

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-5-13>  
УДК 635.1/.8:631.52/.53:005.591.6

А.В. Солдатенко, В.Ф. Пивоваров,  
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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Гуркина Л.К., Пинчук Е.В. Селекция и семеноводство овощных культур – на инновационный путь развития. *Овощи России*. 2023;(1):5-13. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-5-13>

**Поступила в редакцию:** 31.01.2023

**Принята к печати:** 08.02.2023

**Опубликована:** 15.02.2023

Alexey V. Soldatenko, Victor F. Pivovarov,  
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

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

**Conflict of interest.** The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

**For citations:** Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K., Pinchuk E.V. Selection and seed production of vegetable crops – on an innovative path of development. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(1):5-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-5-13>

**Received:** 31.01.2023

**Accepted for publication:** 08.02.2023

**Published:** 15.02.2023

# Селекция и семеноводство овощных культур – на инновационный путь развития



## Резюме

Отрасль овощеводства в России является главнейшей составляющей растениеводства, развитие которой определяет основу жизнедеятельности и продовольственной безопасности. Являясь важнейшими и незаменимыми продуктами растительного происхождения в рационе человека, для россиянина овощи по значимости находятся на третьем месте после хлеба и картофеля. Однако, по данным Росстата, уровень самообеспеченности по овощам и продовольственным бахчевым культурам в стране составляет 86,3 %, что предполагает необходимость увеличения их производства. Для улучшения ситуации в отрасли овощеводства важное место отводится вопросам совершенствования селекции и семеноводства, так как сорт и высококачественные семена – главные элементы современных зональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. В ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» селекция и семеноводство овощных культур переходит на инновационный путь развития, где наряду с классическими используются современные методы: молекулярное маркирование по основным хозяйственным признакам, ускоренное создание гомозиготных линий с применением методов удвоенных гаплоидов, иммунитет растений. В последние годы разрабатываются различные методы предпосевной подготовки семян, позволяющие повысить их жизнеспособность и дружность прорастания, получения выравненных всходов без ущерба для экосистемы. На основе фундаментальных и приоритетных прикладных исследований предыдущих лет в 2022 году завершено создание 17 сортов и гибридов овощных, бахчевых и цветочных культур для всех потенциальных зон овощеводства. Для обеспечения отрасли чистосортным качественным посевным материалом и повышения продуктивности посевов за счет полного использования потенциальных возможностей сорта в Федеральном научном центре овощеводства ведется постоянная работа в первичном семеноводстве. Разработанные зональные технологии возделывания позволят выращивать отечественную продукцию в различных почвенно-климатических условиях страны. **Ключевые слова:** овощные культуры, генетика, биотехнология, иммунитет, селекция, подготовка семян, технологии, семеноводство.

# Selection and seed production of vegetable crops – on an innovative path of development

## Abstract

The vegetable growing industry in Russia is the main component of crop production, the development of which determines the basis of life and food security. Being the most important and indispensable products of plant origin in the human diet, for a Russian, vegetables are in third place in importance after bread and potatoes. However, according to Rosstat, the level of self-sufficiency in vegetables and food melons in the country is 86,3%, which implies the need to increase their production. To improve the situation in the vegetable growing industry, an important place is given to the issues of improving selection and seed production, since the variety and high-quality seeds are the main elements of modern zonal crop cultivation technologies. At the Federal Scientific Center for Vegetable Growing, selection and seed production of vegetable crops is moving to an innovative development path, where, along with classical methods, modern methods are used: molecular marking according to the main economic characteristics, accelerated creation of homozygous lines using doubled haploid methods, plant immunity. In recent years, various methods of pre-sowing preparation of seeds have been developed to increase their viability and germination friendliness, to obtain even seedlings without harming the ecosystem. Based on the fundamental and priority applied research of previous years, in 2022, the creation of 17 varieties and hybrids of vegetable, melon and flower crops for all potential vegetable growing zones was completed. In order to provide the industry with pure-grade high-quality seed and increase the productivity of crops through the full use of the potential of the variety, the Federal Research Center for Vegetable Growing is constantly working in primary seed production. The developed zonal cultivation technologies will allow growing domestic products in various soil and climatic conditions of the country.

**Keywords:** vegetable crops, genetics, biotechnology, immunity, selection, seed preparation, technology, seed production

Отрасль овощеводства в России является главной составляющей растениеводства, развитие которой определяет основу жизнедеятельности и продовольственной безопасности. Здоровье населения и его благосостояние зависит от того, насколько полно удовлетворяется потребность в овощных витаминных продуктах, необходимых для поддержания организма. Являясь важнейшими и незаменимыми продуктами растительного происхождения в рационе человека, для россиянина овощи по значимости находятся на третьем месте после хлеба и картофеля. По рекомендации Всемирной организации здравоохранения в ежедневном рационе здорового взрослого человека должно быть не менее 400 г овощей, при этом желательно, чтобы присутствовало не менее 5 видов. Из этого следует, что рациональная норма потребления овощей должна составлять 146 кг/год на человека [1]. Согласно Росстату, за 2021 год, фактическое потребление овощей в России на душу населения составляет 109 кг, а уровень самообеспеченности по овощам и продовольственным бахчевым культурам составляет 86,3%, что предполагает необходимость увеличения их производства [2].

Одну из ведущих ролей в политике продовольственной безопасности и национальной независимости России играет селекция и семеноводство овощных культур.

