

Известия ФНЦО

Научный рецензируемый журнал
Scientific peer-reviewed journal

News of FSVC

ISSN 2658-4832 (Print)

2/2024

Приложение к журналу

ОВОЩИ
РОССИИ



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

Известия ФНЦО

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

**ИЗВЕСТИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО
НАУЧНОГО ЦЕНТРА ОВОЩЕВОДСТВА**



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

2 2024

ИЗВЕСТИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ОВОЩЕВОДСТВА

Журнал является правопреемником журналов «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений» и «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования»

Учредитель и издатель журнала:

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

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

Главный редактор: Солдатенко А.В. — доктор с.-х. наук, академик РАН, директор ФГБНУ ФНЦО

Заместитель главного редактора: Пивоваров В.Ф. — академик РАН, научный руководитель ФГБНУ ФНЦО

Редакционная коллегия:

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

Аллахвердиев С.Р. — доктор биол. наук, проф., ФГБОУ ВО Московский Педагогический Государственный Университет; Bartin University, Turkey

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

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

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

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

Голубкина Н.А. — доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

Данаилов Ж.П. — доктор с.-х. наук, проф., Фонд «Научные исследования» Министерства образования и науки Болгарии, София, Болгария

Джафаров И.Г. — доктор с.-х. наук, проф., член-корр. НАНА, директор, Научно-исследовательский институт защиты растений и технических культур, Азербайджанская Республика

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

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

Журавлева Е.В. — доктор с.-х. наук, управление науки департамента внутренней и кадровой политики Белгородской области, Белгород, Россия

Игнатов А.Н. — доктор биол. наук, ООО «Исследовательский центр «ФитоИнженерия», ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии», Москва, Россия

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

Джанлука Карузо — доктор с.-х. наук, Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Italy

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

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

Левко Г.Д. — доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

Мамедов М.И. — доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

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

Надежкин С.М. — доктор биол. наук, проф., ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

Павлов Л.В. — доктор с.-х. наук, проф., ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

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

Плющиков В.Г. — доктор с.-х. наук, проф., Аграрно-технологический институт РУДН (АТИ)

Пышная О.Н. — доктор с.-х. наук, проф., ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

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

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

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

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

Тимин Н.И. — доктор с.-х. наук, проф., ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

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

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

Шмыкова Н.А. — доктор с.-х. наук, ООО ИФАР (Инновационные фармакологические разработки), Томск, Россия

Редакция

Тареева М.М. — кандидат с.-х. наук, ответственный редактор, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Байков А.А. — редактор, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Янситов К.В., Зотов Д.А. — дизайн и верстка, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Разоренова А.Г. — библиограф, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Лебедев А.П. — фото, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Адрес редакции:

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

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

<http://www.vegetables.ru>

Тел: + 7(495)599-24-42, + 7(495)594-77-22; Факс: + 7(495) 599-22-77

Свидетельство о регистрации СМИ в Роскомнадзоре: ПИ№ФС77-74728 от 29 декабря 2018 года. Тираж: 100 шт. Цена свободная.

Выход в свет: 12.07.2024

Отпечатано: ООО «ТРП»

127055, г. Москва, ул. Правды 24, стр. 3

Тел.: (499) 638-27-50

News *of* FSVC

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

**NEWS OF FEDERAL SCIENTIFIC
VEGETABLE CENTER (IZVESTIYA OF FSVC)**



**The journal founder & publisher:
Federal State Budgetary Scientific Institution
Federal Scientific Vegetable Center**

2 2024

News of FSVC

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

ISSN 2658-4832 (Print)
Publication Frequency: 4 times per year

2 2024

NEWS OF FEDERAL SCIENTIFIC VEGETABLE CENTER (IZVESTIYA OF FSVC)

The journal founder & publisher:

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center Address: 14, Selektsionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

Editor in Chief: Soldatenko A.V. – Doctor of Sc, agriculture, Academician of RAS, a director of Federal Scientific Vegetable Center

Deputy Chief Editor: Pivovarov V.F. – Academician of RAS, a scientific director of Federal Scientific Vegetable Center

Editorial Board

Alekseeva K.L. – Doctor of Sc, agriculture, prof, All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing, Branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Allahverdiev S.R. – Doctor of Sc., biology, prof., Bartin University, Turkey

Balashova I.T. – Doctor of Sc, biology, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Bondareva L.L. – Doctor of Sc, agriculture, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Volosciuk L.F. – Doctor of Sc, biology, Institute of Genetics, Physiology and Protection of Plants, Academy of Sciences of Moldova, Republic of Moldova

Gins M.S. – Doctor of Sc, biology, correspondence member of the RAS, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Golubkina N.A. – Doctor of Sc, agriculture, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Danailov Zh.P. – Doctor of Sc, agriculture, prof., Fund “Research investigations” at the Ministry of Education and Science of Bulgaria, Bulgaria

Jafarov I.H. – Doctor of Sc, agriculture, prof, correspondence member of ANAS, Scientific Research Institute of Plant Protection and Technical Plants, Azerbaijan Republic

Dubnok N.N. – academician of RAS, Doctor of Sc, agriculture, prof, RSAU – MAA named after K.A. Timiryazev, Russia

Zharkova S.V. – Doctor of Sc, agriculture, professor, FSBEI of Higher Education the Altai State Agricultural University (ASAU), Russia

Zhuravleva E.V. – Doctor of Sc, agriculture, Science Department of the Department of Internal and Personnel Policy of the Belgorod Region, Belgorod, Russia

Ignatov A.N. – Doctor of Sc, biology, Federal Research Centre “Fundamentals of Biotechnology” of the RAS, Russia

Kalashnikova E.A. – Doctor of Sc, RSAU – MAA named after K.A. Timiryazev, Russia

Gianluca Caruso – Doctor of Sc, agriculture, Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Italy

Kochieva E.Z. – Doctor of Sc, biology, prof., Lomonosov Moscow State University; Federal Research Centre “Fundamentals of Biotechnology” of the RAS, Russia

Kulikov I.M. – Academician of RAS, Doctor of Sc, economy, FSBSI Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery

Levko G.D. – Doctor of Sc, agriculture, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Mamedov M.I. – Doctor of Sc, agriculture, prof, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Musaev F.B. – Doctor of Sc, agriculture, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Nadezhkin S.M. – Doctor of Sc, biology, prof, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Pavlov L.V. – Doctor of Sc, agriculture, prof, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Pizengoljts V.M. – Doctor of Sc, economics, prof, Peoples’ Friendship University of Russia, Russia Plushikov V.G. – Doctor of Sc, agriculture, prof, Peoples’ Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Pishnaya O.N. – Doctor of Sc, agriculture, prof, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Prokhorov V.N. – Doctor of Sc, biology, FSCI “V.F. Kuprevich Institute of experimental botany National academy of Science of Belarus”, Belarus

Sidelnikov N.I. – Academician of the RAS, Doctor of Sc, economy, FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants», Russia

Skorina V.V. – Doctor of Sc, agriculture, prof, “Belarusian State Academy of Agriculture”, Belarus

Startsev V.I. – Doctor of Sc, agriculture, prof, FSBSI All-Russian Research Institute of Phytopathology, Russia

Timin N.I. – Doctor of Sc, agriculture, prof, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Ushachev I.G. – Academician of the RAS, prof, FSBSI “Federal Research Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Scientific Institution of Economy of Agriculture”, Russia

Chesnokov Yu.V. – Doctor of Sc, biology, FSBSI “Agrophysical Research Institute”, Russia

Shmikova N.A. – Doctor of Sc, agriculture, LLC ‘IPHAR’, Russia

Edition

M.M. Tareeva, Candidate of Sc, agriculture, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Moscow district, Russia

A.A. Baikov – editor, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Moscow district, Russia

K.V. Yansitov, D.A. Zotov – (Original model and imposition), FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Moscow district, Russia

A.G. Razorenova – Bibliographer, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Moscow district, Russia

A.P. Lebedev – Photographing, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Moscow district, Russia

Address of the publishing office:

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center, Selektsionnaya St, 14, VNISSOK, Odintsovo region, Moscow district, Russia, 143072, Editorial and Publishing Unit

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

<http://www.vegetables.su>

Tel.: +7(495) 5992442, + 7(495) 5947722 **Published: 12.07.2024. Circulation: 100 copies. Free price.**

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

<i>Писарева И.Н., Белошапкина О.О.</i> Современная диагностика бактериозов в семенах для защиты томата	7
<i>Соколова Л.М.</i> Анализ селекционно-иммунологических исследований в овощеводстве	14
<i>Фетисов И.В., Эйзикович О.В., Дьюф Д.Ш., Романова Е.В., Кезимана П.</i> Молекулярные маркеры для повышения устойчивости сои к биотическим и абиотическим факторам.....	24
<i>Емельянова А.А.</i> Мониторинг болезней хризантем с помощью молекулярных методов в Приморском крае	30
<i>Канчана Г.А.А., Эрикссон Т.Л.М., Романова Е.В.</i> Иммуитет культуры сои к вредным организмам.....	39
<i>Хакимов Р.А., Хусанов Б.</i> Комбинационная способность сортов и линий-доноров устойчивости к мучнистой росе дыни	45
<i>Балашова И.Т., Беспалько Л.В., Харченко В.А.</i> Жизненный путь и творческое наследие известного советского фитоиimmunолога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента Академии Наук Молдавии Балашовой Натальи Николаевны (к 95-летию со дня рождения)	50

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

<i>Захарова Е.В.</i> Влияние УФ-В на прорастание пыльцевых зерен и рост пыльцевых трубок <i>Petunia hybrida</i> E. Vilm. <i>in vitro</i>	60
<i>Бочерова И.Н., Рябчикова Н.Б.</i> Результаты изучения коллекционных образцов арбуза	65
<i>Корнилова М.С., Кобкова Н.В., Рябчикова Н.Б.</i> Влияние площадей питания на семенную продуктивность среднеспелого сорта дыни (<i>Cucumis melo</i> L.) Гармония.....	73

САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

<i>Гунар Е.И., Коваленко В.В.</i> Влияние обработки регулятором роста Циркон на продуктивность цветочных культур	80
<i>Аликулов С.М., Каюмов Н.Ш., Алияров М.А., Толибойев И.И.</i> Оценка всхожести семян при выращивании овощных культур на орошаемых полях	85

CONTENTS

AGROCHEMISTRY, SOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE

<i>Pisareva I.N., Beloshapkina O.O.</i> Modern diagnosis of bacterioses in seeds for tomato protection	7
<i>Sokolova L.M.</i> Analysis of selection and immunological studies in vegetable growing	14
<i>Fetisov I.V., Eizikovich O.V., Diouf D.Ch., Romanova E.V., Kezimana P.</i> Molecular markers for enhancing soybean resistance to biotic and abiotic factors.....	24
<i>Emelianova A.A.</i> Monitoring chrysanthemum diseases using molecular methods in Primorsky Krai	30
<i>Kanchana Gurusinghe Arachchige A., Erickson Lopes Mam T., Romanova E.V.</i> Immunity of soybean crop to pests.....	39
<i>Khakimov R.A., Xusanov B.</i> Combination ability of varieties and donor lines of resistance to powdery mildew of melon.....	45
<i>Balashova I.T., Bepalko L.V., Kharchenko V.A.</i> The life and scientific activity of the well-known soviet phytopathologist and genetic, doctor of sciences in agriculture, professor, correspondent-member the Academy of Sciences Republic of Moldova Natalia Nikolaevna Balashova (in the memory of her 95-birthday)	50

BREEDING, SEED PRODUCTION AND PLANT BIOTECHNOLOGY

<i>Zakharova E.V.</i> Effect of UV-B on germination and growth of pollen tubes of <i>Petunia hybrida</i> E. Vilm. <i>in vitro</i>	60
<i>Bocherova I.N., Ryabchikova N.B.</i> The results of the study of collection samples of watermelon.....	65
<i>Kornilova M.S., Kobkova N.V., Ryabchikova N.B.</i> The effect of nutrition areas on the seed productivity of the medium-ripened melon variety (<i>Cucumis melo</i> L.) Harmony	73

HORTICULTURE, VEGETABLE PRODUCTION, VITICULTURE AND MEDICINAL CROPS

<i>Gunar E.I., Kovalenko V.V.</i> Effect of treatment with growth regulator Zircon on the productivity of flower crops.....	80
<i>Aliqulov S.M., Kayumov N.S., Aliyrov M.A., Toliboyev I.I.</i> Assessment of seed germination in the cultivation of vegetable crops in irrigated fields.....	85

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-7-13>

УДК: 632.35:631.531:635.64

Современная диагностика бактериозов в семенах для защиты томата

И.Н. Писарева^{1*}, О.О. Белошапкина²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР») 140150, Россия, Московская область, г.о. Раменский, р.п. Быково, ул. Пограничная, 32

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева) 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки: iruru@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Особо опасными и трудноискореняемыми бактериозами томата во всем мире считаются бактериальный рак томата (*Clavibacter michiganensis*) и чёрная бактериальная пятнистость томата (*Xanthomonas* spp.), возбудители которых передаются с семенами и с латентно заражённой рассадой. Основной и эффективной мерой борьбы с этими бактериальными болезнями является использование здоровых семян и рассады, поэтому необходима своевременная достоверная диагностика их возбудителей, что и являлось целью работы. В статье представлена актуализированное систематическое положение возбудителей рассматриваемых бактериозов, их симптоматика и современные методы диагностики. Исследования были проведены на базе Всероссийского центра карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»). С целью сокращения сроков проведения молекулярно-генетических методов диагностики особо опасных бактериозов томата, передающихся семенами, были проведены опыты с искусственным заражением семян для

Modern diagnosis of bacterioses in seeds for tomato protection

Irina N. Pisareva^{1*}, Olga O. Beloshapkina²

¹Federal State Budgetary Institution All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNI IKR”), 32, Pogranichnaya st., Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow region, Russia, 140150

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy” (RSAU-MTAA) 49, Timiryazevskaya st., Moscow, Russia, 127434

*Corresponding Author: iruru@yandex.ru

ABSTRACT

Bacterial tomato canker (*Clavibacter michiganensis*) and bacterial black spot of tomato (*Xanthomonas* spp.), the pathogens of which are transmitted with seeds and latently infected seedlings, are considered particularly dangerous and difficult to eradicate bacterioses of tomato throughout the world. The main and effective measure to combat these bacterial diseases is the use of healthy seeds and seedlings, therefore timely reliable diagnosis of their pathogens is necessary, which was the goal of the work. The article presents an updated systematic position of the causative agents of the considered bacterioses, their symptoms and modern diagnostic methods. The research was carried out on the basis of the All-Russian Plant Quarantine Centre (FGBU “VNI IKR”). In order to reduce the time required to carry out molecular genetic methods for diagnosing particularly dangerous tomato bacterioses transmitted by seeds, experiments were carried out with artificial contamination of seeds for subsequent optimization of sample preparation. During testing of two commercial kits for isolating bacterial DNA from plant extracts, the

пробоподготовки. В ходе тестирования двух коммерческих наборов для выделения ДНК бактерий из растительного экстракта наиболее эффективным для определения возбудителей двух исследуемых бактериозов отмечен комплект реагентов «Проба-ГС» (ООО «АгроДиагностика»), по сравнению с набором «ФитоСорб» (ООО «Синтол»), чувствительность которого на порядок уступала набору «Проба ГС» при выделении ДНК *C. michiganensis*. Было доказано, что процесс фитоэкспертизы семян возможно сократить при прямом выделении ДНК из экстрактов семян с последующей постановкой ПЦР-тестов. Таким образом за 2 рабочих дня можно исследовать семена на наличие возбудителя бактериального рака томата и чёрной бактериальной пятнистости томата. последующей оптимизации

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

бактериальный рак томата, *Clavibacter michiganensis*, чёрная бактериальная пятнистость томата, *Xanthomonas* spp., выявление семенной инфекции.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Писарева И.Н., Белошапкина О.О. Современная диагностика бактериозов в семенах для защиты томата. *Известия ФНЦО*. 2024;(2):7-13. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-7-13>

Поступила в редакцию: 19.05.2024

Принята к печати: 25.06.2024

Опубликована: 12.07.2024

Proba-GS reagent kit (AgroDiagnostics LLC) was found to be the most effective for identifying the causative agents of the two studied bacteriases, compared to the FitoSorb kit (Syntol LLC), the sensitivity of which was an order of magnitude inferior to the “Proba GS” kit for isolating *C. michiganensis* DNA. It has been proven that the process of phytoexamination of seeds can be shortened by direct DNA extraction from seed extracts followed by PCR tests. Thus, it is possible to test seeds for the presence of tomato bacterial canker and tomato black spot in 2 working days.

KEYWORDS:

bacterial canker of tomato, *Clavibacter michiganensis*, tomato black spot, *Xanthomonas* spp., detection of seed infection

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflict of interest.

For citations: Pisareva I.N., Beloshapkina O.O. Modern diagnosis of bacteriases in seeds for tomato protection. *News of FSVC*. 2024;(2):7-13. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-7-13>

Received: 19.05.2024

Accepted for publication: 25.06.2024

Published: 12.07.2024

Самым потребляемым овощем в мире является томат (*Solanum lycopersicum* L.) [1]. Среди всех овощей эта культура занимает первое место в мире по площадям возделывания (4,9 млн. га с валовым сбором 186 млн. т.) [2].

Сегодня выращивание томата практически невозможно без внедрения интегрированной системы защиты растений от вредителей и болезней. Томат подвергается воздействию большого количества патогенов. К опасным и распространённым болезням бактериальной этиологии относят: бактериальный рак томата (*Clavibacter michiganensis* (Smith; Davis et al.) Li et al.); некроз сердцевин стебля (*Pseudomonas corrugata* Roberts & Scarlett); бактериальную крапчатость листьев (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young, Dye & Wilkie); чёрную бактериальную пятнистость (*Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* (Jones et al.) Constantin et al., *X. vesicatoria* (Doidge) Vauterin et al., *X. hortorum* pv. *gardneri* (Jones et al.) Moriniere et al., *X. euvesicatoria* pv. *perforans* (Jones et al.) Constantin et al.) [3, 4].

Однако особо опасными бактериозами во всем мире считаются бактериальный рак томата и чёрная бактериальная пятнистость томата [5, 6]. Возбудители этих болезней распространены во всех зонах возделывания томата в мире. Это обусловлено тем, что инфекция передается с семенами и с латентно заражённой рассадой. Таким образом, основная причина широкого распространения данных бактериозов – инфицированные партии семян.

На протяжении последних четырёх десятилетий возбудитель бактериального рака томата был известен, как *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Однако, на основании молекулярно-генетиче-

ских исследований была проведена реклассификация видов рода *Clavibacter*. Таким образом, актуальным названием возбудителя бактериального рака томата является вид *Clavibacter michiganensis*.

Борьба с бактериальным раком томата затруднена тем, что возбудитель болезни проникает внутрь семян и там долгое время сохраняет жизнеспособность.

Выявление бактериального рака томата визуальным методом на рассаде томата практически невозможно, т.к. чёткие симптомы болезни чаще всего проявляются к фазе созревания и плодоношения. Поэтому использование визуального метода, который заключается в осмотре надземных органов растений томата на наличие симптомов, допускается при обследовании растений именно в эти фазы (рис.1).



Рис. 1. Симптомы поражения бактериальным раком томата [4]

Характерным симптомом бактериального рака томата на взрослых растениях является увядание листочков с одной стороны сложного листа (рис.2).



Рис. 2. Характерный симптом бактериального рака томата (искусственное заражение)

Диагностика чёрной бактериальной пятнистости осложнена тем, что возбудителями этой болезни томата являются несколько видов бактерий и их патологических типов. Например, тест-систему для диагностики чёрной бактериальной пятнистости производства ООО «Агродиагностика» не рекомендуется использовать, так как она выявляет только один из четырёх видов — *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* [7].

Обследования рассады и растений в фазе созревания и плодоношения на выявление возбудителей чёрной бактериальной пятнистости томата *Xanthomonas* spp. осуществляют визуальным методом, который заключается в осмотре растений-хозяев на наличие на листьях пятен в виде неровных пропитанных водой участков, сначала зелёных, позже — коричневых некрозов и симптомов на других органах (рис. 3, 4).



Рис. 3. Симптомы черной бактериальной пятнистости [4]



Рис. 4. Симптомы на 15 сутки после искусственного заражения возбудителем чёрной бактериальной пятнистости *X. vesicatoria*

Основной и эффективной мерой борьбы с бактериозами является использование семян и рассады томата, свободных от возбудителей болезней [6].

В коллекции фитопатогенных бактерий ФГБУ «ВНИИКР» находятся целевые штаммы, как из французской коллекции бактерий, ассоциированных с растениями (CIRM-CFBP) и немецкой коллекции микроорганизмов и клеточных культур (The Leibniz Institute DSMZ – German Collection of Microorganisms and Cell Cultures) (табл. 1), так и изоляты, выделенные из образцов, поступивших на исследование в лабораторию.

Таблица 1. Штаммы бактерий, использованные в работе

Название штамма	Происхождение	Каталожный номер DSMZ
<i>C. michiganensis</i>	<i>Solanum lycopersicum</i> , семена томата (Ring-test), Франция	CFBP 2492
<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> pv. <i>euvesicatoria</i>	<i>Capsicum frutescens</i> , США	DSM 19128
<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> pv. <i>perforans</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i> , США	DSM 18975
<i>Xanthomonas hortorum</i> pv. <i>gardneri</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i> , Югославия	DSM 19127
<i>Xanthomonas vesicatoria</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i> , Новая Зеландия	DSM 22252

Коллекционные штаммы хранятся при температуре $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ в виде суспензии в стерильном растворе 15%-го глицерина.

В 2022 году специалистами ФГБУ «ВНИИКР» были разработаны методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителей бактериального рака томата и черной бактериальной пятнистости томата.

Методы, описанные в данных рекомендациях, гармонизированы с методами, предложенными в протоколах Международной федерации по семеноводству (IFS) [8, 9] и Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР) [10, 11]. Также методы ПЦР – основные методы выявления и идентификации возбудителей болезней, валидированы с использованием отечественных реактивов.

Однако отечественные методические рекомендации имеют значительное отличие от международных протоколов. Одной из задач при разработке схемы проведения исследований в РФ было сокращения сроков их проведения. Лабораторные схемы исследования образцов семян в международных протоколах предусматривают обязательную предварительную изоляцию бактерии на питательные среды. Главным недостатком данных схем является длительность проведения исследований (от момента получения растительных экстрактов до появления типичных колоний на питательных средах проходит около 5-10 дней).

Специалистами ФГБУ «ВНИИКР» проведен ряд опытов, позволяющих сократить сроки проведения исследований образцов:

– модифицирован метод подготовки аналитической пробы из семян. С целью избавления от большей части растительных остатков предложено кратковременное центрифугирование на малых оборотах (5 мин со скоростью 1000 об/мин при $10\text{ }^{\circ}\text{C}$) перед длительным высокоскоростным центрифугированием (20 мин со скоростью 10000 об/мин при $10\text{ }^{\circ}\text{C}$);

– для установления степени влияния растительной матрицы образцов вегетативных частей и семян томата на конечные результаты исследований нами был проведен ряд опытов по искусственному заражению возбудителями бактериального рака томата и черной бактериальной пятнистости томата экстрактов из вегетативных частей и семян томата. В ходе испытания метода подготовки проб с дальнейшим выделением ДНК и ПЦР-анализом искусственно зараженных образцов установлено, что ингибирования ПЦР не происходит;

– в ходе тестирования двух коммерческих наборов для выделения ДНК бактерий из растительного экстракта наиболее эффективным определен комплект реагентов «Проба-ГС» (ООО «АгроДиагностика»). Набор «ФитоСорб» (ООО «Синтол») также эффективен для выделения ДНК *Xanthomonas* spp., однако его чувствительность на порядок уступает набору «Проба ГС» при выделении ДНК *C. michiganensis*.

— валидированы 4 ПЦР-теста для диагностики бактериального рака томата и 3 ПЦР-теста для выявления и идентификации чёрной бактериальной пятнистости томата. Наиболее чувствительные (приемлемая аналитическая чувствительность ПЦР-тестов, используемых для диагностики бактериальных фитопатогенов, составляет 10^2 - 10^3 КОЕ/мл) и специфичные тесты отнесены к отборочным, остальные рекомендованы в качестве подтверждающих выявления.

В качестве дополнительных методов, подтверждающих выявление, в методические рекомендации включены культурально-морфологический метод диагностики и тест на патогенность, которые рекомендуется использовать при подтверждении выявления возбудителя только из растительных образцов с симптомами бактериозов.

Современная диагностика возбудителей бактериальных заболеваний — сложный процесс, состоящий из пробоподготовки, выделения ДНК, ПЦР-анализа. Классические методы (изоляция на питательные среды и тест на патогенность) используются, но отошли на второй план.

Достоверное заключение о выявлении бактериального патогена возможно только при условии, что не менее трёх тестов, ориентированных на различные мишени в геноме или основанных на различных биологических принципах, являются положительными.

В результате многочисленных опытов разработана общая принципиальная схема исследований образцов семян томата на выявление и идентификацию бактериального рака томата и чёрной бактериальной пятнистости томата.

Список литературы

1. Oliveira-Pinto P. R., Mariz-Ponte N., Sousa R. M. O., Torres A., Tavares F., Ribeiro A., Santos C. Satureja montana essential oil, zein nanoparticles and their combination as a biocontrol strategy to reduce bacterial spot disease on tomato plants. *Horticulturae*. 2021;7(12):1–22. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7120584>
2. FAO. World Food and Agriculture — Statistical Yearbook. FAO: Rome, Italy, 2024.
3. Ахатов А.К. Мир томата глазами фитопатолога. 3-е изд., испр. и доп. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2016. 292 с. <https://www.elibrary.ru/qlaxsl>
4. EPPO Global Database. [Электронный ресурс]. URL: <https://gd.eppo.int>.
5. Мотамеди Ш.А., Джалилов Ф.С.У., Карлов Г.И. Оценка активности бактерицидов с использованием генетически модифицированного штамма возбудителя черной бактериальной пятнистости томата. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2010;(2):52-58. <https://www.elibrary.ru/mktvrp>
6. Fatmi M., Walcott R.R., Schaad N.V. Detection of Plant-Pathogenic Bacteria in Seed and Other Planting Material, Second Edition. Minnesota: The American Phytopathological Society (APS), 2017. 360 p.
7. Писарева И.Н., Яремко А.Б., Приходько С.И., Шнейдер Е.Ю. Испытание тест-системы для диагностики *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria*. *Фитосанитария. Карантин растений*. 2022;3(11):29-36. <https://doi.org/10.69536/a6147-0848-4962-i> <https://www.elibrary.ru/iqmmrl>

References

1. Oliveira-Pinto P. R., Mariz-Ponte N., Sousa R. M. O., Torres A., Tavares F., Ribeiro A., Santos C. Satureja montana essential oil, zein nanoparticles and their combination as a biocontrol strategy to reduce bacterial spot disease on tomato plants. *Horticulturae*. 2021;7(12):1–22. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7120584>
2. FAO. World Food and Agriculture — Statistical Yearbook. FAO: Rome, Italy, 2024.
3. Akhatov A.K. World of tomatoes through a phytopathologist' eyes. Moscow, Russia: Tov-vo nauch. izdanij KMK. 2016:292. (In Russ.)
4. EPPO Global Database. URL: <https://gd.eppo.int>.
5. Motamedi Sh. A., Dzhililov F.S. The effect of biopesticides and resistance inducers on the development of bacterial diseases of tomatoes. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2010;(2):52-58. <https://www.elibrary.ru/mktvrp> (In Russ.)
6. Fatmi M., Walcott R.R., Schaad N.V. Detection of Plant-Pathogenic Bacteria in Seed and Other Planting Material, Second Edition. Minnesota: The American Phytopathological Society (APS), 2017. 360 p.
7. Pisareva I.N., Yaremko A.B., Prikhodko S.I., Shneyder E.YU. Testing a test system for the diagnosis of *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria*. *Plant health and quarantine*. 2022;3(11):29-36. <https://doi.org/10.69536/a6147-0848-4962-i> <https://www.elibrary.ru/iqmmrl> (In Russ.)

8. EPPO. *Xanthomonas* spp. (*Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas gardneri*, *Xanthomonas perforans*, *Xanthomonas vesicatoria*) causing bacterial spot of tomato and sweet pepper. *Bull. OEPP*. 2013;43(1):7–20.

9. EPPO. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Bull. OEPP*. 2016;46(2):202–225.

10. ISF (2017) Method for the detection of *Xanthomonas* spp. in Tomato seed. – [Электронный ресурс]. URL: https://seedhealth.org/files/2017/05/Pepper_Xanthomonas_spp_Version-5-Nov_2013-ISF.pdf

11. ISF (2017) Method for the detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on Tomato seed. [Электронный ресурс]. URL: https://worldseed.org/wpcontent/uploads/2017/07/Tomato_Cmm_July2017.pdf

8. EPPO. *Xanthomonas* spp. (*Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas gardneri*, *Xanthomonas perforans*, *Xanthomonas vesicatoria*) causing bacterial spot of tomato and sweet pepper. *Bull. OEPP*. 2013;43(1):7–20.

9. EPPO. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Bull. OEPP*. 2016;46(2):202–225.

10. ISF (2017) Method for the detection of *Xanthomonas* spp. in Tomato seed. – [Электронный ресурс]. URL: https://seedhealth.org/files/2017/05/Pepper_Xanthomonas_spp_Version-5-Nov_2013-ISF.pdf

11. ISF (2017) Method for the detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on Tomato seed. [Электронный ресурс]. URL: https://worldseed.org/wpcontent/uploads/2017/07/Tomato_Cmm_July2017.pdf

Об авторах:

Ирина Николаевна Писарева – научный сотрудник научно-методического отдела бактериологии, SPIN-код: 2588-4926, <https://orcid.org/0000-0002-3084-0591>, автор для переписки, iruru@yandex.ru

Ольга Олеговна Белошапкина – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры защиты растений, SPIN-код: 4482-1623, <https://orcid.org/0000-0002-8564-8142>, beloshapkina@rgau-msha.ru

About the Authors:

Irina N. Pisareva, Researcher of the Research and Methodology Department of Bacteriology, SPIN-code: 2588-4926, <https://orcid.org/0000-0002-3084-0591>, Correspondence Author, iruru@yandex.ru

Olga O. Beloshapkina, DSc (Agriculture), Professor, Professor of the Department of Plant Protection, SPIN-code: 4482-1623, <https://orcid.org/0000-0002-8564-8142>, beloshapkina@rgau-msha.ru

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-14-23>

УДК: 635.1/.7-047.37:001.8

**Анализ селекционно-иммунологических исследований в овощеводстве
семеноведение как отрасль научных знаний****Л.М. Соколова***

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)

140153, Россия, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500

**Автор для переписки: lsokolova74@mail.ru*

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена ученым, работавшим и работающим по иммунитету растений, а также анализу современного состояния вопроса в области селекции на устойчивость.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

ученые, овощные культуры, иммунитет, устойчивость, хранение, штаммы, сорта и гибриды, схема селекционного процесса

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Соколова Л.М. Анализ селекционно-иммунологических исследований в овощеводстве. *Известия ФНЦО*. 2024;(2):14-23. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-14-23>

Поступила в редакцию: 19.05.2024

Принята к печати: 25.06.2024

Опубликована: 12.07.2024

**Analysis of selection and immunological studies
in vegetable growing****Lyubov M. Sokolova***

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

**Corresponding Author: lsokolova74@mail.ru*

ABSTRACT

The article is devoted to scientists who have worked and are working on plant immunity, as well as to an analysis of the current state of the issue in the field of breeding for resistance.

KEYWORDS:

scientists, vegetable crops, immunity, stability, storage, strains, varieties and hybrids, the scheme of the breeding process.

Conflict of interest: The author declare that there are no conflict of interest.

For citations: Sokolova L.M. Analysis of selection and immunological studies in vegetable growing. *News of FSVC*. 2024;(2):14-23. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-14-23>

Received: 19.05.2024

Accepted for publication: 25.06.2024

Published: 12.07.2024

Основатель учения об иммунитете растений Н. И. Вавилов, положивший начало изучению его генетической природы, считал, что устойчивость растений к возбудителям болезней выработалась в процессе тысячелетней эволюции в центрах происхождения. В случае приобретения растениями генов устойчивости возбудители могли поражать растения благодаря появлению новых физиологических рас, возникающих в результате гибридизации, мутации, гетерокариозиса и других процессов. Внутри популяции микроорганизма возможны сдвиги численности рас в связи с изменением сортового состава растений того или иного района. Появление новых рас возбудителя может быть связано с потерей устойчивости сорта, некогда устойчивого к данному патогену [1].

В ФГБНУ ФНЦО с пятидесятых годов XX века ведется селекционная работа по выведению высокоурожайных гибридов и сортов овощных культур с комплексной устойчивостью к болез-

ням и вредителям; созданию базовых линий для получения гетерозисных гибридов, получению нового исходного материала. Неоценимый вклад в разные годы исследований внесли ученые: Б.В. Квасников, Т.А. Белик, Н. И. Жидкова, И.П. Масленников, Л.С. Пименова, Н.М. Гольшин, К.А. Гар, А.Н. Самохвалов, М.В. Ореховская, Н.Н. Корганова, А.И. Мельникова, Н.П. Черемушкина, Л.Т. Тимина, Л.К. Гуркина, С.Н. Шкляр, В.Б. Беляева, А.А. Маслова, Г.Ф. Першина, Ю.Б. Рогачев, С. Н. Нечаева, Т.А. Леонтьева, К.С. Шестакова, Н. С. Горшкова; Т.А. Терешонкова. Было проведено много исследований по отдельным болезням на овощных культурах с привлечением разнообразных методов оценки. В разные года проблемой иммунитета также занимались Балашова Н.Н. [2]; Боос Г. В., Власова Э. А. [3], Федоренко Е. И. [4].

Рукшенайте-Берецкене описал грибные болезни моркови, морфологические и биологические свойства возбудителей альтернариоза [5].

Ганнибал Ф. Б., Орина А.С., Левитин М. М., работают с возбудителями альтернариоза сельскохозяйственных культур [6].

Михеев Ю. Г. описал селекцию и семеноводство столовых корнеплодов (морковь, свекла, редька) в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока России [7].

Бунин М. С., и др. занимаются вопросом создания гибридов, устойчивых к морковной мухе [8].

Ученые из Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова Хмелинская Т.В. и Ермолова Л. В., ведут исследования по выявлению основных болезней моркови при хранении [9].

Ванюшина И. А. проводит исследования на устойчивость к листовым болезням в условиях Приморского края [10].

Амиров Б.М., Амирова Ж.С., Манабаева У.А., Жасыбаева К.Р. из Казахского научно-исследовательского института картофелеводства и овощеводства ведут работу на моркови столовой на устойчивость к листовым заболеваниям – альтернариозу и мучнистой росе [11].

В связи с тем, что в последние десятилетия значительно участились эпифитотии наиболее вредоносных заболеваний, и как следствие этого возросла вирулентность ранее слабопатогенных возбудителей, а также в связи с завозом импортных семян овощных культур вопрос иммунитета остается весьма актуальным.

Хочется подчеркнуть, что именно селекционное направление в борьбе с патогенами, это одно из сложных направлений селекции. Сложность обусловлена нестабильностью устойчивости: она может быть потеряна в результате появления новых рас, штаммов, изолятов, необходимость прослеживания взаимодействия двух биологических систем (сельскохозяйственной культуры и патогена). Селекционер бывает вынужден начинать все сначала.

Устойчивость к болезням всегда будет актуальной проблемой.

Так, на сегодняшний момент данным вопросом занимаются ученые из ФГБНУ ФНЦО.

Учеными Шкляром С.Н., Самохваловым А.Н., Масловой А.А., Игнатовым А.Н., Рогачевым Ю.Б., Козарь Е.Г., Ушаковым А.А. в разные годы выполнены фундаментальные исследования по идентификации, разработке и усовершенствованию методик оценки и отбора на устойчивость к болезням бактериальной этиологии: капусты – к слизистому и сосудистому бактериозу, лука – к бактериальной шейковой гнили, фасоли – к бурому и угловатому бактериозам. Разработан и защищен авторским свидетельством на изобретение «Способ получения мутантных штаммов фитопатогенных бактерий» для вакцинации капусты против сосудистого бактериоза.

В последние годы Енгальчевой И.А. проведена идентификация и выявлены особенности физико-химических характеристик Московских изолятов вирусов родов *Tobamovirus*, *Cucumovirus*, *Potyvirus*, *Tospovirus*. На основе оценки коллекционного и селекционного материала овощных культур в условиях искусственного заражения, провокационного и естественного инфекционного фонов с помощью методов визуальной диагностики, серологической диагностики, биотестирования и электронной микроскопии выделены источники резистентности овощных культур к вирусопатогенам [12-38].

Во ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО также ведется большая селекционно – иммунологическая работа по наиболее значимым овощным культурам. В разные года данным вопросом занимались такие ученые как Квасников Б.В., Жидкова Н.И., Горшкова Н.С. и Терешонкова Т.А..

