08. Позже всех зацвел стандарт Тивай 12 – 05.08 (табл.1).

Таблица 1. Даты наступления фенологических фаз у F₁ гибридов томата, 2019-2020 годы
Table 1. Phenological phases of F₁ tomato hybrids, 2019-2020

F ₁ гибрид	Посев	Всходы	Посадка в маты	Начало	
				цветения	плодоношения
Тивай 12, St	05.06	13.06	10.07	05.08	07.09
Мей Шуай	05.06	12.06	10.07	03.08	04.09
Мамстон	05.06	12.06	10.07	01.08	03.09
Цетус	05.06	12.06	10.07	01.08	02.09

Таблица 2. Длительность межфазных периодов сортов томата, 2019-2020 годы
Table 2. Duration of interfacial periods of tomato varieties, 2019-2020

F ₁ гибрид	Посев - всходы	Продолжительность периода, сутки		
		от всходов до цветения	от всходов до первого сбора	плодоношения
Тивай 12, St	8	53	86	106
Мей Шуай	7	52	84	112
Мамстон	7	50	83	110
Цетус	7	50	82	103

Плодоношение раньше других началось у гибрида Цетус F₁ – 02.09, у Мамстон F₁ – 03.09, у Мей Шуай F₁ – 04.09. Так как цветение у гибрида Тивай 12 F₁ было позже, то и фаза плодоношения наступила на 3-5 дней позже, чем у других гибридов.

Продолжительность основных межфазных периодов развития гибридов томата представлены в таблице 2.

Период от всходов до цветения составил от 50 дней у Мамстон F₁ и Цетус F₁ до 53 дней у Тивай 12 F₁. Период от всходов до плодоношения самый короткий у гибрида Цетус F₁ – 82 дня. Более продолжительный период плодоношения наблюдался у гибрида Мей Шуай F₁ – 112 дней.

Завязываемость плодов полностью зависит от благополучно пройденного процесса опыления в каждом цветке (табл.3).

Наибольшей товарностью отличились плоды гибрида Мамстон F₁ – 98,2%. Гибрид Цетус F₁ отличался наибольшей массой плода – 230г и товарностью – 97,3%. Товарность плодов изучаемых гибридов была в целом высокой (97-98%).

Важный элемент технологии выращивания – система защиты от болезней и вредителей, так как в условиях защищенного грунта создаются благоприятные условия для их развития. Высокая влажность воздуха, перепады ночной и дневной температуры, наличие конденсата на внутренней поверхности пленки или росы на листьях способствуют накоплению вредных организмов в теплице, что снижает выход стандартной продукции, ухудшает ее качество, сокращает период плодоношения культуры томата на 1-1,5 месяца. При отсутствии системы защитных мероприятий потери урожая могут достигать 50% и более.

Таблица 3. Завязываемость и количество плодов томата, 2019-2020 годы
Table 3. Setting and number of tomato fruits, 2019-2020

F ₁ гибрид	Завязываемость плодов в соцветии %				Количество плодов на 1 растение, шт.
	1 соцветие	2 соцветие	3 соцветие	4 соцветие	
Тивай 12, St	88,7	87,8	89,8	76,0	35
Мей Шуай	100,0	97,3	94,4	72,5	44
Мамстон	97,7	96,2	92,1	71,7	42
Цетус	92,0	88,0	89,8	70,0	33

В 1-м и 2-м соцветии завязываемость у изученных гибридов была выше, чем у стандарта, в 3-м соцветии гибриды Мей Шуай F₁ и Мамстон F₁ превосходили стандарт, в 4-м соцветии наибольшая завязываемость была у стандарта. Не все изученные гибриды превосходили стандарт по числу плодов с одного растения.

Как по общей, так и по товарной урожайности все изучаемые гибриды превосходили стандарт и обеспечили достоверную прибавку урожая: гибрид Мей Шуай F₁ – 8,9 кг/м², Мамстон F₁ – 7,8 кг/м² и гибрид Цетус F₁ – 3,7 кг/м² (табл.4).

Учет пораженных растений проводили визуально по пятибалльной шкале:

- 0 – отсутствие болезней у растений;
- 1 – повреждение отдельных растений;
- 2 – повреждение 10-25% растений;
- 3 – повреждение 25-35% растений;
- 4 – повреждение 35-50% растений;
- 5 – повреждение свыше 50% растений.

Данные, полученные нами в результате наблюдений, позволяют считать гибриды Тивай 12 F₁, Мей Шуай F₁, Мамстон F₁ перспективными как по урожайности, так и

Таблица 4. Урожайность гибридов томата в летней культуре, 2019-2020 годы
Table 4. Productivity of tomato hybrids in summer turnover, 2019-2020

F ₁ гибрид	Урожайность, кг/м ²		Средняя масса товарного плода, г	Товарность, %
	общая	товарная		
Тивай 12, St	15,3	14,8	175	96,7
Мей Шуай	24,2	23,5	220	97,1
Мамстон	23,1	22,7	225	98,2
Цетус	19,0	18,5	230	97,3
НСР 0,5	1,7			

Таблица 5. Биохимические показатели плодов изучаемых гибридов томата, 2019-2020 годы
Table 5. Biochemical indicators of fruits of the tomato hybrids, 2019-2020

Гибрид F ₁	Содержание в плодах			Общая кислотность, %	Каротин, мг%	Нитраты, мг/кг
	сухое вещество, %	общий сахар, %	витамин С, мг/100 г			
Тивай 12 F ₁	5,6	4,4	32,7	0,57	0,93	38,1
Мей Шуай F ₁	5,9	4,6	34,3	0,55	1,10	37,8
Мамстон F ₁	5,7	4,5	33,3	0,56	0,94	38,1
Цетус F ₁	5,5	4,3	31,6	0,54	0,87	37,2

по комплексной устойчивости к различным наиболее распространенным болезням (фитофтороз, кладоспориоз, ВТМ, фузариоз). Менее 10% растений данных гибридов поражались этими заболеваниями.

Биохимические исследования плодов томата (табл. 5) выявили, что по содержанию сухого вещества изучаемые гибриды отличались сравнительно высоким показателем – 5,5-5,9%.

Анализы показывают, что уровень общей и товарной урожайности того или иного изучаемого гибрида непосредственно влияет на объёмы производственных затрат, которые, как правило, увеличивались на уборку дополнительного урожая плодов. У гибрида Тивай 12 F₁ была минимальная урожайность – 15,3 кг/м², соответственно, минимальная была и полная себестоимость на 1 м² посадок – 688 руб. (табл.6).

Таблица 6. Экономическая эффективность изучаемых гибридов томата в летне-осеннем обороте, 2019-2020 годы
Table 6. Economic efficiency of the studied tomato hybrids in the summer-autumn turnover, 2019-2020

Гибрид F ₁	Срок посадки	Урожайность, кг/м ²	Средняя цена реализации		Себестоимость		Прибыль руб./м ²	Уровень рентабельности %
			ед. прод. руб./кг	всего урожая, руб./м ²	ед. прод. руб./кг	полная себестоимость руб./м ²		
Тивай 12	10.01	15,3	100	1530	45	688	842	122
Мей Шуай	10.01(к)	24,2	110	2662	50	1210	1452	120
Мамстон	10.01	23,1	110	2541	50	1155	1386	120
Цетус	10.01	19,0	100	1900	50	950	950	100

Содержание сахаров коррелирует с содержанием сухого вещества. Наибольшее количество сахаров обнаружено у гибридов Мей Шуай F₁ – 4,6% и Мамстон F₁ – 4,5%, у гибрида Тивай 12 F₁ – 4,4% и у гибрида Цетус F₁ – 4,3%.

Вкус и качество плодов томата во многом определяется содержанием в них свободных органических кислот. Кислотность у изученных гибридов колебалась от 0,54 до 0,57%.

Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты наблюдалось у гибрида Мей Шуай F₁ – 34,3 мг%, наименьшее у гибрида Цетус F₁ – 31,6 мг%.

Томат, наряду с морковью и тыквой, является важным поставщиком каротиноидов, образующих в организме человека витамин А. Содержание бета-каротина (провитамина А) находится в прямой зависимости от степени спелости плодов. Содержание каротина у изученных гибридов колебалось в пределах 0,87-1,10 мг%.

Достаточное содержание нитратов в органах растений является условием продуктивного процесса. Интенсивное накопление нитратов растениями происходит в пределах избыточно высоких доз азота, которое не обеспечивает дополнительный рост урожая. Допустимая концентрация для тепличных томатов – 300 мг/кг. Как показывает таблица 6, содержание нитратов было намного ниже ПДК.

При средней оптовой цене реализации от 100 до 110 руб./кг уровень рентабельности составляет 100-122%. Такая рентабельность изученных гибридов свидетельствует о том, что их выращивание в летне-осеннем обороте экономически выгодно.

Выводы

На основании результатов проведенных в 2019-2020 годах исследований по летне-осеннему обороту нами сделаны следующие выводы:

- самый короткий вегетационный период от всходов до 1 сбора имел гибрид Цетус F₁ – 82 суток.

- по проценту завязываемости плодов лидером является Мей Шуай F₁ – 100% в 1-ом, 97% – во 2-ом соцветии и 94% – в 3-ем соцветии, в 4-ом соцветии наибольшая завязываемость была у стандарта. Не все изученные гибриды превзошли стандарт по числу плодов с одного растения. Гибрид Цетус F₁ уступал по общему количеству плодов стандарту на 2 шт.

- как по общей, так и по товарной урожайности в 2019-2020 годах выделились гибриды: Мей Шуай F₁ – 24,2-23,5 кг/м²; Мамстон F₁ – 23,1-22,7 кг/м², товарность – 97,1-98,2%. Наибольшая средняя масса плода у гибрида Цетус F₁ – 230 г, товарность плодов – 97,3%.

- содержание сухого вещества у всех изучаемых гибридов составило 5,5-5,9%.

- наибольшее количество сахаров обнаружено у гибрида Мей Шуай F₁ – 4,6%.

- при средней оптовой цене реализации от 100 до 110 руб./кг уровень рентабельности составляет 100-122%.

Таким образом, агробиологическая оценка гибридов томата Мей Шуай F₁, Мамстон F₁ и Цетус F₁ позволяет рекомендовать их для выращивания в защищенном грунте летне-осеннего оборота шестой световой зоны.

На основании наших многолетних исследований (2016-2020 годы) в список гибридов, рекомендуемых к использованию в производстве в условиях защищенного грунта Дагестана, входят следующие гибриды.

Из группы раннеспелых (от всходов до созревания

65-106 дней) для летне-осеннего оборота – гибриды Мамстон F₁, Мей Шуай F₁, Цетус F₁; для переходного оборота – Пинк Парадайз F₁, Львович F₁, Киото F₁.

Из группы среднеспелых (от всходов до созревания 110-115 дней) для переходного оборота – гибриды Томимару Мучо F₁, Тивай 12 F₁; для зимне-весеннего оборота Т-34 F₁, Тивай 12 F₁.

Из группы позднеспелых (от всходов до созревания 116-120 дней) для зимне-весеннего оборота – Пинк Болл F₁.

Все рекомендуемые индетерминантные гибриды швейцарской, испанской, японской, голландской и российской селекции прошли испытание в Дагестанских тепличных комплексах.

Об авторе:

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

About the author:

Patimat M. Akhmedova – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, apm64@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4617-4359>

• Литература

1. Гавриш С.Ф. Урожайность гибридов томата отечественной и зарубежной селекции в тепличных комбинатах России, Украины, Беларуси в 2012 году. *Гавриш*. 2013;(2):8–9.
2. Брежнев Д.Д. Томаты. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос, 1964. 320 с.
3. Гавриш С.Ф., Король В.Г., Шульгин И.А. Светотребовательность новых гибридов томата при выращивании в продленном обороте зимних теплиц. *Гавриш*. 2003;(3):13–19.
4. Guratore G., Licciardello F., Maccarone E.L. Evaluation of the chemical quality of a new type of small-sized tomato cultivar, the plum tomato (*Lycopersicon lycopersicum*). *Italian Journal of Food Science*. 2005;17(1):75–81.
5. Атаев З.В., Абдулаев К.А. Динамика климата Приморского Дагестана // Биологическое и ландшафтное разнообразие Северного Кавказа и особо охраняемых природных территорий: Труды Тебердинского государственного природного биосферного заповедника. М.: Илекса. 2006;(43):214–220.
6. Абдулаев К.А., Магомедова А.З. Климатические условия северной части Приморской низменности Дагестана. *Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки*. 2007;(1):113–120.
7. Gosselin, A., Trudel M.J. Influence de la température du substrat sur la croissance, le développement et le contenu en éléments minéraux de plants de tomate (cv. Vendor). *Canadian Journal of Plant Science*. 1982;(62):751–757. (In French).
8. Пивоваров, В.Ф., Скворцова Р.В., Кондратьева И.Ю. Частная селекция пасленовых культур. Томат и физалис. М., 2002. 285 с.
9. Авдеев, А.Ю. Наследование признаков у гибридов первого поколения томатов. Перспективные гибриды: Сборник трудов. Актуал. вопр. природопользования в арид. зоне Сев.-Зап. Прикаспия. Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. земледелия. Москва, 2012. С.141-144.
10. Гурин М.В., Крутько Р.В. Сопряженная изменчивость хозяйственно ценных признаков у томата: Сборник трудов. Современ. тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы. Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур. Москва, 2012. С.213–221
11. Официальный сайт Минсельхозпрода РД [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.mcxd.ru>
12. Ахмедова П.М., Дагузиева М.М. Томат в зимне-весеннем обороте в промышленных теплицах Дагестана. *Овощи России*. 2020;(2):68-73. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-68-73>
13. Методические рекомендации по проведению опытов с овощными культурами в сооружениях защищенного грунта. Москва, 1976.
14. Штатнов В.И. К методике определения биологической активности почвы // Доклады ВАСХНИЛ. 1952;(6):27–33.
15. Ващенко С.Ф., Набатова Г.А. Методические рекомендации по проведению опытов с овощными культурами в сооружениях защищенного грунта. М.: ВАСХНИЛ, 1976. 108 с.
16. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. Москва. 2011. 648 с.