Успех селекции на современном этапе обеспечивается использованием инновационных методов генетики, биотехнологии, физиологии, биохимии, иммунитета, экологии и других смежных наук. В мировой практике технологии получения удвоенных гаплоидов (DH-технологии) широко используются в селекционных программах для увеличения выхода новых рекомбинантных и полностью гомозиготных форм, на создание которых уходит не более одного года. Культура неопыленных семяпочек *in vitro* (гиногенез) является одной из наиболее перспективных и востребованных биотехнологий, применяемых для овощных культур семейства *Cucurbitaceae*. К преимуществам этой технологии помимо качества получаемых DH-линий, относится то, что в ее основе лежит использование женского гаметофита (селекция у тыквенных культур направлена на получение линий с женским типом цветения, закрепленным на генетическом уровне), ее безопасность (отсутствие необходимости работы с источником излучения, как при технологии индуцированного партеногенеза *in situ*), и относительно низкая себестоимость получаемых гомозиготных линий за счет сокращения временных и трудовых затрат (более чем в три раза, по сравнению с традиционным селекционным процессом). В ФГБНУ ФНЦО в 2022 году завершён полный цикл технологии получения удвоенных гаплоидов в культуре неопыленных семяпочек *in vitro* для 30 генотипов кабачка и получены DH-растения, которые являются ценным исходным материалом как для селекционеров, так и для генетических исследований. Оптимизация отдельных этапов технологии позволила достичь максимального результата для отдельных генотипов – 55 эмбриоидов на 100 культивируемых семяпочек [3, 4].

В 2022 году усовершенствованы элементы технологии получения удвоенных гаплоидных растений морко-

ви столовой в культуре изолированных микроспор и культуре неопыленных семяпочек *in vitro*, включающие оптимальную фазу развития бутона для каждой из технологий; режима ступенчатой поверхностной стерилизации, которая обеспечивает 100% выход неинфицированных жизнеспособных эксплантов; состава индукционных и регенерационных питательных сред с подбором оптимальной концентрации сахарозы, полиэтиленгликоля 4000, нитрата серебра, регуляторов роста растений, консистенции питательной среды; режимов культивирования. В результате проведенных исследований получены растения, адаптированные к условиям *ex vitro* из 10 перспективных сортообразцов и переданы селекционерам для включения в процесс селекции. Модифицированы протоколы оценки на уровень пloidности андрогенных и гиногенных растений с помощью проточной цитометрии клеточных ядер, прямого подсчета хромосом, окрашенных пропион-лакмоидом и подсчетом хлоропластов в замыкающих клетках устьиц. Среди проанализированной выборки растений-регенерантов были обнаружены гаплоиды ( $2n=x=9$ ) – 20%, диплоиды ( $2n=2x=18$ ) – 50%, триплоиды ( $2n=3x=27$ ) – 20%, анеуплоиды – 10% [5, 6].

Разработан новый метод изоляции микроспор для культур семейства *Brassicaceae*, который повышает чистоту препарата, расширяет диапазон линейных размеров бутончиков, пригодных для технологии, увеличивает процент микроспор на восприимчивой к эмбриогенезу стадии развития, увеличивает выход эмбриоидов и позволяет получить удвоенные гаплоиды даже у ранее неотзывчивых генотипов. Эффективность метода была доказана экспериментальным путем на капусте белокочанной, капусте краснокочанной, рапсе яровом, горчице сарептской и редисе европейском. Наилучшие результаты были показаны на горчице сарептской, где выход эмбриоидов увеличился в 7,5 раз и у образцов капусты краснокочанной, для которой удалось получить эмбриоиды у неотзывчивых ранее генотипов [7, 8].

Подана заявка на патент на изобретение «Модифицированный метод изоляции микроспор в культуре микроспор *in vitro* для семейства *Brassicaceae*» (заявка от 25.05.2022 г. № 2022114090/10(029482).

Из полученного семенного потомства R0 растений-регенерантов редиса европейского, полученных в культуре изолированных микроспор *in vitro* по разработанной в ФГБНУ ФНЦО технологии, выделено три DH-линии редиса с комплексом хозяйственно ценных признаков. Две из этих линий имеют овальную форму корнеплода и равномерную насыщенную бордово-красную окраску внешних покровов, но отличаются по окраске мякоти. Третья DH-линия имеет округлую форму, розовую окраску корнеплодов с белым кончиком и белую нежную мякоть. Иммунологическая оценка этих линий выявила более высокую их устойчивость к бактериальной гнили относительно исходных родительских форм. Данные линии уже включены в процесс гибридизации селекционерами ФГБНУ ФНЦО и в настоящее время идет их регистрация на получение патентов на селекционное достижение: DH-линия редиса европейского Жегалов (заявка от 13.07.22 г. № 86648/7754534), DH-линия редиса европейского Веня (заявка от 13.07.22 г.

№ 86649/7754535), ДН-линия редиса европейского Персей (заявка от 13.07.22 г. № 86647/7754533).

Разработаны элементы технологии создания исходного селекционного материала на основе удвоенных гаплоидных растений, полученных в культуре изолированных цветочных бутонов *in vitro* лука репчатого (*Allium cepa* L.), батуна (*A. fistulosum*), шнитт-лука (*A. schoenoprasum*), межвидовых гибридов лука репчатого со шнитт-луком (*Allium cepa* × *Allium schoenoprasum*) и слизуном (*Allium cepa* × *Allium nutans*). Определено, что оптимальными для индукции гиногенеза при введении в культуру *in vitro* будут бутоны за 3-5 дней до распускания (VI стадия развития). Линейный размер бутонов на индукционной стадии развития составил для лука репчатого и межвидовых гибридов лука *A. cepa* × *A. nutans* около 2 мм, для батуна *A. fistulosum* и межвидовых гибридов лука *A. cepa* × *A. schoenoprasum* около 5 мм [9].