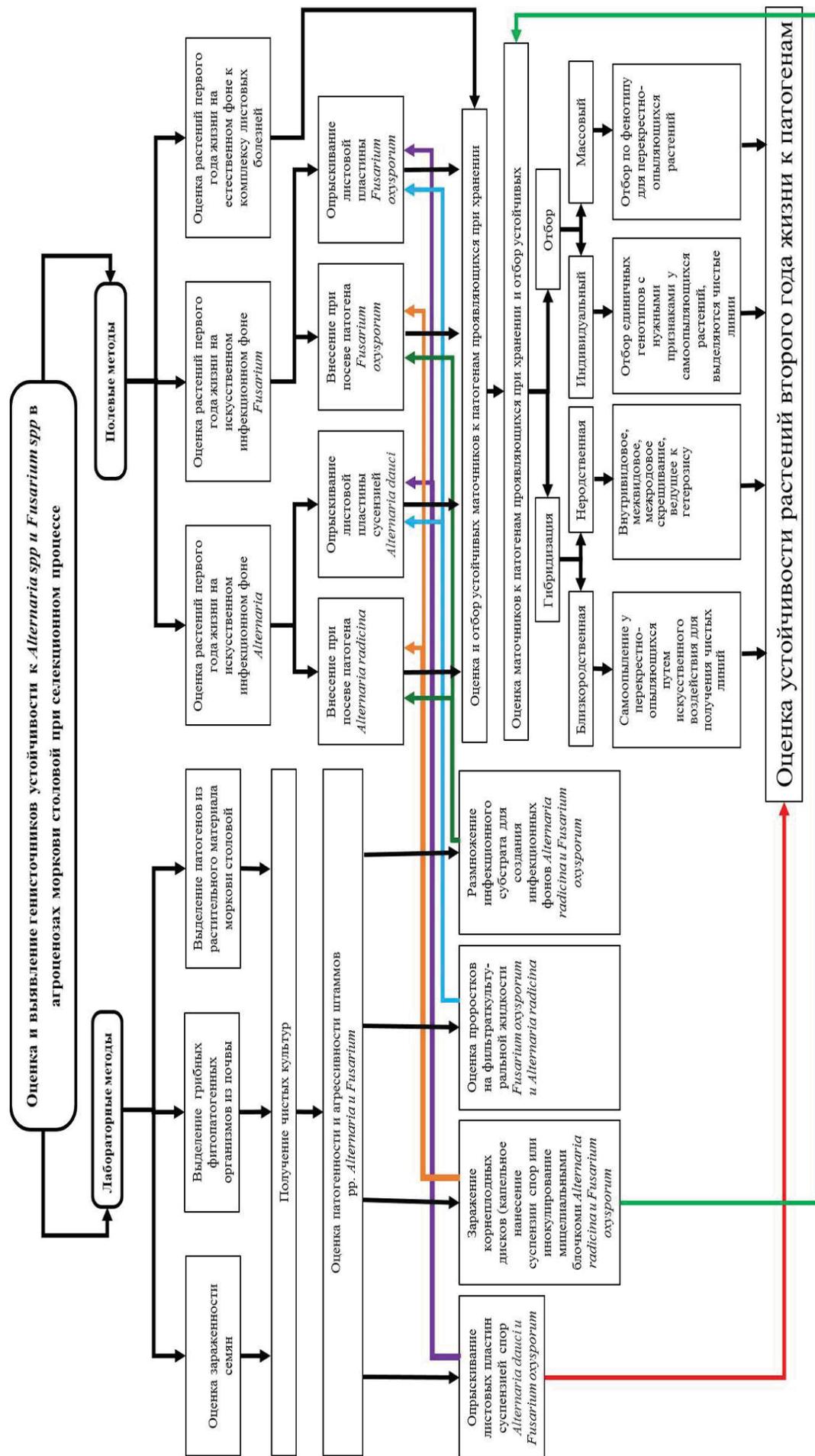


Рис. 1. Схема селекционного процесса, включающая мониторинг и выявление генисточников устойчивости в агроценозах моркови столовой

Сейчас дело великих ученых в области селекции по иммунитету продолжают Алексеева К.Л., Соколова Л.М., Тимакова Л.Н., Корнев А.В., Ховрин А.Н., Егорова А.А. [39-53].

Для получения толерантных культурных линий в селекционный процесс вовлекаются дикие виды и разновидности моркови, так как они считаются донорами по передаче гена устойчивости. В результате многолетней работы был получен устойчивый линейный материал для селекции [54-57].

Одним из наиболее важных этапов селекции является качество исходного семенного материала [58-62].

Все иммунологические исследования начинаются с поиска и выделения агрессивных штаммов патогенных грибных болезней, которые поражают овощные культуры. В селекционном процессе исходным материалом могут являться образцы разной эколого-географической зоны выращивания, поэтому селекционеру необходимо на первоначальном этапе выделить толерантный и восприимчивый материал для дальнейшей селекции. В результате создана коллекция наиболее патогенных штаммов по альтернариозу и фузариозу. Штаммы были выделены с вегетирующих листовых пластин, корнеплодов, плодов, корневой системы, семян, почвы [63-65].

В селекции на иммунитет очень важно проследить взаимосвязь агроклиматических показателей годов исследований и как данные показатели влияют на развитие болезней в условиях естественного неконтролируемого фона, на искусственном инфекционном фоне с принудительным заражением вегетирующих растений, и как данные показатели влияют на хранение корнеплодов. Также неотъемлемой частью данной работы является анализ почвы, где произрастают овощные культуры [66-75].

В результате многолетних исследований было выдвинуто и доказано гипотеза по признаку наследования толерантности [76-79].

Все выше упомянутые пункты, это лишь малая часть тех задач, которые ставятся в селекционном — иммунологическом процессе перед селекционерами, потому что основная задача это получить сорта и гибриды востребованных отечественных овощей [80-89].

Оценка сортов и гибридов на устойчивость к болезням — одно из звеньев селекции и государственного испытания на хозяйственную ценность. Реакцию образцов на поражение местными популяциями патогенов проводят в естественных условиях в конкурсном испытании, а более точную иммунологическую оценку осуществляют в условиях инфекционных фонов и в лаборатории. Для этого в ходе многолетней работы была разработана основная схема селекционно — иммунологической оценки (рис.1), в которой подробно показано, сочетание лабораторных и полевых методов оценки в агроценозах моркови столовой [90-92].

Таким образом, один из путей, обеспечивающих целенаправленное ведение селекции на устойчивость, выделение местных штаммов возбудителей болезней, усовершенствование методов ускоренной оценки, комплексная оценка на устойчивость и выделение генетических источников устойчивости к болезням для создания новых отечественных сортов и гибридов остается весьма актуальным вопросом.

Список литературы

1. Гордеева Е.И., Крюкова А.В., Курбатова З.И. Иммуниет растений. Учебное пособие. Великие Луки. 2011. С.127
2. Балашова, Н.Н. Иммунологические проблемы в связи с селекцией устойчивых сортов сельскохозяйственных растений. Изд.Ан Молд.ССР. Сер. биол. и хим. наук. 1989. №3. С. 59—65.
3. Боос Г.В., Власова Э.А. Селекция на устойчивость к основным заболеваниям овощных культур. Использование генофонда ВИР в селекции овощных культур на устойчивость к основным заболеваниям Москва, 1984. 22 с.
4. Федоренко М.И., Першина Г.Ф. Методологические основы селекции моркови на болезнеустойчивость. Научные труды ВНИИССОК. 1999. Вып. 37.
5. Рукшенайте—Берецкене Г. Грибные болезни моркови в Литовской ССР, морфологические и биологические свойства возбудителей альтернариоза. Литва, 1971.
6. Ганнибал Ф.Б., Орина А.С., Левитин М.М. Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России. *Защита и карантин растений*. 2010;(5):30—32.

7. Михеев Ю.Г. Селекция и семеноводство столовых корнеплодов (морковь, свекла, редька) в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока России. Москва 2015. С. 239.

8. Бунин М.С., Першина Г.Ф., Демидова А.А. Источники устойчивости к основным заболеваниям и вредителям моркови среди коллекции сортов образцов индуцированных из Восточно-Азиатского центра происхождения. Научные труды по селекции и семеноводству. Т. 2 (к 75-летию института). Москва, 1995. 395 с.

9. Хмелинская Т.В., Ермолова Л.В. Устойчивость моркови к болезням при хранении. Вестник защиты растений. 2016;3(89):178–179.

10. Ванюшкина И.А. Оценка образцов моркови разного эколого-географического происхождения на устойчивость ботвы к комплексу патогенов в условиях Приморского края. Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур. Сборник научных трудов по материалам Международной научно – практической конференции, посвященной VII Квасниковским чтениям. 2016. С. 77–78.

11. Амиров Б.М., Амирова Ж.С., Манабаева У.А., Жасыбаева К.Р. Оценка различных генотипов моркови столовой в питомнике исходных форм. *Овощи России*. 2017;(4):45-51. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-4-45-51> <https://www.elibrary.ru/zfbfj>

12. Енгальчева И.А., Козарь Е.Г., Ушаков А.А., Гуркина Л.К. Лаборатория иммунитета и защиты растений – 85 лет: ретроспектива исследований. *Известия ФНЦО*. 2020;(1):43-53. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-1-43-53> <https://www.elibrary.ru/foqmjd>

13. Пивоваров В.Ф., Балашова И.Т., Урсул Н.А., Козарь Е.Г., Гуркина Л.К., Ведадеваге Суни-ла Прадипа Кума ри, Гужов Ю.Л. Предбридинговая селекция томата на основе отбора по спорофиту и микрогаметофиту. *Картофель и овощи*. 2007;(5):35-36. <https://www.elibrary.ru/ibthzt>

14. Кумари В.С.П., Гужов Ю.Л., Урсул И.А., Козарь Е.Г., Балашова И.Т. Экспрессия генов устойчивости томата к втм при действии холодового стресса на стадии прорастания семян. *Агро XXI*. 2007;(4-6):22-24. <https://www.elibrary.ru/iaxdcd>

15. Енгальчева И. А., Козарь Е.Г., Беспалько Л.В., Балашова Н.Н., Пышная О.Н., Балашова И.Т., Мамедов М.И. Создание исходного материала перца сладкого (*Capsicum Annuum* L.) с устойчивостью к вирусу бронзовости томатаи пониженным положительным температурам. *Селекция и семеноводство овощных культур*. 2009;(42):52-63. <https://www.elibrary.ru/uiuain>

16. Середин Т.М., Герасимова Л.И., Козарь Е.Г. Устойчивость чеснока озимого к наиболее вредоносным патогенам в условиях нечерноземья. *Вестник научных конференций*. 2015;3-1(3):131-133. <https://www.elibrary.ru/vigccz>

17. Енгальчева И.А., Пышная О.Н., Козарь Е.Г. Предбридинг перца сладкого (*Capsicum annuum* L.) на устойчивость к вирусу бронзовости томата (TSWV). *Вестник защиты растений*. 2015;4(86):40-44. <https://www.elibrary.ru/vpznd>

18. Колесова Е.А., Козарь Е.Г., Харламова А.С. Вредоносность серой гнили и ее влияние на хозяйственные признаки перца сладкого. В сборнике: Актуальные вопросы агрономической науки в современных условиях. Материалы научно-практических конференций студентов, аспирантов, молодых ученых агрономического факультета. 2015. С. 190-194.

19. Пышная О.Н., Мамедов М.И., Белавкин Е.С., Козарь Е.Г., Джос Е.А., Матюкина А.А. Устойчивость генотипов перца сладкого к абиотическим факторам среды в условиях малообъемной гидропоники. *Сельскохозяйственная биология*. 2016;51(1):100-110. <https://www.elibrary.ru/vrwcx>

20. Балашова И.Т., Пинчук Е.В., Козарь Е.Г., Пивоваров В.Ф. Оценка селекционного материала и отбор раннеспелых форм томата с толерантностью к фитофторозу и устойчивостью к вирусу табачной мозаики. В сборнике: Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС. Материалы докладов, сообщений. Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии. 2016. С. 145-158.

21. Мусаев Ф.Б., Бухаров А.Ф., Козарь Е.Г., Белецкий С.Л. Современный инструментальный метод контроля качества семян корнеплодных овощных культур. *Овощи России*. 2017;(4):73-77. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-4-73-77> <https://www.elibrary.ru/zfbfqr>

22. Козарь Е.Г., Ветрова С.А., Заячковский В.А. Реакция микрогаметофита свеклы столовой на кислотнощелочной баланс питательной среды в условиях *in vitro*. *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования*. 2018;(13):395-399. <https://www.elibrary.ru/xvahzr>

23. Середин Т.М., Герасимова Л.И., Козарь Е.Г., Енгальчева И.А., Баранова Е.В. Распространение и вредоносность микозов на культуре чеснока озимого в условиях Московской области. *Овощи России*. 2018;(6):84-90. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-84-90> <https://www.elibrary.ru/urojqd>
24. Енгальчева И.А., Козарь Е.Г., Антошкин А.А., Пронина Е.П., Волков Ю.Г., Какарька Н.Н., Щелканов М.Ю., Гапека А.В. Перспективы селекции овощных культур семейства *Fabaceae* на устойчивость к вирусу желтой мозаики фасоли (*Potyvirus*, *Potyviridae*) в условиях Московской области. *Овощи России*. 2018;(6):77-83. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-77-83> <https://www.elibrary.ru/urojpv>
25. Ушаков А.А., Козарь Е.Г., Енгальчева И.А. Влияние *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* на рост этиолированных и фотосинтезирующих проростков *Brassica oleracea*. *Овощи России*. 2019;(6):133-140. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-133-140> <https://www.elibrary.ru/wgpjus>
26. Козарь Е.Г., Ветрова С.А., Енгальчева И.А., Федорова М.И. Оценка устойчивости селекционного материала свеклы столовой к церкоспорозу на фоне эпифитотии в условиях защищенного грунта Московской области. *Овощи России*. 2019;(6):124-132. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-124-132> <https://www.elibrary.ru/xxchhd>
27. Енгальчева И.А., Козарь Е.Г. Основные направления исследований вирусных болезней овощных культур в ФГБНУ ФНЦО (мониторинг, иммунитет, источники устойчивости). *Аграрная наука*. 2019;(S3):79-85. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-79-85> <https://www.elibrary.ru/irkfmy>
28. Козарь Е.Г., Ветрова С.А., Федорова М.И. Оптимизация состава питательной среды для оценки функциональных параметров микрогаметофита свеклы столовой в условиях *in vitro*. *Известия ФНЦО*. 2020;(3-4):65-72. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-3-4-65-72> <https://www.elibrary.ru/bmdhge>
29. Енгальчева И.А., Козарь Е.Г., Ушаков А.А., Гуркина Л.К. Лаборатория иммунитета и защиты растений – 85 лет: ретроспектива исследований. *Известия ФНЦО*. 2020;(1):43-53. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-1-43-53> <https://www.elibrary.ru/foqmjd>
30. Козарь Е.Г., Енгальчева И.А., Ветрова С.А., Мухина К.С., Вюртц Т.С., Степанов В.А., Маркарова А.Э. Анализ внутривидового полиморфизма сортов моркови столовой по устойчивости к возбудителям микозных гнилей корнеплодов. *Овощи России*. 2020;(3):81-87. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-81-87> <https://www.elibrary.ru/eoolxa>
31. Енгальчева И.А., Козарь Е.Г., Домблides А.С., Антошкин А.А., Пивоваров В.Ф., Ушаков А.А., Ушаков В.А. Особенности развития вируса обыкновенной мозаики фасоли (*Potyvirus*, *Potyviridae*) в условиях Московского региона и исходный материал для селекции на устойчивость. *Сельскохозяйственная биология*. 2020;55(5):901-919. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.5.901rus> <https://www.elibrary.ru/huvkhl>
32. Масленникова Е.С., Козарь Е.Г., Варивода Е.А. Продуктивность и устойчивость к болезням коллекционных образцов арбуза столового в условиях степной зоны Нижнего Поволжья. *Известия ФНЦО*. 2021;(3-4):43-50. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2021-3-4-43> <https://www.elibrary.ru/soaaey>
33. Енгальчева И.А., Козарь Е.Г., Пронина Е.П., Ушаков В.А. Иммунологическая оценка нового перспективного сорта бобов овощных (*Vicia faba* L.) Русские белые на устойчивость к наиболее вредоносным фитопатогенам. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022;(1):8-12. <https://doi.org/10.31857/S2500262722010021> <https://www.elibrary.ru/ebptsn>
34. Енгальчева И.А., Козарь Е.Г., Каменева А.В., Корнилова М.С. Состав и агрессивность микромицетов патоккомплекса *Cucumis melo* L. в условиях богары волгоградской области. *Биосфера*. 2022;14(4):311-315. <https://www.elibrary.ru/ssenrd>
35. Ветрова С.А., Козарь Е.Г., Енгальчева И.А., Мухина К.С. Оценка устойчивости селекционного материала свеклы столовой к болезням хранения. *Биосфера*. 2022;14(4):282-287. <https://www.elibrary.ru/sfpluu>
36. Мартынов В.В., Козарь Е.Г., Енгальчева И.А. Особенности первичной структуры гена *РН-3*, выявленные при создании нового маркера устойчивости томата к фитофторозу. *Сельскохозяйственная биология*. 2022;57(5):954-964. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.5.954rus> <https://www.elibrary.ru/hbxwcl>

37. Мартынов В.В., Козарь Е.Г., Енгальчева И.А. Создание нового маркера устойчивости к фитофторозу у томата на основе гена RH-3 выявило особенности первичной структуры этого гена. В книге: ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ – 2022. Тезисы докладов международной научной конференции. 2022. С. 113. <https://www.elibrary.ru/lagmkt>

38. Ванюшкина И.А., Синиченко Н.А., Козарь Е.Г. Применение системы фунгицидов на томате в условиях открытого грунта Приморского края. *Овощи России*. 2023;(6):101-107. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-6-101-107> <https://www.elibrary.ru/btftyf>

39. Nazarov P.A., Baleev D.N., Ivanova M.I., Sokolova L.M., Karakozova M.V. Infectious plant diseases etiology, current status, problems and prospects in plant protection. *Acta Naturae*. 2020;12,3(46):46-59. <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11026>

40. Терешонкова Т.А., Борисова И.П., Живаева Т.С., Корнев А.В., Петра И.К., Соколова Л.М., Егорова А.А., Ховрин А.Н. Неравномерное окрашивание плодов томата: Вероятные причины и пути преодоления. *Картофель и овощи*. 2018;(4):34-38. <https://www.elibrary.ru/yvjsdf>

41. Терешонкова Т.А., Огнев В.В., Барбарицкая И.В., Руфина И.В., Тенькова Н.Ф., Соколова Л.М., Ховрин А.Н. Особенности новых отечественных гибридов томата при выращивании в различных световых зонах. *Картофель и овощи*. 2018;(9):36-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2018.9.18335> <https://www.elibrary.ru/ylhtsh>

42. Иванова М.И., Соколова Л.М. РYTHIUM SPP. На петрушке корневой в условиях московской области. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2018;4(162):75-80. <https://www.elibrary.ru/xmzqdr>

43. Косенко М.А., Соколова Л.М. Оценка устойчивости исходного материала редьки европейской зимней. Сборник материалов VIII Международной дистанционной научно-практической конференции молодых ученых. Перспективные технологии в области производства, хранения и переработки продукции растениеводства. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. 153 с.

44. Иванова М.И., Соколова Л.М. Грибковые болезни на пастернаке посевном (*Pastinaca sativa* L.). *Агропромышленные технологии Центральной России*. 2018;2(8):48-55. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2018-8-48-55> <https://www.elibrary.ru/xqvrpx>

45. Соколова Л.М. Проявление фузариоза на овощных культурах. *Агропромышленные технологии Центральной России*. 2019;2(12):42-47. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2019-12-42-47> <https://www.elibrary.ru/lzmnhu>

46. Чистякова Л.А., Соколова Л.М., Бакланова О.В., Егорова А.А. Оценка штаммов гриба рода *Fusarium* на поражение растений огурца. *Картофель и овощи*. 2020;(3):32-36. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.76.39.005> <https://www.elibrary.ru/hmgkhc>

47. Тимакова Л.Н., Борисов В.А., Фильрозе Н.А., Успенская О.Н., Соколова Л.М. Оценка качества сортов свеклы столовой в условиях Московской области. *Картофель и овощи*. 2020;(7):28-32. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.83.92.004> <https://www.elibrary.ru/jytroo>

48. Давлетбаева О.Р., Костенко Г.А., Терешонкова Т.А., Соколова Л.М., Егорова А.А. Капуста: устойчивость к сосудистому бактериозу. *Картофель и овощи*. 2016. №3. С. 35-36.

49. Соколова Л.М., Михайлов В.В., Белошапкина О.О., Егорова А.А. О методике создания инфекционного фона фузариоза гороха овощного. *Аграрная наука*. 2020;(7-8):92-98. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-92-98> <https://elibrary.ru/zxfbpd>

50. Соколова Л.М., Михайлов В.В. Поиск возбудителей корневой гнили гороха овощного для создания искусственного инфекционного фона. *Защита и карантин растений*. 2021;(11):33-34. <https://doi.org/10.47528/1026-8634-2021-11-33> <https://elibrary.ru/vlwrb1>

51. Соколова Л.М., Михайлов В.В., Егорова А.А. Методика Триада Коха в селекции гороха овощного на устойчивость к корневым гнилям. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2022;1(207):28-34. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-207-1-28-34> <https://elibrary.ru/dxpfxc>

52. Соколова Л.М., Михайлов В.В. Влияние последовательных отборов на толерантность гороха овощного к *Fusarium oxysporum*. *Защита и карантин растений*. 2023;(2):29-30. https://doi.org/10.47528/1026-8634_2023_2_29 <https://elibrary.ru/olnsmi>

53. Алексеева К.Л., Соколова Л.М., Корнев А.В., Смирнова И.В., Вьютнова О.М., Новикова И.А. Корневые гнили цикория корневого и меры снижения их вредоносности. *Картофель и овощи*. 2023;(9):14-17. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.60.30.004> <https://elibrary.ru/votsaw>

54. Leunov V.I., Sokolova L.M., Beloshapkina O.O., Khovrin A.N. Resistance of carrots to *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. and factors influencing it. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;624(1):012010. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012010>
55. Леунов В.И., Ховрин А.Н., Соколова Л.М., Белошапкина О.О., Старцев В.И. Генетическая коллекция диких видов и гибридов моркови по устойчивости к грибам *Alternaria* sp. и *Fusarium* sp. *Достижения науки и техники АПК*. 2018;(7):26-30. <https://doi.org/10.24411/0251-2018-10706> <https://elibrary.ru/xyukeh>
56. Соколова Л.М., Иванова М.И. Дикie виды *Daucus L.* в селекции и сохранении EX SITU в условиях Московской области. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021;2(54):130-140. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-2-130-140> <https://elibrary.ru/qnassv>
57. Бухаров А.Ф., Еремина Н.А., Леунов В.И., Соколова Л.М. Морфометрические параметры семян дикорастущих форм моркови как селекционные признаки. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2022;(2):54-69. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-2-54-69> <https://elibrary.ru/eoumcd>
58. Соколова Л.М., Егорова А.А. Экспресс-оценка устойчивости моркови столовой к грибным болезням рр. *Alternaria* и *Fusarium* на фильтрат культуральной жидкости. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019;3(173):36-42. <https://elibrary.ru/jksbrp>
59. Алексеева К.Л., Соколова Л.М. Грибная инфекция семян свеклы столовой // IV Всероссийский съезд по защите растений с международным участием «Фитосанитарные технологии в обеспечении независимости и конкурентноспособности АПК России». Сб.тезисов докладов. СПб.: ФГБНУ ВИЗР, 9-11 сентября 2019 г., с. 47. ISBN 978-5-9651-1261-6.
60. Соколова Л.М., Янченко А.В., Федосов А.Ю., Азопков М.И., Голубович В.С. Термическое обеззараживание семян моркови и свеклы. *Картофель и овощи*. 2021;(8):24-27. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.69.23.004> <https://elibrary.ru/svljoc>
61. Соколова Л.М., Тимакова Л.Н. Патокомплекс микромицетов на семенах свеклы столовой в *in vitro*. *Бюллетень Государственного Никитинского ботанического сада*. 2022;(143):132-138. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2022-143-132-138> <https://elibrary.ru/suriew>
62. Соколова Л.М., Тимакова Л.Н. Комплекс патогенов на семенах свеклы столовой и методы снятия их вредоносности. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2023;4(102):91-96. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-102-4-91-96> <https://elibrary.ru/ttzosk>
63. Соколова Л.М. Отбор генисточников устойчивости моркови столовой к болезням рр. *Fusarium* и *Alternaria* при оценке двумя методами. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019;3(161):72-77. <https://elibrary.ru/yuflhe>
64. Соколова Л.М. Выделение и агрессивность возбудителей болезней родов *Fusarium* и *Alternaria* моркови столовой. *Картофель и овощи*. 2018;(3):21-24. <https://elibrary.ru/yrelwd>
65. Соколова Л.М. Анализ видового разнообразия грибов из рода *Fusarium*. *Аграрная наука*. 2019;(1):118-122. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-118-122> <https://elibrary.ru/aqrasn>
66. Борисов В.А., Соколова Л.М., Фильрозе Н.А., Масловский С.А., Замятина М.Е., Карпова Н.А. Устойчивость современных сортов и гибридов свеклы столовой к болезням при длительном хранении. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2018;(140):34-41. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-140-016> <https://elibrary.ru/xtxixr>
67. Борисов В.А., Соколова Л.М., Фильрозе Н.А., Масловский С.А.; Замятина М.Е.; Карпова Н.А. Устойчивость современных сортов и гибридов свеклы столовой к болезням при длительном хранении. *АгроСнабФорум*. 2018;6(162):58-60. <https://elibrary.ru/xzzvzj>
68. Масловский С.А., Соколова Л.М., Замятина М.Е., Карпова Н.А. Сравнительная оценка современных сортов и гибридов моркови на устойчивость к болезням при хранении. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2018;4(70):73-76. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.70.016> <https://elibrary.ru/xosaot>
69. Соколова Л.М., Масловский С.А., Панова М.Б., Замятина М.Е., Карпова Н.А. Устойчивость сортообразцов моркови к болезням при хранении в зависимости от инфекционного фона и послеуборочного фитосанитарного состояния растений. *Аграрный научный журнал*. 2019;(1):26-31. <https://doi.org/10.28983/asj.v0il.687> <https://elibrary.ru/yuwggd>

70. Борисов В.А., Фильрозе Н.А., Соколова Л.М., Корнев А.В. Перспективные сорта и гибриды свеклы столовой для длительного хранения. *Картофель и овощи*. 2019;(4):23-25. <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.54.17.003> <https://elibrary.ru/rdxdl>

71. Соколова Л.М. Влияние погодных условий на распространенность болезней и устойчивость моркови столовой. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019;4(174):21-26. <https://elibrary.ru/lvtut>

72. Соколова Л.М. Влияние погоды на устойчивость моркови столовой к грибной болезни р. *Fusarium*. *Известия ФНЦО*. 2019;(1):128-133. <https://doi.org/https://doi.org/10.18619/2658-4832-2019-1-128-133> <https://elibrary.ru/dvwsvr>

73. Тимакова Л.Н., Соколова Л.М. Хранение корнеплодных культур при летнем сроке выращивания в условиях Московской области. *Картофель и овощи*. 2021;(9):19-21. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.13.16.002>

74. Соколова Л.М. Патокомплексное разнообразие микобиоты в аллювиально-луговой, среднесуглинистой почве. В сборнике: Инновационные идеи молодых исследователей. Сборник научных статей по материалам X Международной научно-практической конференции. Уфа. 2023. С. 28-38.

75. Соколова Л.М. Определение видового разнообразия почвенного сапротрофа фузариум, ассоциированное с зоной выращивания *Daucus carota* subsp. *sativus*. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2022;6(212):36-42. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-212-6-36-42> <https://elibrary.ru/fkuwht>

76. Соколова Л.М., Балашова И.Т. Наследуемость толерантности к патогенным грибам *Alternaria dauci* и *Fusarium oxysporum* при создании гибридов моркови. *Овощи России*. 2023;(3):79-87. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-79-87> <https://elibrary.ru/ptkgr>

77. Balashova I.T., Sokolova L.M., Sirota S.M. The heritability of tolerance to *Alternaria dauci* and *Fusarium oxysporum* in F₁ – hybrids of carrot. «Genetica, fiziologia și ameliorarea plantelor», conferință științifică internațională. International Scientific Conference «Genetics, Physiology and Plant Breeding»: (Ediția a 7-a): Materials Proceedings, 4-5 octombrie 2021. Молдова. ISBN 978-9975-56-912-5. 2021. С.286-289. <https://doi.org/10.53040/gppb7.2021.75>

78. Balashova I.T., Sokolova L.M., Sirota S.M. The heritability of carrot resistance to fungal diseases of *Alternaria* and *Fusarium* genus. Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology. The 6th International Scientific Conference. Новосибирск, 2021. С. 30. <https://doi.org/10.18699/Plant-Gen2021-014> <https://elibrary.ru/etfdem>

79. Балашова И.Т., Соколова Л.М. Использование генов/локусов устойчивости к патогенам в селекционных программах. В сборнике: защита растений от вредных организмов. Материалы XI международной научно-практической конференции. Краснодар. 2023. С.35-38. <https://elibrary.ru/piuitz>

80. Юсупова Л.А., Соколова Л.М., Корнев А.В., Ховрин А.Н. Сортоиспытание моркови столовой в условиях Московской и Ростовской областей. *Картофель и овощи*. 2019;(1):37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.82.1.011>

81. Ховрин А.Н., Косенко М.А., Корнев А.В., Соколова Л.М. Гибриды моркови для товарного производства. *Картофель и овощи*. 2019;(7):32-33. <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.21.24.009>

82. Корнев А.А., Соколова Л.М., Ховрин А.Н., Леунов В.И., Косенко М.А. Создание линий-опылителей моркови столовой. *Картофель и овощи*. 2020;(9):37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.27.11.007>

83. Косенко М.А., Корнев А.В., Соколова Л.М., Ховрин А.Н. F1 Красногорье-современный гибрид моркови столовой. *Картофель и овощи*. 2020;(12):27-29. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.53.88.006>

84. Сурихина Т.Н., Соколова Л.М. Современные сорта и гибриды моркови столовой селекции ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО «Федеральный научный центр овощеводства». *Рисоводство*. 2023;4(61):55-61. <https://doi.org/10.33775/1684-2464-2023-61-4-55-61> <https://elibrary.ru/edqneu>

85. Косенко М.А. Гибриды моркови столовой Нантского сортотипа для товарного производства. *Journal of Agriculture and Environment*. 2024;3(43):1. <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.43.9> <https://elibrary.ru/ghpzfa>

86. Косенко М.А. F₁ Кристалл – среднеспелый гибрид моркови столовой. *Картофель и овощи*. 2023;(9):37-40. <https://elibrary.ru/ujhaup>
87. Косенко М.А. Новый гибрид моркови столовой Таврида F₁. *Аграрная Россия*. 2022;(5):15-17. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2022-5-15-17> <https://elibrary.ru/tugxam>
88. Косенко М.А., Ховрин А.Н. Результаты сортоиспытания нового сорта моркови Купец. *Картофель и овощи*. 2022;(7):33-36. <https://elibrary.ru/vcuprvy>
89. Косенко М.А., Ховрин А.Н. Рекси – новый среднеспелый сорт моркови столовой. *Картофель и овощи*. 2021;(7):38-40. <https://elibrary.ru/rzerjq>
90. Соколова Л.М. Система селекционно-иммунологических методов создания сортов и гибридов моркови столовой с групповой устойчивостью к *Alternaria* sp. и *Fusarium* sp. с комплексом хозяйственно ценных признаков. 2021. 321 с.
91. Соколова Л.М. Система комплексного применения селекционно-иммунологических методов для создания сортов и гибридов моркови столовой с групповой устойчивостью к *Alternaria* sp. и *Fusarium* sp. Методические рекомендации. Москва, 2022. 56 с. <https://elibrary.ru/jvdkvs>
92. Соколова Л.М. Селекционно – иммунологические схемы в агроценозах моркови столовой. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2022;52(4):21-31. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-4-3> <https://elibrary.ru/wglcvt>

Об авторе:

Любовь Михайловна Соколова – доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник сектора селекции и семеноводства корнеплодных культур, автор для переписки, lsokolova74@mail.ru, SPIN-код: 2187-0416, <https://orcid.org/0000-0001-6223-4767>

About the Author:

Lyubov M. Sokolova – Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Corresponding Author, lsokolova74@mail.ru, SPIN-code: 2187-0416, <https://orcid.org/0000-0001-6223-4767>

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-24-29>

УДК: 635.655:631.524.85:575.17

Молекулярные маркеры для повышения устойчивости сои к биотическим и абиотическим факторам**И. В. Фетисов*, О. В. Эйзикович, Д. Ш. Дьюф, Е. В. Романова, П. Кезимана***Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы
Россия, Москва***Автор для переписки: 1132236266@rudn.ru***Molecular markers for enhancing soybean resistance to biotic and abiotic factors****Ivan V. Fetisov*, Olga V. Eizikovich, Dominique Ch. Diouf, Elena V. Romanova, Parfait Kezimana***RUDN University
Moscow, Russia***Corresponding Author: 1132236266@rudn.ru***РЕЗЮМЕ**

Соя (*Glycine max*) – культура мирового значения, которая ценится за свою питательность и универсальность в производстве продуктов питания и кормов.

Однако растущие проблемы, связанные с изменением климата и возросшей угрозой болезней, обусловили необходимость создания более устойчивых сортов сои.

В данном мини-обзоре рассматривается ключевая роль молекулярных маркеров в современных программах селекции сои, направленных на повышение устойчивости как к биотическим, так и к абиотическим стрессорам. В обзоре рассматриваются современные методологии селекции, особое внимание уделяется селекции с помощью маркеров (MAS), подчеркивается ее эффективность и точность в выявлении и включении желательных признаков.

Представлен комплексный обзор того, как молекулярные маркеры могут быть стратегически использованы для улучшения экономически ценных признаков у сои. Мы проясняем роль маркеров в выявлении и использовании аллелей, ответственных за устойчивость к целому спектру патогенов, включая грибы, бактерии и вирусы, а также паразитических нематод. Кроме того, рассмотрено применение молекулярных маркеров в селекции на устойчивость к абиотическим стрессам, в частности, к таким проблемам, как чувствительность к низким температурам, засухе и засолению.

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max*) is a globally significant crop, valued for its nutritional content and versatility in food and feed production.

However, the growing challenges associated with climate change and increased disease threats have necessitated the development of soybean varieties with enhanced resistance. This mini-review examines the pivotal role of molecular markers in contemporary soybean breeding programs, which are designed to enhance resistance to both biotic and abiotic stressors. The review examines the current state of breeding methodologies, with a particular focus on marker-assisted selection (MAS), and elucidates the efficiency and accuracy with which this approach can identify and incorporate desirable traits. This paper presents a comprehensive review of the strategic use of molecular markers to improve economically valuable traits in soybean. This paper elucidates the role of markers in identifying and utilizing alleles responsible for resistance to a spectrum of pathogens, including fungi, bacteria, viruses, and parasitic nematodes. Furthermore, the use of molecular markers in breeding for resistance to abiotic stresses will be examined, with particular attention paid to issues such as sensitivity to low temperatures, drought, and salinity. The utilization of these markers enables breeders to expedite the development of soybean varieties exhibiting enhanced yield stability and tolerance, thereby ensuring food security in the context of mounting environmental challenges.

Используя эти маркеры, селекционеры могут ускорить выведение сортов сои с повышенной стабильностью урожая и устойчивостью, обеспечивая продовольственную безопасность в условиях нарастающих экологических проблем. Данный обзор призван дать исследователям и селекционерам ценную информацию о текущем состоянии и будущих перспективах улучшения сои с помощью молекулярных маркеров.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

соя, селекция, биотический стресс, абиотический стресс, устойчивость

Благодарности. Публикация выполнена в рамках проекта НИР 040415-2-000 Системы грантовой поддержки научных проектов РУДН.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Фетисов И. В., Эйзикович О. В., Дьюф Д. Ш., Романова Е. В., Кезимана П. Молекулярные маркеры для повышения устойчивости сои к биотическим и абиотическим факторам. *Известия ФНЦО*. 2024;(2):24-29. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-24-29>

Поступила в редакцию: 19.05.2024

Принята к печати: 25.06.2024

Опубликована: 12.07.2024

This review is intended to provide researchers and breeders with valuable information on the current status and future prospects for soybean improvement using molecular markers.

KEYWORDS:

soybean; breeding; biotic stress; abiotic stress; resistance

Acknowledgments. The publication was carried out within the framework of the research project 040415-2-000 Grant support system for scientific projects of the RUDN University.

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflict of interest.