• References

1. Gavrish S.F. Productivity of tomato hybrids of domestic and foreign selection in greenhouse plants of Russia, Ukraine, Belarus in 2012. *Gavrish*. 2013;(2):8–9. (In Russ.)
2. Brezhnev D.D. Tomatoes. 2nd ed., reprint. and additional. L.: Kolos, 1964. 320 p. (In Russ.)
3. Gavrish S.F., Korol V.G., Shulgin I.A. light Demand of new tomato hybrids when growing in extended turnover of winter greenhouses. *Gavrish*. 2003;(3):13–19. (In Russ.)
4. Guratore G., Licciardello F., Maccarone E.L. Evaluation of the chemical quality of a new type of small-sized tomato cultivar, the plum tomato (*Lycopersicon lycopersicum*). *Italian Journal of Food Science*. 2005;17(1):75–81.
5. Ataev Z.V., Abdullaev A.K. Dynamics of climate in the seaside Dagestan. Biological and landscape diversity of the North Caucasus and especially protected natural territories: proceedings of the Teberdinsky state natural biosphere reserve. M.: Ilekse. 2006;(43):214–220. (In Russ.)
6. Abdulaev K.A., Magomedova A.Z. Climatic conditions of the Northern part of the Coastal lowlands of Dagestan. *Proceedings of Dagestan state pedagogical University. natural and exact sciences*. 2007;(1):113–120. (In Russ.)
7. Gosselin, A., Trudel M.J. Influence de la température du substrat sur la croissance, le développement et le contenu en éléments minéraux de plants de tomate (cv. Vendor). *Canadian Journal of Plant Science*. 1982;(62):751–757. (In French).
8. Pivovarov, V.F., Skvortsova R.V., Kondratieva I.Yu. Private selection of nightshade crops. Tomato and physalis. M., 2002. 285 p. (In Russ.)
9. Avdeev, A.Yu. inheritance of traits in hybrids of the first generation of tomatoes. Promising hybrids: proceedings. Aktual.Vopr. environmental management in the arid. the area of North-Zap. the caspian sea. prikasp. nauch. - research. in-t arid. agriculture. Moscow, 2012. P.141-144. (In Russ.)
10. Gurin M.V., Krutko R.V. Conjugate variability of economically valuable traits in tomatoes: Collection of works. Modern trends in the selection and seed production of vegetable crops. Traditions and perspectives. All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Breeding and Seed Production. Moscow, 2012. P.213-221. (In Russ.)
11. Official website of the Ministry of agriculture and food of the Republic of Moldova [Electronic resource] - access Mode <http://www.mcxd.ru>
12. Akhmedova P.M., Daguzhieva M.M. Tomato in winter – spring turnover in industrial greenhouses of Dagestan. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(2):68-73. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-68-73>
13. Methodological recommendations for conducting experiments with vegetable crops in protected ground structures. Moscow, 1976. (In Russ.)
14. Shtatnov V.I. To the method of determining the biological activity of the soil. *Reports of VASHNIL*. 1952;(6):27–33.
15. Vashchenko S.F., Nabatova G.A. Methodological recommendations for conducting experiments with vegetable crops in protected ground structures. M.: VASHNIL, 1976. 108 p. (In Russ.)
16. Litvinov S.S. Methodology of field experience in vegetable growing. Moscow, 2011. 648 p. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-82-85>
УДК 632.51(470.314)

Ф.В. Голубев

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук 119991, Россия, г. Москва, ул. Косыгина, д. 19

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Голубев Ф.В. Амброзия трёхраздельная (*Ambrosia trifida* L.) на территории Владимирской области. *Овощи России*. 2021;(2):82-85.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-82-85>

Поступила в редакцию: 07.04.2021

Принята к печати: 14.04.2021

Опубликована: 25.04.2021

Fedor V. Golubev

Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry (GEOKHI) RAS
Kosygin str., 19, Moscow, 119991, Russia

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

For citations: Golubev F.V. Giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) in the territory of the Vladimir region. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):82-85. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-82-85>

Received: 07.04.2021

Accepted for publication: 14.04.2021

Accepted: 25.04.2021

Амброзия трёхраздельная (*Ambrosia trifida* L.) на территории Владимирской области



Резюме

Актуальность. В статье приведены данные о распространении *Ambrosia trifida* L. во Владимирской области, за ее пределами в России и в мире в целом. Выявлено новое место произрастания *Ambrosia trifida* в г. Владимире. Показано применение амброзии как лекарственного растения и его роль в жизни людей. С учетом того, что амброзия наносит ущерб сельскому хозяйству и внесена в список карантинных объектов, в работе приводятся общие и частные меры борьбы с ней.

Ключевые слова: гигантская амброзия, *Ambrosia trifida* L., антимикробная активность, Владимирская область, карантин

Giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) in the territory of the Vladimir region

Abstract

Relevance. The article provides data on the distribution of *Ambrosia trifida* L. in the Vladimir region, beyond its borders in Russia and in the world as a whole. A new place of growth of *Ambrosia trifida* L. was revealed in the city of Vladimir. The use of ragweed as a medicinal plant and its role in human life are described. Taking into account the fact that ragweed damages agriculture and is included in the list of quarantine objects, the work provides general and specific measures to combat it.

Keywords: giant ragweed, *Ambrosia trifida* L., antimicrobial activity, Vladimir region, quarantine



Введение

В настоящее время, когда процесс синантропизации естественного растительного покрова приобретает глобальный характер, а формирование флоры и растительности определяются главным образом антропогенным влиянием, уже не вызывает никаких сомнений необходимость изучения адвентивной флоры. Знание биологических особенностей заносных видов, таких как амброзия, позволяют прогнозировать возможности их натурализации и закрепления во флоре на определённых территориях. Благодаря активным исследованиям флоры Владимирской области впервые выявлено новое место произрастания адвентивного растения – амброзии трёхраздельной (*Ambrosia trifida* L.). Всестороннее изучение этого растения показало, что оно обладает полезными свойствами, является лекарственным видом. С другой стороны – это однолетнее рудеральное растение, ограниченно распространённое на территории РФ, внесённое в список карантинных растений.

Целью данной работы является выявление возможности натурализации амброзии во Владимирской области, а также выяснение роли этого растения в жизни людей России и в мире в целом.

Материалы и методы

Флористические исследования проводили традиционным маршрутно-рекогносцировочным методом. Обследовали различные типы антропогенных местообитаний. За растениями амброзии проводили фенологические наблюдения [1]. Для анализа распространения вида на территории Владимирской области и выяснения его роли, помимо собственных исследований, были привлечены соответствующие литературные источники.

Результаты и обсуждение

Род *Ambrosia* L. относится к семейству Сложноцветных (Compositae) и объединяет 35–40 видов, распространённых преимущественно в Америке. Многие виды этого рода широко расселились и натурализовались на других континентах. Одним из представителей этого рода является амброзия трёхраздельная (*Ambrosia trifida* L.). Это однолетнее травянистое растение высотой до 2 м (рис. 1). Стебель прямой, бороздчатый, слабоветвистый, опушённый. Листья супротивные, короткочерешковые, глубоко трёх-, пятираздельные, зубчатые или цельнокрайные, опушённые. Черешки листьев расширенные, узкокрылатые, с длинными реснитчатыми волосками при основании. Растение однодомное. Корзинки мужских цветков собраны в длинные кистевидные соцветия, женские цветки в корзинках, расположены у основания мужских соцветий или в пазухах листьев. Плод – обратнояйцевидная ребристая семянка с шипиками, заключена в обертку, длиной 4–6, шириной и толщиной 3–4 мм [2].

Родиной *Ambrosia trifida* является Северная Америка, растение широко распространено в Канаде, США, Мексике. Как адвентивное растение амброзия проникла, широко расселилась и натурализовалась на других континентах – в Европе и странах Азии (Китае, Японии, Монголии, Южной Корее), в Австралии, Южной Америке, северной Африке. На своей родине этот вид амброзии называют гигантской (giant ragweed), т.к. её отдельные экземпляры могут достигать в высоту 4 м и более. Произрастает это растение в разных типах травянистых сообществ, включая рудеральные среды обитания (железнодорожные насыпи, обочины дорог и посевных площадей), также встречается в поймах и по берегам рек и оросительных каналов. Проникает в посевные поля и снижает урожайность сельскохозяйственных культур [3].

Коренные американцы (индейцы) использовали это растение в различных целях в традиционной медицине. Чероки использовали его как средство от укусов насекомых, крапивницы, лихорадки и пневмонии, а ирокезы его применяли при диарее. Чаем из амброзии лечили кишечные спазмы, воспаления слизистых оболочек, нарушение менструального цикла. В выделенном из травы амброзии эфирном масле идентифицировано более 35 соединений, в основном – это терпены и их производные, главным компонентом масла является борнилацетат (15,5%). Масло амброзии обладает бактерицидным действием в отношении грамположительных (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*) и грамотрицательных (*Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*) бактерий. Проявляет фунгицидную активность в отношении *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, может применяться в медицине и имеет коммерческий потенциал.

Пыльца амброзии собирается в промышленных масштабах для производства фармацевтических препаратов для лечения аллергии на растения, но у некоторых людей пыльца *A. trifida* может вызвать аллергическую реакцию [4–5].

Опыление амброзии осуществляется в основном ветром, пыльца очень мелкая (20–30 мкм). Было подсчитано, что одно растение может производить 10 000 000 пыльцевых зерен в день и один миллиард пыльцевых зерен в течение своей жизни [6]. Чтобы вызвать симптомы аллергии достаточно пяти пыльцевых зерен амброзии на кубический метр воздуха. В Северной Америке и Европе виды амброзии, включая *A. trifida* и *A. artemisiifolia* являются причиной респираторной аллергии (сенной лихорадки). Клинически сенная лихорадка проявляется сочетанием конъюнктивита, ринита и присоединяющихся астматических приступов. Болезнь длится весь период цветения растений [7].

Высокий адаптивный потенциал видов рода Амброзия (*Ambrosia* L.) позволил многим из них стать растениями-космополитами, конкурировать с местными видами растений, вытеснять и замещать их в экологических нишах. В связи с этим некоторые виды амброзий, например, *Ambrosia artemisiifolia* L., относятся к инвазивным иноземным видам. Инвазивные растения признаны Конвенцией по биологическому разнообразию (КБР) одной из наибольших угроз биоразнообразию. Они оказывают неблагоприятное влияние как на сельское хозяйство (снижают урожайность культур и качество продукции, уменьшают ценность земель), так и на здоровье людей. Борьба с ними обходится странам Европы в миллионы евро ежегодно. *Ambrosia trifida* пока не входит в перечень Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР) инвазивных иноземных растений, но числится в перечне карантинных объектов России [8, 9].

На территории России амброзия трёхраздельная распространена в средних районах европейской части, Кавказе, Южном Урале, Среднем Поволжье, Иркутской и Амурской областях. Во Владимирской области впервые была встречена на территории Владимирского комбината хлебопродуктов, у места разгрузки вагонов в 2005 году [10]. Этот вид был обнаружен и в сопредельных областях: Московской [11], Ярославской [12], Ивановской [13], Нижегородской и Рязанской [14]. Позже, в 2008 году, на территории Владимирской области несколько растений амброзии были встречены в Гусь-Хрустальном районе у песчаной лесной дороги между пос. им. Воровского и д. Прокшино. В сентябре 2009 года вид был найден в юго-восточной и восточной части г. Гусь-Хрустального с его

доминированием в составе сорных группировок на пустырях, близ гаражей, во дворах многоэтажных домов [15]. В 2010 году он там не был обнаружен [16]. По данным управления Россельхознадзора по Владимирской области в 2010 году растения амброзии росли на полосах отчуждения автомобильных дорог Гусь-Хрустальный – Лесниково – Купреево и Гусь-Хрустальный – Купреево – Добрятино, а также на участках Лесниково – Купреево с 26 по 41 км (протяженностью 15 км, площадью 30,7 га) и Купреево – Добрятино с нулевого по 4,6 км (протяженностью 4,6 км, площадью 5,52 га) [16].

В 2017 года автором статьи в Ленинском районе г. Владимира впервые было выявлено новое, никем ранее не описанное место произрастания амброзии трёхраздельной (*Ambrosia trifida* L.). Оно находится на ул. Верхняя Дуброва. Растёт амброзия за многоквартирным панельным 9-этажным жилым домом №30, со стороны 5 подъезда, на углу дома (N56O 06.461' E 40O20.561'). Рядом с этим местом, за тротуаром, вдоль металлического забора, относящегося к дому №30А (Женская консультация №6), также отмечены растения амброзии (N56O 06.460' E 40O20.557'). Вид проник на территорию города, возможно, с привозной землёй, во время проведения строительных работ в этом месте, или с семенами декоративных трав, которые использовали жители для озеленения придомовой территории.

Отдельные экземпляры амброзии с трёхраздельными листьями, зубчатыми по краю, достигали в высоту 2 м. Начало цветения *Ambrosia trifida* приходилось на первую – вторую декаду августа, массовое цветение было отмечено в третьей декаде августа – начале сентября (04.09.2019). Созревание и рассеивание семян наблюдалось в сентябре. В годы с продолжительным осенним теплом (2020 год) цветение некоторых растений амброзии продолжалось до наступления заморозков (растения цвели до 09.11.2020). Кроме того, поздней влажной и тёплой осенью 2020 года наблюдалось массовое отрастание новой генерации растений с трёхраздельными листьями, высота которых варьировала от 38 до 67 см, некоторые из них вступили в фазу цветения. В южных областях России цветение амброзии наступает гораздо раньше – в июне, плодоносит амброзия и осыпает семена, начиная с июля. Считается, что потенциальный ареал *Ambrosia trifida* достигает 60° с.ш.

Некоторые авторы считают, что если не предпринять мер по уничтожению существующих небольших популяций амброзии трёхраздельной, то в самое ближайшее время вид может широко распространиться во Владимирской области [15].

За время наблюдений за популяцией амброзии (2017–2020 годы) нами не выявлено какой-либо тенденции к расширению растениями своего ареала. Возможно, это связано с тем, что нет условий для широкого распространения семян амброзией (очаг находится вдали от автомобильных и железных дорог), а также со скашиванием травы на придомовой территории.