Селекционные программы по созданию F<sub>1</sub> гибридов лука репчатого, моркови столовой, свеклы столовой, капусты белокочанной строятся на основе использования ЦМС. Современные молекулярные методы исследований, проведенные в ФГБНУ ФНЦО позволили изучить молекулярно-генетическую природу признака ЦМС и способствовать эффективной работе селекционера. В 2022 году проведен отбор стерильных линий моркови столовой на основе результатов ДНК-анализа, где подтвердили наличие последовательностей, отвечающих за проявление признака мужской стерильности типа *петалоид* у ряда селекционных образцов, что способствовало ускоренному подбору генотипов для создания гибридов F<sub>1</sub>.

С использованием молекулярного маркирования изучено 18 образцов сортов и линий томата, различающихся окраской спелого плода. Полученные биохимические данные продемонстрировали зависимость окраски плода от содержания и состава каротиноидов и наличия/отсутствия хлорофиллов. Проведенный *in silico* анализ экспрессии трех генов-гомологов CRTISO показал, что наибольший уровень экспрессии в плоде характерен только для гена CRTISO, который максимально транскрибируется на стадиях смены окраски (с зеленой на красную) и биологической спелости плода. Методом ПЦР-РВ показано отсутствие четкой корреляции между уровнем экспрессии гена CRTISO и суммой каротиноидов, что может объясняться различным количеством метаболитов, предшествующих проликопину [10].

В интрогрессивной селекции томата используют родственные дикорастущие виды *Solanum* для улучшения сортов по признакам устойчивости к стрессовым факторам и качества плодов. В текущем году была проведена оценка вариабельности генома 59 сортов и перспективных селекционных линий *S. lycopersicum* и 11 дикорастущих видов томата с помощью метода AFLP. Анализ спектров амплификации выделил дикорастущие образцы томата в отдельные клады. Сестринские клады включали сорта селекции ФГБНУ ФНЦО, устойчивые к засухе и/или холоду и, частично, к фитофторозу, альтернариозу, септориозу, вирусу табачной мозаики и вершинной гнили плода, а также не охарактеризованные по данным признакам образцы томата, что позволяет предположить наличие у них устойчивости к стрессовым факторам. У сортовых образцов отдаленных клад присутствует кластеризация по признакам устойчивости к верти-

циллезу, кладоспориозу, фузариозу, вирусу табачной мозаики, серой гнили и вершинной гнили плода. Показано объединение образцов согласно их происхождению от организации-оригинатора. Таким образом, с помощью AFLP-генотипирования селективно-нейтральных участков генома сортов/линий *S. lycopersicum* и дикорастущих видов томата была показана кластеризация образцов по признакам устойчивости к биотическим и абиотическим стрессовым факторам, а также по происхождению. Продемонстрирована перспективность AFLP с выбранным в данной работе сочетанием праймерных комбинаций для генотипирования сортов томата с целью отбора сортов с устойчивостью к различным стрессам. Полученные кладоспецифичные фрагменты могут стать основой для разработки специфичных молекулярных маркеров на хозяйственно важные признаки. Секвенирование полиморфных AFLP-фрагментов, которые лежат в основе различий между кластерами образцов, их картирование на геноме и оценка вариабельности таких участков среди анализируемых сортов могут быть перспективны для получения STS-маркеров [11].

В Центре проводится работа по созданию устойчивых сортов томата к фитофторозу (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), при создании которых широко используется интрогрессия генов устойчивости из дикорастущих родственных видов. В частности, несколько генов устойчивости к фитофторозу, идентифицированных у дикого вида томата *Solanum pimpinellifolium*, были интрогрессированы в культурные сорта. Наиболее сильным геном считается *Ph-3*, поскольку он обеспечивает устойчивость к множеству изолятов *P. infestans*. На сегодняшний день известны ДНК-маркеры, так или иначе ассоциированные с этим геном. Однако в геноме томата были обнаружены гомологи этого гена, которые не обладают функциональной активностью. Учеными ФГБНУ ФНЦО впервые показано, что в сортах томата отечественной селекции при наличии гена *Ph-3* отсутствуют другие его гомологи. Установлено, что в последовательности гена *Ph-3* присутствует вставка ретротранспозона, которая может приводить к потере геном своей функциональной активности. При сравнении результатов молекулярного анализа с данными фенотипической оценки полевой устойчивости к фитофторозу ни один из маркеров не показал однозначной связи с полевой устойчивостью. Было показано, что амплифицируемый с помощью праймеров *Ph3-412* фрагмент принадлежит гену *Ph-3*, в то время как фрагмент размером 601 п.н., который получают с праймерами NC-LB-9-6678, соответствует гомологу SIRGA4. Фрагмент размером 907 п.н., полученный с теми же праймерами, гомологичен гену *Ph-3*, но при этом содержит вставку LTR ретротранспозона семейства Ty1-*coria* размером 306 п.н. У всех сортов, у которых был обнаружен ген *Ph-3*, он содержал вышеуказанную вставку. Наличие такой вставки может приводить к потере функциональной активности, что необходимо учитывать при маркировании гена *Ph-3*. Исходя из этого, наибольшую селекционную ценность представляют генотипы, у которых ген *Ph-3* не имеет вставки ретротранспозона [12].