For citations: Fetisov I.V., Eizikovich O.V., Diouf D.Ch., Romanova E.V., Kezimana P. Molecular markers for enhancing soybean resistance to biotic and abiotic factors. *News of FSVC*. 2024;(2):24-29. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-24-29>

Received: 19.05.2024

Accepted for publication: 25.06.2024

Published: 12.07.2024

Введение

Соя (*Glycine max*) – однолетнее травянистое растения семейства бобовые (*Fabacea*), является одной из самых распространённых зернобобовых культур возделываемая на территории большого количества стран [1]. Также следует отметить, что соя является очень ценной технической, кормовой и продовольственной культурой за счет высокого содержания белка, жиров, витаминов и аминокислот. Помимо этого, соя ценна в агротехническом плане, так как является хорошим предшественником для большинства культур за счет способности к фиксации азота.

Однако производство сои находится под угрозой из-за повышенного засоления, частых засух, наводнений, необычных колебаний температуры, характера и частоты выпадения осадков. Негативные последствия изменения климата еще больше усугубляют ситуацию. Традиционно в качестве критериев отбора устойчивых генотипов используются различные признаки, такие как длина корня, скорость фотосинтеза, размер семян и т.д.

Но, современные методы селекции с использованием молекулярных маркеров позволяют более быстро выделять сорта с более хозяйственно-ценными признаками. Метод отбора молекулярных маркеров поможет в улучшении важнейших сортовых признаков в сочетании с увеличением показателей устойчивости к неблагоприятным факторам. При этом позволит более долгое время сохранять полученные сорта в производстве [2].

Устойчивость к биотическим и абиотическим факторам является важнейшим сортовым признаком сои и других культур. Молекулярные маркеры становятся все более популярными для выявления и отбора растений, устойчивых к болезням и вредителям, а также к другим стрессовым факторам.

Молекулярные маркеры в селекции сои устойчивость к биотическим факторам

1.1. Устойчивость к грибным возбудителям

Были проведены многочисленные исследования по выявлению маркеров, ответственных за устойчивость сои к различным грибковым заболеваниям. Например, грибок *Fusarium virguliforme* вызывает синдром внезапной смерти сои. Виниченко и др. (2020) обнаружили, что рецептороподобная киназа *GmRLK18-1* (*Glycine max* receptor-like kinase), кодируемая локусом *Rfs2/Rhg1* на хромосоме 18 (который также обеспечивает устойчивость к цистной нематоде), обеспечивает частичную устойчивость к корневой инфекции [3].

В 2019 году исследователи обнаружили SNP-маркеры (Single-nucleotide polymorphism), которые наделяют устойчивостью к SDS (Sudden death syndrome) как корневой, так и листовой. Они идентифицировали три гена, отвечающих за устойчивость листьев, два из которых кодируют LRR-рецепторы (Leucine-rich repeat), и два гена, *Glyma.01g222900.1* и *Glyma.10g058700.1*, отвечающих за устойчивость корней. Первый ген кодирует специфический для сои LEA-белок (Late embryogenesis abundant), а второй – гепаран-альфа-глюкозаминид N-ацетилтрансферазу.

Ржавчина сои, вызываемая *Phakopsora pachyrhizi*, является опасным заболеванием. Устойчивость к этому патогену передается несколькими генами: *Rpp1*, *Rpp2*, *Rpp3*, *Rpp4*, *Rpp5* и *Rpp6* (Resistance to *Phakopsora pachyrhizi*). *Rpp2* расположен на хромосоме 16 и тесно связан с микросателлитными маркерами Sat_361, Satt215 и Satt621. *Rpp4* расположен на хромосоме 18 и ассоциирован с маркерами Satt288 и AF162283, с маркерами Sat_143 и Satt612 [3].

Ген Rcs3 (Resistance to *Cercospora sojina*) в соевых бобах обеспечивает устойчивость к пятнистости листьев Frogeye (FLS), вызываемой *Cercospora sojina*. Этот ген обеспечивает полную устойчивость у сорта Дэвис и его потомков. Missaoui et al. [4] предполагают, что два SSR-маркера, Satt244 и Satt547, могут быть использованы для отбора на устойчивость к FLS. Это обеспечивает экономически эффективную селекцию на устойчивость к FLS с помощью маркеров [4].

Гены устойчивости к бурой стеблевой гнили (*Cadophora gregata*) были идентифицированы на хромосоме 16. К этим генам относятся *Rbs1*, *Rbs2* и *Rbs3* (Resistance to brown stem rot), которые были определены между SSR-маркерами Satt215 – Satt431 и Satt244 – Satt431, соответственно. В 2016 году была обнаружена возможность объединения нескольких локусов в один локус, в котором расположены гены устойчивости – *Glyma.16g169600*, *Glyma.16g169700* и *Glyma.16g169900* [3].

1.2. Устойчивость к бактериальным заболеваниям

По состоянию на 2019 год механизмы, лежащие в основе устойчивости сои к бактериальным заболеваниям, таким как пустулезный бактериоз, вызываемый *Xanthomonas axonopodis*, изучены недостаточно. Способность патогена к активной адаптации представляет собой проблему для понимания этих механизмов [5]. Так бактерии рода *Xanthomonas* могут использовать различные факторы вирулетности, такие как полисахариды, адгезины, расщепляющие ферменты и липополисахариды. Патогенность зависит в том числе от T3SS (Type 3 secretion system), позволяющая напрямую интегрировать эффекторные белки в цитозоль клетки [6]. Поэтому ведется постоянный поиск генов, ответственных за устойчивость. Локус, обуславливающий устойчивость к вышеупомянутому патогену, был картирован между SNP-маркерами SNUSSR17_9 и SNUSNP17_2&_12. На этом участке были идентифицированы два гена, которые могут отвечать за устойчивость к пустулезному бактериозу [5].

В 2023 году Totade и др. идентифицировали два рецессивных гена (*r1* и *r2*), ответственных за устойчивость сои к *Xanthomonas axonopodis*. Специфические SSR-маркеры на хромосомах 2 и 6 были связаны с локусами устойчивости [7].

1.3. Устойчивость к вирусным заболеваниям

Вирус соевой мозаики – распространенный патоген соевых бобов. Его геном состоит из одноцепочечной (+) РНК, которая может транслироваться в 11 белков. Первоначально были идентифицированы три гена устойчивости к вирусу мозаики: *Rsv1*, *Rsv3* и *Rsv4* (Resistance to soybean

mosaic virus). Также было обнаружено, что SSR-маркеры отбирают основные аллельные гены. Sat_154 и Satt510 маркируют локус *Rsv1*, а Satt560 и Satt063 – *Rsv3*. *Rsv4* маркируется Satt266 и ESTs-маркерами (Expressed sequence tags) AI856415 и AI856415-g. К сожалению, каждый из вышеупомянутых генов демонстрирует устойчивость только к определенным штаммам вируса. Однако примечательно, что между маркерами 13_1114 и SNP-49 был обнаружен ген устойчивости к вирусу мозаики фасоли, который расположен почти на том же участке, что и ген устойчивости *Rsv1-h* к вирусу мозаики сои. На основании этого авторы выдвинули гипотезу, что один ген отвечает за устойчивость к обоим заболеваниям [8].

1.4. Устойчивость к нематодам

Не следует упускать из виду нематоды, которые могут вызвать значительные потери урожая, в том числе соевую цистообразующую нематоду (SCN) и узловые нематоды. Устойчивость к цистообразующим нематодам контролируется более чем 30 локусами количественных признаков (QTLs), выявленными в 1994 году [3]. Однако влияние большинства QTL (Quantitative Trait Loci) незначительно, и только два считаются основными: *Rhg4* (1 (Resistance to H. glycines) на хромосоме 8 и *Rhg1* на хромосоме 18. *Rhg4* содержит ген, кодирующий SHMT (серин-гидроксиметилтрансферазу), а локус *Rhg1* – три гена: *Glyma.18g02580*, *Glyma.18g02590* и *Glyma.18g02610*. Предполагается, что первый ген кодирует транспортер аминокислот, второй – белок α -SNAP (soluble N-ethylmaleimide-Sensitive Factor attachment proteins), а третий – белок, индуцируемый повреждением WI 12 (Wound-inducible). *Glyma10g02150* кодирует ингибитор пектин-метилэстеразы, а *Glyma10g02160* – пектин-метилэстеразу. На хромосоме 10 гены *Glyma10g02150* и *Glyma10g02160* были идентифицированы как первичные QTL, ответственные за устойчивость к кочерыжной нематоде [9].

Молекулярные маркеры в селекции сои устойчивость к абиотическим факторам

К числу важных сортовых признаков относится устойчивость к абиотическим стрессам, поскольку такие факторы, как низкие температуры, засуха и засоление, могут привести к значительным потерям урожая. Поэтому очень важно изучить взаимодействие между генотипом и абиотическими факторами окружающей среды. На хромосоме 3 был обнаружен QTL, отвечающий за устойчивость к засолению, и в составе этого QTL был идентифицирован *Glyma03g32900*. Это открытие позволило разработать молекулярный маркер солеустойчивости сои [3].

При выведении засухоустойчивых сортов архитектура корневой системы является одним из важнейших признаков. Исследования выявили четыре основных QTL, связанных с архитектурой корневой системы, расположенных на хромосомах 6 и 7. Среди выявленных генов-кандидатов наибольший интерес представляют ген связывания ионов переходных металлов, ген цикла типа D6, ген триглицеридной липазы, ген канала выхода ауксина и ген ингибитора апоптоза. В 2015 году на хромосоме 8 был обнаружен значимый QTL, связанный с архитектурой корней. Были идентифицированы гены-кандидаты, включая шесть факторов транскрипции и два гена ксиланоглюканэндотрансглюкозилазы [3].

Использование молекулярных маркеров позволяет отбирать растения с наиболее ценными признаками для дальнейшей селекционной работы, в том числе для создания линий, устойчивых к различным биотическим и абиотическим факторам.

Заключение

Интеграция молекулярных маркеров в программы селекции сои может значительно улучшить отбор сои с ценными признаками для дальнейшей селекционной работы. Это включает в себя создание линий сои, устойчивых к различным биотическим и абиотическим факторам. Кроме того, это может помочь в создании высокоурожайных, устойчивых к болезням сортов, способных выдерживать суровые условия окружающей среды. Такой подход способен значительно улучшить производство сои, что крайне важно для обеспечения продовольственной безопасности в условиях меняющегося климата.

Список литературы

1. Шафигуллин Д.Р., Гинс М.С., Романова Е.В., Пронина Е. П. Изучение изменчивости количественных признаков у овощных и зерновых форм сои в условиях Центральной части Нечернозёмной зоны. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2017;2(22):16-23. <https://elibrary.ru/yrwoyd>
2. Шадманова А.Р., Аллаяров Л.К. Применение методов маркер-ассоциированной селекции с использованием белковых маркеров на культуре сои. *Евразийский Союз Ученых*. 2019;10-2(67):40-43. <https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.67.354> <https://elibrary.ru/gwihnj>
3. Виниченко Н.А., Салина Е. А., Кочетов А. В. Потенциал использования молекулярных маркеров в селекции сои. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020;6(3):107-125. <https://doi.org/10.18699/Letters2020-6-15> <https://elibrary.ru/hlvkns>
4. Missaoui A.M., Phillips D.V., Boerma H.R. DNA Marker Analysis of 'Davis' Soybean and Its Descendants for the Rcs3 Gene Conferring Resistance to *Cercospora sojina*. *Crop Science*. 2007;47(3):1263-1270. <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.07.0472>
5. Chang H.-X., Lipka A.E., Domier L.L., Hartman G.L. Characterization of disease resistance loci in the USDA soybean germplasm collection using genome-wide association studies. *Phytopathol.* 2016;106(10):1139-1151. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-16-0042-FI>
6. Zhao R., Kang I.J., Lee S. Current status and future prospects in genomic research and breeding for resistance to *Xanthomonas citri* pv. *Glycines* in soybean. *Agronomy*. 2023;13(2):490. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020490>
7. Totade S.P., Gupta S.K., Manjaya J.G. Molecular mapping of two recessive genes controlling resistance to bacterial leaf pustule disease in soybean (*Glycine max*). *Plant Breeding*. 2023;142(2):184-194. <https://doi.org/10.1111/pbr.13079>
8. Wu M., Wu W.P., Liu C.C., Liu Y.-N., Wu X.-Y., Ma F.-F., Zhu A.-Q., Yang J.-Y., Wang B., Chen J.-Q. A bean common mosaic virus (BCMV)-resistance gene is fine-mapped to the same region as Rsv1-h in the soybean cultivar Suweon 97. *Theor Appl Genet*. 2018;131(9):1851-1860. <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3117-3>.
9. Tran D.T., Steketee C.J., Boehm J.D.Jr., Noe J., Li Z. Genome-wide association analysis pinpoints additional major genomic regions conferring resistance to soybean cyst nematode (*Heterodera glycines* Ichinohe). *Front Plant Sci*. 2019;(10):401. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00401>.

References (In Russ.)

1. Shafigullin D.R., Gins M.S., Romanova E.V., Pronina E.P. The study of quantitative traits variability of soybean vegetable and grain forms in a Central part of the Non-Chernozem Zone. *Legumes and groat crops*. 2017;2(22):16-23. <https://elibrary.ru/yrwoyd>
2. Shadmanova A.R., Allayarov L.K. Application of marker-associated selection methods using protein markers on soybean crops. *Eurasian Union of Scientists*. 2019;10-2(67):40-43. <https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.67.354> <https://elibrary.ru/gwihnj>
3. Vinichenko N.A., Salina E.A., Kochetov A.V. The scope of use of molecular markers in soybean breeding. *Letters to Vavilov journal of genetics and breeding*. 2020;6(3):107-125. <https://doi.org/10.18699/Letters2020-6-15> <https://elibrary.ru/hlvkns>

Об авторах:

Иван Витальевич Фетисов – студент агробиотехнологического департамента АТИ РУДН, <https://orcid.org/0009-0001-2324-3131>, автор для переписки, 1132236266@pfur.ru

Ольга Владиславовна Эйзикович – студент агробиотехнологического департамента АТИ РУДН, SPIN-код: 2964-4415, <https://orcid.org/0009-0006-8604-606X>, 1132236260@pfur.ru

Доминик Шарл Дьюф – аспирант агробиотехнологического департамента АТИ РУДН, SPIN-код: 4853-3035, 1042225213@pfur.ru

Елена Валерьевна

Романова – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент агробиотехнологического департамента АТИ РУДН, SPIN-код: 7862-0287, <https://orcid.org/0000-0002-8287-5462>, romanova-ev@rudn.ru

Парфэ Кезимана – старший научный сотрудник агробиотехнологического департамента АТИ РУДН, кандидат биологических наук, SPIN-код: 3423-5044, <https://orcid.org/0000-0002-1682-6128>, kezimana-p@rudn.ru

About the Authors:

Ivan V. Fetisov – MSc student, Agrobiotechnology Department, ATI RUDN University, <https://orcid.org/0009-0001-2324-3131>, Correspondence Author 1132236266@pfur.ru

Olga V. Eizikovich – MSc student, Department of Agrobiotechnology, ATI RUDN University, SPIN-code: 2964-4415, <https://orcid.org/0009-0006-8604-606X>, 1132236260@pfur.ru

Dominique Ch. Diouf – PhD student, Department of Agrobiotechnology, ATI RUDN University, SPIN-code: 4853-3035, 1042225213@pfur.ru

Elena V. Romanova – Leading Researcher, Ph.D. in Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Department of Agrobiotechnology, ATI RUDN University, SPIN-code: 7862-0287, <https://orcid.org/0000-0002-8287-5462>, romanova-ev@rudn.ru

Parfait Kezimana – PhD (Biological Sciences), Senior Researcher, Department of Agrobiotechnology, ATI RUDN University, SPIN-code: 3423-5044, <https://orcid.org/0000-0002-1682-6128>, kezimana-p@rudn.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-30-38>

УДК: 635.9:632.1/.4:577.218(571.63)

Мониторинг болезней хризантем с помощью молекулярных методов в Приморском крае

А.А. Емельянова*

*Дальневосточный филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»)
690014 Россия, Приморский край,
г. Владивосток, Народный проспект, 4.*

*Автор для переписки: emelianova.scientist@gmail.com

Monitoring chrysanthemum diseases using molecular methods in Primorsky Krai

Anastasiia A. Emelianova*

*Far Eastern branch of the Federal State Budgetary Institution
“All-Russian Plant Quarantine Center” (FGBU “VNIIKR”)
Narodny Avenue, 4. Vladivostok, Primorsky Krai,
Russia, 690014*

*Corresponding author: emelianova.scientist@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Хризантемы – цветковые растения семейства Астровых родом из Восточной Азии. Они широко культивируются во всем мире как декоративные растения. Хризантемы известны своим разнообразием форм, размеров и цветов, что делает их популярным выбором для садоводов и флористов. Болезни хризантем могут привести к значительным потерям урожая и снижению эстетической привлекательности.

Материалы и методы. При проведении мониторинга состояния хризантем в Ботаническом саду-институте Дальневосточного отделения Российской академии наук было отобрано 19 образцов вегетативных частей хризантем и 33 образца почвы из открытого и закрытого грунтов. Образцы были протестированы на наличие таких возбудителей заболеваний, как белая ржавчина хризантем, аскохитоз хризантем, вертициллезное увядание, вириод карликовости хризантем, вирус некроза побегов хризантем, вирус бронзовости томата, вирус кольцевой пятнистости табака, вирус кольцевой пятнистости томата, вирус некротической пятнистости бальзамина.

Результаты. С помощью молекулярных методов были выявлены возбудители таких заболеваний, как белая ржавчина и аскохитоз хризантем. Аскохитоз хризантем был обнаружен не только в вегетативных частях растений, но и в почве из открытого грунта.

ABSTRACT

Relevance. Chrysanthemums are flowering plants of the Asteraceae family native to East Asia. They are widely cultivated throughout the world as ornamental plants. Chrysanthemums are known for their variety of shapes, sizes and colors, making them a popular choice for gardeners and florists. Diseases of chrysanthemums can lead to significant yield losses and reduced aesthetic appeal.

Materials and methods. When monitoring the condition of chrysanthemums at the Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 19 samples of vegetative parts of chrysanthemums and 33 soil samples were selected from open and protected ground. The samples were tested for the presence of pathogens such as white rust of chrysanthemum, flower blight of chrysanthemum, verticillium wilt, chrysanthemum stunt viroid, chrysanthemum stem necrosis virus, tomato spotted wilt virus, tobacco ringspot nepovirus, tomato ringspot nepovirus, impatiens necrotic spot tospovirus.

Results. Using molecular methods, the causative agents of diseases such as white rust of chrysanthemum and flower blight of chrysanthemum were identified. Flower blight of chrysanthemum was found not only in the vegetative parts of plants, but also in open ground soil. As a result of the absence of a change in planting crop, a concentration of pathogens occurs in the agroecosystem, which

В результате отсутствия смены посадочной культуры происходит концентрация возбудителей заболеваний в агроэкосистеме, что способствует вторичному заражению растений. Мониторинг заболеваний на ранних стадиях с помощью точных методов и применение надлежащих мер контроля имеет решающее значение для поддержания здоровья растений и недопущения распространения опасных заболеваний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

хризантема, *Stagonosporopsis chrysanthemi*, *Puccinia horiana*, выявление, ПЦР

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Емельянова А.А.

Мониторинг болезней хризантем с помощью молекулярных методов в Приморском крае.

Известия ФНЦО. 2024;(2):30-38. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-30-38>

Поступила в редакцию: 19.05.2024

Принята к печати: 25.06.2024

Опубликована: 12.07.2024

contributes to secondary infection of plants. Monitoring diseases in their early stages using accurate methods and applying appropriate control measures is critical to maintaining plant health and preventing the spread of dangerous diseases.

KEYWORDS:

chrysanthemums diseases, *Stagonosporopsis chrysanthemi*, *Puccinia horiana*, detection, PCR

Conflict of interest: The author declare that there are no conflict of interest.

For citations: Emelianova A.A. Monitoring chrysanthemum diseases using molecular methods in Primorsky Krai. *News of FSVC.* 2024;(2):30-38. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-30-38>

Received: 19.05.2024

Accepted for publication: 25.06.2024

Published: 12.07.2024

Введение

Хризантемы – многолетние травянистые растения с прямостоячими стеблями и зубчатыми листьями. Цветки состоят из центрального диска из трубчатых цветков, окруженного кольцом язычковых цветков. Язычковые цветки могут быть различных форм и размеров, от плоских до закрученных. Хризантемы широко используются в качестве декоративных растений, так как их легко выращивать в различных климатических условиях. Биологической особенностью хризантем является способность к размножению вегетативно. Однако это приводит к накоплению и передаче опасных патогенов, которые влияют на декоративность и приводят к гибели растений. По этой причине мониторинг и контроль заболеваний имеет важное значение при культивировании такого декоративного растения. К одним из опасных заболеваний хризантем относят белую ржавчину хризантем *Puccinia horiana*, аскохитоз хризантем *Stagonosporopsis chrysanthemi*, вертициллезное увядание *Verticillium albo-atrum* и *Verticillium dahliae*, вириод карликовости хризантем *Chrysanthemum stunt viroid* (CSVd), вирус некроза побегов хризантем *Chrysanthemum stem necrosis virus* (CSNV), вирус бронзовости томата *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), вирус кольцевой пятнистости табака *Tobacco ringspot nepovirus* (TRSV), вирус кольцевой пятнистости томата *Tomato ringspot nepovirus* (ToRSV), вирус некротической пятнистости бальзамина *Impatiens necrotic spot tospovirus* (INSV). Данные возбудители заболеваний приводят к большому экономическому ущербу, а также включены в перечень карантинных объектов (кроме вертициллезного увядания) для Российской Федерации.

Аскохитоз хризантем – Stagonosporopsis chrysanthemi

При поражении растений возбудителем аскохитоза хризантем на листьях формируются серые, серо-коричневые или черноватые пятна неправильной формы, которые быстро увеличиваются в размерах. Пятна появляются у основания язычковых цветков и быстро заполняют всю головку, которая становится светло-коричневой, в дальнейшем цветков отмирает [2]. Патоген распространяется с зараженными частями растений, а также растительными остатками. С больных растений на здоровые возбудитель заболевания переносится водой, ветром, насекомыми, рабочими инструментами [3].

Белая ржавчина хризантем – Puccinia horiana

Возбудитель белой ржавчины хризантем поражает в основном листья, реже стебли и цветки. На пораженных листьях растений появляются небольшие светло-зеленые или бледно-желтые пятна, которые образуются как на верхней, так и на нижней стороне. При прогрессировании заболевания пятна увеличиваются и становятся ярко-желтыми. На нижней стороне листа развивается спороношение гриба светло-желтого цвета, которое впоследствии становится белым и выпуклым. Сильно пораженные листья закручиваются книзу или преждевременно отмирают. Данный патоген передается с зараженными частями растений, ветром, водой, насекомыми, рабочими инструментами. При этом зараженные растительные остатки не имеют большого значения в передаче болезни [4].

Вертициллезное увядание – Verticillium albo-atrum u Verticillium dahliae.

Два самых известных вида описываемого рода *V. dahliae* и *V. albo-atrum sensu lato* вызывают ежегодные экономические потери урожая по всему миру. Снижение декоративности и увядание растений происходит в результате закупорки сосудов ксилемы, закрытия устьиц, снижения фотосинтеза, выделение токсинов патогеном и раннего старения растения-хозяина. *V. dahliae* и *V. albo-atrum sensu lato* инфицируют не только вегетативные части растения, но также поражают генеративные части растения (цветок, плод, семя) [5]. При неблагоприятных условиях патогены сохраняются на мертвых растительных остатках или в почве, что может стать дополнительным источником инфекции [6].

Вирус некроза побегов хризантем – Chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV)

CSNV вызывает у растений хризантемы некрозы побегов, хлоротические и некротические пятна и кольца на листьях, увядание листьев и побегов, некрозы на цветоножках и цветоложах. Некрозы на побегах могут иметь вид штрихов, полос или пятен. Некрозы на листьях могут быть окружены участками хлоротизированной ткани [7]. Даже при небольшой степени заражения теряются товарные качества цветов, снижается продуктивность, возможен летальный исход. Похожие симптомы вызывает вирус бронзовости томата (TSWV), однако интенсивность развития симптомов CSNV является более высокой. В природе CSNV распространяется насекомыми семейства *Thripidae* (*Thysanoptera*) – западным цветочным (калифорнийским) трипсом *Frankliniella occidentalis* (Pergande) и томатным трипсом *Frankliniella schultzei* (Trybom)[8].

Вирус бронзовости томата – Tomato spotted wilt virus (TSWV)

На листьях растений, зараженных вирусом бронзовости томата, развиваются желтоватые кольцевидные пятна, дуги и концентрические круги. На листьях вначале появляются небольшие светло-коричневые крапинки. В дальнейшем пятна увеличиваются, становятся коричневыми, за ними следует общее потемнение листьев, которые отмирают и кажутся поникшими на стеблях. Вирус бронзовости томата распространяется с помощью зараженными частями растений, с помощью насекомых-переносчиков. Основной переносчик – трипсы. [9].

Вирус некротической пятнистости бальзамина – Impatiens necrotic spot tospovirus (INSV)

На листьях растений хризантемы INSV вызывает развитие хлоротических участков, постепенно приобретающие бронзовую окраску. Растения теряют декоративные качества, снижается продуктивность. Данный патоген не передается семенами, с пылью, не сохраняется в воде, на растительных остатках и в почве [10]. Вирус вызывает значительные потери при производстве цветочных оранжерейных культур, в которых широко распространен трипс. Основным переносчиком INSV является западный цветочный (калифорнийский) трипс *Frankliniella occidentalis* [11]. Часто встречается совместная инфекция INSV и TSWV, что также оказывает влияние на характер и интенсивность проявления симптомов.

Вирус кольцевой пятнистости табака – Tobacco ringspot nepovirus (TRSV)

На зараженных растениях существенно снижается количество распустившихся цветков, при сильном заражении на соцветиях распускаются лишь единичные цветки. На листьях цветоч-

ных культур, пораженных TRSV, развивается хлоротическая штриховатость и кольцевая пятнистость [12]. Патоген распространяется зараженными частями растений. Почва также может быть источником заражения, так как может содержать нематод – векторов этого вируса. Основным естественным природным вектором вируса кольцевой пятнистости табака является нематода *Xiphinema americanum sensu lato* [13].

Вирус кольцевой пятнистости томата – Tomato ringspot nepovirus (ToRSV)

У зараженных вирусом ToRSV цветочных культур снижается количество цветков, увеличивается количество нераспустившихся цветочных почек. Заражение патогеном может приводить к деформации листьев, появлению хлоротических пятен и штриховатости [14]. Данный патоген передается с зараженными частями растений. Почва также представляет опасность заражения вирусом, так как может содержать переносчика – нематоду *Xiphinema americanum sensu lato* [13].

Вироид карликовости хризантем – Chrysanthemum stunt viroid (CSVd)

Чаще всего заражение хризантем CSVd проявляется в уменьшении размеров всего растения, листьев и цветков. Размеры зараженных растений могут уменьшаться до половины или на 2/3 от размеров здоровых растений. Вес цветочных побегов может уменьшаться до 65%. У зараженных растений некоторых сортов листья утолщаются и приобретают светло-зеленую окраску. Листья на верхушках цветоносных побегов зараженных растений имеют существенно меньший размер, чем у здоровых растений. Нижние листья закручиваются краями вверх и имеют округлые светло-желтые диффузные пятна, приуроченные к главным жилкам листьев. Вироид легко распространяется при контакте корней зараженных и здоровых растений. Патоген не переносится при контакте с руками рабочих, но распространяется с рабочими инструментами [15].

Материалы и методы исследований

Для проведения исследования в апреле 2024 года были отобраны 19 образцов вегетативных частей хризантем и 33 образца почвы из Ботанический сада-института Дальневосточного отделения Российской академии наук (г. Владивосток). Образцы вегетативных частей хризантем были собраны с растений, находившихся в неотапливаемой теплице на стадии всходов и укорененных саженцев, и представляли листья хризантем сортов Гер Гар, Золотоволоска, Ninus Galati, Липстик, Царица Тамара, Бранхилл Черри, Сонбим Флэйер, Харита, Кремовая, Эльф Уайт, Аметист, Кнопа, Горный Хрусталь, Malfetta Rose, Солнцесвет, Оранжевый помпон, Iceland, Ви Вилли.

Образцы почвы были собраны из-под таких сортов хризантем, как Арлекин, Оранжевый Помпон, Татьяна День, Гномик, Харита, Розовый Фламинго, Царица Тамара, Ви Вилли, Branspring, Эльф Уайт, Египтянка, Вродлива, Iceland, Опал, Мазурка, Рязаночка, Горный Хрусталь, Стелуца Оранж, Академик Жирмунский, Дитя Солнца, Хамелеон, Гелла. Почва из-под хризантем была отобрана как в неотапливаемой теплице, так и в месте высадки растений в открытый грунт.

Пробоподготовка образцов для молекулярно-генетических исследований и выделение НК:

Вегетативные части растений гомогенизировали в экстрагирующем буфере (стандартный PBS буфер с добавлением 2% поливинилпирролидона (20,0 г/л) и 0,2% бычьего сывороточного альбумина (0,2 г/л)) в соотношении 1:20. Выделение нуклеиновых кислот из вегетативных частей проводили с помощью набора для выделения «ФитоСорб» («Синтол», Россия) согласно рекомендациям производителя. Нуклеиновые кислоты из почвы выделяли с помощью набора «Мета-Ген» («Синтол», Россия) согласно рекомендациям производителя.

Исследование концентрации и чистоты ДНК проводили методом электрофореза в агарозном геле с использованием маркера длин ДНК «DNA Ladder 100+ bp» («Евроген», Россия).

Полимеразная цепная реакция:

Для выявления возбудителя белой ржавчины хризантем использовали тест-систему ФитоСкрин фирмы Синтол (Россия). Реакцию ПЦР и учет результатов в реальном времени прово-

дили с помощью амплификатора CFX (Bio-Rad, США) согласно рекомендациям производителя. Были протестированы образцы только из вегетативных частей хризантем.

Для выявления возбудителя аскохитоза хризантем использовали праймеры SH1, SH2 и зонд Probe SH по методике МР ВНИИКР 55-2021. Реакцию ПЦР и учет результатов в реальном времени проводили с помощью амплификатора CFX (Bio-Rad, США) и DT-lite (ДНК-Технология, Россия) (МР ВНИИКР 55-2021. Методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителя аскохитоза хризантем *Didymella ligulicola* (K.F. Baker, Dimock & L.H. Davis) von Arx. _

Для амплификации ДНК с праймерами, смесь реактивов для постановки одной реакции объемом 25 мкл содержала: воду очищенную – 14 мкл, 5xPCR mix-HS (Евроген, Россия) – 5 мкл, Праймеры SH1, SH2 (Евроген, Россия) – по 1 мкл, зонд Probe SH – 0,5 мкл, ДНК – 3 мкл. Температурно-временные параметры амплификации включали предварительную денатурацию 95 °С – 5 мин, далее 40 циклов, состоящих из денатурации 95 °С – 30 с, отжига праймеров и элонгации 56 °С – 60 с.

Для выявления возбудителей вертициллезного увядания *Verticillium albo-atrum* и *Verticillium dahliae* использовали праймеры 2, 3, а также праймеры 19, 22 соответственно по методике МР ВНИИКР 40-2019. Реакцию ПЦР проводили с помощью амплификатора T100 (Bio-Rad, США). Для амплификации ДНК с праймерами, смесь реактивов для постановки одной реакции объемом 20 мкл содержала: воду очищенную – 12 мкл, ScreenMix-HS (Евроген, Россия) – 4 мкл, Праймеры 2, 3 / 19, 22 (Евроген, Россия) – по 1 мкл, ДНК – 2 мкл. Температурно-временные параметры амплификации включали предварительную денатурацию 94 °С – 3 мин, далее 30 циклов, состоящих из денатурации 94 °С – 30 с, отжига праймеров 54 °С – 30 с, элонгации 72 °С – 90 сек, после завершения циклической амплификации – финальная элонгация 72 °С – 7 мин. Анализ продуктов ПЦР проводили при помощи электрофореза в 1,5% агарозном геле с добавлением бромистого этидия (1 мкг/мл) при напряженности электрического поля 5 В/см. Для проведения электрофореза использовали оборудование Midi-Plus, Mini Pro-300 (Major Science, Тайвань), для фиксации полученных данных использовали установку гель-документации SmartView Pro 2300 (Major Science, Тайвань).

Генетический материал вирусов представлен в виде молекулы РНК, поэтому перед постановкой полимеразной цепной реакции проводили реакцию обратной транскрипции. Реакцию проводили с помощью набора для обратной транскрипции («АгроДиагностика», Россия) согласно рекомендациям производителя.

Для выявления вируса бронзовости томата использовали праймеры TSWV-CP-17F, TSWV-CP-100R и зонд TSWV-CP-73T по методике МР ВНИИКР 02-2020. Реакцию ПЦР и учет результатов в реальном времени проводили с помощью амплификатора CFX (Bio-Rad, США). Для амплификации кДНК с праймерами, смесь реактивов для постановки одной реакции объемом 25 мкл содержала: воду очищенную – 10,5 мкл, 5xPCR mix-HS (Евроген, Россия) – 5 мкл, праймеры TSWV-CP-17F, TSWV-CP-100R (Евроген, Россия) – по 2 мкл, зонд TSWV-CP-73T – 0,5 мкл, кДНК – 5 мкл. Температурно-временные параметры амплификации включали предварительную денатурацию 95 °С – 5 мин, далее 45 циклов, состоящих из денатурации 95 °С – 15 с, отжига праймеров и элонгации 55 °С – 45 с. Были протестированы образцы только из вегетативных частей хризантем.

Для выявления вируса кольцевой пятнистости табака использовали праймеры TRSV-labv2-F, TRSV-labv2-R и зонд TRSV-labv2-P по методике МР ВНИИКР 69-2013. Реакцию ПЦР и учет результатов в реальном времени проводили с помощью амплификатора CFX (Bio-Rad, США). Для амплификации кДНК с праймерами, смесь реактивов для постановки одной реакции объемом 25 мкл содержала: воду очищенную – 12,5 мкл, 5xPCR mix-HS (Евроген, Россия) – 5 мкл, праймеры TRSV-labv2-F, TRSV-labv2-R (Евроген, Россия) – по 1 мкл, зонд TRSV-labv2-P 0,5 мкл, кДНК – 5 мкл. Температурно-временные параметры амплификации включали предварительную денатурацию 95 °С – 5 мин, далее 40 циклов, состоящих из денатурации 95 °С – 15 с, отжига праймеров и элонгации 52 °С – 30 с. (1. МР ВНИИКР 40-2019. Методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителей вертициллезного увядания *Verticillium albo-atrum* Renke et Berthold и *Verticillium dahliae* Klebahn. 2. МР ВНИИКР 02-2020 (вторая редакция). Методические рекомендации по выявлению и идентификации вируса бронзовости томата *Tomato spotted wilt virus*. 3.

MP ВНИИКР 69-2013 (вторая редакция). Методические рекомендации по выявлению и идентификации неповируса кольцевой пятнистости табака Tobacco ringspot nepovirus.)

Для выявления вируса кольцевой пятнистости томата использовали праймеры ToRSV-UTRf/ToRSV-UTRr и зондом ToRSV-UTRr по методике MP ВНИИКР 47-2013. Реакцию ПЦР и учет результатов в реальном времени проводили с помощью амплификатора CFX (Bio-Rad, США). Для амплификации кДНК с праймерами, смесь реактивов для постановки одной реакции объемом 25 мкл содержала: воду очищенную – 12,5 мкл, 5xPCR mix-HS (Евроген, Россия) – 5 мкл, праймеры ToRSV-UTRf/ToRSV-UTRr (Евроген, Россия) – по 1 мкл, зонд ToRSV-UTRr – 0,5 мкл, кДНК – 5 мкл. Температурно-временные параметры амплификации включали предварительную денатурацию 95 °С – 5 мин, далее 40 циклов, состоящих из денатурации 95 °С – 15 с, отжига праймеров и элонгации 60 °С – 30 с.

Для выявления тосповируса некроза побегов хризантемы использовали праймеры CSNV-F/CSNV-R и зондом CSNV-P [16]. Реакцию ПЦР и учет результатов в реальном времени проводили с помощью амплификатора CFX (Bio-Rad, США). Для амплификации кДНК с праймерами, смесь реактивов для постановки одной реакции объемом 25 мкл содержала: воду очищенную – 15,25 мкл, 5xPCR mix-HS (Евроген, Россия) – 5 мкл, праймеры CSNV-F/CSNV-R (Евроген, Россия) – по 0,5 мкл, зонд CSNV-P – 0,25 мкл, кДНК – 3 мкл. Температурно-временные параметры амплификации включали предварительную денатурацию 95 °С – 5 мин, далее 45 циклов, состоящих из денатурации 95 °С – 15 с, отжига праймеров и элонгации 55 °С – 45 с. Были протестированы образцы только из вегетативных частей хризантем.