Известно, что это однолетнее растение размножается исключительно семенами. В различных условиях среды обитания популяции амброзии трёхраздельной имеют различную семенную продуктивность. Считается, что максимальная плодовитость амброзии 5000 семян на одно растение, причём семена без стратификации не прорастают. Трудно поверить, но в литературе есть указания на то, что в почве семена сохраняют всхожесть до 40 лет и одно растение может образовать до 100000 шт. семян [17]. Эти данные, скорее всего, можно рассматривать как исключение. В реальности плодовитость амброзии гораздо меньше. Так, например, сред-

няя семенная продуктивность амброзии в условиях Оренбургской области, составила в среднем 303,3–472,8 шт. семян на одно растение [18]. На своей родине, в США (штат Иллинойс), одно растение образует около 275 семян [19], по данным других авторов – 1650 семян [20]. Учитывая эти особенности, а также разноточность семян (всхожесть, энергию прорастания, жизнеспособность) амброзии, широкого распространения этого вида во Владимире ожидать, не придётся.

Несмотря на вышесказанное, амброзия внесена в список карантинных растений, ограниченно распространённых на территории Российской Федерации. Также велик интерес к предотвращению распространения этого растения ввиду того, что его пыльца является основным аллергеном для некоторых людей.

Основными мерами борьбы с амброзией на полях произрастания сельскохозяйственных культур являются: своевременное лушение стерни, зяблевая вспашка, культивация и боронование, севооборот. На необработываемых землях – уничтожение сорняков до цветения. Для локализации отдельных очагов *Ambrosia trifida*, предотвращения дальнейшего распространения и ликвидации её популяций в литературе рекомендуются механические и химические методы борьбы, так и их сочетание. Из механических методов борьбы рекомендуют скашивание травянистой массы в очаге трактором с навесной роторной косилкой либо бензиновыми газокосилками. Из химических методов борьбы в России применяют промышленный гербицид на основе имазапипира, препарат Грейдер и его аналоги: Арсенал и Шквал. Это системный контактный гербицид сплошного действия, относящийся к классу имидазолинонов. Он значительно превосходит по эффективности глифосат-содержащие гербициды, к которым растения *Ambrosia trifida*, как правило, устойчивы, и позволяет избавиться от нежелательной растительности на территориях на 2–3 года. Препарат относят к 3 классу опасности для человека и других млекопитающих, считается практически безопасным для пчел и целого ряда полезных насекомых [21].

Для эффективной борьбы с карантинными сорняками используют комплексный подход, применяя в сочетании механические и химические методы борьбы. В труднодоступных или санаторно-курортных зонах рекомендуют применять биологический метод борьбы, который заключается в применении специально выведенных или завезённых из других стран амброзиевых листоедов (*Zygogramma suturalis* (F.)) и гусениц амброзиевых совков (*Tarachidia candefacta* Hübn.) на засорённой территории. Эти насекомые – фитофаги питаются растением, что приводит к его угнетению, а затем к гибели. В Северной Америке применяют споры ржавчинного гриба *Puccinia xanthii* forma *specialis ambrosia-trifidae*, который поражает только листья *Ambrosia trifida* L., значительно снижая производство семян и пыльцы, массу семян и их жизнеспособность. Биологический метод борьбы применяется давно (с 30-х годов прошлого столетия) и зарекомендовал себя с положительной стороны в отношении близкородственного вида *Ambrosia artemisiifolia* L. [22].

В настоящее время в России и за рубежом изучается возможность эффективного применения тех же интродуцентов на *Ambrosia trifida* L. В связи с тем, что очаг амброзии расположен в городе, в непосредственной близости с жилыми домами, детским садом №108 и школой № 37 от химических методов борьбы (гербицидной обработки очага) следует отказаться. В данном случае необходимо многократное механизированное ска-

шивание травянистой массы с весны и до осени. Скашивание можно проводить на уровне почвы бензиновым триммером с леской, с последующим уничтожением (сжиганием) фитомассы. Известно, что амброзия хорошо отрастает после однократного и даже двукратного скашивания, особенно в период вегетативного роста. Поэтому, скашивая траву придётся несколько сезонов, до тех пор, пока не истощится запас семян амброзии в почве. В связи с биологическими особенностями этого вида, придётся проводить ежегодный мониторинг территории очага и буферной зоны с учетом возможного прорастания плодов амброзии, находящихся в почве.

Заключение

Растения *Ambrosia trifida* L. издревле применяли в лекарственных целях. Известно, что в настоящее время производят фармацевтические препараты для лечения аллергии на растения, на основе пыльцы амброзии,

которую заготавливают в промышленных масштабах. Установлено, что эфирное масло травы амброзии обладает бактерицидным и фунгицидным действием, может применяться в медицине, и имеет коммерческий потенциал.

Изучение распространения растений амброзии на территории Владимирской области показало, что оно связано исключительно с антропогенным фактором. Адвентивный вид распространён по области неравномерно. Основные места произрастания сконцентрированы в городах (Владимир, Гусь-Хрустальный) и рядом с ними (вдоль железных и автомобильных дорог). Амброзия имеет выраженную тенденцию к дальнейшему расселению и закреплению на территории Владимирской области, если будут созданы условия для широкого распространения семян. Учитывая, что это рудеральное растение внесено в список карантинных объектов РФ и может у некоторых людей вызывать аллергию, следует предпринимать адекватные меры борьбы с ним.

Об авторе:

Фёдор Вячеславович Голубев – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биогеохимии окружающей среды, f.v.golubev@mail.ru

About the author:

Fedor V. Golubev – Cand. Sci. (Biology), Researcher, Laboratory of Environmental Biogeochemistry, f.v.golubev@mail.ru

• Литература

1. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: ГБС АН СССР. 1972. 135 с.
2. Фисюнов А.В. Сорные растения. М.: Колос. 1984.
3. *Ambrosia trifida* L. Bulletin OEPP/EPPO. 2020;50(2):243–248.
4. Foster S., Duke J.A. A Field Guide to Medicinal Plants. Eastern and Central N. America; Houghton Mifflin Co.: Boston, MA, USA. 1990. P.135-143.
5. Peng W., Chui H.K., Chao X.Z. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil from *Ambrosia trifida* L. *Molecules*. 2006;(11):549-555.
6. Johnson B., Loux M., Nordby D. at al. Biology and management of giant ragweed. The Glyphosate, Weeds, and Crops Series. West Lafayette, USA. 2007. P.14.
7. Rogers C.A., Wayne P.M., Macklin E.A. at al. Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO₂ on ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen production. *Environmental Health Perspectives*. 2006;(114):865–869.
8. Арнитис Р., Миронова М.К., Чеглик Л.Г. Инвазионные иноземные растения под контролем ЕОКЗР. *Защита и карантин растений*. 2014;(5):37–38.
9. Перечень вредителей, возбудителей болезней растений, сорняков, имеющих карантинное значение для Российской Федерации. URL: <https://fsvps.gov.ru/fsvps/laws/238.html#2>
10. Борисова Е.А. Новые и редкие адвентивные виды Ивановской, Владимирской и Костромской областей. *Бюл. МОИП. Отд. биол.* 2006;111(6):63–66.
11. Игнатов М.С., Макаров В.В., Чивев А.В. Конспект флоры адвентивных растений Московской области. *Флористические исследования в Московской области*. М.: Наука, 1990. с.5–105.
12. Тремасова Н.А. Адвентивная флора городов Ярославской области. Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ. *Материалы научной конференции*. М., Тула. 2003. С.103–105.
13. Борисова Е.А. Адвентивная флора Ивановской области. Иваново. 2007.
14. Хорун Л.В., Казакова М.В., Палкина Т.А., Ламзов Д.С. Новые и редкие адвентивные виды растений во флоре Рязанской области. *Бюл. МОИП, Отд. биол.* 2009;114(6):64–66.
15. Серегин А.П. Очаги Амброзии трёхраздельной во Владимирской области. *Защита и карантин растений*. 2010;(12):33–34.
16. Нагорный В.М. По следам сообщения. *Защита и карантин растений*. 2010;(12):34.
17. Терехина Т.А. Карантинные сорные растения Южной Сибири. *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. XIV Международная научно-практическая конференция*. Барнаул. 2015. С.41–46.
18. Пикалова Е.В. *Ambrosia trifida* L. в условиях Тюльганского района Оренбургской области. *Вестник ОГУ*. 2014;6(167):41–44.
19. Bassett, I.J., Crompton C.W. The biology of Canadian weeds *Ambrosia trifida* L. *Canadian Journal of Plant Science*. 1982;(62):1003–1010.
20. Stevens O.A. The number and weight of seeds produced by weeds. *American Journal of Botany*. 1932;(19):784–794.
21. Каждан А.В., Заверткина И.В., Корнев А.А. и др. Амброзия трёхраздельная (*Ambrosia trifida* L.) на территории Новосибирской области. *Карантин растений. Наука и практика*. 2018;3(25):61–62.
22. Есипенко Л.П. Биологическое обоснование приёмов и средств снижения вредности и ограничения распространения Амброзии полыннолистной *Ambrosia artemisiifolia* L. (*Ambrosieae*, *Asteraceae*). Краснодар. 2018. 316 с.

• References

1. Methods of phenological observations in the botanical gardens of the USSR. M.: MBG USSR of the Academy of Sciences. 1972. 135 p. (In Russ.)
2. Fisyunov A.V. Weed plants. M.: Kolos. 1984. (In Russ.)
3. *Ambrosia trifida* L. Bulletin OEPP/EPPO. 2020;50(2):243–248.
4. Foster S., Duke J.A. A Field Guide to Medicinal Plants. Eastern and Central N. America; Houghton Mifflin Co.: Boston, MA, USA. 1990. P.135-143.
5. Peng W., Chui H.K., Chao X.Z. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil from *Ambrosia trifida* L. *Molecules*. 2006;(11):549-555.
6. Johnson B., Loux M., Nordby D. at al. Biology and management of giant ragweed. The Glyphosate, Weeds, and Crops Series. West Lafayette, USA. 2007. P.14.
7. Rogers C.A., Wayne P.M., Macklin E.A. at al. Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO₂ on ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen production. *Environmental Health Perspectives*. 2006;(114):865–869.
8. Arnitis R., Mironova M.K., Cheglik L.G. Invasive foreign plants under EPPO control. *Plant Protection and Quarantine*. 2014;(5):37–38. (In Russ.)
9. List of pests, pathogens of plant diseases, weeds of quarantine importance for the Russian Federation. URL: <https://fsvps.gov.ru/fsvps/laws/238.html#2> (In Russ.)
10. Borisova E.A. New and rare adventive species of Ivanovo, Vladimir and Kostroma regions. *Byul. MOIP. Dept. biol.* 2006;111(6):63–66. (In Russ.)
11. Ignatov M.S., Makarov V.V., Chichev A.V. Abstract of the flora of adventive plants of the Moscow region. *Floristic research in the Moscow region*. M.: Science. 1990. P.5–105. (In Russ.)
12. Tremasova N.A. Adventure flora of the cities of the Yaroslavl region. Problems of studying adventive and synanthropic flora in the regions of the CIS. *Materials of the scientific conference*. M., Tula. 2003. P.103–105. (In Russ.)
13. Borisova E.A. Adventure flora of the Ivanovo region. Ivanovo. 2007. (In Russ.)
14. Horun L.V., Kazakova M.V., Palkina T.A., Lamzov D.S. New and rare adventive plant species in the flora of the Ryazan region. *Byul. MOIP. Dept. Biol.* 2009;114(6):64–66. (In Russ.)
15. Seregin A.P. Foci of Giant ragweed in the Vladimir region. *Plant Protection and Quarantine*. 2010;(12):33–34. (In Russ.)
16. Nagorny V.M. In the wake of the message. *Plant Protection and Quarantine*. 2010;(12):34. (In Russ.)
17. Terekhina T.A. Quarantine weeds of Southern Siberia. *Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia. XIV International scientific and practical conference*. Barnaul. 2015. P.41–46. (In Russ.)
18. Pikalova E.V. *Ambrosia trifida* L. in the conditions of the Tyulgansky district of the Orenburg region. *Vestnik OSU*. 2014;6(167):41–44. (In Russ.)
19. Bassett, I.J., Crompton C.W. The biology of Canadian weeds *Ambrosia trifida* L. *Canadian Journal of Plant Science*. 1982;(62):1003–1010.
20. Stevens O.A. The number and weight of seeds produced by weeds. *American Journal of Botany*. 1932;(19):784–794.
21. Kazhdan A.V., Zaverkina I.V., Korenev A.A. at al. Giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) on the territory of the Novosibirsk region. *Plant quarantine. Science and Practice*. 2018;3(25):61–62. (In Russ.)
22. Esipenko L.P. Biological substantiation of methods and means of reducing harmfulness and limiting the spread of *Ambrosia artemisiifolia* L. (*Ambrosieae*, *Asteraceae*). Krasnodar. 2018. 316 p. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-86-92>
УДК 631.6(470.26)

Ю.А. Спирин¹, В.Г. Пунтусов²

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта» (ФГАУ ВО БФУ им. И. Канта) 236016, Россия, Калининградская область, г. Калининград, ул. А. Невского 14. spirin1234567890@rambler.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Управление «Калининградмелиоводхоз» (ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз»). 236010, Россия, Калининградская область, г. Калининград, пр. Мира, д. 136 v.puntusov57@mail.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Спирин Ю.А., Пунтусов В.Г. Тенденции и перспективы развития гидромелиоративного комплекса Славского района Калининградской области. *Овощи России*. 2021;(2):86-92. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-5-86-92>

Поступила в редакцию: 23.03.2021

Принята к печати: 20.04.2021

Опубликована: 25.04.2021

Yuri A. Spirin¹, Vladimir G. Puntusov²

¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Immanuel Kant Baltic Federal University (IKBFU) 14, A. Nevsky st., Kaliningrad, Kaliningrad region, 236016, Russia spirin1234567890@rambler.ru

² Federal State Budgetary Institution "Management" Kaliningradmeliiovodkhoz" (FSBI "Management" "Kaliningradmeliiovodkhoz") 136, Mira av., Kaliningrad, Kaliningrad region, 236010, Russia v.puntusov57@mail.ru

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

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

For citations: Spirin Yu.A., Puntusov V.G. Trends and prospects for the development of the irrigation and drainage complex of the Slavsky district of the Kaliningrad region. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):86-92. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-86-92>

Received: 23.03.2021

Accepted for publication: 20.04.2021

Accepted: 25.04.2021

Тенденции и перспективы развития гидромелиоративного комплекса Славского района Калининградской области



Резюме

Актуальность. Развитие мелиоративного комплекса в Калининградской области является одной из ключевых задач в достижении продовольственной безопасности и повышении благосостояния региона. В последние годы этот вопрос имеет высокую актуальность из-за ряда геополитических событий. Важную роль в сельском хозяйстве области играет МО «Славский городской округ», расположенный по большей части на пolderных землях, имеющих высокую потенциальную плодородность. Ряд причин послужил тому, что на данной территории развернулась основная часть осушительных мелиоративных систем, способных при своей корректной работе, нивелировать почти все последствия от сложных для ведения сельского хозяйства климатических явлений. Несмотря на всю значимость этого вопроса, техническому состоянию и развитию мелиоративного комплекса начали уделять активное внимание с недавнего времени.

