

Обзор / Review

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

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

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

*Автор для переписки: pishnaya_o@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в написании статьи.

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

Поступила в редакцию: 17.05.2022

Принята к печати: 30.05.2022

Опубликована: 25.06.2022

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

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

*Corresponding author: pishnaya_o@mail.ru

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

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

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

Received: 17.05.2022

Accepted for publication: 30.05.2022

Published: 25.06.2022

Современные тенденции развития селекции овощных и бахчевых культур



Резюме

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

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

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

Abstract

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Предгорная зона Северного Кавказа является оптимальным регионом для производства высококачественных семян лука репчатого. На Северо-Кавказском филиале оптимизированы элементы технологии возделывания семенников лука репчатого сортов Ампэкс и Примо селекции центра. Для получения более высокой урожайности качественных семян рекомендуется: посадку маточников проводить в первой декаде ноября, использовать маточные луковицы размером 8 см, схема посадки – 75x10 см, глубина посадки – 15 см [37].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Об авторах:

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

Алексей Васильевич Солдатенко – доктор с.-х. наук, чл.-корр. РАН, гл.н.с., alex-soldat@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9492-6845>

Ольга Николаевна Пышная – доктор с.-х. наук, г.н.с., автор для переписки, pishnaya_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9744-2443>

Любовь Кирилловна Гуркина – кандидат с.-х. наук, с.н.с., <https://orcid.org/0000-0002-8384-2857>

Елена Владимировна Пинчук – кандидат с.-х. наук, с.н.с., techh620@yandex.ru <https://orcid.org/0000-00030824-8864>

About the authors:

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

Alexey V. Soldatenko – Doc. Sci. (Agriculture), Corr. RAS, Chief Researcher, alex-soldat@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9492-6845>

Olga N. Pyshnaya – Doc. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Correspondence Author, pishnaya_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9744-2443>

Lyubov K. Gurkina – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-8384-2857>

Elena V. Pinchuk – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, techh620@yandex.ru <https://orcid.org/0000-00030824-8864>