Производство чеснока (*Allium sativum* L.) сдерживается отсутствием семенного размножения и высокой чувствительностью к фитопатогенным организмам грибной, бактериальной, вирусной и нематодной природы. В

настоящее время наиболее вредоносным заболеванием на этой культуре считается фузариозная сухая гниль, вызываемая почвенными грибами рода *Fusarium*. Учеными ФГБНУ ФНЦО впервые проведена количественная оценка соотношения основных возбудителей фузариозной сухой гнили, поражающих чеснок на территории Московской области с использованием мультидисциплинарного подхода. Для подтверждения таксономической идентификации изолятов проводили молекулярно-генетический анализ маркерных последовательностей генов TEF1a (ген фактора элонгации трансляции 1 альфа) (~ 550 п.о.) и MCM7 (ген, кодирующий белок поддержания минихромосом 7) (~ 650 п.о.). Также был выполнен анализ ДНК изолятов с помощью количественной ПЦР с праймерами, специфичными к *F. proliferatum*. Для анализа расшифрованных нуклеотидных последовательностей генов TEF1a и MCM7 использовали алгоритм BLAST на сайте NCBI (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Из 1108 пораженных луковиц чеснока были выделены представители 7 родов грибов: *Fusarium*, *Penicillium*, *Botrytis*, *Embellisia*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Sclerotium* с разной степенью встречаемости. Среди перечисленных патогенов представители рода *Fusarium* оказались самыми распространенными с частотой встречаемости более 44%. В пределах рода *Fusarium* были идентифицированы 6 видов: *F. proliferatum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. verticilloides*, *F. culmorum* и *F. acuminatum*, из которых *F. proliferatum* оказался доминирующим (61,4-75,6 %). Секвенирование ДНК-маркеров подтвердило принадлежность ряда изолятов к виду *F. proliferatum*. Соответствие с депонированными в базе данных NCBI последовательностями составило 99-100 % для TEF1a (номера референсных последовательностей MN158137, KP267240, MN012923, KT224299) и 98-99 % для MCM7 (номера референсных последовательностей XM031230017, XM031176796, XM31230017). Эти результаты были подтверждены с помощью анализа количественной ПЦР со специфичными праймерами. Полученные результаты дополняют имеющиеся данные по распространенности и динамике изменений видового состава грибов рода *Fusarium* в Московской области, а также имеют прикладное значение, давая возможность разрабатывать более эффективные способы профилактики и борьбы с фузариозными заболеваниями чеснока [13].

В текущем году завершена работа и подготовлены методические рекомендации, включающие методы комплексной оценки и отбора селекционного материала моркови столовой на толерантность к патогенам *Alternaria dauci* (Kuhn), Grovers & Skolko, *Alternaria radicina* Meier, Drechsler & Eddy и *Fusarium oxysporum* (arthrosporoides Sherbacoff) в условиях естественного инфекционного фона в селекционном севообороте, на двух провокационных инфекционных фонах, а также представлены методы оценки толерантности в лабораторных условиях. Обоснованы схемы селекционного процесса создания сортов и гибридов моркови столовой с высокой устойчивостью к комплексу патогенов [14].

На основе фундаментальных и приоритетных прикладных исследований предыдущих лет в 2022 году завершено создание 17 сортов и гибридов овощных, бахчевых и цветочных культур. Располагаясь в различ-

ных эколого-географических зонах России, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» и его филиалы проводят зональную селекцию по основным овощным культурам. В новых генотипах реализуется высокий потенциал продуктивности и качества, адаптивности к различным почвенно-климатическим условиям, устойчивости к наиболее вредоносным патогенам.

В 2022 году на основе селекционного линейного материала создан гетерозисный гибрид томата Гарантик F<sub>1</sub> для условий защищенного грунта. Обладает групповой устойчивостью к болезням, по результатам ПЦР-анализа является гомозиготой по генам *Tm-2<sup>2</sup>* (ВТом), *I2* (фузариозное увядание, раса 1), *Cf-9* (кладоспориоз), *Ve1* (вертициллез). Устойчивость к кладоспориозу подтверждена оценкой на инфекционном фоне (балл поражения 0).

Для открытого грунта условий Нечерноземной зоны создан раннеспелый сорт томата Кайрос с отличными вкусовыми качествами (сахаро-кислотный индекс более 7). Сорт засухоустойчив. Плоды не поражаются ВТМ, ВГТ, устойчивые к растрескиванию. Поражение фитофторозом, в благоприятные годы развития патогена, не превышает 0,5-1,0 балла. Рекомендуется для свежего потребления, консервирования, засолки. При сборе в молочной фазе зрелости плоды сохраняют высокую товарность в течении 30 суток.

Создан скороспелый сорт физалиса (*Physalis ixocarpa*) Лимонный. Сорт засухоустойчив, имеет сбалансированные вкусовые качества, минимальное содержание физалина. Рекомендуется для свежего потребления, фаршировки, приготовления цукатов, цельноплодного консервирования. Относительно устойчивый к болезням, стабильно урожайный, с высокой товарностью и лежкостью плодов. Плоды не растрескиваются.

В связи с возросшим спросом консервной промышленности на плоды кабачка цуккини желтой окраски, в ФНЦО создан сорт Московское кружево. Сорт женского типа цветения. Отличается очень высокой завязываемостью плодов, даже когда на растении присутствуют переросшие плоды. В плодоношение вступает на 41 сутки. Сорт относительно устойчив к настоящей мучнистой росе. Растение слабооблиственное, черешок листа с мягким опушением, листовая пластинка сильно рассеченная с белой пятнистостью, не крупная, черешок средней длины. Благодаря такому строению растения облегчены ручные сборы.