Цель работы. Рассмотреть современные тенденции и перспективы развития гидромелиоративного комплекса региона.

Материал и методы. Для достижения цели были проанализированы фондовые материалы ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз» и информация с «Единой информационной системы в сфере закупок».

Результаты и выводы. Анализ свидетельствует, что техническое состояние мелиоративных систем на текущий период, всё еще остается неудовлетворительным. Отмеченные положительные тенденции в вопросах реконструкции и развития гидромелиоративного комплекса региона в последние годы увеличивают перспективы изменения ситуации в лучшую сторону. В работе показано, что для этого, в идеале, требуется увеличение сегодняшних дотаций в 2-2.5 раза, с переходом к следующему соотношению инвестиций: 70% – на эксплуатацию сети, а 30% – на реконструкцию сети. Также необходимо реализовать ряд социально-политических решений; разработать современную методологическую базу и правила эксплуатации пolderных систем; организовать полномасштабные плановые исследования водного режима водотоков территории для повышения гидрологической информированности с целью научно-обоснованного планирования восстановительных работ и эффективного использования гидротехнических сооружений осушительных сетей.

Ключевые слова: гидротехническая мелиорация; пolderные земли; осушительные системы; продовольственная безопасность; сельское хозяйство

Trends and prospects for the development of the irrigation and drainage complex of the Slavsky district of the Kaliningrad region

Abstract

Relevance. The development of the reclamation complex in the Kaliningrad region is one of the key tasks in achieving food security and improving the well-being of the region. In recent years, this issue has been highly relevant due to a number of geopolitical events. An important role in the agriculture of the region is played by the municipal district "Slavsky Urban district" located mostly on polder lands with high potential fertility. A number of reasons led to the fact that the main part of drainage reclamation systems was deployed on this territory, which, if properly operated, are capable of leveling almost all the consequences of climatic phenomena that are difficult for agriculture. Despite the importance of this issue, the technical state and development of the amelioration complex have recently been given active attention.

Purpose of work. Consider current trends and prospects for the development of the irrigation and drainage complex of the Slavsky region.

Material and methods. To achieve this goal, stock materials of the Kaliningradmeliiovodkhoz Administration and information from the Unified Information System in the field of procurement were analyzed.

Results and conclusions. It can be concluded from the work that the technical condition of the reclamation systems is still unsatisfactory. The positive trends in land reclamation issues have increased significantly at the moment, which has increased the prospects for changing the situation for the better. Ideally, an increase in today's subsidies by 2-2.5 times is required, with the transition to the following investment ratio: 70% - for network operation, and 30% - for network reconstruction. It is also necessary to implement a number of socio-political decisions.

Keywords: hydraulic engineering reclamation; polder lands; drainage systems; food security; agriculture

Введение

Наряду со многими мероприятиями по стабилизации и разумному развитию сельского хозяйства, своей особой значимостью выделяется отлаженная работа осушительной гидромелиоративной сети. В регионе со сложными климатическими условиями, характеризующимися избыточным увлажнением и трудно прогнозируемыми засушливыми периодами, значимым фактором в качественном ведении сельского хозяйства является своевременное осушение (а в некоторых случаях и увлажнение) сельскохозяйственных земель. Без нормальной работы всех компонентов осушительной гидротехнической мелиоративной сети невозможно продуктивное ведение сельского хозяйства [1-3].

В последние годы одной из важных задач по развитию региона можно считать обеспечение продовольственной безопасности [4-5]. Можно выделить следующие факторы, негативно влияющие на устойчивость области и защищенность граждан: изолированность региона от основной части страны, осложненная непростыми отношениями с Евросоюзом и продуктовыми санкциями; возможные перебои поставок продуктов питания из-за потенциальной угрозы карантина, связанного со вспышкой «Коронавирусной инфекции»; неполная укомплектованность сельскохозяйственного сектора и зависимость от внешних поставок сельскохозяйственного оборудования и сырья; диспаритет цен и финансовая неустойчивость в сельском хозяйстве. Развитое сельское хозяйство региона – один из наиболее традиционных и проверенных путей для достижения продовольственной безопасности и ресурсного самообеспечения Калининградской области.

В регионе выращивают четыре основные группы культур: зерновые и зернобобовые; рапс; картофель; овощи. Овощеводство является приоритетным направлением деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей. Валовой сбор овощей открытого и закрытого грунта в товаропроизводящих хозяйствах в 2019 году составил 34,1 тыс. т, что на 21% выше уровня 2018 года. Благодаря введению продовольственного эмбарго, в 2014 году в регионе в хозяйствах коммерческого сектора отмечено увеличение производства овощей в 2019 году на 92% (30 тыс. т) к уровню 2013 года (15,7 тыс. т). Ведутся работы, как по увеличению посевных площадей, так и по расширению ассортимента овощной продукции [6].

Одной из стратегических территорий региона можно назвать МО «Славский городской округ» – далее Славский район (рис. 1). Рассматриваемый район расположен на территории Неманской низменности и является самым крупным пойменным массивом региона, – около 68% от всех пойменных земель Калининградской области, поэтому именно здесь расположена основная часть мелиоративных систем региона [7].



Рис. 1. Расположение «Славского городского округа», относительно других округов.
Fig. 1. The location of the «Slavsky urban district» in relation to other districts.

Мелиоративная сеть Славского района (и региона в целом) имеет ряд проблем с техническим состоянием и эксплуатацией. До настоящего времени на большей части территории района эксплуатируются гидротехнические сооружения довоенной постройки (до 1940 года), имеющие износ 85-100%. Из-за различных трудностей, связанных с эксплуатацией сети (многократные пропуски планового ремонта гидротехнических сооружений, отсутствие своевременного обслуживания сети и культуртехнических работ, неисправность почти всей техники и т.д.), её адекватное функционирование также затруднено. Тоже можно сказать и про необходимую технику.

В работе рассмотрены современные тенденции и перспективы развития гидромелиоративного комплекса Славского района.

Материалы и методы исследований

Методы исследования включают в себя: информационно-аналитический подход, экономико-статистическую и экспертную оценку, системный анализ и синтез, прогнозирование. В качестве материалов исследования выступили информационная база фондовых данных ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз» и информация с «Единой информационной системы в сфере закупок» [8]. Учтены исторические факторы развития мелиоративного комплекса региона. Использованы публикации и результаты собственных исследований авторов по теме работы.

Природно-хозяйственная характеристика региона исследования. Общая площадь Калининградской области (с заливами) составляет 1512,5 тыс. га, площадь суши равна 1351,2 тыс. га. Одной из отличительных особенностей региона является наличие пойменных земель, обладающих высоким плодородием. Площадь пойм составляет около 100 тыс. га. (70% пойм России). Наличие такого рода земельных ресурсов послужило причиной для развития сельскохозяйственного комплекса на рассматриваемой территории. В структуре земель сельскохозяйственного назначения преобладающую часть составляют сельскохозяйственные угодья – 721 тыс. га. Из них на долю пашни приходится 50% площадей, многолетних насаждений – около

1%, сенокосов – 18%; пастбищ – 31%; из них в использовании находится – около 481 тыс. га (67%), не используется около 240 тыс. га (33%).

Калининградская область находится в зоне избыточного увлажнения, что в совокупности с равнинным рельефом и преобладанием глинистых и суглинистых пород на поверхности, стало определяющим фактором в формировании густой речной сети. В области насчитывается около 4610 мелких и крупных рек, ручьев и каналов. Их общая длина – 12,7 тыс. км. Однако большинство – от 10 до 25-50 км. Рек длиной свыше 101 км в области всего шесть: Неман, его приток Шешупе, Преголя с притоками Лавой, Анграпой, Инстручем. Бассейн реки Преголи занимает почти всю территорию области, его площадь составляет 13,6 тыс. км². Также территория региона имеет много водоемов различного типа, общая площадь которых занимает 230 тыс. га. Озера в Калининградской области многочисленны, но, за исключением озера Виштынецкого, невелики по размерам [9].

Образование обширной осушительной гидротехнической мелиоративной сети определяли такие факторы как: ландшафтные особенности территории, избыточное увлажнение и активное ведение сельского хозяйства. Фактически все сельское хозяйство ведется на мелиорируемых осушаемых землях. Площадь осушаемых земель области по состоянию на 31 декабря 2019 года составляет 1047,8 тыс. га, в том числе земель сельхозпроизводителей – 594,5 тыс. га. Протяженность отрегулированных водоприемников 1360 км, сети открытых магистральных и проводящих каналов составляет 11911 км, закрытой дренажно-коллекторной сети – 362517 км, водозащитных дамб – 713 км. Количество гидротехнических сооружений на водоприемниках и открытой осушительной сети составляет 24921 шт. В области имеется 113 осушительных насосных станций.

В муниципальном образовании насчитывается 54 осушительных насосных станции, которые откачивали воду с 66,9 тыс. га земли, 2006 км магистральных и 5733 км мелких каналов, 454 км водозащитных дамб, 19 шлюзов, 145 мостов. Дренажная сеть проложена на площади в 32 тыс. га, ее длина в общей сложности составляет 18312 км. Большая часть всех гидротехнических сооружений находится в федеральной и областной собственности.

Общая площадь земель в административных границах муниципального образования Славского района составляет 134907 га, из них: земли сельскохозяйственного назначения – 80439 га, (59,6% от общей площади земель) и земли гослесфонда – 39646 га (29,3% от общей площади земель). Наибольшая доля от общей площади земель сельскохозяйственного назначения приходится на сельскохозяйственные угодья (пашни, сенокосы и пастбища) – 74217 га (92,3%). Сельскохозяйственные угодья на территории Славского района распределены следующим образом: площадь пашни составляет 26230 га; сенокосов – 22582 га; пастбищ – 25239 га; общая посевная площадь сельскохозяйственных культур под урожай – 16500 га. Зерновые и бобовые культуры выращиваются на площади 9500 га; рапс – 2607 га; овощи – 30 га; картофель – 533 га. В целом по состоянию на 2019 год валовый

сбор сельскохозяйственной продукции составил: 58200 т зерна, 7359 т рапса (намолочено), 695 т овощей, 19090 т картофеля. По выращиванию картофеля округ занимает лидирующие позиции в регионе, как по площади посадки и валовому сбору, так и по урожайности, которая составляет от 350 до 400 ц/га.

Результаты и обсуждение

В советское время большое внимание уделяли гидротехнической мелиорации сельскохозяйственных земель региона. Ежегодные эксплуатационные расходы на момент 80-х годов составляли в среднем 21 млн руб., а расходы на строительство, капитальный ремонт и реконструкцию гидротехнических сооружений достигали 9 млн руб. (в текущих ценах, по курсу «Центрального банка Российской Федерации», – 4,6 млрд руб. и 1,1 млрд руб. соответственно [10]).

После развала СССР, вследствие уменьшения субсидирования и упадка сельского хозяйства, приостановилось развитие гидротехнической мелиорации. Со временем большинство гидротехнических сооружений пришло в негодность. Насосное оборудование на насосных станциях из-за сильного износа перестало отвечать проектным характеристикам и функционировать должным образом, что говорит о необходимости его ремонта или замены. Перестал производиться уход за мелиоративной сетью, что привело к заилению, захламлению и потере проектных характеристик каналов и дренажа. Отсутствие культуртехнических работ и не обеспечение нормы осушения на сельскохозяйственных землях сделало процесс использования сельскохозяйственной техники достаточно трудоемким. Гидротехнические мелиоративные системы стали неудовлетворительно работать, что принесло массу проблем при их эксплуатации.

В 1997 году был основан ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз», чьими полномочиями стала эксплуатация межхозяйственной осушительной мелиоративной сети Калининградской области. Это было сложной задачей в условиях кризиса, поскольку отрасль требовала больших денежных затрат, которые бы шли на длительную перспективу, а их окупаемость напрямую зависела от сельскохозяйственного комплекса, который также имел ряд трудностей.

Ситуацию с развитием местного сельскохозяйственного комплекса обостряли следующие факторы: особое территориальное положение региона, недостаточная государственная поддержка отрасли, климатические условия, длительные сроки окупаемости финансовых вложений, невысокая рентабельность и сильная конкуренция с товарами из Польши и Белоруссии, где это направление было в приоритете и хорошо отлажено. Выгоднее было закупать сельскохозяйственную продукцию из соседних стран, чем вкладывать деньги в развертывание государственных сельскохозяйственных предприятий и производить стимулирование и помощь частному сельскохозяйственному сектору. Заинтересованность в этом направлении, как у государства, так и у частных предпринимателей была невысокой. Поэтому даже после выхода страны из кризисного пика, в середине позапрошлого десятилетия, гид-

ромелиоративный комплекс как важнейший инструмент сельскохозяйственного производства не получал должного развития и финансирования.

На мелиорацию региона из средств федерального и регионального бюджета выделялось порядка 80-120 млн руб., что значительно меньше, чем необходимо, поэтому ощущалась острая нехватка денежных ресурсов, как для рациональной эксплуатации, так и для реконструкции и капитального ремонта осушительной сети. Стоит отметить, что непосредственно на реконструкцию и эксплуатацию осушительной сети выделялась небольшая сумма из общего бюджета, а основные расходы складывались из следующих потребностей: 25% – уплата имущественного налога, вытекающая из-за высокой остаточной стоимости гидротехнических сооружений; 40% – на зарплаты сотрудникам; 20-25% – на оплату электроэнергии, которую потребляло насосное оборудование. Это всё стало причиной неудовлетворительного технического состояния, которое по некоторым оценкам стало хуже, чем во времена перехода Восточной Пруссии в состав СССР.

«Валютный кризис в России», «Санкции в связи с украинскими событиями» и «Российское продовольственное эмбарго», берущие своё начало в 2014 году и происходящие по настоящее время, поставили перед регионом новые задачи по продовольственной безопасности. Эти геополитические события резко изменили приоритеты страны и дали импульс к развитию сельского хозяйства, и как следствия мелиорации региона.