Для выявления вириода карликовости хризантем использовали праймеры CSVd-297R, CSVd-220F и зонд CSVd 249T по методике MP ВНИИКР 29-2016. Реакцию ПЦР и учет результатов в реальном времени проводили с помощью амплификатора CFX (Bio-Rad, США). Для амплификации НК с праймерами, смесь реактивов для постановки одной реакции объемом 25 мкл содержала: воду очищенную – 12 мкл, 5xPCR mix-HS (Евроген, Россия) – 5 мкл, праймеры CSVd-297R, CSVd-220F (Евроген, Россия) – по 1 мкл, зонд CSVd 249T – 1 мкл, кДНК – 5 мкл. Температурно-временные параметры амплификации включали предварительную денатурацию 95 °С – 5 мин, далее 45 циклов, состоящих из денатурации 95 °С – 15 с, отжига праймеров и элонгации 60 °С – 45 с.

Для выявления вируса некротической пятнистости бальзамина использовали тест-систему от фирмы Агродиагностика (Россия). Реакцию ПЦР и учет результатов в реальном времени проводили с помощью амплификатора CFX (Bio-Rad, США) согласно рекомендациям производителя. Были протестированы образцы только из вегетативных частей хризантем.

Результаты и обсуждение

В ходе исследований был выявлен возбудитель белой ржавчины хризантем в вегетативных частях растений. Данный патоген был обнаружен на сорте Аметист. По-видимому, это самый восприимчивый к данному заболеванию сорт хризантем, на котором сохраняется и размножается возбудитель при неблагоприятных условиях. В дальнейшем при повышении температуры и влажности до оптимальных условий роста и размножения, возбудитель белой ржавчины хризантем начнет поражать и другие сорта, находящиеся в теплице.

Возбудитель аскохитоза хризантем был обнаружен в растительных образцах сортов Бранхилл Черри, Эльф Уайт, Ви Вилли. Высокие пороговые циклы детекции данного патогена в растительных образцах методом ПЦР в реальном времени свидетельствуют о латентной стадии заболевания. При потеплении и увеличении влажности грибковое заболевание будет прогрессировать, что в последствии приведет к угнетению роста и развития растений и будет способствовать заражению хризантем других сортов. Возбудитель аскохитоза хризантем также был обнаружен в почвенных образцах из открытого грунта из-под таких сортов, как Лиза, Липстик, Лана, Розовый фламинго, Вродлива, Эльф Уайт, Хамелеон. (1. MP ВНИИКР 47-2013 (вторая редакция). Методические рекомендации по выявлению и идентификации неповируса кольцевой пятнистости томата *Tomato ringspot nepovirus*. 2. MP ВНИИКР 29-2016 Методические рекомендации по выявлению и идентификации вириода карликовости хризантемы *Chrysanthemum stunt pospi viroid*.)

Результаты ПЦР-диагностики указывают, что содержание возбудителя аскохитоза хризантем в почве из открытого грунта больше, чем в пораженных растениях. При отсутствии смены поса-

дочной культуры происходит накопление возбудителя аскохитоза хризантем в почве. В результате такой практики почва из открытого грунта является еще одним источником распространения заболевания, что в дальнейшем приведет к большому проценту пораженных аскохитозом хризантем.

Таблица. Количественная оценка содержания патогенов на сортах хризантемы.
Table. Quantitative assessment of pathogen content on chrysanthemum varieties.

Образец	Патоген	<i>Puccinia horiana</i>	<i>Stagonosporopsis chrysanthemi</i>
Бранхилл Черри (листья)		-	34,7 (+)
Эльф Уйат (листья)		-	34,2 (+)
Аметист (листья)		21,2 (+)	-
Ви Вилли (листья)		-	34,7 (+)
Лиза (почва, открытый грунт)		X	36,5 (+)
Липстик (почва, открытый грунт)		X	26,2 (+)
Лана (почва, открытый грунт)		X	28,5 (+)
Розовый Фламинго (почва, открытый грунт)		X	30,1 (+)
Вродлива (почва, открытый грунт)		X	26,4 (+)
Эльф Уайт (почва, открытый грунт)		X	34,7 (+)
Хамелеон (почва, открытый грунт)		X	39,8 (+)
X	Анализ не проводился, так как патоген не сохраняется в почве		
-	Патоген не выявлен		
(+)	Патоген выявлен, также указан пороговый цикл обнаружения с использованием метода ПЦР в реальном времени		

Заключение

Широкое распространение такого декоративного растения как хризантема привело к появлению и акклиматизации связанных с ним фитопатогенов. Культура хризантем может прийти в упадок, если не предпринять особых мер в борьбе с агрессивными возбудителями заболеваний. Сохранить и улучшить фитосанитарное состояние возможно с помощью постоянного мониторинга растений и соблюдения карантинных мероприятий. Использование молекулярно-генетических методов для выявления и идентификации возбудителей заболеваний позволяет проводить диагностику на стадии появления первых листьев растений или укоренения черенков. Тестирование почвы на содержание в ней фитопатогенов поможет выявить и в дальнейшем устранить источник заражения растений. Быстрое получение точных результатов позволяет предотвращать распространение заболеваний на ранней стадии. В результате возможно сохранить здоровые растения и минимизировать потери от опасных патогенов.

Литература

1. EFSA Panel on Plant Health (PLH). Scientific opinion on the risks to plant health posed by *Stagonosporopsis chrysanthemi* (Stevens) Crous, Vaghefi and Taylor [*Didymella ligulicola* (Baker, Dimock and Davis) Arx var. *ligulicola*; syn. *Didymella ligulicola* (Baker, Dimock and Davis) Arx] in the EU territory, with identification and evaluation of risk reduction options. *EFSA Journal*. 2013;11(10):3376. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3376>

References (In Russ.)

4. Nedoluzhko A.I. White rust of chrysanthemums in the Primorsky Krai. *Protection and quarantine of plants*. 2008;(2):52-53. (in Russ.)
6. Govorova G.F., Govorov D.N. Fungal diseases of strawberries. M.: All-Russian Selection and Technological Institute of Horticulture and Nursery; 2010. (in Russ.)

2. Strider D.L. Enfermedades del crisantemo: una guía para productores. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 1994;(1):131-136.
3. Sauthoff W. *Didymella ligulicola* (Baker, Dimock et Davis) v. Arx als Krankheitserreger an Chrysanthemen in Deutschland 1. *Journal of Phytopathology*. 1963;(3):240-250. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1963.tb02122.x>
4. Недолужко А.И. Белая ржавчина хризантем в Приморском крае. *Защита и карантин растений*. 2008;(2):52-53.
5. EFSA Panel on Plant Health (PLH). Scientific opinion on the pest categorisation of *Verticillium dahliae* Kleb. *EFSA Journal*. 2014;12(12):3928. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3928>
6. Говорова Г.Ф., Говоров Д.Н. Грибные болезни земляники. М.: Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства; 2010.
7. EPPO. Chrysanthemum stem necrosis tospovirus. Data sheets on quarantine pests. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2005;35(3):409-412. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2005.00845.x>
8. Bezerra I. C., de O. Resende R., Pozzer L., Nagata T., Kormelink R., De Avila A.C. Increase of tospoviral diversity in Brazil with the identification of two new tospovirus species, one from chrysanthemum and one from zucchini. *Phytopathology*. 1999;89(9):823-830. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.1999.89.9.823>
9. EPPO. Diagnostic protocol for regulated pests. PM 7/34 (1). Tomato spotted wilt tospovirus, Impatiens necrotic spot tospovirus and Watermelon silver mottle tospovirus. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2004;(34):271-279.
10. Smith I.M., McNamara D.G., Scott P.R., Holderness M. Impatiens necrotic spot virus. Quarantine pests for Europe. 2nd edition. Cambridge: University Press; 1997.
11. de Angelis J.D., Sether D.M., Rossignol P. A. Transmission of Impatiens necrotic spot virus in peppermint by western flower thrips. *Journal of Economic Entomology*. 1994;(87):197-201. <https://doi.org/10.1093/jee/87.1.197>
12. Samuitiene M., Navalinskiene M. Nepoviruses and their influence on field floriculture. *Biologija*. 2001;(4):43-45.
13. Fukumoto F., Ito Y., Tochihara H. Viruses isolated from gladiolus in Japan. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*. 1982;(48):68-71. <https://doi.org/10.3186/jjphytopath.48.68>
14. Navalinskiene M., Samuitiene M. Viruses affecting some bulb and corm flower crops. *Biologija*. 2001;(4):40-42.
4. Nedoluzhko A.I. White rust of chrysanthemums in the Primorsky Krai. *Protection and quarantine of plants*. 2008;(2):52-53. (in Russ.)
6. Govorova G.F., Govorov D.N. Fungal diseases of strawberries. М.: All-Russian Selection and Technological Institute of Horticulture and Nursery; 2010. (in Russ.)

15. Chung B.N., Cho J.D., Cho I.S., Choi G.S. Transmission of Chrysanthemum stunt viroid in chrysanthemum by contaminated cutting tool. *Horticulture, Environment and Biotechnology*. 2009;(50):536-538.

16. Boben J., Mehle N., Pirc M., Mavric Plesko I., Ravnikar M. New molecular diagnostic methods for detection of Chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV). *Acta Biologica Slovenica*. 2007;(50):41–51. <https://doi.org/10.14720/abs.50.1.16100>

References

4. Nedoluzhko A.I. White rust of chrysanthemums in the Primorsky Krai. *Protection and quarantine of plants*. 2008;(2):52-53. (in Russ.)

6. Govorova G.F., Govorov D.N. Fungal diseases of strawberries. M.: All-Russian Selection and Technological Institute of Horticulture and Nursery; 2010. (in Russ.)

Об авторе:

Анастасия Александровна Емельянова – младший научный сотрудник, SPIN-код: 7619-3329, <https://orcid.org/0009-0001-0477-6194>, emelianova.scientist@gmail.com

About the Author:

Anastasiia A. Emelianova – Junior Researcher, SPIN-code: 7619-3329, <https://orcid.org/0009-0001-0477-6194>, emelianova.scientist@gmail.com

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-39-44>

УДК: 635.655:632.938.1

Иммунитет культуры сои к вредным организмам

Г.А.А. Канчана*,
Т.Л.М. Эриксон, Е.В. Романова

*Российский университет дружбы народов имени
Патриса Лумумбы
Россия, Москва*

**Автор для переписки:* amilakanchanaguru@
gmail.com

РЕЗЮМЕ

Актуальность и цель. Соя, важная культура в мировом сельском хозяйстве, подвергается значительной угрозе со стороны вредителей и болезней, которые могут серьезно повлиять на урожайность и качество культуры. В данной статье представлен обзор иммунитета сои к вредным организмам. В работе освещаются различные биологические, химические и экологические стратегии, используемые для защиты сои. Цель данной статьи – рассмотреть и обсудить различные методы и стратегии повышения иммунитета сои к вредителям, включая биологические, химические, экологические и технологические подходы, для достижения устойчивой и эффективной защиты урожая.

Результаты и обсуждение. В работе представлен обзор различных стратегий и технологий к повышению иммунитета посевов сои к вредным организмам. В статье автор затрагивает важность микробиологических подходов, включая биопестициды на основе в борьбе с вредителями. Рассматривается угроза, которую представляют для урожая сои грибковые, бактериальные и вирусные заболевания. В качестве эффективных стратегий борьбы с ними предлагаются предпосевная обработка семян и биологические иммунизаторы. Подробно рассматривается роль агротехнических приемов, таких как севооборот, в поддержании благоприятных фитосанитарных условий, а также важность борьбы с сорняками. Наконец, рассматривается потенциал инновационных подходов к устойчивой

Immunity of soybean crop to pests

Gurusinghe Arachchige A. Kanchana*,
Erickson T. Lopes Mam, Elena V. Romanova

*RUDN University
Moscow, Russia*

**Corresponding Author:* amilakanchanaguru@
gmail.com

ABSTRACT

Relevance and purpose. Soybean, an important crop in world agriculture, is under significant threat from pests and diseases that can seriously affect yield and quality of the crop. This paper provides an overview of soybean immunity to pests. The paper highlights various biological, chemical and environmental strategies used to protect soybean. The purpose of this paper is to review and discuss various methods and strategies to enhance soybean immunity to pests, including biological, chemical, environmental and technological approaches, to achieve sustainable and effective crop protection.

Results and discussions. The paper presents an overview of different strategies and technologies to improve pest immunity in soybean crops. The author discusses the importance of microbiological approaches, including biopesticide-based approaches to pest management. The threat posed to the soybean crop by fungal, bacterial and viral diseases is discussed. Pre-sowing seed treatments and biological immunizers are suggested as effective control strategies. The role of agronomic practices, such as crop rotation, in maintaining favorable phytosanitary conditions is discussed in detail, as well as the importance of weed control. Finally, the potential for innovative approaches to sustainable crop protection, such as the use of plant toxins, allelopathy and physical methods of weed control, is discussed. **Conclusion.** Using a combination of methods such as bioinsecticides, biofungicides and mycoherbicides, as well as natural compounds and physical interventions including laser and

защите сельскохозяйственных культур, таких как использование растительных токсинов, аллелопатии и физических методов борьбы с сорняками.

Заключение. Используя сочетание таких методов, как биоинсектициды, биофунгициды и микогербициды, а также природные соединения и физические воздействия, включая лазеризацию и соляризацию, производители сои могут эффективно бороться с вредителями, сводя к минимуму воздействие на окружающую среду и производя безопасные, экологически чистые продукты. Такой комплексный подход подчеркивает важность устойчивых методов ведения сельского хозяйства для обеспечения здоровья и продуктивности сельскохозяйственных культур.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: соя, иммунитет растений, борьба с вредителями, биопестициды, устойчивое сельское хозяйство, интегрированная борьба с вредителями

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Канчана Г.А.А., Эриксон Т.Л.М., Романова Е.В. Иммунитет культуры сои к вредным организмам. *Известия ФНЦО*. 2024;(2):39-44. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-39-44>

Поступила в редакцию: 16.04.2024

Принята к печати: 25.06.2024

Опубликована: 12.07.2024

solarization, soybean growers can effectively control pests while minimizing environmental impact and producing a safe, environmentally friendly product. This integrated approach emphasizes the importance of sustainable agricultural practices for crop health and productivity.

KEYWORDS:

soybean, plant immunity, pest management, biopesticides, sustainable agriculture, integrated pest management

Conflict of interest: The author declare that there are no conflict of interest.

For citations: Kanchana Gurusinghe Arachchige A., Erickson Lopes Mam T., Romanova E.V. . Immunity of soybean crop to pests. *News of FSVC*. 2024;(2):39-44. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-39-44>

Received: 16.04.2024

Accepted for publication: 25.06.2024

Published: 12.07.2024

Введение

XXI век знаменует собой важную веху в агробиологии, особенно в области биозащиты. Как сформулировал академик К.В. Новожилов: «Устойчивое развитие сельского хозяйства зависит от экологической безопасности, экономической эффективности, высокой производительности и социальной гармонии». Расширение масштабов применения пестицидов привело к ухудшению экологической обстановки в сельскохозяйственных экосистемах. Это нарушило хрупкий баланс природной биоты. Этому способствуют отечественные учреждения сельскохозяйственной науки, такие как Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИСХМ), Всероссийский институт защиты растений (ВИЗР) и Всероссийский научно-исследовательский институт биологических средств защиты растений (ВНИИБСЗР). Центральным элементом усилий по биологизации является разработка эффективных биопрепаратов, которые откроют новую эру экологически безопасного ведения сельского хозяйства. Новаторские усилия таких институтов, как ВНИИМК, способствовали прогрессу в области биоконтроля масличных культур, в частности сои. Тщательные исследования, проводившиеся в течение трех десятилетий, позволили выяснить механизмы взаимодействия микроорганизмов в системах патоген-антагонист [1]. Среди заметных достижений – выделение высокоактивных штаммов грибов и бактерий, антагонистичных к фитопатогенам и фитофагам сои. Это привело к созданию полифункциональных биопрепаратов, таких как вермикулен, хетомин, бациллин, веррукозин и фуникулозум.

Целостный подход, объединяющий агротехнические, биологические и физические меры, необходим для обеспечения экологически безопасного производства сои. Перспективные способы

борьбы с вредителями при одновременном снижении негативного воздействия химических пестицидов включают биоинсектициды, биофунгициды, микогербициды и инновационные методы, такие как электричество и лазерные технологии. Как экосистемообразующая культура, соя оказывает глубокое влияние на агроэкосистемы, повышая биоразнообразие и улучшая здоровье почвы. Однако ее восприимчивость к широкому спектру вредителей подчеркивает необходимость разработки надежных стратегий биозащиты. Дискурс биоконтроля нашел отражение в решениях Всесоюзного координационного совещания по сое 1989 года, где подчеркивалась необходимость повышения иммунитета сои за счет использования энтомофагов, биоинсектицидов, биофунгицидов и микогербицидов [2]. Мониторинг очагов появления вредителей и путей их распространения необходим для своевременного вмешательства с целью защиты урожая и поддержания экологического баланса. Энтомофаунистический ландшафт посевов сои в таких регионах, как Краснодарский край, иллюстрирует сложное взаимодействие между фитофагами и энтомофагами и описывает сложную динамику управления вредителями сои [3].

Результаты и обсуждение

В современном сельскохозяйственном дискурсе устойчивость сои к вредителям – тема первостепенной важности. Ученые Всероссийского научно-исследовательского института биологических средств защиты растений зарегистрировали 600-700 видов паразитических паутиных насекомых (Hymenoptera) и 29 видов других сельскохозяйственных вредителей на посевах сои, что подчеркивает центральную роль энтомофагов в борьбе с вредителями [4]. Эффективность различных биологических агентов в борьбе с вредителями сои была дополнительно продемонстрирована Е.В. Литвиненко в Краснодарском крае. Эктопаразит *Habrobracon hebetor* Say высокоэффективен против акациевой огневки, а энтомопатогенные нематоды рода *Steinernema* – против гусениц хлопковой моли. В частности, биоэффективность нематод в подавлении гусениц хлопковой моли колеблется от 63 до 86% [5]. Это подчеркивает их потенциал в качестве устойчивой стратегии борьбы с вредителями. Микробиологическим подходам к защите растений уделяется значительное внимание, а биопестициды на основе *Bacillus thuringiensis* стали одним из наиболее эффективных решений [6]. Бакуловирусы известны своей патогенностью против насекомых-вредителей. Они являются перспективным направлением для создания биоинсектицидов, хотя их промышленное использование ограничено. Энтомопатогенные грибы, несмотря на их эффективность, сложны в производстве. Это связано с жесткими требованиями к культуральным средам и условиям окружающей среды.

Бактериальный инсектицид битоксибациллин стал высокоэффективен для защиты посевов сои от паутиного клеща и лугового мотылька в полевых испытаниях в Ставропольском крае. Аналогичным образом биопрепарат хитозан эффективен в борьбе с цистовыми нематодами сои. Он повышает урожайность сои и одновременно снижает численность нематод. Важность микробиологических симбионтов и эндофитов в биозащите почвы трудно переоценить. Это подчеркивают И.А. Тихонович и Н.А. Проворов [7]. Эти симбиотические отношения играют ключевую роль в повышении устойчивости культур к вредителям, тем самым способствуя устойчивости сельского хозяйства. Среди огромного количества болезней сои грибковые патогены представляют собой серьезную угрозу, причем значительная доля приходится на виды *Fusarium*. Бактериальные заболевания, такие как угловатая пятнистость и бактериальное увядание, и вирусные инфекции, такие как вирус мозаики сои, еще больше увеличивают потери урожая. Усилия по снижению количества патогенов, передающихся через почву, путем предпосевной обработки семян показали многообещающие результаты. Биологические иммунизаторы, такие как *Stroma*, и скрининг эффективных штаммов фитопатогенов показали эффективность, сравнимую с химической обработкой. Это свидетельствует о целесообразности применения устойчивых методов борьбы с вредителями. Кроме того, использование штаммов бактерий с высокой антагонистической активностью является перспективным подходом для улучшения фиксации азота и повышения продуктивности культур.

Исследователи, особенно в таких регионах, как Дальний Восток и Сибирь, изучают различные биологические решения для повышения иммунитета растений сои к вредителям. Среди них мощным союзником оказался регулятор роста растений ДВ-47-4. При внесении в семена он показал высокую эффективность в борьбе с грибковыми патогенами. Полевые испытания,

проведенные в Приморском крае и Кемеровской области, показали значительное снижение повреждения растений и существенное повышение урожайности. Эти результаты подтверждают теоретические положения М.С. Дудина о роли фитоактиваторов в повышении устойчивости растений. Стимулируя метаболизм растений, элиситоры, такие как DV-47-4, вызывают системный ответ, который укрепляет растения сои против болезней [8]. Это подчеркивает важность индуцированной устойчивости растений в стратегиях биологического контроля. Оптимизация условий роста также играет ключевую роль в укреплении иммунитета сои. Активный рост и развитие положительно коррелируют с устойчивостью к болезням, что подчеркивает важность сбалансированного управления питательными веществами и культурных методов. Избыток влаги и азота в сочетании с недостатком основных питательных веществ подрывает здоровье растений и делает сою более восприимчивой к вредителям.

Севооборот становится ключевой тактикой для поддержания благоприятных фитосанитарных условий. Исследования показали, что предшествующие культуры, такие как яровой масличный рапс, могут подавлять болезни в последующих посевах сои, что свидетельствует о центральной роли севооборота в борьбе с болезнями. Севооборот вносит значительный вклад в повышение общего иммунитета сельскохозяйственных культур, разрывая циклы распространения вредителей и способствуя оздоровлению почвы. Борьба с сорняками — еще один важный аспект защиты посевов сои. Многолетние и однолетние сорняки представляют значительную угрозу для урожайности сои, поэтому требуются интегрированные стратегии борьбы с сорняками. В зависимости от вида сорняка и степени засоренности, потери урожая могут составлять от 2 до 52%. Это подчеркивает экономическую важность эффективной борьбы с сорняками. Агротехнические меры, включая севооборот, обработку почвы и внесение удобрений, являются краеугольным камнем стратегии борьбы с сорняками. Гербициды используются разумно, на основе экономических порогов. Биологические агенты служат в качестве дополнительных инструментов, адаптированных к конкретным видам сорняков. Хотя в некоторых регионах исследования в области биологической борьбы с сорняками отстают, во всем мире предпринимаются усилия по поиску экологически безопасных решений. Такие инициативы, как интродукция естественных хищников из других регионов и использование фитопатогенных микроорганизмов, показывают перспективность в снижении распространения сорняков. Например, жук амброзия и амброзиевая моль использовались на Северном Кавказе для сокращения распространения инвазивных сорняков, таких как полынь [9].

В поисках надежной защиты сои исследователи изучают новые биологические решения. Помимо прямого использования, метаболиты или токсины, вырабатываемые патогенными грибами, также исследуются на предмет их потенциала в качестве биогербицидов. Например, микотоксины, выделенные из грибов, показали гербицидную активность против нескольких видов сорняков. Они открывают перспективные возможности для экологически безопасной борьбы с сорняками. Синтетические аналоги специфических микотоксинов также рассматриваются для практического применения, предоставляя возможности для индивидуальных стратегий борьбы с сорняками. Эффективность в подавлении роста сорняков также была продемонстрирована при использовании экологически чистых органических соединений, таких как эфирные растительные масла. Опыты с маслами различных растений продемонстрировали быстрое подавление сорняков, что говорит об их потенциале в качестве биогербицидов в системах органического земледелия. Аллелопатия, когда растения выделяют вещества, влияющие на рост соседних растений, является еще одним перспективным подходом к защите растений. Исследования показали ингибирующее воздействие мульчи из остатков пшеницы и ржи на сорняки, что подчеркивает потенциал использования растительных остатков в качестве естественных средств подавления сорняков. Разработка эффективных биогербицидов на основе растительных токсинов и аллелопатических взаимодействий открывает большие перспективы для борьбы с сорняками в сельскохозяйственных системах.

Инновации в разработке биогербицидов распространяются и на использование физиологии растений для целенаправленной борьбы с сорняками. Например, дельта-аминолевулиновая кислота (ALA), побочный продукт фотосинтеза, исследуется на предмет гербицидных свойств. ALA обладает избирательным действием, эффективно воздействуя на определенные

виды сорняков и не нанося вреда таким культурам, как соя. В настоящее время ведутся дальнейшие исследования по изучению промышленного применения биогербицидов на основе ALA [10]. Это объясняется их минимальным воздействием на окружающую среду. В дополнение к биологическому вмешательству физические методы, такие как соляризация, открывают дополнительные возможности для борьбы с сорняками. Мульчируя почву прозрачной полиэтиленовой пленкой, соляризация нагревает поверхность почвы, препятствуя прорастанию семян сорняков. Технологический прогресс может в будущем распространить применение соляризации на полевые культуры, хотя в настоящее время она более применима для овощных культур. Инновационные технологии, такие как электрическая прополка, также перспективны для борьбы с сорняками. Электрические орудия обеспечивают эффективную борьбу с сорняками, не причиняя вреда посевам, и являются устойчивой альтернативой химическим гербицидам, например, электрический полотьник, разработанный Всероссийским научно-исследовательским институтом сои. Изучение различных биологических, химических и физических стратегий подчеркивает многогранность защиты посевов сои. Используя арсенал природы и применяя инновационные технологии, сельское хозяйство может добиться эффективной борьбы с вредителями, обеспечивая при этом экологическую устойчивость и продуктивность культур.

Заключение

В заключение следует отметить, что система биологической защиты сои от вредных организмов является многокомпонентной. Биологическая защита включает комплекс агротехнических мероприятий как основу повышения культуры земледелия и использования селекционно-генетических достижений для создания сортов с комплексным и групповым иммунитетом к патогенным макро- и микроорганизмам, а также эффективного оздоровления растений биоинсектоакарицидами, биофунгицидами и микогербицидами, безвредными для окружающей среды и посевов [11]. Использование агробиокомплекса защитных мероприятий – методов, приемов, биопрепаратов, природных органических соединений, физических факторов и физиологических процессов (лазеризация, аллелопатия, соляризация и др.) – научно обоснованных применительно к конкретным экологическим условиям возделывания сои, позволяет поддерживать благоприятное фитосанитарное состояние агрофитоценозов без применения токсичных, дорогостоящих пестицидов и на этой основе получать безвредную для здоровья человека, чистую (органическую) продукцию.

Литература

1. Баранов В.Ф., Махонин В.Л. О биологической защите агрофитоценозов сои от вредных организмов. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур.* 2014;1(157-158). <https://elibrary.ru/sfbqxl>
2. Чернышёв В.Б. Возможности управления агроэкосистемой. *Защита и карантин растений.* 2006;(8):20–21. <https://elibrary.ru/htvrlj>
3. Дряхлов А.И. Использование гербицидов для уничтожения сорняков на посевах сои. Соя. Биология и технология возделывания. Под ред. Баранова В.Ф., Лукомца В.М. – Краснодар, 2005. С. 146–168.
4. Надыкта В.Д., Исмаилов В.Я., Коваленков В.Г. Биологическая борьба с вредителями: учёные предлагают, дело за внедрением. *Защита и карантин растений.* 2007;(4):19–21. <https://elibrary.ru/letufz>

References

1. Baranov V.F., Makhonin V.L. On biological protection of soybean agrophytocenosis from pests. *Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds.* 2014;1(157-158). (In Russ.) <https://elibrary.ru/sfbqxl>
2. Chernyshev V.B. Possibilities of agroecosystem management. *Plant protection and quarantine.* 2006;(8):20–21. (In Russ.) <https://elibrary.ru/htvrlj>
3. Dryakhlov A.I. Use of herbicides to destroy weeds in soybean crops. Soybean. Biology and cultivation technology. Edited by Baranov V.F., Lukomets V.M. Krasnodar, 2005. P. 146-168. (In Russ.)
4. Nadykta V.D., Ismailov V.Ya., Kovalenkov V.G. Biological control of pests: scientists offer, the case for implementation. *Plant protection and quarantine.* 2007;(4):19–21. (In Russ.) <https://elibrary.ru/letufz>

5. Литвиненко Е.В. Энтомоакароценоз сои и совершенствование биологического метода контроля основных вредителей в условиях центральной зоны Краснодарского края. Краснодар, 2003. 23 с.

6. Хлопцева Р.И. Микробиологические средства защиты сельскохозяйственных культур от вредных насекомых. М.: ВНИИТЭИСХ, 1985. 89 с.

7. Смирнов О.В. Многоцелевое действие биопрепаратов. *Защита и карантин растений*. 2006;(2):20–21. <https://elibrary.ru/htvoqh>

8. Коваленков В.Г., Тюрина Н.М., Казадаева С.В. Биологическая защита сои. *Защита и карантин растений*. 2006;(4):36–39. <https://elibrary.ru/htvpjxj>

9. Исаева Л.И. Использование разных методов в интегрированной борьбе с сорняками. М.: ВНИИТЭПА, 1989. 52 с.

10. Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Опыт биологической защиты сои от вредителей и болезней. *Агро XXI*. 2002;(2):4–5.

11. Штерншис М.В. Роль и возможности биологической защиты растений. *Защита и карантин растений*. 2006;(6):14–17. <https://elibrary.ru/htvqkl>

5. Litvinenko E.V. Entomoacarocenos of soybean and improvement of biological method of control of the main pests in the conditions of the central zone of Krasnodar Krai. Krasnodar, 2003. 23 p. (In Russ.)

6. Khloptseva R.I. Microbiological means of protection of agricultural crops from pests. – М.: ВНИИТЕИСКН, 1985. 89 p. (In Russ.)

7. Smirnov, O.V. Multipurpose action of biopreparations. *Plant protection and quarantine*. 2006;(2):20–21. (In Russ.) <https://elibrary.ru/htvoqh>

8. Kovalenkov V.G., Tyurina N.M. Biological protection of soybean. *Plant Protection and Quarantine*. 2006;(4):36–39. (In Russ.) <https://elibrary.ru/htvpjxj>

9. Isaeva L.I. Use of different methods in integrated weed control. М.: ВНИИТЕРА, 1989. 52 p. (In Russ.)

10. Kovalenkov V.G., Tyurina N.M., Kazadaeva S.V. Experience of biological protection of soybean from pests and diseases. *Agro XXI*. 2002;(2):4–5. (In Russ.)

11. Shternshis M.V. Role and possibilities of biological plant protection. *Plant Protection and Quarantine*. 2006;(6):14–17. (In Russ.) <https://elibrary.ru/htvqkl>

Об авторах:

Гурусингхе Араччиге Амила Канчана – аспирант агробиотехнологического института АТИ РУДН, автор для переписки, amilakanchanaguru@gmail.com

Тчуда Лопеш Мам Эриксон – Аспирант Агробиологического департамента АТИ РУДН, erick-mam21@hotmail.com

Елена Валерьевна Романова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, доцент агробиотехнологического департамента АТИ РУДН, SPIN-код: 7862-0287, <https://orcid.org/0000-0002-8287-5462>, romanova-ev@rudn.ru

About the Authors:

Gurusinghe Arachchige A. Kanchana – PhD student, Department of Agrobiotechnology, ATI RUDN, Correspondence Author, amilakanchanaguru@gmail.com

Erickson T. Lopes Mam – PhD student, Department of Agrobiotechnology, ATI RUDN, erick-mam21@hotmail.com

Elena V. Romanova – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Leading Researcher, Associate Professor of Department of Agrobiotechnology, ATI RUDN University, University, SPIN-code: 7862-0287, <https://orcid.org/0000-0002-8287-5462>

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-45-49>

УДК 635.611:631.524.86

Комбинационная способность сортов и линий-доноров устойчивости к мучнистой росе дыни

Р.А. Хакимов*, Б. Хусанов

*НИИ овощебахчевых культур и картофеля
Республика Узбекистан, Ташкентская область,
Ташкентский район, п/о Кук сарай*

*Автор для переписки: xakimovrafiq@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В результате оценки комбинационной способности сортов и линий-доноров устойчивости к мучнистой росе были выделены по сахаристости сорта Ширали, Суюнчи, Галаба и линия Л-4. Эти образцы могут быть рекомендованы для селекции в качестве доноров высокой сахаристости.

Способность к сахаронакоплению в плодах среднеазиатских дынь в основном контролируется неаддитивными взаимодействиями генов. Поэтому этот признак подвержен сильной экологической изменчивости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

дыня, селекция, сорт, гибрид, урожайность, семена

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Хакимов Р.А., Хусанов Б. Комбинационная способность сортов и линий-доноров устойчивости к мучнистой росе дыни по сахаристости. *Известия ФНЦО*. 2024;(2):45-49. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-45-49>

Поступила в редакцию: 05.04.2024

Принята к печати: 15.04.2024

Опубликована: 12.07.2024

Combination ability of varieties and donor lines of resistance to powdery mildew of melon

Rafikjon A. Khakimov*, Baxriddin Xusanov

*Research Institute of Vegetable, Melon Crops and Potato
Keles str., Kok saray, Tashkent district, Tashkent region, Uzbekistan*

*Corresponding Author: xakimovrafiq@gmail.com

ABSTRACT

As a result of assessing the combinational value of varieties and donor lines for resistance to powdery mildew, Shirali, Suyunchi, Galaba and line L-4 were identified based on sugar content. These varieties and lines can be recommended for breeding as donors of high sugar content. The ability for sugar accumulation in Central Asian melon fruits is mainly controlled by non-additive gene interactions. Therefore, this trait is subject to strong environmental variability.

KEYWORDS:

melon, selection, varieties, hybrid, fruit weight, seeds

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflict of interest.

For citations: Khakimov R.A., Xusanov B. Combination ability of varieties and donor lines of resistance to powdery mildew of melon. *News of FSVC*. 2024;(2):45-49. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-45-49>

Received: 05.04.2024

Accepted for publication: 15.04.2024

Published: 12.07.2024

Введение

Бахчеводство в Узбекистане имеет многовековую историю и дыня считается как ценнейший пищевой продукт для населения. Н.И. Вавилов (1926) утверждал, что Средняя Азия считается центром происхождения культурных растений и вторым центром происхождения дыни, где сосредоточены ее основные разновидности [1].

В настоящее время в Узбекистане насчитывается более 160 местных сортов дынь, отличающихся друг от друга сроком созревания, урожайностью, вкусом, сроком хранения плодов, и большинство из них приобрело мировую известность. В государственном реестре Узбекистана находится 43 местных сорта дыни, из них 2 раннеспелых, 9 ранне-среднеспелых, 18 среднеспелых и 14 позднеспелых.

В Узбекистане по медицинским нормам каждому человеку рекомендуется ежедневно употреблять 270 г бахчевой продукции. Плоды дыни обладают прекрасными вкусовыми качествами и множеством полезных свойств. В плодах дыни содержится 85-92% воды, 8-15% сухого вещества, 0,8% белка, 1,8% клетчатки, 6,2% других углеводов, 0,9% жира, 20-30 мг% аскорбиновой кислоты, железа, микроэлементы, такие как кальций, магний, калий, органические и минеральные соли. Количество сахара в плодах местных сортов дыни достигает 14-16%.

Принимая во внимание большой спрос на бахчевые культуры, особенно на узбекскую дыню, увеличение производства экспортных сортов дыни внесет большой вклад в развитие экономики.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования были использованы 7 селекционных сортов и линий дыни, устойчивых к мучнистой росе и 4 местных неустойчивых к болезням сорта.

Оценка комбинационной способности проводилась по схеме топкроссов. Испытание гибридов и родительских форм проводили на мучнисторосном инфекционном фоне в 3-х кратной повторности, размер делянки – 25 кв.м.

Исследование проводили по общепринятым методикам: «Методические указания ВИР. Селекция бахчевых культур» (1988), «Методика проведения опытов по овощеводству, бахчеводству и картофелеводству» (2002), «Методика полевого опыта» (1985). Комбинационную способность определяли по методике В.К. Савченко (1973), С.П. Яковлева и В.Н. Болдырихина (1979) и др. [2-9].

Место проведения исследований

Научные исследования проведены в Научно-исследовательском институте овощебахчевых культур и картофеля, расположенный в Ташкентском районе Ташкентской области Республики Узбекистан. Его координаты – 41°21' северной широты и 69°19' восточной долготы, высота над уровнем моря 478 м.

Климатические условия

Ташкентская область, где проведены полевые эксперименты, отличается обилием тепла и света. Климат континентального типа, которому свойственны большие амплитуды в суточном и в годовом ходе температур воздуха при резко выраженной периодичности выпадения атмосферных осадков с приуроченностью их к зимне-весеннему периоду.

Суточная амплитуда колебаний температуры обычно составляет зимой 5...10°C и летом 14...16°C. Амплитуда колебаний среднесуточных температур января и июля достигает 22...28°C.

Продолжительность солнечного сияния составляет в среднем 2692-2889 часов в год. В летнее время количество часов солнечного сияния достигает 361-395 часов в месяц, зимой это число опускается до 104-125 часов.