В последнее время в промышленном производстве лука репчатого крупные производители все больше отдают предпочтение гибридам F<sub>1</sub>. В ФНЦО на стерильной основе получен новый гибрид лука репчатого F<sub>1</sub> Бурбон, который готовится для передачи на Государственное сортоиспытание. Гибрид рекомендован для товарного производства в Центрально-Черноземном и Нижневолжском регионах. Для озимой культуры создан сорт лука репчатого Новатор, который рекомендуется для выращивания на репку в однолетней культуре из семян при осеннем посеве.

Для промышленного производства создан сорт свеклы столовой Соло с высоким выходом товарной продукции, обладающий однородностью, выравненностью корнеплодов, пластичностью и лежкостью.

Выведен сорт лука шалота Снежная королева с белоокрашенными верхними сухими чешуями, универсального использования, обладающий способностью к длительному хранению и выгонке на зелень в период межсезонья.

Получен среднеспелый, высокостойкий (98 %) сорт чеснока озимого Алексинский, отличающийся от традиционных озимых сортов способностью к длительному хранению (8-10 месяцев).

На основе ЦМС создан гетерозисный гибрид арбуза столового F<sub>1</sub> Ермак с урожайностью на богаре до 40 т/га.

Для условий Приморского края создан сорт порционной тыквы Оранж.

Для условий Западной Сибири получен раннеспелый сорт редиса Дебют с фиолетовой окраской корнеплода.

По фасоли овощной для Центрально Чернозёмного региона создан сорт Медовый соблазн, отличающийся дружным созреванием и стабильной урожайностью при выращивании в неблагоприятных погодных условиях; для условий муссонного климата Дальнего Востока - сорт Аврора с относительной устойчивостью к антракнозу.

Для возделывания в открытом грунте Нечернозёмной зоны создан новый сорт фенхеля овощного Цезарь, характеризующийся продолжительным периодом хозяйственной годности зелени и способностью формировать "кочанчик" средней массой 370 грамм.

Поддержание экологически безопасного фитосанитарного состояния овощных и бахчевых культур является важным составляющим звеном в технологиях возделывания новых и перспективных сортов и гибридов, поскольку потери от болезней, вредителей и сорняков достигают 30 % и более. Для решения проблем устойчивости к наиболее вредоносным патогенам, при создании нового генофонда в ФНЦО взят на вооружение метод отдаленной гибридизации. Так, в текущем году изучено более 100 образцов дикорастущих видов и полукультурных форм томата, выделены источники устойчивости. Селекционерам филиала ВНИИО удалось создать образцы томата, устойчивые к 4-5 болезням (к ВТМ, кладоспориозу, фузариозу и т.д.).

По луку репчатому использование диких видов дало возможность получить гибриды, устойчивые к пероноспорозу и бактериозу. В текущем году продолжена работа по селекционно-генетическим исследованиям на растениях инбредных потомств I<sub>1-5</sub> от ВС<sub>1-2</sub> межвидовых гибридов лука комбинаций скрещивания F<sub>3-5</sub> (*A. cepa* x *A. vavilovii*), F<sub>5</sub> (*A. cepa* x *A. fistulosum*). Фитопатологическая оценка растений лука первого года вегетации и семенных растений выявила разнообразие в инбредных потомствах по устойчивости к пероноспорозу. В комбинации скрещивания *A. cepa* Ч *A. vavilovii* у растений первого года вегетации наблюдалось наибольшее число устойчивых растений - до 66,7 % [15].

Одной из приоритетных задач семеноводческой работы является разработка и совершенствование технологии первичного и репродукционного семеноводства; максимальное сохранение идентичности

сорта или гибрида; тщательное изучение влияния факторов внешней среды на образование семян с целью подбора соответствующих зон семеноводства; изучение новых и уточнение известных технологических приемов семеноводства; создание технологического семеноводства, снижающих материальные и энергетические затраты.

В последние годы разрабатываются различные методы предпосевной подготовки семян, позволяющие повысить их жизнеспособность и дружность прорастания, получения выравненных всходов без ущерба для экосистемы (праймирование, инкрустация и др.) Предпосевная подготовка к посеву стала перспективной стратегией улучшения поведения растений в полевых условиях, так как формирует особый физиологический статус семян. С целью поиска и разработки эффективных методов подготовки семян в ФГБНУ ФНЦО большое внимание уделяется изучению параметров семян и влияния на них различных абиотических факторов конкретно для каждой культуры.

В текущем году учеными Центра изучено влияние высокотемпературного фактора на рост зародыша и прорастание семян укропа, полученных с разных порядков ветвления. Показано, что действие экстремальной температуры негативно отразилось на темпах роста зародышей как первого, так и второго порядка ветвления. Однако зародыши второго порядка ветвления оказались более чувствительны к действию пониженной и повышенной температуры в процессе прорастания. При отклонении температуры проращивания от оптимальной (20°C) происходило уменьшение скорости прорастания и процента проросших семян. Семена второго порядка сильнее реагировали на температурный стресс. Это подтверждает положение о том, что морфологическое недоразвитие зародыша является ключевым фактором, влияющим на качество семян зонтичных культур и развитие зародыша в процессе проращивания, особенно в экстремальных температурных условиях. Исследования кинетики роста зародыша и прорастания гетероморфных семян укропа в условиях широкого диапазона температур могут быть использованы в селекции на холодостойкость и жаростойкость. Температурный фактор, в значительной степени определяющий доразвитие зародыша в период, предшествующий наклеиванию семян, может быть эффективным методом предпосевной доработки семян [16].