Особую роль в этом вопросе всегда играл Славский район, именно на него тратится значительная часть бюджета, выделяемого на мелиорацию региона. Помимо того, что в нем находится большая часть мелиоративных гидротехнических сооружений, при их корректной совокупной работе они могут нивелировать большую часть негативных для сельского хозяйства климатических воздействий, сопряженных с избыточным увлажнением, что несомненно повышает плодородие земель, и, как следствие, делает регион более независимыми в вопросах ресурсного самообеспечения. На рисунке 2 представлены все суммарные расходы, напрямую связанные с эксплуатацией, реконструкцией и капитальным ремонтом основных компонентов осушительной сети Славского района. На нём не учитывались косвенные ежемесячные и ежегодные издерж-

ки, такие как: аренда, налоги, зарплаты сотрудников, электроэнергия, обязательное страхование и др. Принципиально важно понимать, сколько денежных средств расходуется на развитие гидромелиоративного комплекса, улучшения технического состояния сети и урегулирования проблем, связанных с её эксплуатацией.

Исходя из рисунка 2, нужно выделить два периода роста расходов: с 2013 года по 2015 год и с 2016 года по 2020 год. Первый период связан с крупным финансовым вложением внешнего инвестора в лице ООО «Эмбер-Агро» в 2013 году на реконструкцию нескольких дамб (рис. 3.). Данное вложение интенсивно расходовалось в указанный период, а незначительные остатки распределились на следующие годы. После случившихся вышеописанных геополитических событий потребовалось около 1.5-2 лет для смены курса государством на импортозамещение и начать продвижение отечественного сельскохозяйственного и мелиоративного направления. Поэтому второй период возрастания вложений обусловлен началом в 2016 году активной государственной поддержки, задавший постепенную тенденцию роста финансирования отрасли. По прогнозам такой вектор должен сохраниться минимум до 2025 года, поскольку в период с 2019 по 2025 год поэтапно планируется выделение 4.4 млрд руб. из средств федерального бюджета, которые необходимо освоить на мелиоративные нужды региона [11].

На рисунке 3 представлено процентное соотношение вложенных денежных средств на каждый вид компонентов осушительной сети. Как можно видеть, до 2016 года вложения на различные гидротехнические сооружения достаточно хаотичны, поскольку они закладывались, опираясь не на проблемы, требующие решения, а на финансовые возможности. С 2016 года, когда началась стабилизация и увеличение финансирования, расходы приобретают системный характер. Сначала покупался автопарк и производилась расчистка и частичное восстановление каналов, а с ростом средств акцент сместился на более значимые и дорогостоящие в реконструкции и капитальном ремонте гидротехнические сооружения, такие как дамбы, и в особенности насосные станции. Это привело к тому, что состояние сети и сооружений за последние 4 года улучшилось приблизительно на 20%.

Мелиоративное состояние осушаемых земель за последнее время также улучшилось, и характеризуется тем, что для влажного года площадь земель с неудовлетворительным состоянием составляет 40-50%, а в средние и маловодные годы – 24-30%, что на 7-10% ниже, чем несколько лет назад.

С момента создания ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз» до настоящего времени, выполнены реконструкции (ремонт) гидротехнических сооружений Славского района, в том числе 18 насосных станций (32% от общего их числа), семь магистральных каналов насосных станций и девять наиболее протяженных дамб вдоль основных рек района (табл., рис. 4). В очередь на реконструкцию

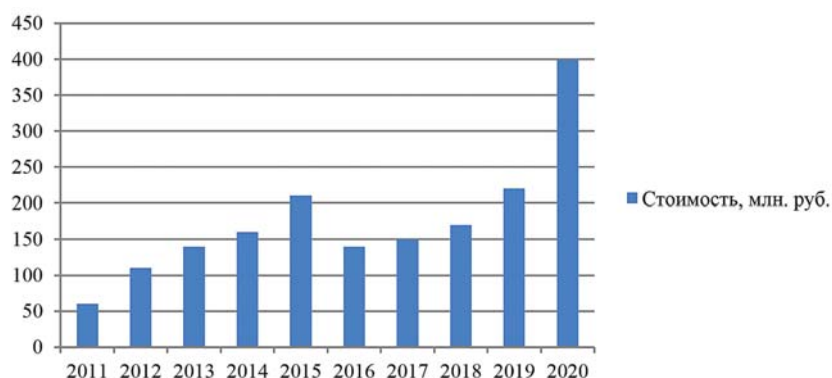


Рис. 2. Сумма расходов на эксплуатацию, реконструкцию и капитальный ремонт осушительной сети Славского района в период с 2011 по 2020 годы
Fig. 2. The amount of expenses for operation, reconstruction and overhaul of the drainage network of the Slavsky district in the period from 2011 to 2020

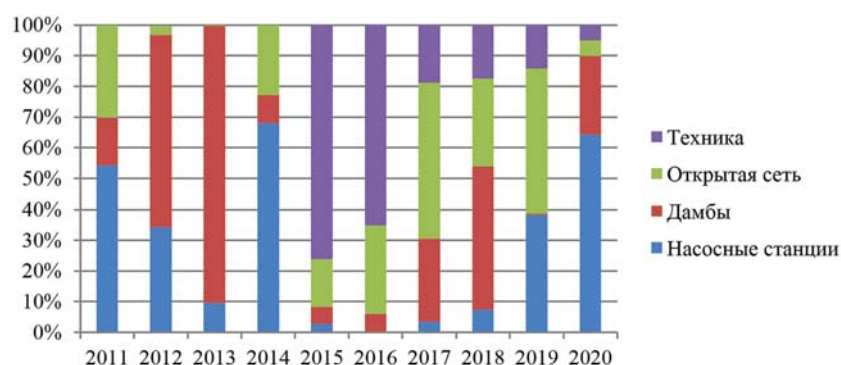


Рис. 3. Процентное соотношение вложенных денежных средств на каждый вид компонентов осушительной сети Славского района в период с 2011 по 2020
Fig. 3. The percentage of the invested funds for each type of drainage network components in the Slavsky district in the period from 2011 to 2020

поставлены пять насосных станций и три дамбы, нуждающиеся в срочном ремонте на текущий момент.

К сожалению, на сегодняшний день наблюдается ряд проблем с распределением финансирования, одной из которых является процентное соотношение субсидий на эксплуатацию и инвестиций на реконструкцию, которое приблизительно составляет 10-20% к 80-90%. Такое распределение негативно влияет на эффективность капиталовложений, поскольку сеть нужно, в первую очередь, эксплуатировать. Без интенсивного наращивания количества техники, планового ремонта насосных станций и насосно-силового оборудования, обслуживания закрытой и открытой регулирующей сети, организации культуртехнических работ на прилегающих территориях и других мероприятий такого рода, проведенная реконструкция не возымеет необходимого эффекта на длительную перспективу. А если быть точнее, то без увеличения денежных расходов на эксплуатацию, через 3-4 года результаты реконструкции фактически обнулятся.

В советское время, 70% денежных средств отводилось на эксплуатацию, а 30% денежных средств на реконструкцию. Эффективность такого соотношения затрат также подтверждается опытом эксплуатации мелиоративных систем в Европейском Союзе и США. Количество выделяемых субсидий хоть и выросло, но оно всё равно достаточно ограничено, особенно в условиях того, чтобы вернуть сеть из очень запущенного состояния, хотя бы к удовлетворительному состоянию. Стоит отметить, что отсутствие комплексной региональной программы по текущему и капитальному

ремонту всех мелиоративных систем также оказывает негативное влияние на происходящее в отрасли. То есть, вопрос о повышении эффективности использования капиталовложений в условиях ограниченного бюджета остается открытым, поскольку на данный момент поддержание необходимого соотношения расходов затруднительно.

Ремонт закрытой осушительной сети в настоящее время практически не выполняется, что неблагоприятно сказывается на мелиоративном состоянии земель. Положительный момент касательно этого пункта в том, что, несмотря на сложившуюся ситуацию, работает 60-70% дренажной сети, и лишь 30-40% требуют промывки и ремонта.

На качестве работы сети сильно отражается отсутствие нормативно закреплённой, современной и научно обоснованной методологической базы и правил по эксплуатации польдерных систем, а также по подбору проектных решений при их реконструкции и капитальном ремонте. Как следствие это приводит к: подбору насосно-силового оборудования с избыточной мощностью; отсутствию систематического (автоматизированного) мониторинга уровня грунтовых; трудностям в эффективном обосновании эксплуатационных уровней откачки насосных станций; проблемам с постепенным переходом на двухстороннее регулирование водного режима и др. [12-13].

Исследование водного режима водотоков – это отдельная задача при планировании и использовании гидротехнических сооружений, входящих в состав осушительной сети. Реализацией таких исследований немного, а те, что есть, опираются на устаревшие данные. Из-за отсутствия комплексных исследований в этом направлении, мелиоративная отрасль имеет низкую гидрологическую информированность и осведомленность о характеристиках и поведении водотоков польдера, что также негативно сказывается на ее эффективности. Особый интерес в таких исследованиях представляет количественная характеристика, гидрологические особенности и прогнозирование стока и уровней воды в реках [14-16].

Эти расчёты и исследования подразумевают под собой наличие продолжительных гидрологических наблюдений. В Славском районе многолетний систе-

Таблица. Данные о процессе реконструкции (ремонта) мелиоративных гидротехнических сооружений Славского района
Table. Data on the process of reconstruction (repair) of reclamation hydraulic structures of the Slavsky district

Вид сооружений	Реконструированные сооружения	В очереди на реконструкцию
Насосные станции	№№ 44, 50, 39, 30, 28, 29в, 49а, 15, 47, 37, 19б, 12, 13, 51в, 55а, 29б, 55б, 14а, 48б	№№ 42а, 42, 47, 21а, 11.
Дамбы	л.б. р. Неман, л.б. и п.б. р. Матросовка, л.б. р. Немонинка, л.б. и п.б. р. Немонин, п.б. р. Шлюзовая, п.б. р. Ржевка, п.б. р. Луговая.	п.б. канала Глубокий-Обходной, Северная, Западная.
Открытая магистральная и проводящая сеть*	Магистральные каналы насосных станций № № 29б, 15, 37, 12, 13, 19б, 51в	-

*Для противопаводковых мероприятий

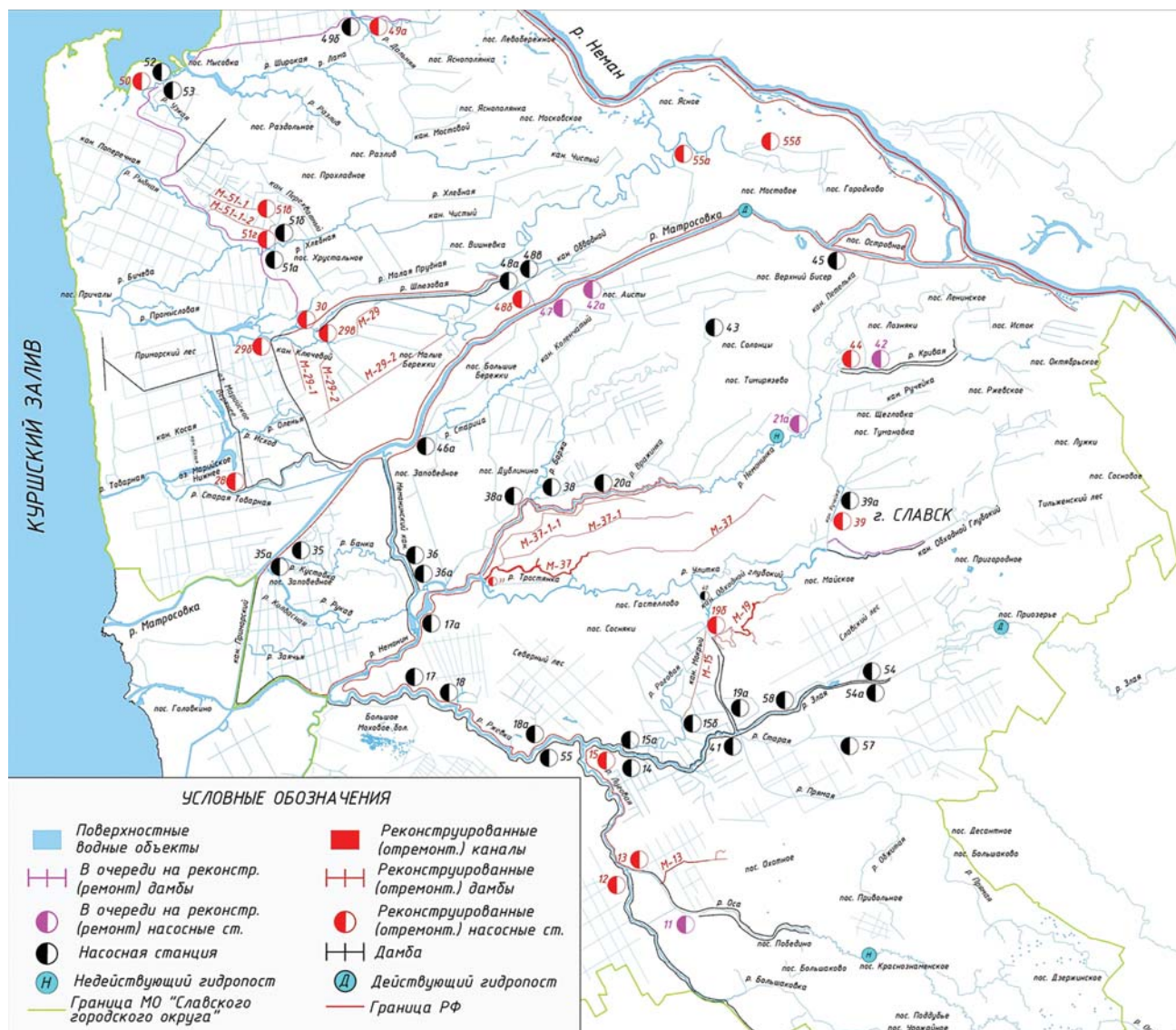


Рис. 4. Данные о процессе реконструкции (ремонта) мелиоративных гидротехнических сооружений Славского района
Fig. 4. Data on the process of reconstruction (repair) of reclamation hydraulic structures of the Slavsk district

матический гидрологический мониторинг ранее проводился за следующими водотоками: река Оса – село Краснознаменское (с 1962 по 1972 годы); река Немонинка – село Тимирязево (с 1962 по 1986 годы) и только по рекам Злая – село Приозерье (с 1961 года) и Матросовка – деревня Мостовое (с 1986 года) наблюдения проводятся по настоящее время на тех же гидропостах. И хотя эти водотоки представляют наибольший интерес, так как имеют самый продолжительный период наблюдений и характеризуют речную сеть территории в целом, однако не всегда полученные результаты можно проецировать и на другие реки Славского района.