Среднегодовая температура воздуха составляет +13,0...14,0° С; температура воздуха: минимальная -3,5...-5,5°С; максимальная – +36,5°С; абсолютно максимальная – +43...47°С.

Относительная влажность воздуха в течение года колеблется в пределах 40-84%, снижаясь в летние месяцы до 37%, а в жаркие дневные часы понижаясь до 23%. Среднегодовое количество осадков – 498 мм.

Результаты исследований

Известно, что комбинационная способность сортов – это генетически обусловленный признак, определяющийся разными типами взаимодействия генов. Изучение его важно для всех культур не только при решении практического использования эффекта гетерозиса, но и потому, что общая комбинационная способности сортов, использованных в гибридизации, может

служить в некоторой степени показателем селекционной ценности гибридных комбинаций с этим сортом. Поскольку скрещивание нами проводилось по схеме топкроссов, мы имели возможность определить эффекты ОКС и СКС по основным хозяйственно ценным признакам не только у 7 сортов и линий доноров устойчивости, что было основной задачей исследования, но и у 4 местных неустойчивых к болезням сортов использовавшихся в качестве тестеров.

Плоды дыни по своему назначению являются десертным продуктом и поэтому при оценке сортов первостепенное значение имеют их вкусовые достоинства, которые в основном зависят от сахаристости мякоти. Сахаристость мякоти плодов оценивалась нами по содержанию в соке мякоти плодов растворимого сухого вещества (РСВ), которое положительно коррелирует с содержанием суммы сахаров [10]. В наших опытах корреляции между содержанием РСВ и суммой сахаров по Бертрану была также достаточно тесной ($r=+0,85$).

Дисперсионным анализом было доказано существенное различие между гибридами по скорости созревания и сахаристости (табл. 1), а дисперсионным анализом комбинационной способности сортов и линий-доноров и сортов были доказаны существенные различия вариантов ОКС и СКС (табл. 2).

Общеизвестно, что для большинства местных сортов среднеазиатских дынь характерна способность к высокому сахаронакоплению. Однако, многие из них не могут реализовать свой генетический потенциал из-за поражения болезнями и в первую очередь из-за поражения мучнистой росой [11,12]. Поэтому путем межсортовых скрещиваний неустойчивых сортов обычно не удается выявить их действительную генетическую ценность. Благодаря тому, что в нашей системе топкроссов одной из родительских форм были устойчивые к мучнистой росе линии, предавшие устойчивость гибридам F_1 , нам удалось получить более достоверную оценку комбинационной способности по способности к сахара накоплению и для местных сортов.

Таблица 1. Дисперсионный анализ по сахаристости в системе топкроссов

Вид рассеяния	Степени свободы	Средний квадрат
Гибриды	27	18,57 ^{xx}
Случайное	252	1,92

xx – значимость на уровне 0,01

Таблица 2. Дисперсионный анализ комбинационной способности исходных форм в системе топкроссов по сахаристости

Источник	Степени свободы	Средний квадрат
ОКС родителя	6	2,90 ^{xx}
ОКС родителя	3	4,88 ^{xx}
СКС	18	0,87 ^{xx}
Случайное	108	0,19

Примечание: xx – значимость на уровне 0,01

В таблице 3 приведены показатели сахаристости мякоти у сортов и линий доноров и местных сортов в сопоставлении с их эффектами ОКС и вариантами ОКС и СКС.

Данные этой таблицы наглядно свидетельствуют о повышенной сахаристости мякоти у устойчивых к мучнистой росе сортов и линий-доноров и значительно меньшей – у местных неустойчивых сортов. Содержание РСВ у сортов и линий доноров варьировало от 12,6 до 16,1%.

Однако, несмотря на высокую сахаристость мякоти у линий доноров их общая комбинационная способность была относительно невысока, в наших опытах по эффекту ОКС первое место занимает сорт Ширали, у которой он варьировал по годам от 0,4 до 0,7. Сорта Суюнчи, Галаба и линия Л-4, хотя и имеют положительный эффект ОКС, существенно уступают сорту Ширали по передаче этого свойства потомству. Самой низкой ОКС по сахаристости отличается Л-83.

Таблица 3. Показатели родительских сортов (\bar{x}) эффектов ОКС (g), вариантов ОКС и СКС по содержанию растворимых сухого вещества в мякоти плода

Сорта и линии	Q_s^2	\bar{x}	\bar{g}	Q_g^2	Q_s^2
Ширали	0,216	16,1	0,7	0,610	0,061
Суюнчи 2	0,036	14,6	0,8	0,810	0,941
Л-83	0,316	12,6	-2,0	5,290	0,095
Л-4	0,336	16,3	0,5	0,290	0,191
Галаба	0,196	15,5	0,5	0,290	0,388
Олтин тепа	-	14,5	-0,1	0,270	0,378
Лаззатли	-	15,0	-0,2	0,100	0,058
Ак каун 557	0,626	12,3	0	0,020	0,156
Чогаре	0,046	10,8	-0,1	0,010	0,098
Сари бури каля	0,029	10,0	-0,9	0,920	0,203
Кўкча 588	0,154	11,2	1,1	1,390	0,703
Стандартная ошибка (Jj-Jj)			+0,0095		
То же (Jj-Jj)			+0,076		
То же (Jj-Jj)			+0,075		

Таблица 4. Константы СКС у гибридов дыни по сахаристости

Сорта и линии	Сорта			
	Ак каун 557	Чогаре	Сарик бури каля	Кокча 588
Ширали	-0,2	-0,7	-0,1	1,0
Суюнчи 2	-0,7	0,7	1,0	-1,1
Л 83	0,6	-0,5	-0,2	0
Галаба	-0,2	0	-0,7	1,0
Л-4	-0,4	0,2	-0,5	0,7
Олтин тепа	0,7	0,1	0	-1,0
Лаззатли	-0,3	0,2	0,4	-0,5

Среди местных сортов самой высокой комбинационной ценностью по способности к сахаронакоплению выделился сорт Кокча 588, у которого несмотря на среднюю сахаристость мякоти (от 11,8 до 14,0% РСВ) эффект ОКС был больше единицы, т.е. выше, чем даже у лучших линий-доноров.

Высокая комбинационная ценность этого сорта подтверждается тем, что гибридные комбинации с наиболее высокими значениями констант СКС по содержанию РСВ были получены от скрещивания сорта Кокча 588 с сортами Ширали, Суюнчи 2, Олтин тепа, Галаба и линии Л-4 (табл. 4). Судя по соотношению вариантов ОКС и СКС, способность к сахаронакоплению в плодах среднеазиатских дынь в основном контролируется неаддитивными взаимодействиями генов. Поэтому этот признак подвержен сильной экологической изменчивости. В наших опытах аддитивное стойкое взаимодействие генов в наследовании сахаристости наблюдалось только у сорта Кокча 588 и с отрицательным эффектом – у сорта Сарик бури каля и линии Л-83.

Заключение

В результате оценки комбинационной ценности сортов и линий-доноров устойчивости к мучнистой росе, среди них были выделены по сахаристости сорта Ширали, Суюнчи, Галаба и линия Л-4. Эти сорта и линии могут быть рекомендованы для селекции в качестве доноров высокой сахаристости. Самой низкой ОКС по сахаристости отличается Л-83.

Среди местных сортов самой высокой комбинационной ценностью по способности к сахаронакоплению выделился сорт Кокча 588, у которого несмотря на среднюю сахаристость мякоти (от 11,2%) эффект ОКС был больше единицы, т.е. выше, чем даже у лучших линий-доноров.

Способность к сахаронакоплению в плодах среднеазиатских дынь в основном контролируется неаддитивными взаимодействиями генов. Поэтому этот признак подвержен сильно экологической изменчивости.

Литература

1. Вавилов Н.И. Учение об иммунитете к инфекционным заболеваниям. Избранные произведения. Л., 1967. Т. 2.
2. Методические указания ВИР. Селекция бахчевых культур. Л., 1988.
3. Азимов Б.Д., Азимов Б.Б. Методика проведения опытов в овощеводстве, картофелеводстве и картофелеводстве. Ташкент, 2002.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985.
5. Савченко В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм. В кн. Методика генетико-селекционного и генетического экспериментов. Минск, 1973.
6. Яковлева С.П., Болдырихина В.Н. К вопросу о методике оценке комбинационной способности родительских форм гибридов груши в системе топкроссов. *Генетика*. 1979;(11).
7. Белик В.Ф. Бахчеводство. М. 1982.
8. Методика оценки устойчивости тыквенных культур к мучнистой росе. Москва, ВАСХНИЛ, 1970.
9. Песцова С.Т. Методика создания инфекционно-мучнисторосяного фона для селекционного процесса в Средней Азии. *Тр. НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля*. 1978.
10. Дютин К.Е., Просвирнин В.И. Хозяйственно-ценные признаки и комбинационная способность самоопыленных линий. *Сб. Селекция и технология орошаемого бахчеводства*. Тр.ВНИИОБ, 1980.
11. Хахимов Р.А., Халимова М.У. Селекция сортов дыни, устойчивых к мучнистой росе. *Агро илм*. 2010;3(15).
12. Хахимов Р.А., Ермолова Е.В., Арамов М.Х. Селекция овощных и бахчевых культур в Узбекистане. Международная научно-практическая конференция. Ташкент, 2013.

Об авторах:

Рафикжон А. Хахимов – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, автор для переписки, xakimovrafiq@gmail.com
Бахриддин Хусанов – стажер-исследователь

References

1. Vavilov N.I. The doctrine of immunity to infectious diseases. 1967. T. 2. (In Russ.)
2. VIR guidelines. Selection of melons. L., 1988. (In Russ.)
3. Azimov B.D., Azimov B.B. Methodology for conducting experiments in vegetable growing, potato growing and potato growing. Tashkent, 2002. (In Russ.)
4. Dospheov B.A. Field experiment methodology. M., 1985. (In Russ.)
5. Savchenko V.K. A method for assessing the combining ability of genetically different sets of parental forms. In the book. Methods of genetic selection and genetic experiments. Minsk, 1973. (In Russ.)
6. Yakovleva S.P., Boldyrikhina V.N. On the issue of methods for assessing the combining ability of parental forms of pear hybrids in the topcross system. *Genetics*. 1979;(11). (In Russ.)
7. Belik V.F. Melon growing. M. 1982. (In Russ.)
8. Methodology for assessing the resistance of pumpkin crops to powdery mildew. Moscow, VASKHNIL, 1970. (In Russ.)
9. Pestsova S.T. Methodology for creating an infectious powdery mildew background for the breeding process in Central Asia. Tr. Research Institute of Vegetables, Melons and Potatoes. 1978. (In Russ.)
10. Dyutin K.E., Prosvirnin V.I. Economically valuable traits and combinative ability of self-pollinated lines. Sat. Selection and technology of irrigated melon growing. Tr. VNIIOB, 1980. (In Russ.)
11. Khakimov R.A., Khalimova M.U. Selection of melon varieties resistant to powdery mildew. *Agro illm*. 2010;3(15). (In Russ.)
12. Khakimov R.A., Ermolova E.V., Aramov M.Kh. Selection of vegetable and melon crops in Uzbekistan. International scientific and practical conference. Tashkent, 2013. (In Russ.)

About the Authors:

Rafikjon A. Khakimov – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Correspondence Author, xakimovrafiq@gmail.com
Baxriddin Xusanov – Scientific Assistant

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-50-59>

УДК: 632.938-929

Жизненный путь и творческое наследие известного советского фитоиммунолога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента Академии Наук Молдавии Балашовой Натальи Николаевны (к 95-летию со дня рождения)

И.Т. Балашова*, Л.В. Беспалько, В.А. Харченко

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)
143072, Россия, Московская область, Одинцовский район,*

*Автор для переписки: balashova56@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена светлой памяти Натальи Николаевны Балашовой – известного советского фитопатолога и специалиста в области генетики иммунитета растений, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента Академии наук Республики Молдова. Описаны главные этапы жизни Н.Н. Балашовой. Приведены основные направления научной деятельности, творческие достижения и научные школы, основанные Н.Н. Балашовой.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

ученый, иммунитет, генетика, селекция

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Балашова И.Т., Беспалько Л.В., Харченко В.А. Жизненный путь и творческое наследие известного советского фитоиммунолога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента Академии Наук Молдавии Балашовой Натальи Николаевны (к 95-летию со дня рождения). *Известия ФНЦО*. 2024;(2):50-59. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-50-59>

Поступила в редакцию: 19.05.2024**Принята к печати:** 25.06.2024**Опубликована:** 12.07.2024

The life and scientific activity of the well-known soviet phytopathologist and genetic, doctor of sciences in agriculture, professor, correspondent-member the Academy of Sciences Republic of Moldova Natalia Nikolaevna Balashova (in the memory of her 95-birthday)

Irina T. Balashova*, Lesya V. Bespalko, Viktor A. Kharchenko

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

*Corresponding Author: balashova56@mail.ru

ABSTRACT

The paper is dedicated of the memory Natalia Nikolaevna Balashova – the well-known Soviet phytopathologist and scientist in the field of plant genetics, Doctor of Sciences in Agriculture, Professor, Correspondent- member the Academy of Sciences Republic of Moldova Main steps of the life N.N. Balashova were described in that paper.. Main directions of her scientific activity and approaches, scientific schools and her pupils and disciples were shown.

KEYWORDS:

scientist, immunity, genetics, selection

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflict of interest.

For citations: Balashova I.T., Bespalko L.V., Kharchenko V.A. The life and scientific activity of the well-known soviet phytopathologist and genetic, doctor of sciences in agriculture, professor, correspondent-member the Academy of Sciences Republic of Moldova Natalia Nikolaevna Balashova (in the memory of her 95-birthday). *News of FSVC*. 2024;(2):50-59. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-50-59>

Received: 19.05.2024**Accepted for publication:** 25.06.2024**Published:** 12.07.2024

Трудное детство

Любовь к растениям зародилась у Наташи Смольяниновой (Балашовой) с детства. В 9-летнем возрасте, живя с семьёй на озере Иссык-Куль, она развела свой первый огород, который очень любила и тщательно за ним ухаживала. Однако на озеро Иссык-Куль они попали не по своей воле, а после ареста отца Наташи – Николая Владимировича Смольянинова. Наташа очень любила своего отца и тяжело переживала его несправедливую репрессию. Клеймо дочери «врага народа» преследовало ее все молодые годы, вплоть до 1961 года когда, в котором она после долгих мытарств добилась получения справки о посмертной реабилитации отца – «за отсутствием состава преступления».



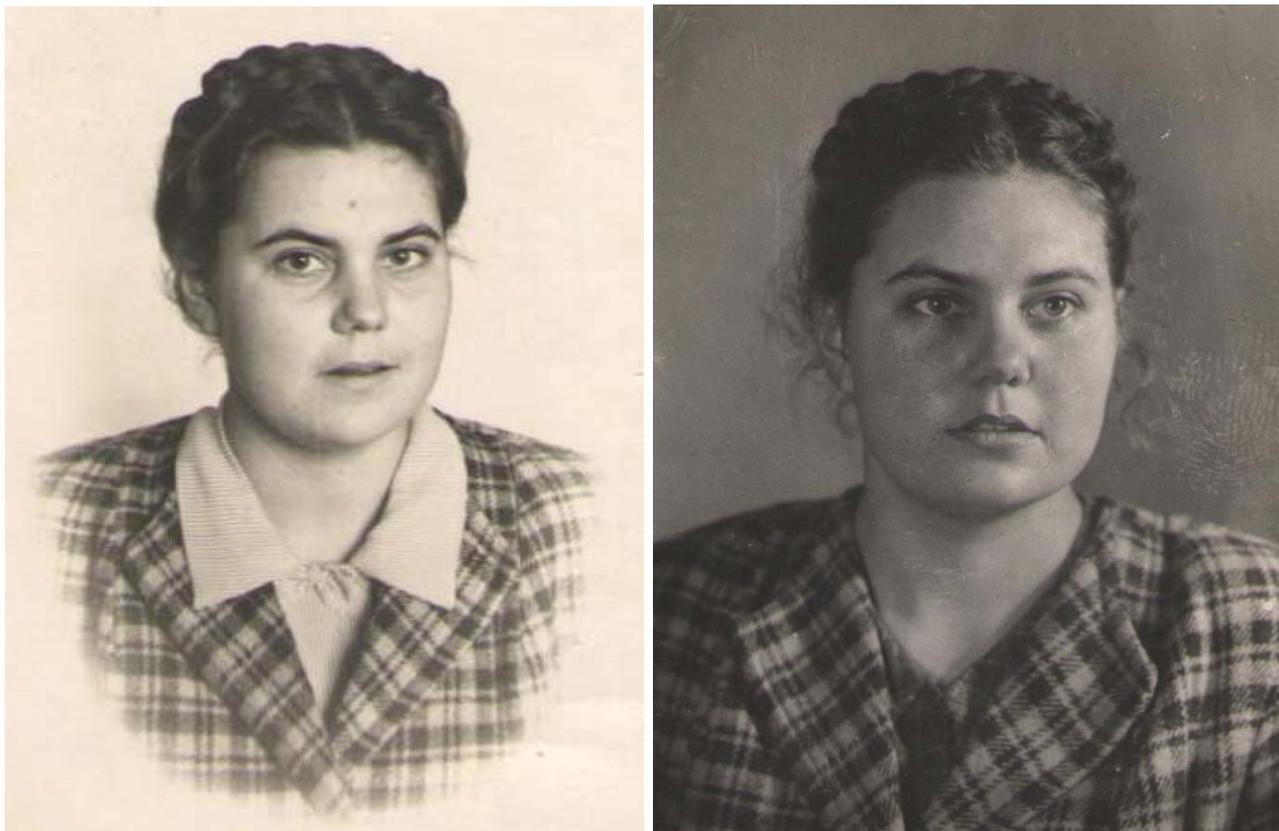
Наташа Смольянинова после ареста отца (9 лет)



Наташа и Маргоша Смольяниновы на озере Иссык-Куль

Наталья Николаевна Смольянинова (Балашова) родилась 18 июня 1929 года в городе Ташкенте в семье советских служащих, отец работал бухгалтером, мать – машинисткой. Но ранее в 1914 году отец Наташи – Николай Владимирович Смольянинов пошел добровольцем на фронт

защищать свою Родину. В годы Первой мировой войны он воевал под руководством адмирала Александра Васильевича Колчака, за что позднее и был подвергнут несправедливым репрессиям, и расстрелян в 1938 году. Его жене – Татьяне Ивановне Смольяниновой – после ареста мужа предложили развестись с ним, но она отказалась. За это в 24 часа она с двумя маленькими детьми и пожилой матерью вынуждена была покинуть Ташкент, и поселилась у своего брата на метеостанции Иссык-Куль. Так, Наташа оказалась на Иссык-куле, где проводила свои первые опыты с растениями. Работать Наташа начала в 12 лет телефонисткой в Управлении «Захилесупр», принимая телефонограммы в вечернее время (с 18.00 до 23.00 часов). Там же она делала свои уроки. Тем не менее, Наташа окончила школу с отличным аттестатом и серебряной медалью, что давало ей право поступить в любой вуз страны без экзаменов. Она выбрала вуз по душе – Тимирязевскую сельскохозяйственную академию (ТСХА).



Наташа Смольянинова – студентка ТСХА

Студенческие годы и поступление в аспирантуру – тернистый путь в науку

Научной работой по вирусологии растений Наташа Смольянинова (Балашова) стала заниматься, будучи студенткой ТСХА (1948-1952 гг.), на кафедре фитопатологии под руководством известного ученого, профессора М.С. Дунина, блестяще защитив дипломную работу и опубликовав в студенческом сборнике свою первую научную статью «Методы получения и применения диагностических сывороток в фитопатологии» [1]. Однако путь в аспирантуру ей был заказан из-за клейма «дочери врага народа». Она поехала по распределению на Хакасскую селекционную опытную станцию, где начала работу с коллекцией яровых пшениц.

В 1953 году, работая старшим научным сотрудником и специалистом по защите растений, Наталья Николаевна поступила в заочную аспирантуру ВИР им. Н.И. Вавилова. Под руководством д.б.н., профессора П.Г. Чеснокова она изучала способы защиты вверенной ей коллекции от наиболее опасного вредителя – шведской мухи. В ходе научных исследований было проанализировано в условиях естественного и искусственного заражения более 300 образцов яровых пшениц из различных регионов мира. В результате был выделен и передан селекционерам Красноярского края ценный устойчивый исходный материал. Этот материал был использован в селекции, и на основе его были получены новые сорта яровых пшениц для условий Сибири [2,3].



**Наталья Николаевна Смольянинова —
аспирантка ВИР имени Н.И. Вавилова**

В 1955 году Наталья Николаевна, поехав на очередную экзаменационную сессию в ВИР, в библиотеке встретила своего будущего мужа Балашова Тимофея Николаевича. Молодые люди сразу приглянулись друг другу и вскоре оформили свои отношения в одном из ЗАГСов города Ленинграда. Они счастливо прожили в браке 57 лет. В 1956 году в семье Балашовых произошло два важных события: во первых, молодую семью специалистов пригласили на работу в Молдавский НИИ орошаемого земледелия и овощеводства в город Тирасполь, и, во-вторых, у них родилась дочь Ирина.

Работа в Молдавском НИИ орошаемого земледелия и овощеводства

С 1957 года Наталья Николаевна Балашова работает в отделе защиты растений Молдавского НИИ орошаемого земледелия и овощеводства. В первые годы исследования Натальи Николаевны сосредоточены на оценке устойчивости генофонда овощных культур и картофеля к вредителям и болезням при совместной работе с селекционерами. Она успешно разрабатывает и применяет в исследованиях современные методики оценки устойчивости на инфекционных фонах, проводит серию серологических тестов на присутствие фитовирусов на большом объеме сортового материала картофеля. В связи с необходимостью создания в Молдавии производств «замкнутого цикла» и строительством в г. Тирасполе 3-х консервных заводов, перерабатывающих продукцию овощеводства, перед селекционерами Молд.НИИОЗиО поставлена задача о создании собственных оригинальных сортов зеленого горошка. Вместе с супругом — Тимофеем Николаевичем Балашовым — Наталья Николаевна активно включается в работу по оценке устойчивости овощного гороха к болезням. Эти исследования были успешно завершены защитой в 1964 году кандидатской диссертации на тему «Аскохитоз овощного гороха в условиях Молдавии и меры борьбы с ним». Позднее, в 1988 году, итоги 20-ти летних исследований в Молд.НИИОЗиО были обобщены в книге Балашова Т.Н., Гужова Ю.Л., Балашовой Н.Н. «Селекция и семеноводство овощных бобовых культур» [4], которая была высоко оценена ведущими селекционерами по бобовым культурам ВНИИССОК. Практическим выходом этих работ явились сорта овощного гороха — Восход и Союз 10, одним из соавторов которых стала Н.Н. Балашова.

В 1966 году в институте МолдНИИОЗиО случается несчастье от сердечного приступа умирает его директор – Дворников Прокофий Игнатьевич и на его место приходит молодой, но уже опытный и хорошо зарекомендовавший себя руководитель – директор совхоза Жученко Александр Александрович. Глубоко убеждённый в том, что сельскохозяйственную отрасль в СССР можно поднять только на основе фундаментальных научных знаний, он разворачивает в институте работы по генетике растений. Из командировки в США привозит генетическую коллекцию мутантов томата, фенотипически маркирующих основные селекционно ценные признаки, и начинает работу по генетике томата – основной овощной культуры в МССР. Обширная оценка коллекции включала и фитопатологические исследования, для которых были привлечены ведущие фитопатологи МолдНИИОЗиО. В числе этих фитопатологов была и Наталья Николаевна Балашова. В 1973 году выходит фундаментальный труд Жученко А.А. «Генетика томатов». А в 1976 году Наталья Николаевна Балашова завершает работу над докторской диссертацией «Фитофтороустойчивость рода *Lycopersicon Tourn* и методы использования её в селекции томата». Докторскую диссертацию она защищает в 1977 году во Всесоюзном НИИ селекции и семеноводства овощных культур. В 1979 году по теме диссертации вышла в свет монография Н.Н. Балашовой [5], где обобщены результаты собственных экспериментов автора и совместных исследований с сотрудниками МолдНИИОЗиО и АН МССР по проблеме фитофтороустойчивости томата. В монографии дана оценка устойчивости к фитофторозу видового разнообразия рода *Lycopersicon Tourn*. и описаны разнообразные мозаики оценки диких видов, полукультурных разновидностей и маркерных мутантов томата (общий объем коллекции томата составил более 800 образцов). Особую ценность с генетической и селекционной точек зрения представляют выявленные автором корреляции устойчивости к фитофторозу и другим болезням, закономерности изменчивости и наследования признака «фитоустойчивость» у томата, локализация полигенных участков, отвечающих за фитофтороустойчивость, и эффекты дозы генов, контролирующих изучаемый признак. Приведены итоги изучения альфа-томатина в связи с селекцией на иммунитет и методы селекции устойчивых к фитофторозу сортов томата. Совместно с селекционерами Т.Р. Стрельниковой, А.Х. Маштаковой и А.А. Жученко для промышленного производства создан сорт томата Нистру, районированный в 1978 году. Селекционерам МолдНИИОЗиО передано 160 устойчивых к фитофторозу образцов томата. Использование в дальнейшем линий сорта Нистру позволило селекционерам ВНИИССОК создать новый фитофтороустойчивый сорт Патрис (1999 год), который по данным оценки в экспериментальных условиях Израиля оказался также устойчивым к разным расам фитофторы. Результаты работ по устойчивости томата к фитофторозу обобщены в двух коллективных монографиях: «Эколого-генетические основы селекции томата [6], «Строение и биологическая активность стероидных гликозидов ряда спиростана и фуростана» [7]: Издательство «Штница», г. Кишинев.

Работа в Академии наук Молдавской ССР

В 1979 году доктор сельскохозяйственных наук Н.Н. Балашова приглашена президентом Молдавской Академии наук, академиком Жученко А.А. на заведование лабораторией иммуногенетики растений в Отдел генетики АН Молдавии, позднее Институте экологической генетики Молдавской Академии наук (ныне Институт генетики, физиологии и защиты растений), где она работает вплоть до 1991 года. Это время творческого расцвета Наталья Николаевна называла самым продуктивным и счастливым периодом своей жизни. Наиболее ярко и значимо реализовался научный потенциал Натальи Николаевны. Она продолжает исследования, начатые в МолдНИИОЗиО, и развивает новые научные направления. Здесь, в лаборатории иммуногенетики растений под ее руководством были развернуты широкие пребридинговые исследования устойчивости к фитопатогенам и абиотическим факторам на томате, кукурузе, сое, пшенице и др. культурах. Одновременно для укрепления фундаментальной направленности лаборатории, совместно с химиками-органиками школы известного ученого академика Г.В. Лазурьевского, продолжаются исследования природных механизмов устойчивости и фитоиммунитета. Развивая направление экологической генетики в исследованиях по устойчивости растений к фитопатогенам и абиотическим факторам среды, Н.Н. Балашовой с коллегами был установлен приоритет в отношении абиотических факторов внешней среды. Для ускорения процесса селекции на комплексную устойчивость к фитопатогенам и абиотическим факторам среды на различных культурах ею были использованы новые методы и технологии, защи-

ценные 70 авторскими свидетельствами и патентами. Завершающей работой Н.Н. Балашовой и её лаборатории явилась коллективная монография «Генетические основы селекции овощных культур на устойчивость к вирусам» [8], которая наряду с другими ее научными трудами нашла поддержку и широкий отклик у научной общественности СССР и других стран, и сейчас используется в учебных заведениях Российской Федерации. Учитывая широкий положительный резонанс и высокую теоритическую значимость, эти работы впоследствии были продолжены в лаборатории гаметных и молекулярных методов селекции ВНИИССОК. Теоритические вопросы устойчивости растений к патогенам освещены Н.Н. Балашовой во многих публикациях, но в итоге были сконцентрированы в коллективной монографии ученых трех академии: Молдавии, Белоруссии, Украины – «Генетические методы ускорения селекционного процесса» Кишинев: Штниица [9]. В этой монографии рассматривается широкий круг вопросов повышения эффективности селекции сельскохозяйственных растений – на основе разработок новых и совершенствования известных генетических методов. Анализируются пути увеличения доступной для отбора генетической изменчивости, использования методов геномной инженерии, селекции на гетерозис, применения культуры изолированных клеток и тканей, селекции на адаптивность, создания полиплоидных форм сельскохозяйственных растений, сочетающих высокую продуктивность с устойчивостью и энергоэкономностью. Весомый вклад внесли работы Н.Н. Балашовой с коллегами-химиками в исследования регуляторной роли вторичных метаболитов растений – стероидных гликозидов и гликоалкалоидов. Результаты более чем 30-летних исследований обобщены в научной публикации «Регуляция устойчивости фитопатосистем с помощью вторичных метаболитов» [10].

За выдающиеся научные достижения и разработки в области генетики и селекции доктор сельскохозяйственных наук Н.Н. Балашова в 1984 году была выдвинута академиком Академии наук СССР Н.П. Дубининым, а затем и избрана членом-корреспондентом Академии наук Молдавской ССР по специальности «генетика». В январе 1985 года Н.Н. Балашова назначается заместителем директора по науке Института экологической генетики АН РМ. В 1986 году ей присваивается ученое звание «профессор» по специальности «генетика». Наталья Николаевна Балашова становится видным советским учёным в области фитопатологии, генетики иммунитета растений и селекции сельскохозяйственных культур на устойчивость к фитопатогенам и абиотическим факторам среды. Она вносит огромный вклад в развитие биологической науки по овощным растениям. Ею разработано новое научное направление в селекции, рассматривающее явление устойчивости к фитопатогенам как эволюционно обусловленную часть общей неспецифической устойчивости к абиотическим факторам среды, как часть адаптивного потенциала растений. На этой основе предложены пути создания устойчивых сортов, значительно ускоряющие и упрощающие процессы селекции на адаптивность. Ею совместно с соавторами разработан и предложен ряд изобретений для диагностики состояния «здоровья» растений в целях селекции и защиты от болезней. Разработанные Н.Н. Балашовой методы селекции устойчивых к болезням сортов сельскохозяйственных растений нашли и практическое применение. Ею в соавторстве созданы доноры и генисточники устойчивости к болезням кукурузы, сои, тритикале, томата, овощного гороха и др. культур; сорта овощного гороха, томата, репы, которые районированы в Молдавии и России. Наиболее значимыми фундаментальными работами, опубликованными за этот период, являются: «Эколого-генетические основы селекции томатов» (1988); «Селекция и семеноводство овощных бобовых культур» (1989); «Селекция растений новые генетические подходы и решения» [11]. За цикл работ «Рекомбиногенез в эволюции и селекции» Наталье Николаевне в составе авторского коллектива в 1985 году присвоено звание лауреата Государственной премии МССР в области науки и техники, она становится победительницей конкурса женщин – изобретателей СССР (1987), награждается медалями «За трудовую доблесть» и «Ветеран труда», медалями ВДНХ СССР. Но политические события в СССР конца 1990-х годов нарушают мирное течение жизни многих советских людей, в том числе, и таких видных учёных, как Наталья Николаевна Балашова.

Годы работы во ВНИИССОК

В 1991 году Наталья Николаевна вынуждена вернуться на свою этническую Родину – в Россию. Она эмигрирует из Республики Молдова с группой известных русскоязычных генетиков, работавших в Институте экологической генетики Республики Молдова. Они были официально приглашены в Россию для работы по Межгосударственной научной программе стран СНГ «Генетические

основы селекции сельскохозяйственных растений» академиком Россельхозакадемии (РАСХН), Председателем Государственного комитета России по науке и технике (ГКНТ) А.А. Жученко. ВНИИССОК гостеприимно распахнул двери перед репатриантами, и директор ВНИИССОК, кандидат сельскохозяйственных наук С.И. Сычёв устроил их на работу и обеспечил жильём в общежитии. Учёные начинают активные исследования по Межгосударственной программе, которую в 1992 году возглавил новый директор ВНИИССОК, академик РАСХН В.Ф. Пивоваров.

В 1992 году Наталья Николаевна Балашова избирается по конкурсу на должность заведующей лабораторией гаметной селекции, а позднее назначается заместителем директора по науке. Во ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. Наталья Николаевна продолжает заниматься проблемами устойчивости овощных растений к биотическим и абиотическим факторам среды применительно к проблемам селекции. Во ВНИИССОК под её руководством развивается раннее мало исследованная область пыльцевой селекции растений на устойчивость к фитопатогенам и абиотическим стрессам, позволяющая пополнить наши знания о роли конкуренции пыльцевых зерен в адаптации растений к определенной эконше возделывания, значительно ускорить создание сортов и гибридов и сократить объем полевых испытаний. В исследованиях по данному направлению лаборатория гаметной селекции ВНИИССОК во главе с Н.Н. Балашовой смогла объединить усилия ученых 9 научных учреждений России и стран СНГ. Результаты работ опубликованы в сборнике «Методические указания по гаметной селекции сельскохозяйственных растений (методология, результаты, перспективы)», который вышел в свет в 2001 году под редакцией академика РАСХН В.Ф. Пивоварова [12]. С использованием методов гаметной селекции в лаборатории селекции столовых корнеплодов ВНИИССОК всего за 3 года создан новый холодостойкий сорт репы японской – Снегурочка (внесен в Госреестр в 2002 году), а также разработана прогрессивная технология селекции столовых корнеплодов (соавтор Н.Н. Балашова). За этот период в лаборатории гаметной селекции ВНИИССОК вышли две книги: «Экологическая селекция сельскохозяйственных растений (на примере овощных культур)» – соавторы В.Ф. Пивоваров, Е.Г. Добруцкая, Н.Н. Балашова [13] и «Селекция и семеноводство тыквенных культур в России» (совместно с О.В. Юриной, В.Ф. Пивоваровым [14]. Долгие годы Н.Н. Балашова как заместитель директора ВНИИССОК по науке курировала в рамках ГНТП конкурсный проект «Генетические основы селекции растений». Наталья Николаевна много сделала в институте для совершенствования работы Ученого Совета, подготовки высококвалифицированных кадров через аспирантуру и докторантуру. В 1997 году Наталья Николаевна Балашова избрана действительным членом Международной Академии Информатизации при ООН. Многолетняя и многогранная научная деятельность Натальи Николаевны отмечена многими правительственными наградами, Почетными грамотами МСХ РФ, Россельхозакадемии, института.

Творческое наследие доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента Академии наук Молдавии Н.Н. Балашовой

По результатам исследований Н.Н. Балашовой лично и в соавторстве опубликовано свыше 400 научных работ, в том числе 14 книг и монографий. Наталья Николаевна автор и соавтор 7 сортов овощных культур и более 70 изобретений и патентов. Ею созданы научные школы в области фитопатологии, иммуногенетики и гаметной селекции сельскохозяйственных растений, подготовлено 28 кандидатов и 5 докторов наук не только из Российской Федерации и Республики Молдова, но и из Украины, Белоруссии и Вьетнама по специальностям: защита и физиология растений, генетика и овощеводство, селекция и семеноводство овощных культур. Теоритическое наследие Натальи Николаевны, ее работы имеют непреходящую научную и практическую значимость, широко известны как у нас в стране, так и за рубежом. Ею получена медаль «Международный учёный года» Международного биографического центра в Кембридже, Великобритания.

Последние 5 лет своей жизни (2008-2013 годы) Наталья Николаевна тяжело болела, но никогда не опускала рук. Все мысли её были со ВНИИССОКом, с лабораторией гаметной селекции. Её не стало 24 декабря 2013 года. В честь Натальи Николаевны Балашовой её учениками и последователями новый сорт томата, полученный с использованием технологий гаметной селекции, был назван именем «Наташа». Этот сорт в 2019–2022 годах выращен в посёлке нефтяников «Новый Порт» за Северным Полярным кругом и на станции «Восток» на Южном полюсе, где показал урожайность 28,5 кг/м².

18 июня 2024 года в ФГБНУ ФНЦО состоялся научный семинар, посвящённый 95-летию известного учёного в области иммуногенетики и экологической селекции растений, доктора сельскохозяйственных наук, профессора генетики, члена-корреспондента Академии наук Молдавии Н.Н. Балашовой и 100-летию известного селекционера по бобовым культурам, кандидата сельскохозяйственных наук Т.Н. Балашова. Семинар проходил в гибридном формате, что дало возможность выступить не только участникам из других регионов и организаций Российской Федерации, но и представителям из ближнего зарубежья (Приднестровская Молдавская Республика). В семинаре приняли участие 25 человек из ФГБНУ ФНЦО, Российской Академии наук, ФГБНУ «Агрофизический институт», ФГБНУ ВНИИР имени Н.И. Вавилова (ВИР), ФГБУ ФИЦ «Немчиновка», Алтайского Государственного аграрного университета, а также зарубежные гости из Приднестровского Государственного Университета имени Т.Г. Шевченко. Бизнес-структуру представлял директор по науке и технологиям ГК «РОЭЛ», кандидат технических наук Бланк Эмануил Ихилевич.