Растущий интерес к цифровому документированию информации растений, их органов и тканей для разных целей (в том числе характеризующих качество семян) заставляет искать оперативные методы наблюдения и инструменты анализа. 2-D цифровое сканирование и компьютерная визуализация позволяют легко документировать изображения семян и их количественные характеристики (линейные измерения, проекции, яркость и насыщенность цвета). С этой целью проведены исследования по изучению морфологии семян *Allium* из подрода *Cepa*: секции *Cepa* (Mill.) Prokh. – *A. fistulosum* L., *A. altaicum* Pall., *A. galanthum* Kar. & Kir., *A. oschaninii* O. Fedtsch., *A. pskemense* B. Fedtsch.; секции *Schoenoprasum* Dum. – *A. altynolicum*, *A. ledebourianum*, *A. oliganthum*, *A. schoenoprasum* L.; секции *Condensatum* N. Friesen – *A. condensatum*. По результатам исследования составлены ряды распределения видов в порядке

убывания по каждому из изученных признаков. В пределах секции Сера максимальные линейные размеры, периметр и площадь сечения имели семена *A. pskemense*. Среди представителей секции *Schoenoprasum* максимальную длину имели семечки *A. altynolicum*. Максимальная ширина, периметр, площадь сечения, средний диаметр Фере семян зафиксирована у *A. ledebourianum*. В секции Сера среднее значение RGB в порядке убывания составило ряд: *A. pskemense* > *A. galanthum* > *A. fistulosum* > *A. altaicum* > *A. oschaninii*. В секции *Schoenoprasum* этот ряд имеет вид: *A. schoenoprasum* > *A. ledebourianum* > *A. altynolicum* > *A. oliganthum* [17].

Разработан способ активации проращивания семян свеклы столовой при светодиодном монохроматическом освещении, включающий посев семян свеклы столовой с плотностью посева 2 г семян на пластины 10×20 см с применением в качестве источников света монохроматического освещения светодиодов ультрафиолетового света с длиной волны 380 нм или красного света с длиной волны 660 нм при световой плотности фотонов на уровне подложки с семенами в 0,44 мкМоль/м<sup>2</sup>·с и 2,36 мкМоль/м<sup>2</sup>·с, соответственно. Данный способ обеспечивает повышения энергии проращивания, всхожести семян свеклы столовой, эффективности продуктивного роста [18]. Также для свеклы столовой разработан способ предпосевной обработки семян гидротермальным нанокремнеземом с использованием после посева светодиодного монохроматического освещения, включающий замачивание на 120 минут в водном золе гидротермального нанокремнезема с концентрацией 0,05 % с последующим посевом и 10-суточным проращиванием в стандартных условиях при комнатной температуре и увлажнении семян. В качестве источника света используется монохроматическое непрерывное освещение светодиодами УФ-света с длиной волны 380 нм, или синего света с длиной волны 440 нм, или зеленого света с длиной волны 525 нм, или красного света с длиной волны 660 нм при генерации фотонов низкой интенсивности 0,44 мкМоль/м<sup>2</sup>·с, 6,52 мкМоль/м<sup>2</sup>·с, 1,44 мкМоль/м<sup>2</sup>·с и 2,36 мкМоль/м<sup>2</sup>·с, соответственно [19].

Разработан способ активации проращивания семян томата гидротермальным нанокремнеземом, включающий замачивание на 2 часа в водном золе гидротермального нанокремнезема с концентрацией рабочих растворов в диапазоне 0,0005%-0,1 %. Проращивание семян осуществляют при комнатной температуре 22°C с поддержанием их увлажнения водой [20].

Проводится изучение возможности комбинирования препаратов для предпосевной подготовки и их дозировки при инкрустации семян моркови столовой для обеспечения качественного покрытия и получения дружных всходов. Показано, что инкрустация семян снижала их лабораторную всхожесть, однако в полевых условиях оболочка с препаратами защиты создавала более благоприятные условия для их роста и развития. Наилучшим оказался вариант инкрустации семян препаратами в дозах Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС 10,0 (л/т) + Изабион (3,0 л/т). Урожайность на этом варианте при обработке семян линии 690В составила 61,50 т/га стандартных корнеплодов, общая урожайность - 79,86 т/га. Этот вариант также был лучшим и на обработке семян линии 690П: урожайность корнепло-

дов составила 71,36 т/га, из которых 56,64 т/га - стандартных. При этом включение в состав оболочки фунгицида Максим способствовало снижению количества больных корнеплодов в общем урожае [21].

В ФГБНУ ФНЦО проводятся исследования по созданию и усовершенствованию технологий семеноводства. В текущем году оптимизированы элементы технологии возделывания семенников лука репчатого сортов Ампэкс и Примо и получения высокой урожайности качественных семян в условиях предгорной зоны Северного Кавказа. Рекомендовано использовать маточные луковицы размером 8 см, посадку маточников проводить в первой декаде ноября, использовать схему посадки маточников 75×10 см, глубиной 15 см. При данной технологии продуктивность семян растений достигает 6-8 г у сорта Ампэкс и 5-7 г – у сорта Примо [22].