Закключение

Актуальность развития мелиоративной сети при рациональном ведении сельского хозяйства не вызывает сомнений, особенно в условиях новых вызовов для продовольственной безопасности Калининградской области в виде COVID-19, который повлек за собой ряд ограничительных мер, привнесших сильную нестабильность в экономические и геополитические сектора. В это время устойчивому развитию региона как никогда требуется вектор на

полный переход к продовольственному самообеспечению. Этому способствуют положительные тенденции, как в вопросах сельского хозяйства, так и в вопросах развития гидромелиоративного комплекса. Калининградская область, и в частности, Славский район, все еще имеет проблемы с техническим состоянием мелиоративных систем, но в последние годы перспектива изменить ситуацию в лучшую сторону существенно возросла. Можно считать, что сейчас мы находимся в переходном состоянии, и все дальнейшие действия коренным образом отразятся на будущем мелиорации региона. Через пару лет понадобится плановые ремонты и дальнейшие реконструкции гидротехнических сооружений, это еще не говоря о постоянном их техническом обслуживании. Важно будет решать эти задачи, чтобы, в конечном итоге, не вернуться к начальной точке.

В идеале, требуется увеличение сегодняшних дотаций в 2-2.5 раза, с переходом к следующему соотношению инвестиций: 70% – на эксплуатацию сети, а 30% – на реконструкцию сети. Также необходимо реализовать ряд социально-политических решений таких как: передача бесхозяйственных

сетей либо в областную собственность, либо в безвозмездное пользование сельхозтоваропроизводителям; правительство области должно разработать комплексную региональную программу по текущему и капитальному ремонту всех мелиоративных систем; создать в Калининградской области специализированный орган по мелиорации и водным ресурсам, где будут сосредоточены все объекты мелиорации; на региональном уровне разработать четкие правила по эксплуатации мелиоративных систем, и после принятия федерального закона, принять закон Калининградской области о мелиорации земель.

Нужно разработать современную методологическую базу для работы с мелиоративными системами и стимулировать полномасштабные исследования водотоков для повышения гидрологической информированности. Если все эти идеи получится реализовать в ближайшем будущем, то через 10 лет воз-

можно многократное качественное увеличение уровня развития сельского хозяйства области, в том числе и сектора овощеводства. Ещё через 10 лет получится преодолеть точку окупаемости вложений, что позволит получать прибыль от мелиоративного комплекса, за счёт налогового обложения сельскохозяйственных предприятий с возросшими товарооборотом.

В конечном итоге, описанные мероприятия зададут благоприятный вектор для развития региона. Следуя ему, помимо получения явных выгод от местного сельского хозяйства, он может создать дополнительные возможности для инвестирования и международного сотрудничества. Не стоит забывать и о развитии сельской местности, за счет увеличения рабочих мест, что привлечет средний и малый бизнес из других отраслей. Вкупе все озвученное даст региону необходимую устойчивость перед новыми вызовами и повысит уровень жизни граждан.

Об авторе:

Юрий Александрович Спирин – аспирант 3-го года обучения, spirin1234567890@rambler.ru

Владимир Григорьевич Пунтусов – канд. техн. наук, доцент кафедры водных ресурсов и водопользования, зам. директора ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз», v.puntusov57@mail.ru

About the author:

Yuri A. Spirin – 3rd year postgraduate student, spirin1234567890@rambler.ru

Vladimir G. Puntusov – Cand. Sci. {Engineering}, Associate Professor of the Department of Water Resources and Water Use, Deputy Director of the FSBI "Management" Kaliningradmeliowodkhoz, v.puntusov57@mail.ru

• Литература

1. Пунтусов В.Г., Диваков О.В., Лапин В.Г. Перспективы развития мелиорации земель Калининградской области. Состояние и перспективы развития водохозяйственного комплекса региона. *Калининград: Изд-во КГТУ*, 2012. С.102-106.
2. Теуважуков Р.А. Мелиорация Калининградской области. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2016;(5):15–16.
3. Теуважуков Р.А., Гулюк Г.Г. Прошлое и настоящее мелиорации Калининградской области. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2016;(1):18–23.
4. Никифорова И.В. Импортная продовольственная зависимость как угроза продовольственной безопасности Калининградской области. *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Гуманитарные и общественные науки*. 2015;(3):84-90.
5. Никифорова И.В. Исследование уровня потребления основных продуктов питания населением и угрозы продовольственной безопасности Калининградской области. *Вопросы экономики и управления*. 2016;5-1(7):11-15.
6. Официальный сайт правительства Калининградской области [Электронный ресурс] URL: <https://gov39.ru/working/ekonomy/situation/selskoe-khozyaystvo/> (дата обращения: 15.03.21).
7. Гулюк Г.Г., Теуважуков Р.А. Пolderные системы и их особенности. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2018;(2):2–5.
8. Единая информационная система в сфере закупок [Электронный ресурс] URL: <https://zakupki.gov.ru/> (дата обращения: 15.03.21).
9. Великанов Н.Л., Проксурнин Е.Д. Калининградская область: особенности использования водных ресурсов. *Калининград: Янтарный сказ*, 2003. С.3–6.
10. Центральный банк Российской Федерации [Электронный ресурс] URL: https://www.cbr.ru/currency_base/GosBankCurs/ (дата обращения: 15.03.21).
11. Официальный сайт правительства Калининградской области [Электронный ресурс] URL: <https://gov39.ru/press/207227/> (дата обращения: 15.03.21).
12. Спирин Ю. А., Пунтусов В.Г. Особенности формирования уровня грунтовых вод на пolderе насосной станции № 20а в Славском районе Калининградской области. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2018;(2):27–30.
13. Спирин Ю.А. Улучшение мелиоративного состояния осушаемых сельскохозяйственных земель пolderного массива в Славском районе Калининградской области. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2019;1(33):39–54.
14. Наумов В.А. Результаты статистического анализа региональных гидрологических и климатических рядов. *Вестник науки и образования Северо-Запада России*. 2016;2(3):1-6.
15. Берникова Т.А., Нагорнова Н.Н., Цупикова Н.А. Некоторые результаты гидрологического исследования водотоков Калининградской области. *Известия КГТУ*. 2014;(32):74-84.
16. Наумов В.А. Маркова Л.В. Корреляционный анализ внутригодового распределения стока рек региона. *Известия КГТУ*. 2012;(26):40–46.

• References

1. Puntusov V.G., Divakov O.V., Lapin V.G. Prospects for the development of land reclamation in the Kaliningrad region. State and prospects for the development of the water management complex of the region. *Kaliningrad: KSTU Publishing House*, 2012. P.102-106. (In Russ.)
2. Teuvazhukov R.A. Melioration of the Kaliningrad region. *Melioration and water management*. 2016;(5):15–16. (In Russ.)
3. Teuvazhukov R.A., Gulyuk G.G. Past and present of land reclamation of the Kaliningrad region. *Melioration and water management*. 2016;(1):18–23. (In Russ.)
4. Nikiforova I.V. Import food dependence as a threat to food security of the Kaliningrad region. *Bulletin of the Baltic Federal University named after I. Kant. Series: Humanities and Social Sciences*. 2015;(3):84-90. (In Russ.)
5. Nikiforova I.V. Study of the level of consumption of basic food products by the population and threats to food security in the Kaliningrad region. *Issues of Economics and Management*. 2016;5-1(7):11-15. (In Russ.)
6. Official website of the government of the Kaliningrad region [Electronic resource] URL: <https://gov39.ru/press/208101/> (date of access: 03/15/21). (In Russ.)
7. Gulyuk G.G., Teuvazhukov R.A. Polder systems and their features. *Melioration and water management*. 2018;(2):2–5. (In Russ.)
8. Unified information system in the field of procurement [Electronic resource] URL: <https://zakupki.gov.ru/> (date of access: 03/15/21). (In Russ.)
9. Velikanov N.L., Proskurnin E.D. Kaliningrad region: features of water resources use. *Kaliningrad: Yantarny Skaz*, 2003. P.3–6. (In Russ.)
10. Central Bank of the Russian Federation [Electronic resource] URL: https://www.cbr.ru/currency_base/GosBankCurs/ (date of access: 15.03.21). (In Russ.)
11. Official website of the government of the Kaliningrad region [Electronic resource] URL: <https://gov39.ru/press/207227/> (date of access: 15.03.21). (In Russ.)
12. Spirin Yu.A., Puntusov V.G. Features of the formation of the groundwater level on the polder of the pumping station No. 20a in the Slavsky district of the Kaliningrad region. *Melioration and water management*. 2018;(2):27–30. (In Russ.)
13. Spirin Yu.A. Improvement of the reclamation state of drained agricultural lands of the polder massif in the Slavsky district of the Kaliningrad region. *Scientific journal of the Russian Research Institute of Melioration Problems*. 2019;1(33):39–54. (In Russ.)
14. Naumov V.A. Results of statistical analysis of regional hydrological and climatic series. *Bulletin of Science and Education of the North - West of Russia*. 2016;2(3):1-6. (In Russ.)
15. Bernikova T.A., Nagornova N.N., Tsupikova N.A. Some results of a hydrological study of watercourses in the Kaliningrad region. *Izvestia KSTU*. 2014;(32):74-84. (In Russ.)
16. Naumov V.A. Markova L. V. Correlation analysis of intra-annual distribution of river flow in the region. *Izvestiya KSTU*. 2012;(26):40–46. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-93-97>
УДК 633.2/.3:631.671

Н.Н. Дубенок¹, Д.В. Яланский¹,
Ю.А. Мажайский²,
О.В. Черникова², Ю.Н. Дуброва³

¹ ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

² ФКОУ ВО «Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний» 390036, Российская Федерация, г. Рязань, ул. Сенная, 1

³ УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» 213410, Беларусь, г. Горки, ул. Мичурина, 5

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Н.Н. Дубенок, Д.В. Яланский, Ю.А. Мажайский – разработка задач исследования, статистическая обработка результатов и написание статьи; Д.В. Яланский – осуществление эксперимента; Д.В. Яланский, О.В. Черникова, Ю.Н. Дуброва – аналитические исследования и написание статьи.

Для цитирования: Дубенок Н.Н., Яланский Д.В., Мажайский Ю.А., Черникова О.В., Дуброва Ю.Н. Анализ и обоснование методов к определению водопотребления сенокосно-пастбищной травосмеси в условиях орошения дождеванием. *Овощи России*. 2021;(2):93-97.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-93-97>

Поступила в редакцию: 07.12.2020

Принята к печати: 10.03.2021

Опубликована: 25.04.2021

Nikolay N. Dubenok¹,
Dmitry V. Yalansky¹,
Yuri A. Mazhaysky²,
Olga V. Chernikova², Yuri N. Dubrova³

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy Timiryazevskaya st., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

² Academy of law management of the federal penal service of Russia Sennaya str., 1, Ryazan, 390036, Russian Federation

³ Belarusian State Agricultural Academy Ivan Michurin str., 5, Gorki, 213410, Belarus

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

Authors' Contribution: N.N. Dubenok, D.V. Yalansky, Yu.A. Mazhaysky – development of research tasks, statistical processing of results and writing an article; D.V. Yalansky – implementation of the experiment; D.V. Yalansky, O.V. Chernikova, Yu.N. Dubrova – analytical research and writing the article.

For citations: Dubenok N.N., Yalansky D.V., Mazhaysky Yu.A., Chernikova O.V., Dubrova Yu.N. Analysis and substantiation of methods for determining water consumption of hay-pasture herbs in conditions of irrigation by raining. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):93-97. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-93-97>

Received: 07.12.2020

Accepted for publication: 10.03.2021

Accepted: 25.04.2021

Анализ и обоснование методов к определению водопотребления сенокосно-пастбищной травосмеси в условиях орошения дождеванием



Резюме

Актуальность. Важнейшим элементом эксплуатационного режима орошения является правильное (своевременное) назначение и осуществление поливов с учетом биологических особенностей культур, погодных условий и гранулометрического состава почвы.

Материал и методы. В данной работе были изложены результаты расчета режима орошения сенокосно-пастбищной травосмеси за вегетационный период апрель-октябрь 2016-2018 годов, на основании которых получены величины водопотребления культуры, средние значения биоклиматических и биотермических коэффициентов применительно к дерново-подзолистым суглинистым почвам в условиях северо-восточной зоны Республики Беларусь. Расчеты выполняли методом водного баланса, а также методом максимальных суточных температур воздуха.

Результаты. В результате расчета биоклиматических и биотермических коэффициентов и величин водопотребления установлено, что наибольшие их значения во все годы исследований зафиксированы в варианте с предполиваем уровнем влажности 80% от наименьшей влагоемкости, в то время как наименьшие их значения наблюдались в варианте с естественным увлажнением. При этом в результате расчетов установлено, что наибольшие значения биоклиматических коэффициентов, соответствующие варианту 80% от НВ, приняли значения: 0,88; 0,72 и 0,66, наименьшие – 0,71; 0,64 и 0,50, а наибольшие величины биотермических коэффициентов составили: 0,13; 0,15 и 0,15, наименьшие – 0,09; 0,13 и 0,10 соответственно за 2016-2018 годы. Наибольшие величины водопотребления, вычисленные методом водного баланса, соответствующие варианту 80% от НВ, приняли следующие значения: 423,0; 462,0 и 440,0 мм, наименьшие – 334,0; 404,0; и 331,0 мм, а наибольшие величины водопотребления, вычисленные методом максимальных суточных температур, составили 439,4; 420,0 и 432,2, наименьшие – 318,7, 396,4 и 325,7 мм соответственно за вегетационные периоды 2016-2018 годов.