На семинаре было заслушано 18 докладов. Открыл заседание директор ФГБНУ ФНЦО, академик РАН А.В. Солдатенко, который сообщил собравшимся о теме заседания и вкратце осветил повестку семинара. Далее слово было предоставлено директору ФГБНУ «Агрофизический институт», члену-корреспонденту РАН Ю.В. Чеснокову, поделившемуся памятными воспоминаниями о своих встречах с Н.Н. Балашовой и выступившему с докладом «Современные молекулярно-генетические методы в выявлении количественных селекционно значимых признаков у растений (ассоциативное картирование)». Научный руководитель ФГБНУ ФНЦО, академик РАН В.Ф. Пивоваров рассказал о плодотворной совместной творческой работе с Н.Н. Балашовой в бытность её заместителем директора ВНИИССОК по науке, отметив, что «Наталья Николаевна вдохнула новую жизнь в деятельность ВНИИССОК». Затем жизненный путь и творческие достижения Н.Н. и Т.Н. Балашовых осветила их дочь – главный научный сотрудник ФГБНУ ФНЦО, доктор биологических наук И.Т. Балашова в докладе «Листая семейный альбом...». Далее слово было предоставлено ученикам и последователям Н.Н. и Т.Н. Балашовых. Академик РАН А.А. Жученко выступил с воспоминаниями о Н.Н. Балашовой как о своём Учителе и представил слушателям доклад «Гибриды в эволюции и селекции». Представители Приднестровской Молдавской Республики, преподаватели Приднестровского Государственного Университета имени Т.Г. Шевченко кандидат сельскохозяйственных наук В.С. Рушук и доктор биологических наук, профессор О.О. Тимина поделились своими воспоминаниями о Н.Н. Балашовой и Т.Н. Балашове, а О.О. Тимина выступила с докладом: «Мучнистая роса на дубе черешчатом в Приднестровской Молдавской Республике». «Три урока от Натальи Николаевны Балашовой» – так назвала своё выступление ученица Н.Н. Балашовой, кандидат сельскохозяйственных наук Н.А. Урсул. После неё слово было предоставлено партнёрам ФГБНУ ФНЦО по научной работе. С докладом о совместной творческой деятельности по созданию сортов растений и технологий их возделывания в условиях Крайнего Севера выступила заведующая отделом светофизиологии и повышения биопродуктивности агроэкосистем ФГБНУ АФИ, кандидат биологических наук Г.Г. Панова. Заведующая отделом овощных культур ВНИИГР имени Н.И. Вавилова (ВИР), кандидат сельскохозяйственных наук А.М. Артемьева, вспоминая о деятельности Н.Н. Балашовой как известного фитопатолога, рассказала собравшимся о современных фитопатологических исследованиях в ВИР имени Н.И. Вавилова. Главный научный сотрудник ФГБУ ФИЦ «Немчиновка», доктор биологических наук И.Ф. Лапочкина вспомнила работу с Н.Н. Балашовой как с оппонентом в период подготовки докторской диссертации. Своими воспоминаниями о Н.Н. Балашовой и Т.Н. Балашове поделились сотрудники ФГБНУ ФНЦО, кандидаты сельскохозяйственных наук В.А. Степанов, Л.В. Беспалько, В.А. Заячковский, М.М. Тарева, кандидат биологических наук В.И. Козарь и другие. В конце заседания выступил и представитель ГК «РОЭЛ», кандидат технических наук Э.И. Бланк, который рассказал о работе с Н.Н. Балашовой в Институте Экологической генетики Академии наук Республики Молдова и внёс предложение о совместной работе с ФГБНУ ФНЦО. Затем председательствующий подвёл итоги заседания, и семинар завершил свою работу.

Память о Наталье Николаевне Балашовой жива, жива в ее учениках, в ее научном наследии.



Литература

1. Смольянинова Н.Н. Методы получения и применения диагностических сывороток в фитопатологии. Сборник студенческих научных статей. Москва: ТСХА. 1953. С. 51-53.
2. Смольянинова Н.Н. Вредители люцерны в Хакасии и меры борьбы с ними. *Бюллетень Красноярского НИИ сельского хозяйства*. 1954;(1-2):21-22.
3. Смольянинова Н.Н. Шведская муха в Хакасии. *Защита растений от вредителей и болезней*. 1955;(2):24-25.
4. Балашов Т.Н., Гужов Ю.Л., Балашова Н.Н., Веденеску С.Н., Куниченко Н.А. Селекция и семеноводство овощных бобовых культур. Кишинев: Штиинца. 1989. 279 с.
5. Балашова Н.Н. Фитофтороустойчивость рода *Lycopersicon Tourn* и методы использования её в селекции томата. Кишине: Штиинца. 1979. 167 с.
6. Жученко А.А., Балашова Н.Н., Король А.Б., Самовол А.П., Грати В.Г., Кравченко А.Н., Добрянский В.А., Смирнов В.А., Бочарникова Н.И. Эколого-генетические основы селекции томатов. Кишинев: Штиинца. 1988. 449 с.
7. Кинтя П.К., Лазурьевский Г.В., Балашова Н.Н., Балашова И.Т., Суружиу А.И., Лях В.А. Строение и биологическая активность стероидных гликозидов ряда фуростана и спиростана. Кишинёв: Штиинца. 1987. 141 с.

References

1. Smol'yaninova N.N. Technics of obtaining and apply diagnostic antiserum at phytopathology. *Proceedings of students papers*. Moscow: Timiiry-azev Academy Edition. 1953. P. 51-53. (In Russ.)
2. Smol'yaninova N.N. Pests of lucerne in Khakassiya and technics control of them/ *Bulletin of Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture*. 1954;(1-2):21-22. (In Russ.)
3. Smol'yaninova N.N. Sweden fly in Khakassiya. *Plant protection against pests and diseases*. 1955;(2):24-25. (In Russ.)
4. Balashov T.N., Guzhov Yu.L., Balashova N.N., Vedenescu S.N., Kunichenko N.A. Breeding and Seed Production of Vegetable Legumes. Chişinău: Ştiinţa. 1989. 279 p. (In Russ.)
5. Balashova N.N. Resistance to Phytophthora infestance DB in *Lycopersicon Tourn* genus and using it in tomato breeding. Chişinău: Ştiinţa. 1979. 167 p. (In Russ.)
6. Zhuchenko A.A., Balashova N.N., Korol A.B., Samovol A.P., Grati V.G., Kravchenko A.N., Dobriansky V.A., Smirnov V.A., Bocharnikova N.I. Ecologo-genetic Bases of Tomato Breeding. Chişinău:Ştiinţa. 1988. 449 p. (In Russ.)
7. Chintia P.K., Lazurievskiy G.V., Balashova N.N., Balashova I.T., Suruzhiu A.I., Lyakh V.A. Structure and Biologic Activity Steroid Glycosides of Furostan and Spirostan Rows. Chişinău: Ştiinţa. 1987. 141 p. (In Russ.)

8. Балашова Н.Н., Король М.М., Тимина О.О., Рушук В.С. Генетические основы селекции овощных культур на устойчивость к мозаике. Кишинев: Штиинца.1983. 330 с.

9. Жученко А.А., Балашова Н.Н., Хотылёва Л.В., Моргун В.В., Гродзинский Д.М. Генетические методы ускорения селекционного процесса. Кишинев: Штиинца. 1988. 189 с.

10. Балашова Н.Н., Жученко А.А., Пивоваров В.Ф., Балашова И.Т., Беспалько Л.В., Козарь Е.Г., Пышнаф О.Н., Кинтя П.К., Лупашку Г.А., Машенко Н.Е., Швец С.А. Регуляция устойчивости фитопатосистем с помощью вторичных метаболитов. *Сельскохозяйственная биология*. 2004;(1):3-16.

11. Балашова Н.Н., Жученко А.А. Селекция растений новые генетические подходы и решения. Кишинев: Штиинца. 1991. 341 с.

12. Методические указания по гаметной селекции сельскохозяйственных растений (методология, результаты, перспективы)./Под ред. В.Ф. Пивоварова Москва: ВНИИССОК. 2001. 375 с.

13. Пивоваров В.Ф., Добруцкая Е.Г., Балашова Н.Н. Экологическая селекция сельскохозяйственных растений (на примере овощных культур). Москва: Моспромстройматериалы.1994. 247 с.

14. Юрина О.В., Пивоваров В.Ф., Балашова Н.Н. Селекция и семеноводство тыквенных культур в России. Москва: ВНИИССОК. 1998. 424 с.

8. Balashova N.N., Korol M.M., Timina O.O., Ruschuk V.S. Genetic Bases of Vegetable Breeding to Mosaic Diseases Resistance. Chişinău: Ştiinţa. 1983. 330 p. (In Russ.)

9. Zhuchenko A.A., Balashova N.N., Khotil'iova L.V., Morgun V.V., Grodzinskiy D.M. Genetic Technics of Rapid Breeding Process. Chişinău: Ştiinţa. 1988. 189 p. (In Russ.)

10. Balashova N.N., Zhuchenko A.A., Pivovarov V.F., Balashova I.T., Bepal'ko L.V., Kozari E.G., Pishnaya O.N., Chintia P.K., Lupashku G.A., Maschenko N.E., Shwets S.A. Phytopathosystem Resistance Regulation With Help of Secondary Metabolites. *Agricultural Biology*. 2004;(1):3-16. (In Russ.)

11. Balashova N.N., Zhuchenko A.A. Plant Breeding: New Genetic Approaches and Decisions Chişinău: Ştiinţa. 1991. 341 p. (In Russ.)

12. Methodic Recommendations for Gamete Selection (methodology, results and prospects). Edited of V.F. Pivovarov Moscow: VNISSOK. 2001. 375 p. (In Russ.)

13. Pivovarov V.F., Dobrutskaya E.G., Ecological Breeding of Agricultural Plants (on the model of vegetable crops). Moscow. 1994. 247 p. (In Russ.)

14. Jurina O.V., Pivovarov V.F., Balashova N.N. Breeding and Seed Production of Cucurbitaceae in Russia. Moscow: VNISSOK. 1998. 424 p. (In Russ.)

Об авторах:

Ирина Тимофеевна Балашова — доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур, SPIN-код: 9599-7515, <https://orcid.org/0000-0001-7986-2241>, автор для переписки, balashova56@mail.ru

Леся Владимировна Беспалько — кандидат с.-х. наук, с.н.с. лаб. зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур, SPIN-код: 6574-1422, lesa0501@mail.ru

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

About the Authors:

Irina T. Balashova — Dr. Sci. (Biology), Leader Researcher of Green, Aromatic and Decorative Breeding Laboratory, SPIN-code: 9599-7515, <https://orcid.org/0000-0001-7986-2241>, Correspondence Author, balashova56@mail.ru

Lesya V. Bepalko — Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Laboratory Breeding And Seed Green and Spicy Plants, SPIN-code: 6574-1422, lesa0501@mail.ru

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

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-60-64>

УДК: 635.9:581.1.043:573

Влияние УФ-В на прорастание пыльцевых зерен и рост пыльцевых трубок *Petunia hybrida* E. Vilm. *in vitro*

Е.В. Захарова*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» (ФГБНУ ВНИИСБ) 127550, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, 42

*Автор для переписки: zakharova_ekater@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Выведение новых сортов культурных растений невозможно без изучения их репродуктивных органов. Огромное значение в генетико-селекционной работе имеет высокая фертильность и жизнеспособность пыльцы. Часто растения-доноры пыльцы имеют ее низкое качество, что является причиной их частичного или полного бесплодия. Многие исследования говорят о том, что с помощью внешних воздействий имеется возможность управлять процессами оплодотворения. В ряде случаев было показано, что УФ-облучение влияет на цикл обменных процессов в пыльцевых зернах (ПЗ) растений и на скрещиваемость растений. В связи с этим основная задача нашего исследования заключалась в установлении действия УФ-В на прорастание ПЗ и рост пыльцевых трубок (ПТ) петунии (*Petunia hybrida* E. Vilm.) *in vitro* на среде культивирования. Пыльцу облучали эритемными лампами ЛЭ-30 с интенсивностью УФ-В 5 Вт/м². Дозы УФ-В от 1,5 до 18 кДж/м² регулировали продолжительностью облучения. Далее проводили культивирование пыльцы в течение 3 часов и проводили подсчет процента прорастания ПЗ и длины ПТ. В ходе эксперимента установлено, что обработка УФ-В влияла на прорастание пыльцы петунии лишь в том случае, если обработке подвергали ее монослой. В противном случае, очевидно, УФ достигал только тех ПЗ, которые

Effect of UV-B on *Petunia hybrida* E. Vilm. pollen grains germination and pollen tubes growth *in vitro*

Ekaterina V. Zakharova*

All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology 42, Timiryazevskaya st., Moscow, Russia, 127434

*Corresponding Author: zakharova_ekater@mail.ru

ABSTRACT

Breeding new varieties of cultivated plants is impossible without studying their reproductive organs. High fertility and pollen viability are of great importance in genetic selection work. Often pollen donor plants have low quality, which is the reason for their partial or complete sterility. Many studies suggest that with the help of external influences it is possible to control the processes of fertilization. In a number of cases, it has been shown that UV irradiation affects the cycle of metabolic processes in pollen grains (PGs) of plants and the crossability of plants. In this regard, the main objective of our study was to establish the effect of UV-B on the germination of PGs and the growth of pollen tubes (PTs) of petunia (*Petunia hybrida* E. Vilm.) *in vitro* on a cultivation medium. Pollen was irradiated with LE-30 erythema lamps with a UV-B intensity of 5 W/m². UV-B doses from 1.5 to 18 kJ/m² were regulated by the duration of irradiation. Next, pollen was cultivated for 3 hours and the percentage of germination of the PGs and the length of the PTs were calculated. During the experiment, it was found that UV-B treatment affected the germination of petunia pollen only if its monolayer was subjected to treatment. Otherwise, obviously, the UV reached only those PGs that were on the surface. UV treatment (5 kJ) of a monolayer of petunia pollen for 45 min was a critical radiation dose (after which the pollen did not germinate). Pollen did not lose its vital functions after UV

находились на поверхности. УФ-обработка (5кДж) монослоя пыльцы петунии в течение 45 мин являлась критической дозой облучения (после которой пыльца не прорастала).

Пыльца не утрачивала своих жизненных функций после УФ-обработки в том случае, если перед УФ-обработкой она находилась 30 мин в среде культивирования. УФ- излучение не влияло на процент прорастания влажной пыльцы (30 мин в среде до облучения), но отрицательно влияло на рост ПТ (наблюдали прямую зависимость от времени обработки).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Petunia hybrida E. Vilm., пыльцевое зерно, пыльцевая трубка, УФ-В

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (госзадание № FGUM-2022-0003).

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Захарова Е.В. Влияние УФ-В на прорастание пыльцевых зерен и рост пыльцевых трубок *Petunia hybrida* E. Vilm. *in vitro*. *Известия ФНЦО*. 2024;(2):60-64. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-60-64>

Поступила в редакцию: 15.04.2024

Принята к печати: 15.06.2024

Опубликована: 12.07.2024

treatment if it was in the cultivation medium for 30 minutes before UV treatment. UV radiation did not affect the percentage of germination of wet pollen (30 min in the medium before irradiation), but had a negative effect on the growth of PT (a direct dependence on the treatment time was observed).

KEYWORDS:

Petunia hybrida E. Vilm., pollen grain, pollen tube, UV-B

Acknowledgments. The study was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (state assignment No. FGUM-2022-0003).

Conflict of interest: The author declare that there are no conflict of interest.

For citations: Zakharova E.V. Effect of UV-B on germination and growth of pollen tubes of *Petunia hybrida* E. Vilm. *in vitro*. *News of FSVC*. 2024;(2):60-64. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-60-64>

Received: 15.04.2024

Accepted for publication: 25.06.2024

Published: 12.07.2024

Введение

Понимание фундаментальных процессов при половом размножении растений открывает потенциально новые возможности в практике, например, в сельскохозяйственном производстве семенных культур, так и для выявления ключевых принципов передачи сигналов растительных клеток. Будучи сидячими организмами, растения часто подвергаются многочисленным экстремальным абиотическим стрессам, таким как засуха, жара, холод, облучение ультрафиолетом (УФ) и др., которые снижают рост растений, продуктивность и урожайность [1]. Мужской гаметофит покрытосеменных растений является ключевой фазой жизненного цикла, поскольку именно он обеспечивает доставку неподвижных спермиев к яйцеклетке. Прорастание пыльцевого зерна (ПЗ) и поддержание полярного роста пыльцевой трубки (ПТ) являются ключевыми процессами прогамной фазы оплодотворения у высших растений, которые требуют как временной, так и пространственной координации многих клеточных функций [2-4].

Абиотические стрессы влияют на все процессы развития пыльцы, включая микроспорогенез, развитие ПЗ, их прорастание и рост ПТ [5]. Кроме того, абиотические стрессы значительно нарушают обмен фитогормонов, липидов и углеводов, изменяют гомеостаз активных форм кислорода (АФК) в пыльниках, которые в значительной степени ответственны за потерю фертильности пыльцы [6]. В настоящее время механизмы развития пыльцы при неблагоприятных абиотических стрессах все еще до конца не изучены. Понимание влияния стрессов на развитие ПЗ, их прорастание и регуляцию роста ПТ может значительно способствовать повышению урожайности и качества урожая. В связи с этим основная задача нашего исследования заключалась в изучении действия УФ-В на прорастание ПЗ и рост ПТ петунии (*Petunia hybrida* E. Vilm.) *in vitro* на среде культивирования.

Методы

Клонально размноженные растения *Petunia hybrida* были выращены и адаптированы к почвенным условиям при естественном освещении в теплице. Облучению подвергали свежесобранную воздушно сухую пыльцу или пыльцу, пророщенную на среде культивирования в течение 30 мин. Свежесобранную пыльцу помещали в чашки Петри. Для того, чтобы пыльцевые зерна не экранировали друг друга их распределяли при помощи кисточки в виде монослоя. Равномерность распределения пыльцы контролировали под микроскопом Primo Star Zeiss. Затем чашки закрывали полиэтиленовой стрейч-пленкой, пропускающей УФ-В радиацию. Пыльцу облучали эритемными лампами ЛЭ- 30 с интенсивностью УФ-В 5 Вт/м². Дозы УФ-В от 1,5 до 18кДж/ м² регулировали продолжительностью облучения.

Облученную пыльцу культивировали в течение 3 ч в термостате при температуре 25⁰С. В сосуд объемом 15 мл, помещали 2 мг пыльцы и 2 мл среды, содержащей 0,3 М сахарозу, 1,6 mM H₃BO₃. Результаты фиксировали каждый час. Степень прорастания оценивали по количеству проросших пыльцевых зерен, случайно выбранных и исследованных на четырех полях микроскопа (Zeiss Axioplan, Carl Zeiss, Германия) (n = 200). Длину пыльцевых трубок измеряли с помощью программы AxioVision 4.8 (Carl Zeiss, Германия).

Результаты

В ходе эксперимента установлено, что обработка УФ-В влияла на прорастание пыльцы петунии лишь в том случае, если обработке подвергали ее монослой. В противном случае, очевидно, УФ достигал только тех ПЗ, которые находились на поверхности. УФ-обработка (5кДж) монослоя пыльцы петунии в течение 45 мин являлась критической дозой облучения (после которой пыльца не прорастала). Наличие единичных ПТ в образцах, возможно, если данные ПЗ были скученны, например, у бортиков чашки Петри. С увеличением дозы облучения наблюдали прямую зависимость снижения как процента прорастания пыльцы, так и длины ПТ (табл.).

Таблица. Влияние УФ-В на прорастание и рост пыльцевых трубок *Petunia hybrida* E. Vilm. in vitro после 3 часов прорастания на среде.

Table. Effect of UV-B on germination and growth of pollen tubes of *Petunia hybrida* E. Vilm. in vitro after 3 hours of germination on the medium.

N	Вариант	% прорастания	Длина ПТ мкм
1	Контроль	31,30±2,1	102,8±22,3
2	Облучение УФ-В в течение 5 мин	24,49±1,0	71,0±27,9
3	Облучение УФ-В в течение 10 мин	23,25±1,8	74,6±19,9
4	Облучение УФ-В в течение 15 мин	21,05±1,4	71,4±20,8
5	Облучение УФ-В в течение 20 мин	11,11±1,8	76,0±25,7
6	Облучение УФ-В в течение 25 мин	13,04±1,5	75,7±16,6
7	Облучение УФ-В в течение 30 мин	12,5±1,8	70,0±27,0
8	Облучение УФ-В в течение 35 мин	13,04±1,2	71,0±16,1
9	Облучение УФ-В в течение 40 мин	9,37±0,8	57,5±25,8
10	Облучение УФ-В в течение 45 мин	Единичные ПТ	67,5±17,7
11	Облучение УФ-В в течение 50 мин	Единичные ПТ	55,7±11,6
12	Облучение УФ-В в течение 55 мин	Единичные ПТ	60,0±11,5
13	Облучение УФ-В в течение 60 мин	Единичные ПТ	64,3±17,8
14	Облучение УФ-В в течение 90 мин	Единичные ПТ	67,9±16,4
15	Облучение УФ-В в течение 120 мин	Единичные ПТ	43,3±12,1

Пыльца не утрачивала своих жизненных функций после УФ-обработки в том случае, если перед УФ-обработкой она находилась 30 мин в среде культивирования. УФ- излучение не влияло на процент прорастания влажной пыльцы (30 мин -в среде до облучения), но отрицательно влияло на рост ПТ (наблюдали прямую зависимость от времени обработки).

Таким образом несмотря на то, что пыльца растений представляет собой довольно стабильную систему с двумя оболочками, защищенную от воздействия окружающей среды, она чувствительна к воздействию УФ радиации и облучение сильно влияет на прорастание пыльцы и рост ПТ *in vitro*.

Обсуждение

Действие УФ радиации на живые организмы всегда привлекало внимание науки в связи с высокой реактивностью этих лучей. УФ в зоне 280-320 нм для многих растений является стрессовым фактором, поэтому, при продолжающемся разрушении озонового слоя под действием антропогенного фактора, может вызвать видовые изменения у живых организмов, в том числе у растений [7].

Сведения о влиянии УФ на цветение и опыление немногочисленны и не создают впечатления возможности радикальных изменений этих функций. Стенки пыльника поглощают около 98% падающего на него излучения. Во время опыления пыльца также хорошо защищена, поскольку ее стенка содержит УФ-поглощающие компоненты. Однако после переноса пыльцы на рыльце пестика пыльцевая трубка может стать чувствительной к УФ-В. Этот эффект более вероятен у растений с бинуклеарным типом пыльцы (как у петунии) и с большим временем прорастания по сравнению с тринуклеарным [8].

Имеется относительно небольшое количество исследований по влиянию УФ радиации на прорастание ПЗ и рост ПТ. Так, на примере *Paulownia tomentosa* было показано, что при повышении УФ-В происходит ингибирование прорастания пыльцы и роста пыльцевых трубок через повышение продукции NO в ПЗ и NOS- подобных ферментов в ПТ [9]. Синтез O_2^- и H_2O_2 увеличивался после UV-Ф обработки пыльцевых зерен кукурузы, и происходило непрерывное накопление липидных пероксидаз [10].

Согласно прогнозам, грядущие глобальные изменения климата, связанные с истощением озонового слоя, влекут за собой увеличение дозы попадающего на Землю УФ излучения [11,12]. В связи с этим знание механизмов действия УФ радиации на физиологические процессы у растений, и особенно на сельскохозяйственные культуры, приобретает большое теоретическое и практическое значение. Основная задача нашего исследования заключалась в том, чтобы установить эффекты действия УФ-В на прорастание ПЗ и рост ПТ петунии. Ясно, что УФ-В губительно действует на мужской гаметофит петунии, имеется прямая зависимость от дозы облучения, а облучение в течение 45 мин и выше является скорее всего летальной дозой для ПЗ петунии. Результаты наших исследований могут быть важны при оценке продуктивности сельскохозяйственных культур, при подборе и размещении сельскохозяйственных растений в высокогорных регионах, при разработке технологии выращивания кормовых растений в высокогорных хозяйствах.

References

1. Zhang Z., Hu M., Xu W., Wang Y., Huang K., Zhang C., Wen, J. Understanding the molecular mechanism of anther development under abiotic stresses. *Plant Molecular Biology*, 2021;(105):1-10.
2. Cheung A.Y., Wu H.M. Structural and signaling networks for the polar cell growth machinery in pollen tubes. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008;(59):547-572.
3. Fu Y. The cytoskeleton in the pollen tube. *Current Opinion in Plant Biology*. 2015;(28):111-119.
4. Cai G., Aloisi I., Del Duca S. Pollen-Pistil Interaction. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023;24(4):3707.
5. Jin Y., Yang H., Wei Z., Ma H., Ge X. Rice male development under drought stress: phenotypic changes and stage-dependent transcriptomic reprogramming. *Molecular Plant*, 2013;6(5):1630-1645.
6. Gong Z., Xiong L., Shi H., Yang S., Herrera-Estrella L.R., Xu G., Zhu J. K. Plant abiotic stress response and nutrient use efficiency. *Science China Life Sciences*. 2020;(63):635-674.
7. Torres-Contreras A.M., Garcia-Baeza A., Vidal-Limon H.R., Balderas-Renteria I., Ramirez-Cabrera M.A., Ramirez-Estrada K. Plant secondary metabolites against skin photodamage: Mexican plants, a potential source of uv-radiation protectant molecules. *Plants*, 2022;1(2):220.
8. Koti S., Reddy K.R., Kakani V.G., Zhao D., Reddy V.R. Soybean (*Glycine max*) pollen germination characteristics, flower and pollen morphology in response to enhanced ultraviolet-B radiation. *Annals of botany*. 2004;94(6):855-864.

9. He J.M., Bai X.L., Wang R.B., Cao B., She X.P. The involvement of nitric oxide in ultraviolet-B-inhibited pollen germination and tube growth of *Paulownia tomentosa* *in vitro*. *Physiologia Plantarum*. (2007);131(2):273-282.

10. Wang S., Xie B., Yin L., Duan L., Li Z., Egrinya Eneji A., Tsunekawa A. Increased UV-B radiation affects the viability, reactive oxygen species accumulation and antioxidant enzyme activities in maize (*Zea mays* L.) pollen. *Photochemistry and Photobiology*. 2010;86(1):110-116.

11. Rozema J., Blokker P., Mayoral Fuertes M.A., Broekman R. UV-B absorbing compounds in present-day and fossil pollen, spores, cuticles, seed coats and wood: evaluation of a proxy for solar UV radiation. *Photochemical & Photobiological Sciences*. 2009;8(9):1233-1243.

12. Jenkins G.I. Photomorphogenic responses to ultraviolet-B light. *Plant, cell & environment*. 2017;40(11):2544-2557.

Об авторе:

Екатерина Владимировна Захарова – кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник, руководитель группы репродуктивной биологии растений ФГБНУ ВНИИСБ, <https://orcid.org/0000-0002-1067-2543>, Scopus ID: 7102655850, Researcher ID: E-6331-2019, SPIN-код: 3626-3722, AuthorID: 112155 автор для переписки, zakharova_ekater@mail.ru

About the Author:

Ekaterina V. Zakharova – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher of the Research and Methodology Department of Bacteriology, SPIN-code: SPIN-код: 3626-3722, AuthorID: 112155, <https://orcid.org/0000-0002-1067-2543>, Scopus ID: 7102655850, Researcher ID: E-6331-2019, Correspondence Author, zakharova_ekater@mail.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-65-72>

УДК: 635.615(089)

Результаты изучения коллекционных образцов арбуза

И. Н. Бочерова, Н. Б. Рябчикова*

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

*Автор для переписки: nataligrafinya@inbox.ru

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В данной статье представлены исследования по изучению исходного материала и выделение форм с хозяйственно ценными признаками для пополнения и расширения генофонда арбуза.

Селекционерами станции были изучены образцы арбуза отечественной и иностранной селекции разнообразные по географическому происхождению. Детальное изучение генетических ресурсов в коллекционных питомниках позволят выделить образцы с хозяйственно ценными признаками и включить их в селекционную работу для получения новых перспективных сортов арбуза.

Материалы и методы. Научные исследования проводили в 2021 – 2023 г.г. в коллекционном питомнике на полях Быковской бахчевой селекционной опытной станции. За годы исследований было изучено 88 образцов арбуза различных фирм. Образцы изучались в сравнении с лучшими районированными сортами (стандартами) станции: в раннеспелой группе – Зенит, в среднеспелой – Синчевский, в позднеспелой – Холодок.

Результаты. По результатам исследований проведенных в полевых опытах выделены образцы для создания новых сортов арбуза. По урожайности плодов выделились образцы: Summit F₁ – 33,8 т/га, Канго F₁ – 36,9 т/га, Мадага F₁ – 35,5 т/га. По содержанию сухого

The results of the study of collection samples of watermelon

Irina N. Bocherova, Natalia B. Ryabchikova

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

*Correspondence Author: BBSOS34@yandex.ru

ABSTRACT

Relevance. This article presents research on the study of the source material and the selection of forms with economically valuable traits for replenishing and expanding the watermelon gene pool. The plant breeders studied samples of watermelon of domestic and foreign breeding, diverse in geographical origin. A detailed study of genetic resources in collection nurseries will allow us to identify samples with economically valuable traits and include them in breeding work to obtain new promising varieties of watermelon.

Materials and methods. Scientific research was carried out in 2021-2023 in a collection nursery in the fields of the Bykovskaya melon breeding experimental station. Over the years, 88 samples of watermelon from various companies have been studied. The samples were studied in comparison with the best zoned varieties (standards) of the station: in the early-maturing group – Zenit, in the middle-maturing group – Sinchevsky, in the late-maturing group – Kholodok.

Results. Based on the results of research conducted in field experiments, samples were selected to create new varieties of watermelon. In terms of fruit yield, the following samples stood out: Summit F₁ – 33.8 t/ha, Kanro F₁ – 36.9 t/ha, Madaga F₁ – 35.5 t/ha. According to the dry matter content, the following samples were isolated: Ogun F₁ (9.0–14.0%), Asahi sugar F₁ (13.0–15.0%),

вещества выделились образцы: Ogun F₁ (9,0–14,0%), Asahi sugar F₁ (13,0–15,0%), Мелания F₁ (13,0–13,8%), Рафинад (10,0–13,4). По скороспелости выделились два образца арбуза Сибирская роза и Чунгачанга вегетационный период составил 62 суток. По окраске и консистенции мякоти: Одиссей F₁, Соренто F₁, Ярило, Геркулес F₁, Ерофей, Полосатая торпеда F₁. Данные образцы будут использоваться в селекционной работе для создания новых сортов арбуза.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

арбуз, урожайность, сухое вещество, селекция, коллекционный питомник, образцы, вегетационный период

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Бочерова И.Н., Рябчикова Н.Б. Результаты изучения коллекционных образцов арбуза. *Известия ФНЦО*. 2024;(2):65-72. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-65-72>

Поступила в редакцию: 19.05.2024

Принята к печати: 25.06.2024

Опубликована: 12.07.2024

Melania F₁ (13.0–13.8%), Refined (10.0–13.4). According to precocity, two samples of watermelon, Siberian rose and Chunga chang, stood out the growing season was 62 days. According to the color and consistency of the pulp: Odysseus F₁, Sorento F₁, Yarilo, Hercules F₁, Yerofey, Striped torpedo F₁. These samples will be used in breeding work to create new varieties of watermelon.

KEYWORDS:

watermelon, yield, dry matter, breeding, collection nursery, samples, growing season

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflict of interest.

For citations: Bocherova I.N., Ryabchikova N.B. The results of the study of collection samples of watermelon. *News of FSVC*. 2024;(2):65-72. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-65-72>

Received: 19.05.2024

Accepted for publication: 25.06.2024

Published: 12.07.2024

Введение

Арбузы – вкусные, сочные и сладкие плоды, содержащие множество полезных для человека веществ, таких как витамины, минералы и микроэлементы, которые благотворно влияют на работу многих органов и систем. Сегодня, благодаря усилиям селекционеров, есть возможность выращивать сорта с самой разной массой и формой плодов, вкусом, цветом мякоти и степенью зрелости.

Селекция растений – важнейшая наука для сельского хозяйства. Селекция растений играет важную роль в устойчивом и конкурентоспособном сельскохозяйственном производстве [1].

Селекция начинается с подбора, оценки и изучения исходного материала, его генетического потенциала и гетерогенности исходных популяций, что обеспечивает успех работы. При подборе и создании нового исходного материала, отвечающего поставленной цели, селекционер выбирает образцы или формы, обладающие теми признаками, которые необходимы в данной экологической зоне [2].

Одним из первых и основных методов получения арбуза с заданными параметрами хозяйственно ценных признаков (продолжительность вегетации, урожайность, окраска мякоти, высокое содержание сухого вещества и др.) является исходный питомник, который подразделяется на коллекционный и гибридный питомник.

Цель коллекционного питомника заключается в отборе образцов, наилучшим образом отвечающих поставленным целям селекционной работы. При обнаружении подходящих форм они становятся исходным материалом для дальнейшей селекции.

Тщательное изучение генетических ресурсов коллекционного питомника позволяет выделить образцы с хозяйственно ценными признаками для использования их в селекционной работе [3].

Одним из важнейших этапов селекционной работы – создание исходного материала, который является основой для всех будущих сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Исходный материал является источником, из которого селекционеры выделяют необходимые им ценные признаки [4].

Ключевым фактором успешного создания новых сортов являются четкое представление моделей сорта, наличие исходного материала, отличающегося комплексом хозяйственно полезных признаков, целенаправленный подбор родительских форм при использовании в гибридизации и эффективный отбор генотипов в поколениях. Успех селекции во многом зависит от исходного материала, используемого в гибридизации. Тот факт, что реализация генотипов в различных условиях далеко не однозначна, обуславливает необходимость изучения коллекционного материала в конкретных условиях. Для изучения исходного материала арбуза нами ежегодно закладываются коллекционный питомник [5].

Создание новых сортов арбуза в условиях Волгоградского Поволжья является актуальным для дальнейшего развития селекции бахчевых культур в бахчесеющих регионах России. При этом использование генетического разнообразия лучших сортов отечественной и мировой селекции, является одной из составляющих селекционного процесса. Как отмечал Н.И. Вавилов [6], в основу селекции положено учение об исходном материале, о происхождении культурных растений и его генетическом изучении. При создании нового сорта, прежде всего, необходимо подобрать, изучить и сформировать исходный коллекционный материал. Только, имея в наличии подходящего для селекции исходного материала, можно надеяться на положительный результат [7]. Нестабильность и непредсказуемость природно-климатических факторов в течение вегетационного периода и сложность взаимодействия сортов с окружающей средой создают основу для выведения сортов, адаптированных к каждой конкретной агроклиматической зоне [8].

Повышение урожайности бахчевых культур возможно, как за счет совершенствования технологий возделывания, так и за счет внедрения новых, более продуктивных сортов, доля которых составляет 25-50%. Сочетание в одном сорте высокого потенциала урожайности с устойчивостью к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды является одной из основных задач селекции растений. [9].

Обсуждая подходы к изучению эколого-генетических основ адаптивных селекционных систем, важно обратить внимание на то, что генетические характеристики сортов и гибридов могут быть изучены с пониманием физиологической, морфоанатомической и фенологической природы механизмов и структур, обеспечивающих возможность повышения их потенциала в конкретных условиях выращивания. В то же время в условиях рыночной экономики роль сортов особенно важна для снижения межгодовой изменчивости величины и качества урожая [10].

По данным ФАО, в 2022 году арбуз, основная бахчевая культура, которая выращивается более чем в 130 странах. В мире столовый арбуз выращивается на 2,91 млн. га, общий урожай составляет 99,52 млн. тонн при средней урожайности 34,2 тонны с гектара. В России посевные площади составляют 9,104 млн. га при общем урожае 1,63 млн. тонн и средней урожайности 17,9 тонн с гектара [11].

Существует необходимость в пополнении и расширении генофонда арбуза, изучении исходного материала и выделении форм с хозяйственно ценными признаками.

В связи с этим на основе многолетнего изучения коллекции ВИР селекционеры станции выделили ценный исходный материал для селекции, который будет использован непосредственно для создания новых сортов бахчевых культур.

Цель исследований – изучение коллекционного материала сортов и гибридов арбуза отечественной и зарубежной селекции в условиях Волгоградского Заволжья и выделение наиболее перспективных форм для селекции [12].

Материал и методика исследования

Объектом изучения были сорта и гибриды арбуза отечественной и иностранной селекции. Исследования проводили в 2021–2023 годах на Быковской бахчевой селекционной опытной станции. За три года было изучено 88 образцов арбуза. Анализ образцов проводили в богарных условиях, по 5 – 20 растений каждого образца на делянке. Посев проведён в первой декаде мая. Агротехника на участке общепринятая для выращивания бахчевых культур. Посев ручной, под мотыгу.

В качестве стандартов использованы сорта селекции нашей станции: Зенит – раннего срока созревания, Синчевский – среднего срока созревания, Холодок – позднего срока созревания.