• Литература

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

• References

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

17. Kokhtenkova I. G., Skorina V. V., Domblides, A. S. Identification of varieties of winter garlic (*Allium sativum* L.) using microsatellite markers. *Agriculture and plant growing*. 2021;3(136):44-47. (In Russ.)
18. Domblides A.S., Bondareva L.L., Pivovarov V.F. Evaluation of the genetic diversity of head cabbage (*Brassica oleracea* L.) samples using SSR markers. *Agricultural Biology*. 2020;55(5):890-900. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiologiya.2020.5.890rus>
19. Slugina M.A., Dzhos E.A., Shchennikova A.V., Kochieva E.Z. Sugar content in ripe tomato fruit correlates with the level of expression of the RIN2l isoform of the Ripening Inhibitor gene. *Plant Physiology*. 2021;68(6):589-599. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0015330321050195>.
20. Slugina M.A., Dzhos E.A., Schennikova A.V., Kochieva E.Z. The sugar content in the tomato ripe fruit correlates with the expression level of the RIN2l isoform of the ripening inhibitor gene. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2021;68(6):1038-1047.
21. Shafigullin D.R., Gins M.S., Pronina E.P., Baikov A.A. Ontogenetic changes in the content of secondary metabolites (alcohol- and water-soluble antioxidants) in vegetable soybean seeds. *Russian Agricultural Science*. 2021;(2):25-29. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S2500262721020058>.
22. Ushakova O.V., Molchanova A.V., Bondareva L.L. Content of biologically active substances in seedlings of cabbage of the genus *Brassica* L. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):96-104. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-96-104>
23. Antoshkina M.S., Golubkina N.A., Paslova T.O., Bondareva L.L. Features of selenium enrichment of individual representatives of cabbage crops. In the collection: *Fundamental foundations of biogeochemical technologies and prospects for their application in nature conservation, agriculture and medicine. Proceedings of the XII International Biogeochemical School dedicated to the 175th anniversary of the birth of V.V. Dokuchaev*. Tula, 2021. pp. 330-334. (In Russ.)
24. Golubkina N.A., Khimich G.A., Antoshkina M.S., Plotnikova U.D., Nadezhkin S.M., Korotseva I.B. Peculiarities of pumpkin carotenoid composition 'Konfetka' variety, prospects of utilization. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):111-116. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-111-116>
25. Kononkov P.F., Gins V.K., Gins M.S., Rakhimov M.V. Technology of cultivation and processing of amaranth leaf mass as a raw material for the food industry. M.: RUDN, 2008. 195 p. (In Russ.)
26. Gins M.S. Biologically active substances of amaranth. M.: RUDN, 2002. 183 p. (In Russ.)
27. Platonova S.Yu., Torres Minho K.Kh., Gins E.M., Gins M.S., Romanova E.V. Phenological features of the development of red-colored varieties of amaranth in open ground conditions of the Moscow region with a high content of natural pigment amaranth. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry*. 2021;15(2):107-117. (In Russ.) <https://doi.org/10.22363/2312-797X.2021-16-2-107-117>.
28. Minzanova S.T., Mironov V.F., Mindubaev A.Z., Tsepaeva O.V., Mironova L.G., Milyukov V.A., Gins V.K., Gins M.S., Kononkov P.F., Babaev V.M., Pivovarov V.F. Isolation and physico-chemical properties of pectin polysaccharides from amaranth leaves. *Agricultural biology*. 2021;56(3):591-601. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiologiya.2021.3.591rus>
29. Gasparyan Sh.V., Maslovsky S.A., Zamyatina M.E., Karpova N.A., Borisov V.A., Filoze N.A. Technological assessment of modern varieties and hybrids of table beet as a raw material for the production of dried products. *Food industry*. 2021;(1):12-15. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2021-10002>
30. Kashnova E.V. A new variety of white cabbage of Siberian selection. *Notes of a scientist*. 2021;(12-1):271-275. (In Russ.)
31. Ibragimbekov M.G., Davletbaeva O.R., Khovrin A.N. Evaluation of new variety samples of onion in a hybrid nursery in the conditions of the Central strip of Russia. *Potatoes and vegetables*. 2022;(1):37-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.82.14.005>.
32. Filyushin M.A., Danilova O.A., Seredin T.M. Identification of pathogenic fungi in garlic bulbs during storage and in the root zone during plant growth. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):105-109. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-105-109>
33. Anisimova O.K., Seredin T.M., Danilova O.A., Filyushin M. First report of fusarium proliferatum causing garlic clove rot in Russian Federation. *Plant Dis*. 2021. Apr 9. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-20-2743-PDN>
34. Engalycheva I.A., Kozar E.G., Pronina E.P., Ushakov V.A. Immunological evaluation of a new promising variety of vegetable beans (*Vicia faba* L.) Russian whites for resistance to the most harmful phytopathogens. *Russian Agricultural Science*. 2022;(1):8-12. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S2500262722010021>
35. Bukharov A.F., Baleev D.N., Eremina N.A. Development of the germ of dill seeds after exposure to short-term temperature stress. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2021;2(59):7-17. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2021-59-2-7-17>
36. Musaev F.B., Beletsky S.L., Potrakhov N.N. Development of a computer program for automatic X-ray analysis of the quality of seeds of vegetable crops. *Biology of Plants and Gardening: Theory, Innovations*. 2021;3(160):86-95. (In Russ.) <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2021-3-160-86-95>