Ключевые слова: оросительные мелиорации, необходимость орошения, эффективность орошения дождеванием, режим орошения, величины водопотребления, биотермические коэффициенты

Analysis and substantiation of methods for determining water consumption of hay-pasture herbs in conditions of irrigation by raining

Abstract

Relevance. The most important element of the operational regime of irrigation is the correct (timely) appointment and timing of irrigation, taking into account the biological characteristics of crops, weather conditions and the mechanical composition of the soil.

Methods. In this work, the results of the calculation of the irrigation regime of the hay-pasture grass mixture for the growing season april-october 2016-2018 were presented, on the basis of which the values of the water consumption of the crop, the average values of bioclimatic and biothermal coefficients in relation to sod-podzolic loamy soils in the northeastern zones of the Republic of Belarus. The calculations were carried out by the water balance method, as well as by the method of maximum daily air temperatures.

Results. As a result of calculating bioclimatic and biothermal coefficients and values of water consumption for the growing seasons. It was found that their highest values in all years of research were recorded in the variant with a pre-irrigation humidity level of 80% of the lowest moisture capacity, while their lowest values were observed in the variant with natural humidification. At the same time, as a result of calculations, it was established that the highest values of bioclimatic coefficients corresponding to the variant 80% of HB took the following values: 0.88; 0.72 and 0.66, the smallest are 0.71; 0.64 and 0.50, and the largest values of the biothermal coefficients were: 0.13; 0.15 and 0.15, the smallest are 0.09; 0.13 and 0.10, respectively, for the growing seasons. The largest values of water consumption, calculated by the water balance method, corresponding to the option 80% of the HB took the following values: 423.0; 462.0 and 440.0 mm, the smallest in this case were: 334.0; 404.0; and 331.0 mm, and the highest values of water consumption, calculated by the method of maximum daily temperatures were: 439.4; 420.0 and 432.2, while the smallest were equal: 318.7, 396.4 and 325.7 mm, respectively, for the growing seasons.

Keywords: irrigation reclamation, need for irrigation, rainfall irrigation efficiency, irrigation regime, water consumption values, biothermal coefficients

Введение

Расчету водопотребления различных сельскохозяйственных культур посвящены многочисленные экспериментально-теоретические исследования. Вместе с тем в настоящее время проблему оперативного и приемлемо точного расчета водопотребления по легкодоступным агрометеопараметрам пока нельзя признать до конца решенной [5-8].

Путем непосредственных полевых измерений получают наиболее достоверные данные о водопотреблении растений. В этом случае необходимо проведение длительных и трудоемких наблюдений в различных почвенно-климатических и хозяйственных условиях. Если же отсутствуют такие опытные данные, то величины водопотребления получают посредством расчетов, используя различные методы [9-11].

Цель исследования

Изложить результаты расчета режима орошения на примере сенокосно-пастбищной травосмеси за вегетационный период апрель-октябрь 2016-2018 годов, представить величины водопотребления культуры, средние значения биоклиматических и биотермических коэффициентов применительно к дерново-подзолистым суглинистым почвам в условиях северо-восточной зоны Республики Беларусь.

Материалы и методы исследования

В данной работе для расчета режима орошения (2016-2018 годы) с учетом метеорологических величин был задействован специально оборудованный метеопост, расположенный непосредственно на территории учебно-опытного оросительного комплекса «Тушково-1», расположенного у поселка Чарны Горецкого района Могилевской области. В применяемых методах исследования применен статистический анализ, а также методы водного баланса и максимальных суточных температур воздуха к определению величин водопотребления культуры, представленные в трудах [9, 16].

Результаты исследования и их обсуждение

Схема проведения полевых опытов состояла из следующих вариантов по увлажнению:

- вариант №1 — контроль (без орошения);
- вариант №2 — орошение сенокосно-пастбищной травосмеси при снижении предполивной влажности до уровня 70% от наименьшей влагоемкости;
- вариант №3 — орошение сенокосно-пастбищной травосмеси при снижении предполивной влажности до уровня 80% от наименьшей влагоемкости.

Установление режима орошения и водопотребления сенокосно-пастбищной травосмеси заключалось в выполнении водобалансовых расчетов в вариантах опытного участка (без орошения, 70% от НВ и 80% от НВ). В качестве верхнего порога оптимального увлажнения корнеобитаемого слоя почвы была принята наименьшая влагоемкость. Отборы влажности почвы в течение периода вегетации культуры выполнялись через 5-7 дней, а также перед поливами, после проведения поливов и после выпадения обильных дождей [1, 3, 12, 13].

Для выполнения водобалансовых расчетов начальные (исходные) влагозапасы расчетного (корнеобитаемого) слоя почвы (0-40 см) в вариантах опыта были получены

путем непосредственного измерения в полевых условиях опытного участка стандартным термостатно-весовым способом определения влажности корнеобитаемого слоя почвы.

Проведение поливов на опытном участке осуществляли при снижении влажности расчетного (корнеобитаемого) слоя почвы до нижнего (предполивного) порога, так в варианте №2 — до уровня 70% от НВ, в варианте №3 — до уровня 80% от НВ. Величины поливных норм на орошаемых вариантах были определены путем расчета по формуле (1) А.Н. Костякова, а окончательные значения норм полива были назначены с учетом ТКП [14].

Таким образом, величина поливной нормы на орошаемых вариантах с учётом водно-физических свойств почв определялась по следующей зависимости:

$$m = 0,1 \cdot h \cdot \rho (\beta_{вп} - \beta_{нп}), \quad (1)$$

где m — поливная норма, мм;
 h — глубина расчетного (корнеобитаемого) слоя почвы, см;
 ρ — плотность сложения расчетного слоя, г/см³;
 $\beta_{вп}$ — влажность при верхней границе оптимального увлажнения, % от массы сухой почвы;
 $\beta_{нп}$ — влажность при нижней границе оптимального увлажнения, % от массы сухой почвы.

В связи с тем, что на орошаемом объекте отмечено глубокое залегание уровня грунтовых вод (УГВ) и зафиксированы малые величины поверхностного стока уравнение водного баланса было применено в следующем виде [12, 15-17]:

$$W_k = W_n + P - E + m - C, \text{ мм}, \quad (2)$$

где W_k и W_n — конечные и начальные влагозапасы в расчетном слое за рассматриваемый период, мм;
 P — осадки за расчетный период, мм;
 E — водопотребление культуры при оптимальных влагозапасах, мм;
 m — поливная норма, мм;
 C — потери воды на внутрипочвенный сток из расчетного слоя, мм.

Максимальное водопотребление сенокосно-пастбищной травосмеси, зависящее от средней за расчетный период максимальной суточной температуры воздуха и биотермических коэффициентов, было найдено, исходя из следующей зависимости (3) согласно [12, 15-17]:

$$E_m = K_{почв} \cdot K_t \cdot t_m \cdot n \quad (3)$$

где $K_{почв}$ — коэффициент, учитывающий различие почв по водно-физическим и тепловым свойствам, влияющим на водопотребление из корнеобитаемого слоя (для песчаных почв равно 1,1, для супесчаных — 1,0, для суглинистых — 0,94);

K_t — биотермический коэффициент, определяемый расчетным путем на основании водопотребления, полученного методом водного баланса и максимальных температур воздуха, мм/°C;

t_m — максимальная суточная температура воздуха, средняя за расчетный период, °C

n — количество суток.

Расчет биотермических коэффициентов применитель-

но к сенокосно-пастбищной травосмеси был выполнен по уравнению (3) относительно величин биотермических коэффициентов.

Нормативным документом, регламентирующим проектирование оросительных систем в Беларуси, водопотребление орошаемых культур рекомендовано определять по формуле [12, 15-17]:

$$E = 1,35 \cdot n \cdot K_b \cdot d_{0,5} \quad (4)$$

где 1,35 — эмпирический коэффициент;

n — число суток в расчетном периоде;

K_b — биоклиматический коэффициент, мм/мб;

$d_{0,5}$ — среднесуточный дефицит влажности воздуха за расчетный период, мб.

Расчет биоклиматических коэффициентов применительно к сенокосно-пастбищной травосмеси был выполнен по уравнению (4) в соответствии с ТКП «Оросительные системы. Правила проектирования» относительно величин биоклиматических коэффициентов».

Полученные в результате расчета средние значения биоклиматических и биотермических коэффициентов за вегетационный период апрель-октябрь 2016 года приведены в таблице 1.

Таблица 1. Средние значения биоклиматических и биотермических коэффициентов сенокосно-пастбищной травосмеси за апрель-октябрь 2016 года в вариантах опытного участка
Table 1. Average values of bioclimatic and biothermal coefficients of hay-pasture grass mixture for April-October 2016 in the variants of the experimental plot

Вариант опыта	Биоклиматический коэффициент	Биотермический коэффициент
70% от НВ	0,86	0,12
80% от НВ	0,88	0,13
Без орошения	0,71	0,09

Анализ таблицы 1 позволил установить, что полученные в результате расчета биоклиматические и биотермические коэффициенты за вегетационный период 2016 года в вариантах опыта существенно не изменяются. При этом наибольшие значения биоклиматического и биотермического коэффициентов за вегетационный период 2016 года зарегистрированы в варианте 80% от НВ – 0,88 и 0,13, наименьшие – в варианте без орошения – 0,71 и 0,09, соответственно.

Результаты расчетов водопотребления сенокосно-пастбищной травосмеси для корнеобитаемого слоя

Таблица 2. Результаты расчетов водопотребления сенокосно-пастбищной травосмеси для корнеобитаемого слоя 0 – 40 см в вариантах опытного участка за апрель-октябрь 2016 года
Table 2. Results of calculations of water consumption of hay-pasture grass mixture for the root layer of 0-40 cm in the variants of the experimental plot for April-October 2016

Вариант опыта	E , мм (по методу водного баланса)	E , мм (по методу максим. суточных температур)
70% от НВ	406,0	431,2
80% от НВ	423,0	439,4
Без орошения	334,0	318,7

методами водного баланса и максимальных суточных температур за период апрель-октябрь 2016 года применительно к дерново-подзолистой суглинистой почве в вариантах опытного участка приведены в таблице 2.

Проанализировав таблицу 2, можно сказать, что в результате расчета как по методу водного баланса, так и по методу максимальных суточных температур за вегетационный период 2016 года наибольшие значения водопотребления наблюдаются в варианте 80% от НВ – 423,0 и 439,4 мм, а наименьшие – в варианте без орошения – 334,0 и 318,7 мм, соответственно.

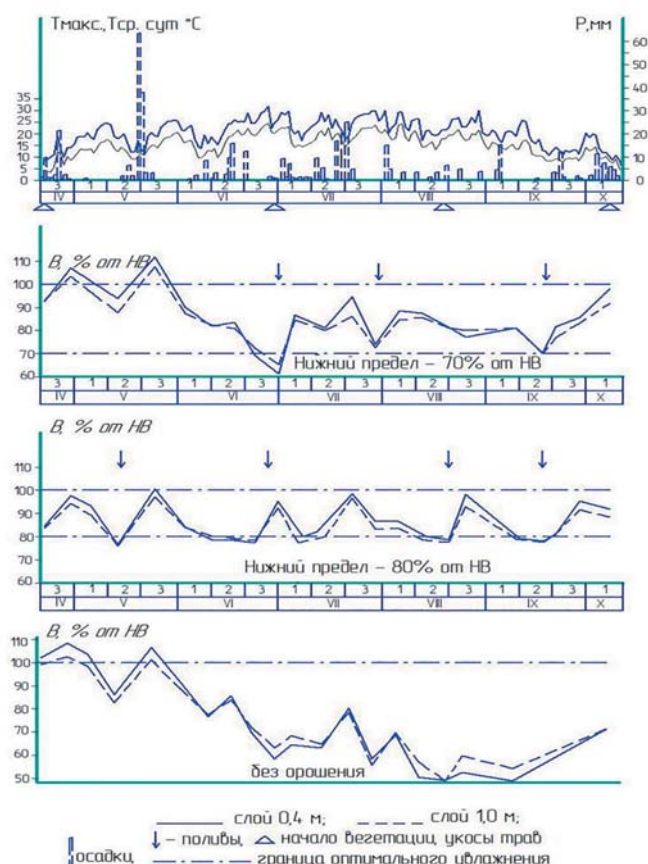


Рис.1. Динамика влажности почвы в вариантах 70 и 80% от НВ и слоях температур, осадков, поливов и укосов за вегетационный период в 2016 году

Fig.1. Dynamics of soil moisture in the variants of 70 and 80% from of the lowest moisture capacity and layers of temperatures, precipitation, irrigation and mowing during the growing season in 2016

Динамика влажности, полученная путем измерения в полевых условиях корнеобитаемого и метрового слоя почвы, осадков, поливов, температур, а также укосов на примере вегетационного периода 2016 года в вариантах 70 и 80% от НВ представлена на рисунке 1.

Анализ данных рисунка 1 показывает, что на протяжении всего вегетационного периода травосмеси регулирование водного режима поддерживалось в диапазоне от нижней до верхней границы оптимального увлажнения.

Полученные в результате расчета средние значения биоклиматических и биотермических коэффициентов за вегетационный период апрель-октябрь 2017 года представлены в таблице 3.

Анализ данных таблицы 3 позволил установить, что полученные в результате расчета биоклиматические и биотермические коэффициенты в вариантах опыта существенно не изменяются. При этом наибольшие значения биоклиматического и биотермического коэффициентов

Таблица 3. Средние значения биоклиматических и биотермических коэффициентов сенокосно-пастбищной травосмеси за апрель-октябрь 2017 года в вариантах опытного участка
Table 3. Average values of bioclimatic and biothermal coefficients of hay-pasture grass mixture for April-October 2017 in the variants of the experimental plot

Вариант опыта	Биоклиматический коэффициент	Биотермический коэффициент
70% от НВ	0,71	0,14
80% от НВ	0,72	0,15
Без орошения	0,64	0,13

за вегетационный период 2017 года зарегистрированы в варианте 80% от НВ – 0,72 и 0,15, а наименьшие – в варианте без орошения – 0,64 и 0,13, соответственно.