Задачи исследований:

- изучение сортового разнообразия арбуза столового отечественной и иностранной селекции для использования в селекции в соответствии с заданной моделью сорта;
- разбить образцы арбуза столового на группы по длине вегетационного периода: раннеспелый не более 75 суток; среднеспелый от 76 до 85 суток; позднеспелый от 86 суток и более;
- выявить образцы арбуза столового с высокой потенциальной урожайностью;
- проведение исследования по определению содержания сухого вещества в изучаемых образцах арбуза столового полевым рефрактометром.

Исследования проводили в полевых опытах с использованием существующих методик, рекомендаций, стандартов [13,14].

В процессе изучения коллекционных образцов нами определены хозяйственно – ценные признаки культуры.

В ходе проведения исследований осуществлялись следующие наблюдения и учеты:

- фенологические наблюдения по определению прохождения межфазовых периодов изучаемыми образцами: всходы, шатрик, плетобразование, образование и созревание плодов. Начало (10%) и массовое (75%);
- полевой анализ плодов: размер плода, форма и окраска плода, толщина коры, окраска и консистенция мякоти, цвет и размер семян, содержание сухого вещества в соке плода полевым рефрактометром;
- учёт урожая методом взвешивания, поделяночно.

Результаты и обсуждения

По результатам исследований выделилось 15 образцов арбуза столового по следующим признакам:

- по раннеспелости «всходы – созревание первого плода» – Чунга чунга, Сибирская роза – 62 суток;
- высокая урожайность: Summit F₁, Мадага F₁, Epica F₁, Сорбет, Канго F₁;
- высокое содержание сухого вещества: Ogun F₁, Asahi sugar F₁, Рафинад, Мелания F₁;
- окраска и консистенция мякоти: Геркулес F₁, Ярило, Ерофей, Полосатая торпеда F₁, Одиссей F₁, Соренто F₁.

Характеристика изученных образцов проведена ниже.

Зенит (st) – сорт раннего срока созревания. Вегетационный период составил 72 суток. Плоды шаровидной формы, массой 5,5–6,5 кг. Окраска плода зелёная, рисунок – тёмно – зелёные широкие смыкающиеся полосы. Мякоть красная, зернистая среднеплотной консистенции. Содержание сухого вещества 9,0–11,4%. Семена серые, мелкие. Урожайность 18,3 т/га.

Синчевский (st) – сорт среднего срока созревания. Вегетационный период составил 78 суток. Плоды шаровидной формы, массой 6,0 – 9,0 кг. Окраска плода светло – зелёная, рисунок – тёмно – зелёные фестончатые полосы. Мякоть интенсивно розовая, зернистая среднеплотной консистенции. Содержание сухого вещества 10,4–11,2%. Семена чёрные, крупные. Урожайность 22,9 т/га.

Холодок (st) – сорт позднего срока созревания. Вегетационный период составил 90 суток. Плоды короткоэллипсоидальной формы, массой 7,0–9,5 кг. Окраска плода зелёная, рисунок – чёрно-зелёные полосы средней ширины. Мякоть ярко-розовая, зернистая среднеплотной консистенции. Содержание сухого вещества 8,8–12,0%. Семена светло – коричневые, крапчатые, шероховатые, крупные. Урожайность 20,8 т/га.

Чунга чанга (Золотая сотка Алтай, Россия). Вегетационный период 62 суток. Плоды шаровидной формы, массой 3,2–4,5 кг. Окраска плода темно – зелёная, рисунок – едва заметные узкие черные полосы. Мякоть красная. Содержание сухого вещества 8,0 – 8,6%. Семена черные, мелкие. Урожайность 17,3 т/га.

Сибирская роза (Уральский дачник, Россия). Вегетационный период 62 суток. Плоды шаровидной формы, массой 4,5–5,5 кг. Окраска плода темно – зелёная, рисунок – узкие черные по-

лосы. Мякоть красная, зернистая. Содержание сухого вещества 9,8 – 11,0%. Семена коричневые с усиком, мелкие. Урожайность 15,0 т/га.

Рафинад (Аэлига, Россия). Vegetационный период 72 суток. Плоды шаровидной формы, массой 5,0 – 8,0 кг. Окраска плода светло-зелёная, рисунок – сетка. Мякоть красная, зернистая. Содержание сухого вещества 10,0–13,4%. Семена коричневые с черным усиком, мелкие. Урожайность 28,6 т/га.

Мелания F₁ (Seminis, Голандия). Vegetационный период 71 суток. Плоды удлинённой формы, массой 10,0–12,5 кг. Окраска плода светло-зелёная, рисунок – зелёные широкие смыкающиеся полосы. Мякоть ярко-розовая. Содержание сухого вещества 13,0–13,8%. Семена серые, мелкие. Урожайность 29,3 т/га.

Сорбет (Аэлига, Россия). Vegetационный период 82 суток. Плоды шаровидной формы, массой 7,0–12,0 кг. Окраска плода зелёная, рисунок – сетка. Мякоть розовая, зернистая. Содержание сухого вещества 8,8–11,4%. Семена серые, средние. Урожайность 29,7 т/га.

Ерофей (Гавриш, Россия). Vegetационный период 72 суток. Плоды шаровидной формы, массой 10,0–12,5 кг. Окраска плода зелёная, рисунок – сетка. Мякоть красная, зернистая, плотная. Содержание сухого вещества 10,0–11,6%. Семена серые, крупные. Урожайность 30,8 т/га.

Полосатая торпеда F₁ (Гавриш, Россия). Vegetационный период 70 суток. Плоды цилиндрической формы, массой 10,0–10,5 кг. Окраска плода светло-зелёная, рисунок – зелёные широкие смыкающиеся полосы. Мякоть красная, зернистая. Содержание сухого вещества 10,0–10,8%. Семена коричневые с чёрным усиком, мелкие. Урожайность 29,8 т/га.

Одиссей F₁ (Sakata, Япония). Vegetационный период 71 суток. Плоды удлинённой формы, массой 7,0–11,5 кг. Окраска плода светло-зелёная, рисунок – зелёные широкие полосы. Мякоть красная, зернистая. Содержание сухого вещества 10,0–11,0%. Семена серые, мелкие. Урожайность 28,0 т/га.

Соренто F₁ (Syngenta, Голландия). Vegetационный период 72 суток. Плоды шаровидной формы, массой 6,5–8,0 кг. Окраска плода зелёная, рисунок – тёмно-зелёные шиповатые полосы средней ширины. Мякоть красная, зернистая. Содержание сухого вещества 10,0–11,0%. Семена серые, мелкие. Урожайность 23,7 т/га.

Ogun F₁ (Нидерланды). Vegetационный период 68 суток. Плоды овальной формы, массой 6,0–8,0 кг. Окраска плода светло-зелёная, рисунок – зелёные фестончатые полосы средней ширины. Мякоть ярко-розовая. Содержание сухого вещества 9,0–14,0%. Семена тёмно-коричневые, мелкие. Урожайность 19,8 т/га.

Summit F₁ (США). Vegetационный период 75 суток. Плоды шаровидной формы, массой 5,5–9,0 кг. Окраска плода зелёная, рисунок – тёмно-зелёные узкие полосы. Мякоть ярко-розовая, зернистая. Содержание сухого вещества 9,0–10,6%. Семена чёрные, среднего размера. Урожайность 33,8 т/га.

Ериса F₁ (Clause, Франция). Vegetационный период 71 суток. Плоды эллиптической формы, массой 8,0–12,0 кг. Окраска плода светло-зелёная, рисунок – зелёные шиповатые полосы средней ширины. Мякоть ярко-розовая, зернистая, плотная. Содержание сухого вещества 9,8–12,6%. Семена чёрные, мелкие. Урожайность 16,5 т/га.

Мадага F₁ (Vilmorin S.A. Франция). Vegetационный период 68 суток. Плоды эллиптической формы, массой 6,0–10,0 кг. Окраска плода зелёная, рисунок – тёмно-зелёные широкие смыкающиеся шиповатые полосы. Мякоть красная, зернистая, плотная. Содержание сухого вещества 10,0–12,8%. Семена черные, мелкие. Урожайность 35,5 т/га.

Геркулес F₁ (Syngenta, Голландия). Vegetационный период 68 суток. Плоды овальной формы, массой 6,0–9,4 кг. Окраска плода светло-зелёная, рисунок – зелёные фестончатые полосы средней ширины. Мякоть красная, зернистая, плотная. Содержание сухого вещества 10,0–10,8%. Семена чёрные, мелкие. Урожайность 16,2 т/га.

Asahi sugar F₁ (Япония). Vegetационный период 71 суток. Плоды шаровидной формы, массой 5,0–6,0 кг. Окраска плода светло-зелёная, рисунок – узкие зубчатые полосы. Мякоть красная. Содержание сухого вещества 13,0–15,0%. Семена коричневые с усиком, мелкие. Урожайность 13,5 т/га.

Капо F₁ (Япония). Vegetационный период 71 суток. Плоды удлинённой формы, массой 6,4–12,0 кг. Окраска плода тёмно-зелёная, рисунок – чёрные узкие зубчатые полосы. Мякоть лимон-

ная. Содержание сухого вещества 10,0–12,6%. Семена тёмно-коричневые, мелкие. Урожайность 36,9 т/га.

Ярило (Россия). Вегетационный период 71 сутки. Плоды шаровидной формы, массой 5,5–8,5 кг. Окраска плода зелёная, рисунок – сетка. Мякоть красная, зернистая. Содержание сухого вещества 10,0–11,0%. Семена коричневые, крупные. Урожайность 28,2 т/га.

Таблица 1. Характеристика лучших образцов арбуза столового в коллекционном питомнике за 2021–2023 годы (среднее)

Table 1. Characteristics of the best samples of table watermelon in the collection nursery for 2021-2023

Название образца	Страна – оригинатор	Период вегетации, сут.	Содержание сухого вещества, %	Окраска мякоти	Урожайность, т/га
Зенит (st)	Россия	71	9,0–11,4	красная, зернистая	18,3
Синчевский (st)	Россия	78	10,4–11,2	розовая, зернистая	22,9
Холодок (st)	Россия	90	8,8–12,0	ярко – розовая, зернистая	20,8
OgunF ₁	Нидерланды	68	9,0–14,0	ярко – розовая	19,8
Summit F ₁	США	75	9,0–10,6	ярко – розовая	33,8
МадагаF ₁	Франция	68	10,0–12,8	красная, зернистая	35,5
Геркулес F ₁	Нидерланды	68	10,0–10,8	красная, зернистая	16,2
KanroF ₁	Япония	71	10,0–12,6	лимонная	36,9
Ярило	Россия	71	10,0–11,0	красная, зернистая	28,2
Asahi sugar F ₁	Япония	71	13,0–15,0	красная	13,5
Epica F ₁	Франция	71	9,8–12,6	ярко – розовая, зернистая	16,5
СорентоF ₁	Голландия	72	10,0–11,0	красная, зернистая	23,7
Одиссей F ₁	Япония	71	10,0 – 11,0	красная, зернистая	28,0
Полосатая торпеда F ₁	Россия	70	10,0–10,8	красная, зернистая	29,8
Ерофей	Россия	72	11,0 – 11,6	красная, зернистая, плотная	30,8
Сорбет	Россия	82	8,8–11,4	розовая, зернистая	29,7
Мелания F ₁	Голландия	71	13,0–13,8	ярко-розовая	29,3
Рафинад	Россия	72	10,0–13,4	красная, зернистая	28,6
Сибирская роза	Россия	62	9,8–11,0	красная, зернистая	15,0
Чунга чанга	Россия	62	8,0–8,6	красная	17,3
НСР ₀₅					0,45 т/га

Заключение

В результате проведенного исследования изучено 88 образцов арбуза столового различного эколого-географического происхождения в богарных условиях Волгоградской области. Выделены образцы арбуза по таким признакам, как скороспелость, содержание сухого вещества, окраска и консистенция мякоти, урожайность, которые будут использоваться в качестве исходного материала для селекционной работы. Результаты исследований свидетельствуют о том, что большинство изученных сортов и гибридов раннего срока созревания.

В ходе проведенных полевых опытов выделены образцы для создания новых сортов арбуза в условиях Волгоградского Заволжья. По урожайности плодов выделились образцы: Summit – 33,8 т/га, Kanro – 36,9 т/га, Мадага F₁ – 35,5 т/га, также гибрид Мадага выделился по окраске и консистенции мякоти: красная, зернистая.

По содержанию сухого вещества выделились образцы: Ogun F₁ (9,0–14,0%), Asahi sugar F₁ (13,0–15,0%), Мелания F₁ (13,0–13,8%), Рафинад (10,0–13,4). Последний образец выделился по окраске и консистенции мякоти.

По скороспелости выделились два образца Сибирская роза и Чунга чанга вегетационный период составил 62 суток.

По окраске и консистенции мякоти: Одиссей F₁, Соренто F₁, Ярило, Геркулес F₁, Ерофей, Полосатая торпеда F₁.

Данные образцы будут использоваться в селекционной работе для создания новых сортов арбуза в качестве родительских форм.

Литература

1. Малыева С.В., Бочерова И.Н., Корнилова М.С. Использование исходного материала в селекции арбуза и дыни. *Известия ФНЦО*. 2020;(2):68-72. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-2-68-72> <https://elibrary.ru/qftkmo>
2. Варивода Е.А., Бочерова И.Н., Масленникова Е.С. Результаты изучения и использования генетических коллекций в селекции арбуза. *Орошаемое земледелие*. 2020;(2):25-28. <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2020-2-5> <https://elibrary.ru/sxyhzz>
3. Авдеенко Л.М., Штайнерт Т.В., Алилуев А.В. Формирование, изучение и использование коллекции томата в генофонде Уральского и Сибирского регионов. *Известия ФНЦО*. 2020;(3-4):105-108. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-3-4-105-108> <https://elibrary.ru/jdwnmd>
4. Корнилова М.С., Варивода Е.А. Изучение исходного материала для использования в селекционном процессе по созданию новых сортов дыни. *Орошаемое земледелие*. 2019;(4):17-20. <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2019-4-3> <https://elibrary.ru/rsynhu>
5. Коротцева И.Б. Основные направления и задачи селекции тыквенных культур ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства». *Овощи России*. 2022;(4):5-10. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-5-10> <https://elibrary.ru/eprgyq>
6. Казыдуб Н.Г., Каштанова Ю.А. Продуктивность и качественная оценка коллекционных образцов тыквы (*Cucurbita* L.) в условиях южной лесостепи Западной Сибири. *Овощи России*. 2023;(6):61-65. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-6-61-65> <https://elibrary.ru/kqmxqu>
7. Жученко А.А., Рыбченко Т.И., Кучумов А.В., Терентьев С.Е. Комплексное использование генетических ресурсов растений. Актуальные вопросы развития органического сельского хозяйства: сборник материалов международной научно-практической конференции. Смоленск, 2018. С.40–51.

References

1. Malueva S.V., Bocherova I.N., Kornilova M.S. Use of the source material in the selection of watermelon and melon. *News of FSVC*. 2020;(2):68-72. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-2-68-72> <https://elibrary.ru/qftkmo>
2. Varivoda E.A., Bocharova I.N., Maslennikova E.S. Results of the study and use of genetic collections in the selection of watermelon. *Irrigated agriculture*. 2020;(2):25-28. (In Russ.) <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2020-2-5> <https://elibrary.ru/sxyhzz>
3. Avdeenko L.M., Steinert T.V., Aliluev A.V. Formation, study and use of the tomato collection in the gene pool of the Ural and Siberian regions. *News of FSVC*. 2020;(3-4):105-108. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2020-3-4-105-108> <https://elibrary.ru/jdwnmd>
4. Kornilova M.S., Varivoda E.A. Studying of original material for use in the selection process for creating new melon varieties. *Irrigated agriculture*. 2019;(4):17-20. (In Russ.) <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2019-4-3> <https://elibrary.ru/rsynhu>
5. Korottseva I.B. The main directions and tasks of pumpkin crop breeding of the FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center". *Vegetable crops of Russia*. 2022;(4):5-10. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-5-10> <https://elibrary.ru/eprgyq>
6. Kazydub N.G., Kashtanova Yu.A. Productivity and quality of collection samples of pumpkin (*Cucurbita* L.) in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(6):61-65. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-6-61-65> <https://elibrary.ru/kqmxqu>
7. Zhuchenko A.A., Rybchenko T.I., Kuchumov A.V., Terentyev S.E. Integrated use of plant genetic resources. Topical issues of organic agriculture development: collection of materials of the international scientific and practical conference. Smolensk, 2018. P.40-51. (In Russ.)

8. Потанин В.Г., Алейников А.Ф., Степочкин П.И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2014;18(3):548-552. <https://elibrary.ru/sxxzlt>

9. Колебошина Т.Г., Егорова Г. С., Малеева С. В., Варивода Е. А. Подбор родительских пар и создание исходного материала для селекции новых сортов арбуза. *Орошаемое земледелие*. 2018;(4):44-47. <https://elibrary.ru/piyqfe>

10. Ахмедова П.М., Велижанов Н.М. Оценка коллекционного материала сортов томата в условиях Дагестана в целях выделения наиболее перспективных форм для селекции томата. *Овощи России*. 2022;(1):46-50. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-46-50> <https://elibrary.ru/bzjnjh>

11. <https://www.fao.org/faostat/en>

12. Варивода Е.А., Колебошина Т.Г., Фомин С.Д., Масленникова Е.С. Оценка и отбор коллекционных образцов арбуза для использования в селекционном процессе *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2021;2(62):222-231. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-02-23> <https://elibrary.ru/zoxjhu>

13. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Россельхозакадемия. 2011.

14. Фурса Т.Т. Селекция бахчевых культур. Методические указания ВИР. Л., 1988. 78 с.

8. Potanin W.G., Aleinikov A.F., Stepochkin P.I. A new approach to estimation of the ecological plasticity of plant varieties. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2014;18(3):548-552. (In Russ.) <https://elibrary.ru/sxxzlt>

9. Koleboshina T.G., Egorova G. S., Malueva S. V., Varivoda E. A. Selection of parent pairs and creation of source material for breeding new varieties of watermelon. *Irrigated agriculture*. 2018;(4):44-47. (In Russ.) <https://elibrary.ru/piyqfe>

10. Akhmedova P.M., Velizhanov N.M. Evaluation of the collection material of tomato varieties in dagestan in order to identify the most promising forms for tomato breeding. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):46-50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-46-50> <https://elibrary.ru/bzjnjh>

11. <https://www.fao.org/faostat/en>

12. Varivoda E.A., Kuleboshina T.G., Fomin S.D., Maslennikova E.S. Evaluation and selection of collection samples of watermelon for use in the breeding process. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2021;2(62):222-231. (In Russ.) <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-02-23> <https://elibrary.ru/zoxjhu>

13. Litvinov S.S. Methodology of field experience in vegetable growing. M.: Russian Agricultural Academy. 2011. (In Russ.)

14. Fursa T.T. Selection of melons. Methodical instructions in the VIR. L., 1988. 78 p. (In Russ.)

Об авторах:

Ирина Николаевна Бочерова – научный сотрудник отдела селекции, <https://orcid.org/0000-0003-2823-5701>, SPIN-код: 1013-1370

Наталья Борисовна Рябчикова – научный сотрудник отдела агротехники и первичного семеноводства, <https://orcid.org/0000-0002-2428-1391>, SPIN-код: 8246-1400, автор для переписки, nataligrafinya@inbox.ru

About the Authors:

Irina N. Bocharova – Researcher at the Breeding Department, <https://orcid.org/0000-0003-2823-5701>, SPIN-code: 1013-1370

Natalia B. Ryabchikova – Researcher at the Department of Agrotechnics and Primary Seed Production, <https://orcid.org/0000-0002-2428-1391>, SPIN-code: 8246-1400, Correspondence Author, nataligrafinya@inbox.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-73-79>

УДК: 635.611:631.531:581.13

**Влияние площади питания на семенную
продуктивность среднеспелого сорта дыни
(*Cucumis melo* L.) Гармония**

**М.С. Корнилова*, Н.В. Кобкова,
Н.Б. Рябчикова**

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

**Автор для переписки: BBSOS34@yandex.ru*

**The effect of nutrition areas on the seed
productivity of the medium-ripened melon variety
(*Cucumis melo* L.) Harmony**

**Maria S. Kornilova*, Natalya V. Kobkova,
Natalia B. Ryabchikova**

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

**Correspondence Author: BBSOS34@yandex.ru*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. На Быковской БСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО создание сортов с ценными хозяйственными признаками, устойчивых к основным болезням и к био и абιο факторам среды, и разработка новых элементов технологий является основным направлением.

Материалы и методы. В условиях Волгоградского Заволжья на Быковской бахчевой селекционной опытной станции велась работа в 2019-2021 годах с применением новых элементов технологий выращивания дыни Гармония, которые влияют на качество семян и урожайность. Исследования проводили с использованием метода индивидуального отбора плодов для дальнейшего их использования в работе, руководствовались государственно-отраслевыми стандартами и методическими указаниями.

Результаты. В результате исследований на Быковской БСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО была определена зависимость увеличения урожайности и выхода семян от площадей питания по среднеспелому сорту дыни Гармония. Самая высокая урожайность (15,7 т/га) у дыни Гармония была на варианте с максимальным загущением, с площадью питания 1,05 м², что на 25,6% больше контроля и на 65,2% больше площади питания 3,15 м².

ABSTRACT

Relevance. The creation of varieties with valuable economic characteristics resistant to major diseases and to bio and abio environmental factors, and the development of new technology elements is the main focus at the Bykovskaya BSOS – a branch of the Federal scientific vegetable center.

Materials and methods. In the conditions of the Volgograd Volga region, work was carried out at the Bykovskaya melon breeding experimental station from 2019-2021, using new elements of Harmony melon cultivation technologies that affect seed quality and yield. The research was carried out using the method of individual sampling for their further use in the work, guided by state industry standards and methodological guidelines.

Results. As a result of research at the Bykovskaya BSOS – a branch of the Federal scientific vegetable center, the dependence of increasing yield and seed yield on nutrition areas for the medium-ripened melon variety Harmony was determined. The highest yield (15.7 t/ha) of Harmony melon was in the variant with maximum thickening, with a feeding area of 1.05 m², which is 25.6% more than the control and 65.2% more than the feeding area of 3.15 m². Accordingly, the seed yield (175 kg per 1 ha) of the medium-ripened melon variety Harmony

Соответственно выход семян (175 кг/га) среднеспелого сорта дыни Гармония увеличился на площади питания 1,05 м² по сравнению контролем 2,1 м² на 21,5% и площади питания 3,15 м² на 59%. Установлено, что для увеличения выхода семян дыни с 1 га/кг, самым оптимальным является применение площади питания 1,05 м² (2,1×0,5). Так как при данной площади питания ускоряется созревание плодов, увеличивается урожайность и выход семян с 1 га/кг, что позволяет получить семенную продукцию в короткие сроки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

дыня, вегетационный период, урожайность, выход семян, площадь питания

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Корнилова М.С., Кобкова Н.В., Рябчикова Н.Б. Влияние площади питания на семенную продуктивность среднеспелого сорта дыни (*Cucumis melo* L.) Гармония. *Известия ФНЦО*. 2024;(2):73-79. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-73-79>

Поступила в редакцию: 11.04.2024

Принята к печати: 25.05.2024

Опубликована: 12.07.2024

increased by 21.5% on the feeding area of 1.05 m² compared to the control of 2.1 m² and by 59% on the feeding area of 3.15 m². It was found that to increase the yield of melon seeds from 1 g/kg, the most optimal is the use of a feeding area of 1.05 m² (2.1×0.5). Since the ripening of fruits is accelerated with this feeding area, the yield and yield of seeds c 1 ha/kg increases, which allows you to get seed products in a short time.

KEYWORDS:

melon, growing season, yield, seed yield, feeding area

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflict of interest.

For citations: Kornilova M.S., Kobkova N.V., Ryabchikova N.B. The effect of nutrition areas on the seed productivity of the medium-ripened melon variety (*Cucumis melo* L.) Harmony. *News of FSVC*. 2024;(2):73-79. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-73-79>

Received: 11.04.2024

Accepted for publication: 25.05.2024

Published: 12.07.2024

Введение

По производству овощей и бахчевых культур Россия занимает восьмое место в мире [1]. Овощеводство в РФ является важной отраслью в структуре агропромышленного комплекса, снабжая население необходимой овощной продукцией, которая напрямую связана со здоровьем и работоспособностью человека [2]. Обеспечение населения России высококачественными продуктами питания в течение всего года является важной задачей, решить которую призвана «Государственная программа развития сельского хозяйства Российской Федерации», рассчитанная до 2025 года [3]. Для решения поставленных задач научные исследования направлены на разработку и усовершенствование экологически безопасных элементов агротехники выращивания бахчевых культур [4].

Бахчевые культуры имеют большое значение в жизни каждого человека, являясь ценным источником питательных веществ, витаминов, минеральных солей и других биологически ценных веществ [5]. Биологическая общность и генетическое единство бахчевых культур в отношении к внешним факторам окружающей среды относит их распространение в определённой географической зоне. Одно из ведущих мест для выращивания бахчевой продукции занимает Волгоградская область, составляя в структуре посевных площадей 25% от общей площади посевных площадей РФ [6].

В селекционных достижениях иностранные фирмы в современных условиях создают серьёзную конкуренцию. В связи с этим необходимо создавать сорта и гибриды бахчевых с высокой продуктивностью и качественными показателями, устойчивых к стрессовым факторам среды и комплексу болезней [7]. Для обеспечения населения бахчевыми культурами, которые сохраняют свои товарные качества плодов длительное время, необходимо выявлять новые источники с ценными признаками, позволяющим решать вопросы создания конкурентоспособных сортов и гибридов с заданными параметрами [8].

Дыня обладает уникальными полезными качествами и занимает достойное место в товарном бахчеводстве. Сорты дыни различаются по форме плода (шаровидные, округлые, овальные, удлинённые), по консистенции мякоти (маслянистые, среднеплотные, картофельные), по окраске мякоти (белая, кремовая, оранжевая, светло зелёная).

Не смотря на большой сортимент дыни допущенных к использованию, из-за темпов интенсификации сельскохозяйственного производства выдвигаются новые требования к сортовому разнообразию дыни, которые должны обладать более адаптивными значимыми ценными признаками [9]. Выбор сорта или гибрида дыни при товарном производстве в основном определяется устойчивостью и продуктивностью в комплексе неблагоприятных факторов в период вегетации, это характеризует адаптивность растений к конкретным почвенно-климатическим условиям региона, что позволяет выявлять экономическую и агробиологическую целесообразность выращивания дыни [10].

Для создания селекционного материала дыни основным методом является межсортная гибридизация с последующим индивидуальным и массовым отбором, по принципу подбора эколого-географической отдалённости родительских сортов, которые дополняют друг друга по хозяйственно полезным признакам [11].

Необходимо выявить оптимальные площади размещения и эффективные методы агротехнических мероприятий, для удовлетворения потребностей населения и увеличения производства бахчевых культур [12].

От площади питания, которая определяется способом посева и нормой высева, зависит рост, развитие растений, формирование семян, значительно изменяется архитектура растений (высота, кущение, облиственность, структура листа, развитие корневой системы). С архитектурой растений тесно связан микроклимат посева (фитоклимат), устойчивость к грибковым болезням и полеганию, фотосинтетическая деятельность растений и как следствие – урожайность и качество семян [13].

Материалы и методика исследований

Работа велась в 2019-2021 годах в условиях Волгоградского Заволжья на Быковской бахчевой селекционной опытной станции с применением новых элементов технологий выращивания дыни, которые влияют на качество семян и урожайность.

Исследования проводили с использованием метода индивидуального отбора плодов для дальнейшего их использования в работе, руководствовались государственно отраслевыми стандартами и методическими указаниями [14,15].

Объект исследования – сорт дыни Гармония среднеспелого срока созревания с округло-яйцевидной формой плода, стандартный индекс – 1,0-1,1.

Опыт лабораторно-полевой. Повторность 3-х кратная. Расположение делянок систематическое. Площадь учетной делянки 94 кв. м.

Схема опыта:

1 вариант – площадь питания 2,1 кв. м. (2,1x1,0) (контроль); 2 вариант – площадь питания 3,15 кв. м. (2,1x1,5); 3 вариант – площадь питания 1,05 кв. м. (2,1x0,5).

Таблица 1. Погодные условия 2019–2021 годов
Table 1. Weather conditions 2019-2021

Месяцы	Осадки, мм				Температура, °С			
	2019 год	2020 год	2021 год	средне-голетние	2019 год	2020 год	2021 год	средне-голетние
Май	29,2	91,6	147,0	69,0	19,2	15,9	19,6	18,9
Июнь	13,2	35,2	92,6	27,7	24,8	24,0	23,4	23,5
Июль	201,5	29,2	13,1	41,1	22,9	26,6	27,2	25,6
Август	-	2,9	4,8	25,2	22,3	22,2	27,2	17,5
Итого	243,8	158,9	257,5	163,0	-	-	-	-

Погодные условия складывались таким образом, что 2019 году общее количество осадков за вегетационный период было выше среднемноголетних данных на 49,9 %. В 2020 году количество выпавших осадков было ниже среднемноголетних данных на 3%. А 2021 году общее количество осадков было больше среднемноголетних на 56,7%. Высокие температуры воздуха в 2019–2021 годах отрицательно влияли на рост и развитие растений дыни. Температура воздуха была в мае в 2019 и 2021 годов была выше по сравнению со среднемноголетними данными на 1,6 и 7,7%. А в мае 2020 года температура воздуха была ниже среднемноголетних на 15,8%. Самая высокая температура была в июне и июле 2021 году на 38,3% выше среднемноголетних данных.

Результаты и обсуждения

Модель сорта – это теоретически достижимый идеальный тип растений, потенциальные возможности которого отвечают задачам селекции. После создания модели сорта необходимо подобрать для скрещивания материал, который обеспечит генетическую изменчивость и возможность получения будущего сорта [16].

Для скрещивания, необходимо знать происхождение, биологию развития, условия существования родительских форм. В селекции тыквенных желателен подбор пар из географически отдалённых мест. Такие потомства наиболее пластичные, адаптированы к условиям внешней среды [17].

Гармония – среднего срока созревания. Форма плода яйцевидная или округло яйцевидная. Растение выравненное, мощность средняя, тип среднеплетистый. Число плетей среднее (5-6), длина главного стебля средняя (1-1,8 м). Число плетей второго и третьего порядка 13-16 штук. Количество плодов на растении 5-6. Цветок андромонокист. Окраска фона жёлтая, поверхность слабосегментированная, сетка сплошная. Мякоть белая, толстая, сочная. Средняя масса 3,0 кг. Содержание сухого вещества в соке плода от 15,0 до 18%. Сорт ценен не только вкусовыми качествами, но и наличием толстой сочной мякоти, устойчив к неблагоприятным факторам среды. Переносит засуху, плоды устойчивы к солнечным ожогам. Сорт имеет хорошую транспортабельность, что востребовано товаропроизводителями.

По положительным результатам станционного сортоиспытания сорт дыни Гармония был размножен и передан в Государственное сортоиспытание в 2016 году. В 2018 году сорт Гармония включен в Государственный реестр.

Одним из важных показателей выращивания дыни на семенные цели, является выход семян с единицы площади. Для этого проводили испытания сорта Гармония на различных площадях питания.

При оценке результатов исследований влияния площади питания и схемы посева на урожайность и выход семян с единицы площади у сорта дыни Гармония среднего срока созревания, проведенные исследования показали зависимость урожайности и выхода семян от площади питания и схемы посева. Уменьшение площади питания до 1,05 м² при схеме посева 2,1x0,5 м был получен максимальный урожай плодов в среднем – 15,7 т/га, что на 25,6% больше по сравнению с другими изучаемыми вариантами. При увеличении площади питания до 3,15 м² урожайность сократилась на 23,2% по сравнению с контролем. При загущении посевов снижался выход стандартной продукции при площади питания 1,05 м² по сравнению с контролем. Средняя масса плода была больше на максимальной площади питания 3,15 м². Самые мелкие плоды, но в пределах стандартных показателей, были получены при загущенных посевах, площадь питания 1,05 м² – 1,4 кг. Результаты исследований показали, что уменьшение площади питания по сравнению с общепринятой, 2,1 м² (контроль), при возделывании дыни сорта Гармонии позволяет значительно увеличить выход семян с единицы площади. Если при общепринятой площади питания 2,1 м² выход семян составил 144 кг/га, то при площади питания 3,15 м² количество семян с 1 гектара на 23,6% меньше по сравнению с контролем. На загущенных посевах, площадь питания 1,05 м², был получен самый высокий выход семян, на 20,8% больше по сравнению с контролем и в 1,6 раз больше по сравнению с площадью питания 3,15 м² (табл. 2).

Таблица 2. Влияние площади питания на урожайность и выход семян сорта дыни Гармония в среднем за три года исследований
Table 2. The effect of the feeding area on the yield and yield of melon seeds of the Harmony variety on average over three years of research

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Выход стандартной продукции, %	Средняя масса плода, кг	Выход семян, кг/га
1. 2,1 м ² (2,1x1,0) контроль	12,5	99	1,7	144
2. 3,15 м ² (2,1x1,5)	9,6	96	2,1	110
3. 1,05 м ² (2,1x0,5)	15,7	86	1,4	175
НСР ₀₅	0,49			

Таблица 3. Биохимический состав плодов дыни Гармония в среднем за 3 года испытаний в зависимости от площадей питания
Table 3. Biochemical composition of melon Harmony fruits in an average of 3 years of testing, depending on the area of nutrition

Варианты опыта	Вита-мин С, мг/%	Нитраты, мг/кг	Кислотность, %	Сухое вещество, %	Моносахара, %	Общий сахар, %	Сахароза, %
1. 2,1 м ² (2,1x1,0) контроль	38,80	42,45	0,201	14,3	2,9	12,6	9,32
2. 3,15 м ² (2,1x1,5)	36,02	42,15	0,201	13,9	2,9	12,5	9,0
3. 1,05 м ² (2,1x0,5)	32,98	39,05	0,201	13,6	2,0	12,2	8,85
НСР ₀₅	0,17	-	-	0,4	-	0,4	-

В результате трёх летних исследований в среднем за три года по биохимическому составу плодов в зависимости от площадей питания лучшие показатели были у варианта контроль 2,1 м² (2,1x1,0), но варианты 3,15 м² (2,1x1,5) и 1,05 м² (2,1x0,5) отличались незначительно. Содержание нитратов у всех вариантов было в пределах ПДК (90 мг/кг). Опыт показал, что площади питания не влияют на биохимический состав плодов.

Заключение

В результате проведённых исследований было установлено, что при уменьшении площади питания у среднеспелого сорта дыни Гармония, ускоряется созревание, и увеличивается урожайность плодов, соответственно увеличивается выход с 1 га/кг. Данную площадь питания (1,0 м² (2,1x0,5)) можно рекомендовать как элемент технологии в семеноводстве для увеличения семенного.