В Центре широко ведутся исследования по разработке адаптивно-ландшафтной системы земледелия в овощеводстве, направленной на получение экологически безопасной овощной продукции и в целом экосистемы. В филиалах, расположенных в различных регионах, продолжается изучение севооборотов в овощеводстве: оценивается роль многолетних трав, сидератов, органики, биокомпостов, направленной на биологизацию отрасли. Изучается система удобрений, идет переоценка традиционных подходов в агрохимии: не макроудобрения в больших дозах, а дробное внесение NPK, подкормки, внесение малых доз с водой, микроудобрения, регуляторы роста, цеолиты и др. На Западно-Сибирской ООС - филиале ФГБНУ ФНЦО имеется многолетний стационар, заложенный в 1942 году, в котором в 5-ти-польном севообороте систематически вносятся удобрения. За весь период его функционирования при грамотном внесении удобрений продуктивность севооборота возросла на 30 %, уровень плодородия почвы гумуса увеличился с 3,5 до 5,3 %, накопление тяжелых металлов в продукции и почве, а также ухудшение экологической обстановки не отмечено. Результаты длительных опытов с внесением удобрений в стационарных севооборотах позволяют разработать принципы построения системы удобрения для конкретной почвенно-климатической зоны, получить максимальную продуктивность овощных культур с биологически ценным урожаем [23].

Проведены комплексные исследования по изучению отзывчивости некоторых сортов и гибридов капусты цветной на применение органических (птичий компост в дозе 6 т/га) и минеральных (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>180</sub>) удобрений и их сочетаний, а также по влиянию этих удобрений на качество продукции. Результаты исследований показали, что совместное применение минеральных и органических удобрений в наибольшей степени увеличивает продуктивность капусты, в среднем на 30%, в то время как чисто минеральные – на 25%, а чисто органические – на 19%. Совместное применение минеральных и органических удобрений позволяет получать в среднем 28,3 т/га головок цветной капусты, по отдельным сортам и гибридам – от 23,9 до 38,1 т/га. Качество продукции остается безопасным при применении минеральных и органических удобрений как раздельным, так и совместным способами [24].

Разработаны способы повышения урожайности, качества плодов огурца и экологичности продукции. Первый способ включает некорневую обработку расте-

ний в фазах первых 4-5 листьев и бутонизации – цветения с применением бинарного состава препарата, содержащего крезацин и 1-этоксисилатран, при фиксированном его расходе по массе сухих компонентов 15 г/га и объемном расходе водных рабочих растворов препарата 300 л/га, отличающийся тем, что используют составы с массовым содержанием крезацина и 1-этоксисилатрана в диапазонах 5,0-95,0% и 95,0-5,0%, соответственно, относительно общего содержания компонентов [25].

Второй способ включает некорневую обработку растений нанокремнеземсодержащим составом в фазах первых 4-5 листьев и бутонизации - цветения с применением бинарного состава препарата, содержащего крезацин и гидротермальный нанокремнезем, при фиксированном его расходе по массе сухих компонентов 15 г/га и объемном расходе водных рабочих растворов препарата 300 л/га, отличающийся тем, что используют составы с массовым содержанием крезацина и гидротермального нанокремнезема в диапазонах 5,0-95,0% и 95,0-5,0%, соответственно, относительно общего содержания компонентов [26].

Методом инструментального нейтронного активационного анализа (ИНАА) в полевых опытах оценивали способность амаранта трехцветного сорта Валентина, произрастающего на почвах с разной степенью загрязнения, извлекать тяжелые металлы. Установлено, что амарант изучаемого сорта, характеризующийся содержанием бетацианинового пигмента амарантина в побегах и генеративном органе, способен аккумулировать из почв такие элементы, как Mn, Fe и Ni. Содержание большинства изучаемых элементов уменьшается в следующем порядке: листья > соцветия > стебли. В условиях загрязнения почвы выбросами металлургического комбината увеличивается фитоекстракция таких элементов, как Mn, Fe, Co, Sb. Содержание Fe и Mn в листьях *A. tricolor* сорта Валентина превышает средние данные по вегетации от 7 до 17 раз; содержание Co превышает от 4 до 7 раз; содержание Sb - от 10 до 23 раз. Благодаря тому, что амарант формирует достаточную биомассу за вегетационный период, его можно рекомендовать для фитоекстракции тяжелых металлов из почв при полиметаллическом загрязнении [27].

Для обеспечения получения экологически безопасной овощной продукции проведена оценка экологических параметров овощных культур (морковь, свекла) по накоплению поллютантов (кадмий) с учетом видовой и сортовой специфики, и возможность снижения аккумуляции тяжелых металлов при обработке почвы экспериментальным микробиологическим консорциумом БИС-65. В модельном микрополевым опыте выявлено, что обработка почвы биопрепаратом БИС-65 способствовала снижению концентрации кадмия в корнеплодах свеклы и моркови до 21,1 % в зависимости от выращиваемого сорта [28].

Современное овощеводство защищенного грунта базируется на применении в теплицах высоких технологий, таких как технологии вертикального овощеводства. Рост рынка вертикальной гидропоники обусловлен и новыми задачами обеспечения продовольственной безопасности государства в условиях нестабильности поставок продовольствия из-за нарушения традиционных логистических связей.

В ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» разработана инновационная технология выращивания томата на многоярусной гидропонной установке (МУГ). Установлены основные особенности культивирования растений на пятиярусной гидропонной конструкции. Разработаны составы питательных смесей для выращивания семян и взрослых растений. Создана линейка сортов томата для вертикального овощеводства: мелкоплодные – Наташа и Тимоша; среднеплодные – Огниво, Маленький Мук и Жегалов. Отработана система защиты растений томата на пятиярусной гидропонной установке. Инновационная технология вертикального овощеводства внедрена в фермерском хозяйстве ИП А.Г. Умалатов в Дагестане (2018 г.) и за Северным Полярным кругом в посёлке нефтяников Новый Порт, полуостров Ямал (2019–2020 гг.). Показаны возможности существенного повышения производительности систем выращивания растений, качества получаемой растительной продукции в сооружениях защищенного грунта при использовании технологий и вегетационно-облучательного оборудования, разработанных в ФГБНУ АФИ [29].