Результаты расчетов водопотребления сенокосно-пастбищной травосмеси для корнеобитаемого слоя методами водного баланса и максимальных суточных температур за период апрель-октябрь 2017 года применительно к дерново-подзолистой суглинистой почве в вариантах опытного участка представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты расчетов водопотребления сенокосно-пастбищной травосмеси для корнеобитаемого слоя 0 – 40 см в вариантах опытного участка за апрель-октябрь 2017 года
Table 4. Results of calculations of water consumption of hay-pasture grass mixture for the root layer of 0-40 cm in the variants of the experimental plot for April-October 2017

Вариант опыта	Е, мм (по методу водного баланса)	Е, мм (по методу максим. суточных температур)
70% от НВ	443,0	399,3
80% от НВ	462,0	420,0
Без орошения	404,0	396,4

Анализ данных таблицы 4 показывает, что в результате расчета как по методу водного баланса, так и по методу максимальных суточных температур за вегетационный период 2017 года наибольшие значения водопотребления наблюдаются в варианте 80% от НВ – 462,0 и 420,0 мм, а наименьшие – в варианте без орошения 404,0 и 396,4 мм, соответственно.

Средние значения биоклиматических и биотермических коэффициентов за вегетационный период апрель-октябрь 2018 года приведены в таблице 5.

Таблица 5. Средние значения биоклиматических и биотермических коэффициентов сенокосно-пастбищной травосмеси за апрель-октябрь 2018 года в вариантах опытного участка
Table 5. Average values of bioclimatic and biothermal coefficients of hay-pasture grass mixture for April-October 2018 in the variants of the experimental plot

Вариант опыта	Биоклиматический коэффициент	Биотермический коэффициент
70% от НВ	0,59	0,12
80% от НВ	0,66	0,15
Без орошения	0,50	0,10

На основании анализа данных таблицы 5 установлено, что наибольшие значения биоклиматического и биотермического коэффициентов за вегетационный период 2018 года зарегистрированы в варианте 80% от НВ – 0,66 и 0,15, а наименьшие – в варианте без орошения – 0,50 и 0,10, соответственно.

Таблица 6. Результаты расчетов водопотребления сенокосно-пастбищной травосмеси для корнеобитаемого слоя 0 – 40 см в вариантах опытного участка за апрель-октябрь 2018 года
Table 6. Results of calculations of water consumption of hay-pasture grass mixture for the root layer of 0-40 cm in the variants of the experimental plot for April-October 2018

Вариант опыта	Е, мм (по методу водного баланса)	Е, мм (по методу максим. суточных температур)
70% от НВ	409,0	390,8
80% от НВ	440,0	432,2
Без орошения	331,0	325,7

Результаты расчетов водопотребления сенокосно-пастбищной травосмеси для корнеобитаемого слоя методами водного баланса и максимальных суточных температур за период апрель – октябрь 2018 года применительно к дерново-подзолистой суглинистой почве в вариантах опытного участка показаны в таблице 6.

С учетом анализа таблицы 6 можно сделать вывод о том, что в результате расчета как по методу водного баланса, так и по методу максимальных суточных температур за вегетационный период 2018 года наибольшие значения водопотребления наблюдаются в варианте 80% от НВ – 440,0 и 432,2 мм, а наименьшие – в варианте без орошения – 331,0 и 325,7 мм, соответственно, что и подтверждает наиболее оптимальные условия водного режима сенокосно-пастбищной травосмеси в варианте 80% от НВ [12, 15, 16].

Динамика влажности, полученная путем измерения в полевых условиях корнеобитаемого и метрового слоя

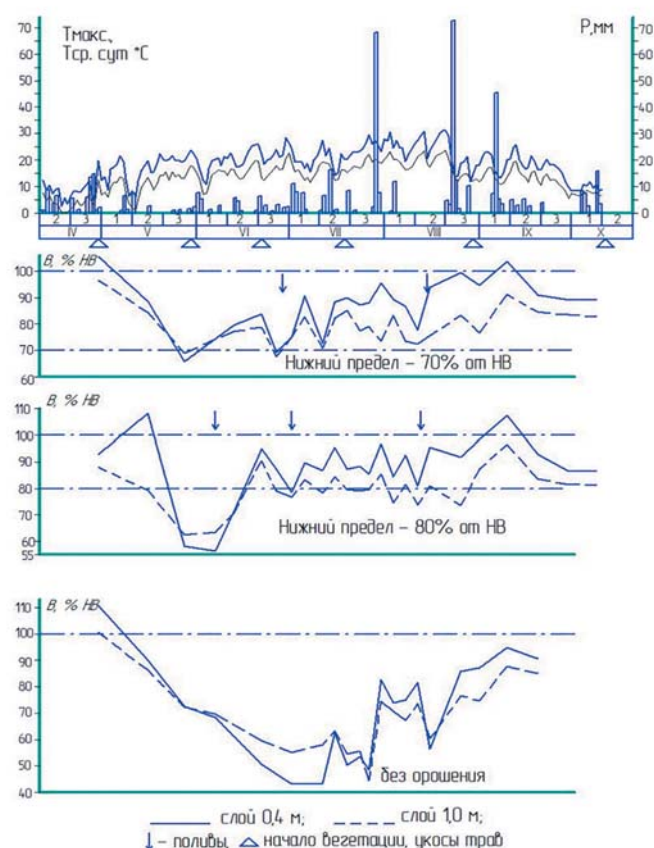


Рис. 2. Динамика влажности почвы по вариантам опытов и слоям, температур, осадков, поливов и укосов за вегетационный период в 2017 году
Fig.2. Dynamics of soil moisture by experimental variants and layers, temperatures, precipitation, irrigation and mowing during the growing season in 2017

почвы, осадков, поливов, температур, а также укосов на примере вегетационного периода 2017 года в вариантах 70 и 80% от НВ отражена на рисунке 2.

Анализ данных, представленных на рисунке 2, позволил установить, что в варианте с предполивым уровнем влажности 70% от НВ за вегетационный период 2017 года было проведено 2 полива сенокосно-пастбищной травосмеси, в то время как в варианте 80% от НВ их количество было равно 3, что говорит о большей потребности в увлажнении данного варианта опыта.

Заключение

На основании обзора литературных источников было установлено, что важнейшим элементом эксплуатационного режима орошения является правильное (своевременное) назначение и проведение сроков полива с учетом биологических особенностей культур, погодных условий и гранулометрического состава почвы [2, 4].

В результате расчета режима орошения за вегетационные периоды 2016 – 2018 гг. применительно к дерново-подзолистым суглинистым почвам в условиях северо-восточной зоны Республики Беларусь получены величины биоклиматических и биотермических коэффициентов, наиболее полно учитывающих биологические особенности сенокосно-пастбищной травосмеси, водно-физические свойства орошаемых почв и показатели гидрометеорологической зоны исследования. Определены значения водопотребления сенокосно-пастбищной травосмеси методами водного баланса и максимальных суточных температур в вариантах опыта для корнеобитаемого (0–40 см) слоя почвы за вегетационные периоды 2016–2018 годов, представлены результаты регулирования влажности почвы в вариантах опыта, а также динамика температур, осадков, поливов и укосов на примере конкретных лет.

Об авторе:

Николай Николаевич Дубенок – академик РАН, доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, ndubenok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>

Дмитрий Владимирович Яланский – аспирант, dimka-045@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7808-8204>

Юрий Анатольевич Мажайский – доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры тылового обеспечения уголовно-исполнительной системы, director@mntc.pro, <https://orcid.org/0000-0002-0743-8289>

Ольга Владимировна Черникова – кандидат биол. наук, старший преподаватель кафедры тылового обеспечения уголовно-исполнительной системы, старший лейтенант внутренней службы, chernikova_olga@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4907-8760>

Юрий Николаевич Дуброва – канд. с.-х. наук, доцент, декан мелиоративно-строительного факультета, yury_d71@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7342-7780>

About the author:

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

Dmitry V. Yalansky – graduate student, dimka-045@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7808-8204>

Yuri A. Mazhaysky – Doc. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Logistics of the Penitentiary System, director@mntc.pro, <https://orcid.org/0000-0002-0743-8289>

Olga V. Chernikova – Cand. Sci. (Biology), Senior Lecturer of the Department of Logistics Support of the Penitentiary System, Senior Lieutenant of the Internal Service, chernikova_olga@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4907-8760>

Yuri N. Dubrova – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Dean of the Faculty of Reclamation and Construction, yury_d71@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7342-7780>

Литература

1. Вихров В.И. Оценка климатических норм сезонного водопотребления орошаемых культур. *Вестник Белорус. гос. с.-х. акад.* 2015;(2):140–143.
2. Судницкий И.И. Движение почвенной влаги и водопотребление растений. М.: Изд-во МГУ, 1979. 254 с.
3. Голченко М.Г., Емельяненко Д.А., Яланский Д.В. Способы и устройства для совершенствования оперативного управления эксплуатационными режимами орошения дождеванием. *Мелиорация*. 2016;1(75):21–25.
4. Мажайский Ю.А. и др. Внутрипочвенный влагообмен, водопотребление и водообеспеченность многолетних культурных травостоев: монография. Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. 300 с.
5. Брыкина И.Г. Определение биоклиматических коэффициентов для расчета элементов режима орошения. *Аграрная наука сельскому хозяйству: материалы VII Междунар. конф., Барнаул, 2–3 февр. 2012 г.* Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012;(2):296–297.
6. Ягудин Н.В. Оперативное планирование эксплуатационных режимов орошения при использовании широкозахватных дождевальных машин. М., 1987. 20 с.
7. Лихачевич А.П., Стельмах Е.А. Оценка факторов, формирующих неустойчивую влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в гумидной зоне (на примере Беларуси, Центрального и Волго-Вятского регионов Российской Федерации). Минск: ООО «Белпринт», 2002. 212 с.
8. Белясов В.И. Водопотребление и режим орошения суходольных культурных пастбищ в условиях Северо-Восточной части БССР. Минск, 1981. 22 с.
9. Лихачевич А.П. Дождевание сельскохозяйственных культур. Основы режима при неустойчивой естественной влагообеспеченности. Минск: Бел. наука. 2005. 278 с.
10. Беляева Т.В., В.Б. Местечкин Опыт математического моделирования водопотребления в орошаемом земледелии. М.: ВНИИТЭИСХ, 1983. 72 с.
11. Волчек, А.А. Пространственно-временные колебания суммарного испарения на территории Беларуси. *Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология: Вестник БПИ. Брест*. 2000;(2):17–23.
12. Григоров М.С., Хохлов А.И. Расчет суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур для условий Поволжья. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1993;(4):32–33.
13. Циприс Д.Б., Евтушенко Э.Г. Расчет водопотребления по метеоданным. *Гидротехника и мелиорация*. 1980;(9):40–42.
14. ТКП 45–3.04–178–2009 Оросительные системы. Правила проектирования. Минск: Минстройархитектуры, 2010. 70 с.
15. Вихров В.И. Методологические принципы построения адаптивной корреляционной модели суточного водопотребления трав. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2013;(2):110–115.
16. Лихачевич А.П., Голченко М.Г. Орошаемое плодовоовощеводство. Минск: ИВЦ Минфина, 2017. 287 с.
17. Лихачевич А.П., Латушкина Г.В. Выбор показателя для оценки эффективности способов орошения сельскохозяйственных культур. *Мелиорация*. 2016;2(76):16–24.

References

1. Vikhrov V.I. Assessment of climatic norms of seasonal water consumption of irrigated crops. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2015;(2):140–143. (In Russ.)
2. Sudnitsyn I.I. The movement of soil moisture and water consumption of plants. Moscow: MSU Publishing House, 1979. 254 p. (In Russ.)
3. Golchenko M.G., Emelianenko D.A., Yalansky D.V. Methods and devices for improving operational management of operational modes of irrigation by sprinkling. *Land reclamation*. 2016;1(75):21–25. (In Russ.)
4. Mazhaysky Yu.A. et al. Intra-soil moisture exchange, water consumption and water availability of perennial cultivated herb stands: monograph. Ryazan: FGBOU VPO RGATU, 2013. 300 p. (In Russ.)
5. Brykina I.G. Determination of bioclimatic coefficients for calculating elements of the irrigation regime. *Agrarian science to agriculture: proceedings of the VII International Conference, Barnaul, February 2–3, 2012*. Barnaul: ASAU Publishing House, 2012;(2):296–297. (In Russ.)
6. Yagudin N.V. Operational planning of operational modes of irrigation when using wide-span sprinklers. M., 1987. 20 p. (In Russ.)
7. Likhatchevich A.P., Stelmakh E.A. Assessment of factors forming unstable moisture supply of agricultural crops in the humid zone (on the example of Belarus, the Central and Volga-Vyatka regions of the Russian Federation). Minsk: LLC "Belprint", 2002. 212 p. (In Russ.)
8. Belyasov V. I. Water consumption and irrigation regime of dry-land cultural pastures in the conditions of the North-Eastern part of the BSSR. Minsk, 1981. 22 p. (In Russ.)
9. Likhatchevich, A.P. Sprinkling of agricultural crops. Fundamentals of the regime with unstable natural moisture supply. Minsk: Bel. nauka. 2005. 278 p. (In Russ.)
10. Belyaeva T.V., Mestechkin V.B. Experience of mathematical modeling of water consumption in irrigated agriculture. Moscow: VNIITEISH, 1983. 72 p. (In Russ.)
11. Volchek, A.A. Space-time fluctuations of total evaporation on the territory of Belarus. *Water management construction, heat power engineering, ecology: Bulletin of the BPI. Brest*. 2000;(2):17–23. (In Russ.)
12. Grigorov M.S., Khokhlov A.I. Calculation of total water consumption of agricultural crops for the conditions of the Volga region. *Land reclamation and water management*. 1993;(4):32–33. (In Russ.)
13. Tsipris D.B., Yevtushenko E.G. Calculation of water consumption based on meteorological data. *Hydraulic engineering and land reclamation*. 1980;(9):40–42. (In Russ.)
14. TKP 45-3. 04-178-2009 Irrigation systems. Design rules. Minsk: Minstroiarhitektury, 2010. 70 p. (In Russ.)
15. Vikhrov V.I. Methodological principles of constructing an adaptive correlation model of daily water consumption of herbs. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2013;(2):110–115. (In Russ.)
16. Likhatchevich A.P., Golchenko M.G. Irrigated fruit and vegetable growing. Minsk: IVC of the Ministry of Finance, 2017. 287 p. (In Russ.)
17. Likhatchevich A.P., Latushina G.V. The choice of indicator for evaluating the efficiency of irrigation method in agriculture. *Land Reclamation*. 2016;2(76):16–24. (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.



Пастернак Белый аист, Жемчуг, репа Петровская 1, свекла столовая Нежность, морковь Нантская 4

МАСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

www.vniissok.com