Литература

1. Стадник А.Т., Чернова С.Г., Ожогова О.В., Целуйко И.Г. Тенденции производства, потребления, импорта овощей и картофеля в Российской Федерации. *Культура. Наука. Производство*. 2019;(3):79-84.
2. Мамедов М.И. Овощеводство в мире: производство основных овощных культур, тенденция развития за 1993-2013 годы по данным FAO. *Овощи России*. 2015;(2):3-9. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-2-3-9> <https://elibrary.ru/ucccif>
3. Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ (с изменениями и дополнениями). <http://base.garant.ru/194365>

References

1. Stadnik A.T., Chernova S.G., Ozhogova O.V., Tseluiko I.G. Trends in production, consumption, import of vegetables and potatoes in the Russian Federation. *Culture. Science. Production*. 2019;(3):79-84. (In Russ.)
2. Mamedov M.I. Vegetable production in the world: production of main vegetable crops, development trend during 1993-2013 based on the data of FAO. *Vegetable crops of Russia*. 2015;(2):3-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-2-3-9> <https://elibrary.ru/ucccif>
3. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1662-r dated November 17, 2008. On the Concept of longterm socio-economic development of the Russian Federation (with amendments and additions). <http://base.garant.ru/194365>

4. Колебошина Т.Г., Варивода Е.А., Суслов П.П. Новые приемы технологии выращивания арбуза столового как залог развития отрасли бахчеводства. *Овощи России*. 2021;(4):94-98. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-94-98> <https://elibrary.ru/fgflwf>
5. Святская Е.Н., Хлебников В.Ф., Клименко Н.Е. Бахчеводство. Наука – производству. Сб. науч. тр. ульянов ПНИИСХ. 2000. Тирасполь. С.80–81.
6. Koleboshina T.G., Varivoda E.A. Melon Growing Industry Analysis in Modern Economic Conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020;459,6(5):062075. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/459/6/062075> <https://doi.org/10.1088/1755-1315/459/6/062075>
7. Теханович Г.А., Елацкова А.Г., Елацков Ю.А. Новые источники генетической коллекции бахчевых культур. Научное обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: Международная научно-практическая конференция. Краснодар. 2016. P.198-203.
8. Пискунова Т.М., Тайпакова А.А. Оценка образцов бахчевых культур коллекции ВИР по раннеспелости, продуктивности и вкусовым качествам. *Аграрная Россия*. 2020;(3):8-12. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-3-8-12> <https://elibrary.ru/nvfeeb>
9. Варивода Е.А., Корнилова М.С., Варивода Г.В. Результаты сортоиспытания новых сортов дыни в условиях Волгоградского Заволжья. *Овощи России*. 2018;(2):61-64. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-61-64> <https://elibrary.ru/xplumh>
10. Grumet R., McCreight J.D., McGregor C., Weng Y., Mazourek M., Reitsma K., Labate J., Davis A., et al. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. *Genes*. 2021;12(8):12-22. <https://doi.org/10.3390/genes12081222>
11. Guo S., Zhao S., Sun H., Wang X., Wu S., Lin T., Ren Y., Gao L., Deng Y., Zhang J. et al. Resequencing of 414 cultivated and wild watermelon accessions identifies selection for fruit quality traits. *Nat. Genet.* 2019;(51):616–623.
12. Фурса Т.Б., Филов А.И. Тыквенные. М., 1982. С. 248-255.
13. Макрушин Н.М., Макрушина Е.М., Шабанов Р.Ю., Есоян Е.А., Черемха Б.М. Семеноводство. Симферополь ИТ «АРИАЛ». 2012. С.243-244.
14. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М: Россельхозакадемия. 2011. 648 с.
4. Koleboshina T.G., Varivoda E.A., Suslov P.P. New technologies of cultivation of watermelon as a key to development of the melon industry. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(4):94-98. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-94-98> <https://elibrary.ru/fgflwf>
5. Svyatskaya E.N., Khlebnikov V.F., Klimenko N.E. Melon cultivation. Science – production. Tiraspol, 2000. P. 80-81. (In Russ.)
6. Koleboshina T.G., Varivoda E.A. Melon Growing Industry Analysis in Modern Economic Conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020;459,6(5):062075. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/459/6/062075> <https://doi.org/10.1088/1755-1315/459/6/062075>
7. Tehanovich G.A., Yelatskova A.G., Yelatskov Yu.A. New sources of the genetic collection of melon crops. Scientific support of crop production in modern conditions: International Scientific and Practical Conference. Krasnodar. 2016. P.198-203. (In Russ.)
8. Piskunova T.M., Taipakova A.A. Evaluation of samples of melon crops from the vir collection for early maturity, productivity, and taste. *Agrarian Russia*. 2020;(3):8-12. (In Russ.) <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-3-8-12> <https://elibrary.ru/nvfeeb>
9. Varivoda E.A., Kornilova M.S., Varivoda G.V. The results of variety trials of new varieties of melons in conditions of the Volgograd Trans-Volga Region. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(2):61-64. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-61-64> <https://elibrary.ru/xplumh>
10. Grumet R., McCreight J.D., McGregor C., Weng Y., Mazourek M., Reitsma K., Labate J., Davis A., et al. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. *Genes*. 2021;12(8):12-22. <https://doi.org/10.3390/genes12081222>
11. Guo S., Zhao S., Sun H., Wang X., Wu S., Lin T., Ren Y., Gao L., Deng Y., Zhang J. et al. Resequencing of 414 cultivated and wild watermelon accessions identifies selection for fruit quality traits. *Nat. Genet.* 2019;(51):616–623.
12. Fursa T.B., Filov A.I. Pumpkin. M., 1982. P. 248-255. (In Russ.)
13. Makrushin N.M., Makrushina E.M., Shabanov R.Yu., Yesoyan E.A., Cheremkha B.M. Seed production. Simferopol IT “ARIAL”. 2012. P. 243-244. (In Russ.)
14. Litvinov S.S. Methodology of field experience in vegetable growing. M: Russian Agricultural Academy. 2011. 648 p. (In Russ.)

15. Белик В.Ф., Бондаренко Г.А. Методические указания по агротехническим и физиологическим исследованиям с овощными и бахчевыми культурами. М: ВНИИО. 1979. 210 с.

16. Солдатенко А.В. Экологические аспекты регулирования накопления радионуклидов овощными растениями. М., 2019. 334 с. <https://elibrary.ru/yieszw>

17. Малуева С.В., Бочерова И.Н., Рябчикова Н.Б. Качественные показатели новых и перспективных сортов и гибридов арбуза. Сборник научных трудов элементы технологии возделывания, хранение, переработка овощных и бахчевых культур. Астрахань. 2018. С.30-33.

15. Belik V.F., Bondarenko G.A. Methodological guidelines for agrotechnical and physiological studies with vegetable and melon crops. M: VNIIO. 1979. 210 p. (In Russ.)

16. Soldatenko A.V. Ecological aspects of regulation of accumulation of radionuclides by vegetable plants. M., 2019. 334 p. (In Russ.) <https://elibrary.ru/yieszw>

17. Malueva S.V., Bocharova I.N., Ryabchikova N.B. Qualitative indicators of new and promising varieties and hybrids of watermelon. Collection of scientific labor elements of technology of cultivation, storage, processing of vegetable and melon crops. Astrakhan. 2018. P. 30-33. (In Russ.)

Об авторах:

Мария Сергеевна Корнилова – научный сотрудник отдела селекции, SPIN-код: 2047-2401, <https://orcid.org/0000-0003-2030-7838>, автор для переписки, BBSOS34@yandex.ru

Наталья Викторовна Кобкова – старший научный сотрудник отдела агротехники и первичного семеноводства, <https://orcid.org/0000-0002-3351-0993>, SPIN-код: 4347-8668

Наталья Борисовна Рябчикова – научный сотрудник отдела агротехники и первичного семеноводства, <https://orcid.org/0000-0002-2428-1391>, SPIN-код: 8246-1400, nataligrafinya@inbox.ru

About the Authors:

Maria S. Kornilova – Researcher at the Selection Department, SPIN code: 2047-2401, <https://orcid.org/0000-0003-2030-7838>, Correspondence Author, BBSOS34@yandex.ru

Natalya V. Kobkova – Senior Researcher at the Department of Agricultural Technology and Primary Seed Production, <https://orcid.org/0000-0002-3351-0993>, SPIN code: 4347-8668

Natalia B. Ryabchikova – Researcher at the Department of Agricultural Technology and Primary Seed Production, <https://orcid.org/0000-0002-2428-1391>, SPIN-code: 8246-1400, nataligrafinya@inbox.ru

Оригинальная статья / Original article<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-80-84>

УДК: 635.9:631.559:631.811.98

Влияние обработки регулятором роста Циркон на продуктивность цветочных культур**Effect of treatment with growth regulator Zircon on the productivity of flower crops****Е.И. Гунар, В.В. Коваленко*****Ekaterina I. Gunar, Valeria V. Kovalenko***

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева) 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy” (RSAU-MTAA)
49, Timiryazevskay st., Moscow, Russia, 127434*

*Автор для переписки: kovalenkolerav@gmail.com

*Corresponding Author: kovalenkolerav@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрены вопросы влияния обработки препаратом Циркон и баковыми смесями Циркон-Силиплант, Циркон-Экофус для повышения декоративных показателей тагетеса отклоненного сорта Петит гармония в условиях уличного контейнерного содержания. В результате эксперимента установлено достоверное влияние применения рострегулирующих препаратов на морфометрические показатели. В статье приведены данные о положительном эффекте действия препаратов на декоративные качества тагетеса отклоненного.

ABSTRACT

The article discusses the influence of treatment with Zircon and tank mixtures Zircon-Siliplant, Zircon-Ecofus to increase the decorative characteristics of the rejected variety Petit Harmony tagetes in outdoor container conditions. As a result of the experiment, a reliable effect of the use of growth-regulating drugs on morphometric parameters was established. The article provides data on the positive effect of drugs on the decorative qualities of rejected Tagetes.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

контейнерное цветочное оформление, декоративные качества цветочных композиций, эстетические качества цветочного оформления, продуктивность цветения, регуляторы роста, стимуляторы роста, фиторегуляторы, рострегуляторы, микроудобрение, органо-минеральное удобрение, тагетес отклоненный

KEYWORDS:

container flower arrangement, decorative qualities of flower arrangements, aesthetic qualities of flower arrangement, flowering productivity, growth regulators, growth stimulants, phyto regulators, growth regulators, microfertilizer, organo-mineral fertilizer, tagetes

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflict of interest.

Для цитирования: Гунар Е.И., Коваленко В.В.

For citations: Gunar E.I., Kovalenko V.V. Effect of treatment with growth regulator Zircon on the productivity of flower crops. *News of FSVC*. 2024;(2):80-84. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-80-84>

Влияние обработки регулятором роста «Циркон» на продуктивность цветочных культур. *Известия ФНЦО*. 2024;(2):80-84. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-80-84>

Received: 15.05.2024

Accepted for publication: 25.06.2024

Поступила в редакцию: 15.05.2024

Published: 12.07.2024

Принята к печати: 25.06.2024

Опубликована: 12.07.2024

Введение

Цветочное озеленение урбанизированных пространств играет важнейшую роль в формировании комфортной городской среды, выполняя множество полезных функций [1]. Тагетес отклоненный представляет собой идеальное растение для городского озеленения, совмещающее в себе красоту и практическую пользу. Это растение ценится не только за свою яркую окраску и продолжительное цветение, но и за удивительные свойства, способствующие улучшению экологического состояния городских территорий.

Однако зеленые насаждения в городской среде постоянно подвергаются пагубному воздействию неблагоприятных факторов, биотических и абиотических [2]. Вместе с тем снижаются и декоративные качества растений. Применение регуляторов роста растений способно решить данную проблему. В последние годы появилось множество рострегулирующих препаратов, в том числе отечественного производства, применение которых экологически безопасно в городских условиях [3].

Существует множество различных исследований, доказывающих положительное влияние регуляторов роста на различные сельскохозяйственные культуры [4-9]. Однако влияние рострегулирующих препаратов на декоративные качества именно однолетних цветочных культур изучено слабо.

В 2021 году в условиях г. Москвы проведен опыт по обработке растений тагетеса отклоненного регулятором роста Циркон и баковыми смесями Циркон-Силиплант и Циркон-Экофус. Растения размещали в контейнерах, плотность посадки определялась в соответствии с нормативами, установленными Постановлением Правительства Москвы от 10 сентября 2002 года № 743-ПП «Об утверждении Правил создания, содержания, и охраны зеленых насаждений и природных сообществ города Москвы».

Были проведены некорневые обработки на растениях тагетеса отклоненного сорта Петит гармония. Обработки проводились в соответствии с рекомендациями производителя к каждому исследуемому препарату (Циркону, Силипланту, Экофусу).

Циркон – это природный регулятор роста растений негормонального происхождения, полученный из эхинацеи пурпурной. Основу данного препарата составляет комплекс гидроксикоричных кислот (0,1 г/л) и их производных, которые стимулируют ростовые процессы, защищают от стрессов, а также составляют систему жизнеобеспечения растений.

Силиплант – универсальное жидкое хелатное микроудобрение с высоким содержанием биоактивного кремния и комплексом микроэлементов в доступной хелатной форме. Удобрение содержит кремния не менее 7% Si, калия 1% и микроэлементы в хелатной форме (г/л): железо (Fe) – 0,30, магний (Mg) – 0,10, медь (Cu) – 0,70; цинк (Zn) – 0,08; марганец (Mn) – 0,30; молибден (Mo) – 0,06; кобальт (Co) – 0,015, бор (B) – 0,090;

Экофус – органоминеральное удобрение на основе бурой водоросли. Содержит азот – 1,8%, фосфор – 1,0%, калий – 2%; микроэлементы (г/л): железо – 1,8, магний – 0,5, марганец – 1,2, медь – 0,3, бор – 0,4, цинк – 0,3, кальций – 0,25, молибден – 0,2, кобальт – 0,1, а также йод, селен, кремний и другие, всего более 40 элементов. В его состав, кроме макро и микроэлементов, входят белки, аминокислоты, углеводы, витамины, клетчатка, органические кислоты, ферменты, каротиноиды, природные антибиотики, стимуляторы роста [10].

Морфометрические данные получали в период массового цветения растений. Оценка декоративности выполнена по актуализированной для целей эксперимента обобщенной методике на основе существующих традиционных подходов [11-14].

Подсчет количества соцветий производили в период массового цветения растений тагетеса отклоненного.

Таблица 1. Результаты оценки продуктивности цветения (в среднем на 1 растение, шт.)

Контроль	Циркон	Циркон+Силиплант	Циркон+Экофус
4,4	4,9	6,2	11,8

По результатам оценки количества соцветий, наибольшие значения (11,8 шт.) получены при обработках баковой смесью Циркона с Экофусом. Обработки цирконом повышали незначительно количество соцветий на растении (4,9 шт.), при добавлении в раствор Циркона Силипланта продуктивность цветения возрастала до 6,2 шт. на растение.

В ходе эксперимента также получены данные об увеличении диаметра соцветия тагетеса отклоненного при некорневых обработках (табл. 2).

Измерение диаметра соцветий производили в период массового цветения растений с помощью линейки, с точностью до 0,1 см, также выполнена оценка размера соцветия по фото с использованием программы THE IMAGE COLOR SUMMARIZER.

Таблица 2. Результаты оценки диаметра соцветия тагетеса отклоненного, см

Контроль	Циркон	Циркон+Силиплант	Циркон+Экофус
2,7	2,9	3,3	3,1

По данным таблицы 2, по диаметру соцветия наилучший результат показал вариант с обработкой баковой смесью Циркона с Силиплантом (3,25 см). Наименьшая эффективность получена при применении Циркона (2,85 см).

Результаты комплексной оценки декоративности тагетеса отклоненного в зависимости от обработки регуляторами роста представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты комплексной оценки декоративности тагетеса отклоненного (по 100-балльной системе)

Название признака	Контроль	Циркон	Циркон+Силиплант	Циркон+Экофус
Окраска соцветия	8	8	10	10
Устойчивость соцветий к неблагоприятным метеорологическим условиям	9	12	15	15
Размер соцветия	9	9	15	12
Цветонос (длина и прочность)	12	15	15	15
Продуктивность цветения	16	16	16	20
Куст (форма, декоративность)	6	8	10	10
Состояние растений (выравненность)	12	12	12	15
Итого	72	80	93	97

Результаты комплексной оценки показывают, что наиболее высокие баллы декоративности получены при применении баковых смесей Циркона с Экофусом (97 баллов) и Силиплантом (93 балла). Подкормки Цирконом незначительно увеличили показатели декоративности (80 баллов).

По итогам эксперимента выполнен однофакторный дисперсионный анализ, получены данные о влиянии обработок на морфометрические показатели тагетеса отклоненного (табл. 4, 5).

Таблица 4. Результаты дисперсионного анализа по количеству соцветий на 1 растение после обработки регуляторами роста

Источник вариации	F	F05	pin,%	HCP05
Общая			100	
Факториальная (Обработка)	285,4	2,66	85	0,57
Случайная			15	

Таблица 5. Результаты дисперсионного анализа по диаметру соцветий после обработки регуляторами роста

Источник вариации	F	F05	pin,%	HCP05
Общая			100	
Факториальная (Обработка)	5,28	2,68	12	0,3
Случайная			88	

По данным проведенного анализа обнаружено влияние обработки растений тагетеса регуляторами с вероятностью 95%.

В ходе проведенного исследования установлено влияние обработок тагетеса отклоненного рострегулирующими препаратами на увеличение морфометрических показателей тагетеса отклоненного (вероятность 95%). Также определено положительное влияние регуляторов роста на декоративные показатели растений.

Результаты исследования показали, что, наибольшие значения по количеству соцветий (11,8 шт.) получены при обработках баковой смесью Циркона с Экофусом. При этом на диаметр растений лучше всего повлияла обработка баковой смесью Циркона с Силиплантом (3,25 см).

Результаты комплексной оценки декоративности тагетеса позволяют сделать вывод, что в результате применение баковых смесей Циркон-Силиплант и Циркон-Экофус получены более высокие результаты в сравнении с контролем (93 и 97 баллов соответственно).

В целях повышения показателей декоративности тагетеса отклоненного в условиях контейнерного содержания, рекомендуется применение некорневых обработок баковыми смесями Циркона с Силиплантом и Циркона с Экофусом (в указанных производителем дозах).

Список литературы

1. Федоров А.В., Кузьмина Н.М., Ардашева О.А. Озеленение и цветочное оформление урбанизированных территорий. Под общей редакцией А. В. Федорова. Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. 139 с. <https://elibrary.ru/nlrxjs>
2. Волгин В.В., Потапова Н.В., Смолин Н.В. Декоративные качества и семенная продуктивность *Tagetes Patula* (L.) в зависимости от применения минеральных удобрений и регуляторов роста. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2020;8(190):43-50. <https://elibrary.ru/hpxdgv>
3. Веревкин Е.Л., Пермитина Г.В. Новые микроудобрения фирмы ННПП «НЭСТ М». *Гавриш*. 2005;(6):21-22
4. Бугаев П.Д., Абдельхамид Сафват Э.А., Мельников В.Н., Каменева И.А. Качество посевного материала и урожайность ярового ячменя при совместном использовании микроудобрений и регуляторов роста. Растениеводство и луговодство: сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 18–19 октября 2020 года. Москва: ЭЙПиСиПабблишинг, 2020. С. 783-787. <https://elibrary.ru/pbxbfb>
5. Малеванная Н.Н. Малеванная. Циркон-иммуномодулятор нового типа. Активное начало препарата-рострегулирующий комплекс гидроксикоричных кислот и их производных. Сб. Циркон -природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве. Москва, ННПП «НЭСТ М», 2010, С. 3-8.
6. Ковалев Н.И. Применение гидроксикоричных кислот на лекарственных культурах. *Агрохимия*. 2022;(8):87-96. <https://doi.org/10.31857/S0002188122080099> <https://elibrary.ru/xyfizo>

References

1. Fedorov A.V., Kuzmina N.M., Ardasheva O.A. Landscaping and flower decoration of urban areas. Under the general editorship of A.V. Fedorov. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2021. 139 p. (In Russ.) <https://elibrary.ru/nlrxjs>
2. Volgin V.V., Potapova N.V., Smolin N.V. Ornamental features and seed production of *Tagetes patula* L. depending on the application of mineral fertilizers and plant growth regulators. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2020;8(190):43-50. (In Russ.) <https://elibrary.ru/hpxdgv>
3. Verevkin E.L., Permitina G.V. New microfertilizers from NNPP NEST M. *Gavrish*. 2005;(6):21-22. (In Russ.)
4. Bugaev P.D., Abdelhamid Safvat E.A., Melnikov V.N., Kameneva I.A. Quality of seed material and yield of spring barley with the combined use of microfertilizers and growth regulators. Plant growing and grassland farming: collection of articles of the All-Russian scientific conference with international participation, Moscow, October 18–19, 2020. Moscow: AP Publishing, 2020. P. 783-787. (In Russ.) <https://elibrary.ru/pbxbfb>
5. Malevannaya N.N. Painted. Zircon is a new type of immunomodulator. The active principle of the drug is a growth-regulating complex of hydroxycinnamic acids and their derivatives. Sat. Zircon is a natural growth regulator. Application in agriculture. Moscow, NNPP “NEST M”, 2010. P. 3-8.
6. Kovalev N.I. Applying of hydroxycinnamic acids on medicinal crops. *Agrohimia*. 2022;(8):87-96. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0002188122080099> <https://elibrary.ru/xyfizo>

7. Сидельников Н.И. Экзогенная регуляция биопродуктивности лекарственных культур при возделывании в центральном черноземном регионе Российской Федерации, Москва, 2014.

8. Байрамбеков Ш.Б., Мохамед С.М., Абакумова А.С. Влияние обработки регулятором роста «Циркон» на урожайность различных культур. *Естественные науки*. 2009;4(29):43-48. <https://elibrary.ru/lhmsfv>

9. Гунар Е.И. Влияние обработки фиторегуляторами на декоративные качества растений *Tagetes patula* L. сорта Петит гармония в условиях контейнерного содержания. *АгроЭкоИнфо*. 2023;6(60):12. <https://doi.org/10.51419/202136633> <https://elibrary.ru/qkeqjh>

10. Малеванная Н.Н., Дорожкина Л.А., Нарезная Е.Д. Каталог регуляторов роста и удобрений компании «НЭСТ М». Коломна, 2021. 78 с.

11. Лысенко А.Н., Шеметова И.С., Романова Е.С., Хуснидинов Ш.К., Шеметов И.И. Оценка декоративности цветущих композиций, сконструированных в условиях Предбайкалья. *Вестник КрасГАУ*. 2015;(5):116-120. <https://elibrary.ru/ucswlb>

12. Бочкова И.Ю. Хохлачева Ю.А. Оценка влияния фактуры на декоративные качества цветочных растений в системе озеленения города. *Вестник Московского Государственного Университета Леса – Лесной вестник*. 2015;(5):102-106. <https://elibrary.ru/uhtvtst>

13. Былов В.Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений. *Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений*. Москва, 1978. С. 7-32.

14. Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. Москва: Изд-во Мин-во с.-х. РСФСР, 1960. 182 с.

15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 6. Декоративные культуры. Москва: Колос, 1968. 223 с.

7. Sidelnikov N.I. Exogenous regulation of bioproductivity of medicinal crops during cultivation in the central black earth region of the Russian Federation, Moscow, 2014. (In Russ.)

8. Bayrambekov Sh.B., Mohamed S.M., Abakumova A.S. The effect of treatment with growth regulator “Zircon” on the yield of various crops. *Natural Sciences*. 2009;4(29):43-48. (In Russ.) <https://elibrary.ru/lhmsfv>

9. Gunar E.I. Effect of phyto regulator treatment on the decorative qualities of *Tagetes patula* L. plants of the petit Harmony variety in container conditions. *Agroecoinfo*. 2023;6(60):12. (In Russ.) <https://doi.org/10.51419/202136633> <https://elibrary.ru/qkeqjh>

10. Malevannaya N.N., Dorozhkina L.A., Narezhnaya E.D. Catalog of growth regulators and fertilizers of the NEST M company. Kolomna, 2021. 78 p. (In Russ.) (In Russ.)

11. Lysenko A.N., Shemetova I.S., Romanova E.S., Khusnidinov Sh.K., Shemetov I.I. The ornamental assessment of the flowering compositions designed in Pred-Baikalia conditions. *Bulletin of KSAU*. 2015;(5):116-120. (In Russ.) <https://elibrary.ru/ucswlb>

12. Bockova I.Yu. Kholacheva Yu.A. Evaluation of the influence of texture on decorative qualities of flowering plants in the system of city greening. *Forestry Bulletin*. 2015;(5):102-106. (In Russ.) <https://elibrary.ru/uhtvtst>

13. Bylov V.N. Fundamentals of comparative variety assessment of ornamental plants. Introduction and selection of floral and ornamental plants. Moscow, 1978. P. 7-32. (In Russ.)

14. Methodology for state variety testing of ornamental crops. Moscow: Publishing house of the Ministry of Agriculture. RSFSR, 1960. 182 p. (In Russ.)

15. Methodology for state variety testing of agricultural crops. Issue 6. Ornamental crops. Moscow: Kolos, 1968. 223 p. (In Russ.)

Об авторах:

Екатерина Ивановна Гунар – ассистент, кафедра ландшафтной архитектуры, SPIN-код: 4776-9694

Валерия Владимировна Коваленко – магистрант второго года обучения, автор для переписки, kovalenkolerav@gmail.com

About the Authors:

Ekaterina I. Gunar – Assistant, Department Landscape Architecture, SPIN-code: 2588-4926

Valeria V. Kovalenko – Master’s Student, Correspondence Author, kovalenkolerav@gmail.com

Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-85-88>

УДК: 635.1/.7:631.531.011.3:631.67

**Оценка всхожести семян при выращивании
овощных культур на орошаемых полях**

**С.М. Аликулов, Н.Ш. Каюмов*, М.А. Алияров,
И.И. Толибойев**

*Научно-исследовательский институт
генетических ресурсов растений
Республика Узбекистан*

***Автор для переписки:** norboykayumov1990@
gmail.com

РЕЗЮМЕ

Для обеспечения продовольственной безопасности на орошаемых территориях Республики Узбекистан важно выращивать сорта овощных культур, малотребующие воды, устойчивые к биотическим и абиотическим факторам, продуктивные, имеющие высокое качество продукции и короткий период вегетации, также необходимо создание селекционной системы и обеспечение крестьянских хозяйств качественными семенами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

овощные культуры, сорта и образцы, луковые культуры, картофель, томат, баклажан

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Аликулов С.М., Каюмов Н.Ш., Алияров М.А., Толибойев И.И.

Оценка всхожести семян при выращивании овощных культур на орошаемых полях.

Известия ФНЦО. 2024;(2):85-88. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-85-88>

Поступила в редакцию: 19.04.2024

Принята к печати: 15.06.2024

Опубликована: 12.07.2024

**Assessment of seed germination in the cultivation
of vegetable crops in irrigated fields**

**Safar M. Aliqulov, Norboy S. Kayumov*,
Muxiddin A. Aliyorov, Izzat I. Toliboyev**

*Scientific Research Institute of Plant Genetic
Resources
Republic of Uzbekistan*

***Correspondence Author:** norboykayumov1990@
gmail.com

ABSTRACT

To ensure food security in the irrigated areas of the Republic of Uzbekistan, it is important to grow varieties of vegetable crops that require little water, are resistant to biotic and abiotic factors, are productive, have high quality products and a short growing season; it is also necessary to create a breeding system and provide peasant farms with high-quality seeds.

KEYWORDS:

vegetable crops, varieties and samples, onion, potato, tomato, eggplant

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflict of interest.

For citations: Aliqulov S.M., Kayumov N.S., Aliyorov M.A., Toliboyev I.I. Assessment of

seed germination in the cultivation of vegetable crops in irrigated fields. *News of FSVC.*

2024;(2):85-88. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-85-88>

Received: 19.04.2024

Accepted for publication: 15.06.2024

Published: 12.07.2024

Введение

Согласно Постановлению главы государства Республики Узбекистан от 28 января 2022 года «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию семеноводства сельскохозяйственных культур», по показателям площади в регионах, специализирующихся на выращивании семян сельскохозяйственных культур, посевы овощей, сахарного тростника, бобовых, масличных и других культур достигли 13 тыс. 395 га. В рамках реализации этой задачи, начиная с 2022 года, на территории республики планируется возделывать 3278 га овощей и 1003 га риса.

В настоящее время более 90% разнообразия культурных растений в мире гарантированно сохраняются в семенных банках [1]. В Полевом генбанке хранятся многолетние вегетативно размножающиеся плодовые культуры и виноград, а также многолетние овощные культуры. Своевременное восстановление семенной всхожести растений, хранящихся в генетических банках, дает возможность сохранить образцы с важными хозяйственными признаками и предотвратить их утрату [2], в связи с чем сохранению и восстановлению всхожести семян уделяется большое внимание. Особенно важно восстановить всхожесть семян, которая значительно снизилась после длительного хранения. В настоящее время, например, только в Казахстане имеется более 10 тысяч образцов генофонда овощных и рисовых культур [3]. Сохранение и восстановление их жизнеспособности – важная и актуальная задача.

Материал и методика исследований

Исследования проводили на орошаемых полевых опытных участках Научно-исследовательского института генетических ресурсов растений Республики Узбекистан. В целях обновления старых репродукционных семян, восстановления их жизнеспособности в питомник коллекции института было передано 976 образцов, относящихся к 24 видам культур, в том числе: лука – 47, пасленовых культур – 148 образцов, корнеплодов – 139 образцов, клубнеплодных культур – 5 образцов, листовых овощных культур – 32 образца, ягодных культур – 57 образцов и сахарных культур – 548 образцов, при этом было отмечено, что семена 48 проб не проросли. В результате опытов из 925 коллекционных образцов были выращены семена новой репродукции, что составило 94,8% к плану (табл. 1).

Результаты

Были проведены следующие агротехнические мероприятия по посадке коллекционных образцов овощных культур в открытом грунте. В первой и второй декаде ноября были проведены вспашка, выравнивание и боронование, внесено 100 кг фосфорных удобрений на гектар. Полив проводили перед посадкой рассады и во время посадки и вегетации.

Таблица 1. Восстановление жизнеспособности сельскохозяйственных культур

Виды культур	Количество культур	Количество образцов				Отношение к плану, %
		план	факт	не всхожих	восстановлено	
Луковые	2	47	47	13	30	63,8
Пасленовые	3	148	148	5	143	96,6
Корнеплоды	5	139	139	4	135	97,1
Плодовые	2	5	5	-	5	100
Листовые	5	32	32	2	30	93,8
Ягодные культуры	5	57	57	12	46	80,7
Рис	4	548	548	12	536	97,8
Итого:	24	976	976	48	925	94,8

Всего на опытном участке было посеяно 47 образцов луковых культур, в том числе: лука репчатого 17 образцов, чеснока – 30 образцов. В ходе исследований было отмечено, что у всех 17 образцов лука репчатого семена были невсхожими (табл. 2).

Таблица 2. Восстановление жизнеспособности луковых культур

Виды культур	Количество образцов				По отношению к плану, %
	план	факт	не проросло	восстановлены	
Лук <i>Allium cepa</i> L.	17	17	17	-	0
Чеснок <i>Allium sativum</i> L.	30	30	-	30	100
Итого:	47	47	13	30	63,8

Пасленовые культуры. Высажено 148 коллекционных образцов, в том числе: 61 образец томата, 52 образца баклажана и 35 образцов перца для восстановления всхожести семян старой репродукции. В ходе исследований восстановлена всхожесть и жизнеспособность 143 коллекционных образцов и выполнен годовой план работ на 96,6% (табл. 3).

Таблица 3. Восстановление всхожести семян пасленовых культур

Виды культур	Число образцов				Отношение к плану, %
	план	факт	не проросших	восстановлены	
Томат <i>Solanum lycopersicum</i> L.	61	61	-	61	100
Перец <i>Capsicum annuum</i> L.	35	35	3	32	91,4
Баклажан <i>Solanum melongena</i> L.	52	52	2	50	96,2
Итого:	148	148	5	143	96,6

Томат (*Solanum lycopersicum* L.). Семена коллекционных образцов томата были посеяны в теплицу 17 марта. Единичные всходы (10%) наблюдали 24 марта, массовые – 30 марта. Сеянцы регулярно поливали и поддерживали необходимую температуру воздуха. Всходы прореживали и оставляли на расстоянии 3-5 см. Готовую рассаду высадили в грунт 15 мая по схеме 70х30 см. В коллекции томата определены переходные периоды основных фенологических фаз: фаза цветения, фаза плодоношения, фаза созревания. Фаза начала цветения отмечена 27 мая. Фаза массового цветения началась во второй декаде июня. Физиологическое созревание плодов томата наступило 1 августа у ранних сортов. Спелые плоды собирали, извлекали семена и ферментировали в отдельных емкостях. Затем семена промывали и сушили в прохладном месте. Плоды томатов собирали каждую неделю, чтобы получить семена хорошего качества.

Баклажан (*Solanum melongena*). Семена коллекционных образцов баклажана высевали в теплицу 9 марта. Единичные всходы наблюдали 14 марта, массовые – 30 марта. Сеянцы регулярно поливали и поддерживали необходимую температуру воздуха. Всходы прореживали, оставляя друг от друга на расстоянии 3-5 см. Готовую рассаду высадили в грунт 13 мая по схеме 70х30 см. Фаза цветения отмечена 6 июня. Биологическая спелость ранних сортов наступила 20 сентября. Каждую неделю полностью созревшие плоды баклажана выборочно собирали в отдельные емкости. Подсчитывали урожайность, количество плодов, собранных с коллекционных образцов. Полученные семена промывали и сушили в прохладном месте. Всхожесть семян 53 образцов баклажана была восстановлена. Полученные семена очистили в лабораторных условиях и отправлены в Национальный генбанк.

Перец (*Capsicum annuum* L.). Семена были посеяны в теплицу 9 марта. 18 марта отметили единичные всходы (10%), 3 апреля – массовые (75%). Сеянцы регулярно поливали и поддерживали необходимую температуру воздуха. Всходы прореживали, оставляя друг от друга на расстоянии 3-5 см. Готовую рассаду высадили 13 мая по схеме 70х30 см. Фаза цветения отмечена 10 июня. Биологическая спелость ранних сортов наступила 16 сентября. Каждую неделю полностью созревшие плоды перца сладкого выборочно собирали в отдельные контейнеры.

Корнеплоды. За время проведенных исследований 4 образца редиса не проросли. В результате исследований 97,1% от общего количества образцов, включенных в годовой план работ, т.е. 135 образцов, дали семена новой репродукции (табл. 4).

В первый год высевали семена для получения корнеплодов. Осенью их выкапывали и закладывали на хранение. В марте-апреле следующего года корнеплоды высаживали по схеме 70х25х30 см и до цветения каждый изолировали. Агротехника [включала регулярные подкормки и поливы. Семена созревали в июне-июле.

Таблица 4. Восстановление всхожести семян коллекционных образцов корнеплодных растений

Виды культур	Количество образцов				Отношение к плану, %
	план	факт	не проросших	восстановлено	
Редька <i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i>	80	80	4	76	95
Морковь <i>Daucus carota</i> L.	26	26	-	26	100
Репка <i>Brassica rapa</i> L.	13	13	-	13	100
Свекла <i>Beta vulgaris</i>	12	12	-	12	100
Редька <i>Raphanus sativum</i> L.	8	8	-	8	100
Итого:	139	139	4	135	97,1

Заключение

Благодаря правильной агротехнике при возделывании овощных культур, применению селекционного процесса, проведению фенологических наблюдений в период роста растений, всхожесть полученных семян составила 90-100% в лабораторных и полевых условиях. Это является положительным результатом.

Также было отмечено, что семена овощных культур, полученные из генбанка, показали хорошие результаты, и эти сорта с успехом могут использоваться для селекции и также для посева в Республике для получения высоких урожаев товарных овощей.

Список литературы

1. Буриев Х.Ч., Аликулов С.М. Ўзбекистонда генетик ресурсларни сақлаш, самарали фойдаланиш ва бошқаришни ташкил этиш. Тошкент: Фан зиёси, 2022. 205 с. ISBN 978-9943-7475-5-5.
2. Alikulov S.M., Buriev Kh.Ch., Abdullaev F.Kh. Restoration of Seed Fertility for the Purpose of Renewing Samples of Vegetable Crops Stored in the Genefound. *J.: Amer. Jour. of Interdiscip. Res. and Develop.* 2022;(8):91-95. <https://ajird.journalspark.org/index.php/ajird/article/view/234>
3. Абдураимов О.С., Абдуллаев Ф.Х., Алламуратов А.Л., Мавлонов Б.Ж., Курбанов О.А. Маданий ўсимликларнинг Ўзбекистон флорасидаги ёввойи аجدодларининг иктисодий ахамияти. *Хоразм Маъмур Академияси ахборотномаси.* 2022;4-1(88):21-25.

References

1. Buriev H.Ch., Alikulov S.M. Organization of preservation, effective use and management of genetic resources in Uzbekistan. Tashkent: Science, 2022. 205 p. ISBN 978-9943-7475-5-5.
2. Alikulov S.M., Buriev Kh.Ch., Abdullaev F.Kh. Restoration of Seed Fertility for the Purpose of Renewing Samples of Vegetable Crops Stored in the Genefound. *J.: Amer. Jour. of Interdiscip. Res. and Develop.* 2022;(8):91-95. <https://ajird.journalspark.org/index.php/ajird/article/view/234>
3. Abduraimov O.S., Abdullaev F.Kh., Al-lamuratov A.L., Mavlonov B.J., Kurbanov O.A. Economic importance of wild ancestors of cultivated plants in the flora of Uzbekistan. *Khorezm Mamun Academy newsletter.* 2022;4-1(88):21-25.

Об авторах:

Сафар Менгикулович Аликулов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, safaruzripi@mail.ru

Норбой Шакиржонович Каюмов – PhD, Заместитель директора Андижанской станции, <https://orcid.org/0009-0000-5817-9320>, автор для переписки, norboykayumov1990@gmail.com

Мухиддин Абсаматович Алиаров – исследователь, aliyarov-@1987mail.ru
Иzzат Илхом Толибойев – исследователь, izzattoliboyev29@gmail.com

About the Authors:

Safar M. Aliqulov – Dr. Sci. (Agriculture), professor, safaruzripi@mail.ru

Norboy Sh. Kayumov – PhD, Deputy Director of Andijan Station, <https://orcid.org/0009-0000-5817-9320>, Correspondence Author, norboykayumov1990@gmail.com

Muxiddin A. Aliyorov – Researcher, aliyarov-@1987mail.ru

Izzat I. Toliboyev – Researcher, izzattoliboyev29@gmail.com



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.



www.vniissok.com



Пастернак Белый вист, Жемчуг, репа Петровская 1, свекла столовая Нежность, морковь Нантская 4