37. Mastyaev I.S., Agafonov A.F., Krivenkov L.V., Podorogin V.A., Ushakov V.A. The effects of timing, scheme, planting depth and size of the uterine bulbs on the productivity of seed plants and seed quality onions in the conditions of the Foothill zone of the North Caucasus. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):55-62. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-55-62>
38. Method for stimulating the increase in seed germination / Patent for invention 2746803 C1. 04/21/2021. Zelenkov V.N., Bekuzarova S.A., Kosolapov V.M., Ivanova M.I., Alekseeva K.L., Latushkin V.V., Razin O.A., Application No. 2020120268 dated 06/18/2020
39. Method for pre-sowing treatment of seeds of annual agricultural crops. Patent for invention 2752532 C1, 07/29/2021. Zelenkov V.N., Bekuzarova S.A., Potapov V.V., Ivanova M.I., Kosolapov V.M., Latushkin V.V., Razin A.F., Alekseeva K.L. Application No. 2020120220 dated 06/18/2020.
40. Borisov V.A., Uspenskaya O.N., Vasyuchkov I.Yu. Productivity and quality of vegetable crops when using mineral, organic and organo-mineral fertilizer systems. *Agrochemistry*. 2021;(12):42-46. <https://doi.org/10.31857/S000218812112005X>
41. Borisov V.A., Kolomiets A.A., Vasyuchkov I.Yu., Bebris A.R. Productivity and quality of onions when using mineral fertilizers, biocompost and growth regulators. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(5):39-43. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-39-43>
42. Uspenskaya O.N., Borisov V.A., Vasyuchkov I.Yu., Kolomiets A.A., Kostenko G.A. Influence of mineral fertilizers on the quality of white cabbage. *Fertility*. 2021;4(121):22-25. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.121.07>
43. Borisov V.A., Men'shikh A.M., Sosnov V.S. Productivity and quality of sweet pepper with the complex application of fertilizers and irrigation on ordinary chernozems. *Potatoes and vegetables*. 2021;(10):21-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.35.63.007>
44. Ryabchikova N.B. Comparative evaluation of foliar treatments of melon plants with water-soluble fertilizers and growth regulators. *News of FSVС*. 2021;(3-4):94-100. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2021-3-4-94-100>.
45. Ryabchikova N.B., Bykova M.V., Bocherova I.N. Comparative evaluation of foliar treatments of table watermelon plants with water-soluble fertilizers and growth regulators. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2021;(139):125-134. (In Russ.) <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2021-139-125-134>
46. Galichkina E.A., Bykova M.V., Nadezhkin S.M., Tsurulnikova N.V. The effectiveness of the use of various types of fertilizers and methods of their application in the cultivation of watermelon. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(5):49-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-49-53>
47. Engalycheva N.A., Engalychev D.I., Alekseeva K.L. Efficiency of hydrogel application when growing cucumber seedlings for open ground. *News of FSVС*. 2021;(1-2):84-89. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2021-1-2-84-89>
48. Pivovarov V.F., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V., Voronkin E.V. Influence of long-term use of fertilizers on the fertility of leached chernozem, productivity and quality of vegetable crops. *Fertility*. 2021;3(120):89-92. (In Russ.) <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.120.17>
49. Nesterova O.V., Semal V.A., Bovsun M.A., Vasenev I.I., Brikmans A.V., Karpenko T.Yu., Sakara N.A. Changes in the properties of agricultural soils in the south of the Russian Far East during the introduction of biochar. *Agrochemical Bulletin*. 2021;(5):18-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-5-004>
50. Eroshevskaya A.S. Evaluation of tomato phenological stages passing on multi-level installations «Fitopiramida». *Vegetable crops of Russia*. 2021;(5):54-58. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-54-58>
51. Balashova I.T., Bepalko L.V., Molchanova A.V., Sirota S.M., Soldatenko A.V. Biochemical composition of a number of medicinal plants during cultivation on multi-tiered hydroponic structures. In the book: *Aromatic and medicinal plants: introduction, selection, agricultural technology, biologically active substances, impact on humans. Abstracts of the international scientific-practical conference. Nikitsky Botanical Garden - National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Simferopol, 2021. P.8. (In Russ.)*
52. Mishurov N.P., Selivanov V.G., Devochkina N.L., Rubtsov A.A. High-tech production of edible mushrooms on an industrial basis in the Russian Federation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture*. 2021;(3):032080.
53. Devochkina N.L., Mukienko S.V., Dugunieva L.G. Shiitake. Introduction to the industrial culture of a wood-destroying exotic longevity fungus. *Potatoes and vegetables*. 2021;(5):17-20. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.42.11.002>
54. Alekseeva K.L., Smetanina L.G., Engalycheva N.A., Engalychev D.I., Selivanov V.G. Modern technologies for the integrated protection of greenhouse vegetable crops from diseases and pests. M., 2021. 96 p. (In Russ.)
55. Markarova A.E., Markarova M.Yu., Razin O.A., Nadezhkin S.M. Improving the elements of technology for growing white cabbage in the Non-Chernozem zone of Russia. *News of FSVС*. 2021;(3-4):84-88. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2021-3-4-84-88>