В связи с расширением потребительского спроса на свежесрезанную зелень и жёлто-зелёные овощи исследован потенциал продуктивности и питательной ценности капусты японской в условиях вертикального овощеводства. Показано, что ценная овощная культура – капуста японская (*Brassica rapa* L. subsp. *nipposinica* (L.H.Bailey) Hanelt), может выращиваться на многоярусных гидропонных конструкциях с сохранением её продуктивности, питательных и витаминных свойств [30]. Выделены и другие генетические ресурсы овощных растений для вертикального овощеводства: сорта семейства *Apiaceae* - сельдерей листовый Эликсир, укроп Русич, кориандр посевной Юбиляр; сорта семейства *Lamiaceae* - монарда (*Monarda citriodora* Cerv. ex Lag., *Monarda fistulosa* L.) Кармелита, Melissa (*Melissa officinalis* L.) Жемчужина; сорта семейства *Brassicaceae* - капуста японская Salad Mizuna, Салют Юбилею [31].

Научные исследования показывают, что в области овощеводства главная стратегическая задача – это создание нового поколения сортов и гибридов овощебахчевых культур с использованием достижений биотехнологии и молекулярной генетики, адаптированных к зональным особенностям различных регионов страны, конкурентоспособных на уровне мировых стандартов. Критериями реализации данной задачи являются: интенсификация производства; внедрение инновационных и ресурсосберегающих технологий и технологических регламентов в зависимости от зональных и почвенных особенностей, а также с учетом поддержания экологического равновесия и требований конкретных культур; использование научно обоснованных севооборотов; применение научных приемов, методов и технологий интегрированной защиты овощных культур от вредителей, болезней и сорняков; производства необходимого и достаточного количества оригинальных семян лучших сортов и гибридов; использование научно разработанной предпосевной подготовки семян, что позволит создать необходимую базу для устойчивого роста конкурентоспособности и доходности овощеводства.

**Об авторах:**

**Алексей Васильевич Солдатенко** – доктор с.-х. наук, академик РАН, главный н.с., alex-soldat@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9492-6845>  
**Виктор Федорович Пивоваров** – доктор с.-х. наук, академик РАН, научный руководитель, pivovarov@vniissok.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9522-8072>  
**Ольга Николаевна Пышная** – доктор с.-х. наук, главный 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/0000-00030824-8863>

**About the Authors:**

**Alexey V. Soldatenko** – Doc. Sci. (Agriculture), Academician of the Russian Academy of Sciences, alex-soldat@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9492-6845>  
**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>  
**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/0000-0003-0824-8863>

• **Литература**

1. Смолянский Б.Л., Лифляндский В.Г. Диетология. Новейший справочник для врачей. СПб.: Сова; М.: Эксмо, 2003. 816 с.
2. Росстат <https://rosstat.gov.ru/>
3. Ермолаев А.С., Домблides Е.А. Оптимизация этапов технологии получения удвоенных гаплоидов кабачка (*Cucurbita pepo* L.) в культуре неопыленных семян *in vitro*. *Овощи России*. 2022;(5):5-14. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-5-14>. EDN IDOYVB.
4. Dombldes E., Ermolaev A., Belov S., Kan L., Skaptsov M., Dombldes A. Efficient Methods for Evaluation on Ploidy Level of *Cucurbita pepo* L. Regenerant Plants Obtained in Unpollinated Ovule Culture *In Vitro*. *Horticulturae*. 2022;8(11):1083. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8111083>
5. Romanova O.V., Vjurtts T.S., Mineykina A.I., Tukuser Ya.P., Kulakov Yu.V, Akhramenko V.A., et al. Embryogenesis induction of carrot (*Daucus carota* L.) in isolated microspore culture. *Foods and Raw Materials*. 2023;11(1):25-34. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-1-548>
6. Кулаков Ю.В., Домблides Е.А. Вторичный эмбриогенез в культуре изолированных микроспор *in vitro* моркови столовой (*Daucus carota* L.). Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Генетические ресурсы растений для генетических технологий: к 100-летию Пушкинских лабораторий ВИР». «Генетические ресурсы растений для генетических технологий: к 100-летию Пушкинских лабораторий ВИР». Санкт-Петербург, 2022. С. 93-94.
7. Kozar E.V., Kozar E.G., Dombldes E.A.. Effect of the Method of Microspore Isolation on the Efficiency of Isolated Microspore Culture *In Vitro* for *Brassicaceae* Family. *Horticulturae*. 2022;8(10):864. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100864>
8. Козарь Е.В. Особенности эмбриогенеза редиса европейского в культуре микроспор *in vitro*. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Генетические ресурсы растений для генетических технологий: к 100-летию Пушкинских лабораторий ВИР». «Генетические ресурсы растений для генетических технологий: к 100-летию Пушкинских лабораторий ВИР». Санкт-Петербург, 2022. С. 160-161.
9. Романов В.С., Романова О.В., Логунова В.В., Тареева М.М. Ускоренное получение одного поколения лука за год технологией культуры цветочных бутонов *in vitro*. *Биосфера*. 2022;14(4):375-379. EDN XPNJUX.
10. Ефремов Г.И., Джос Е.А., Ашихмин А.А., Кочиева Е.З., Щенникова А.В. Влияние содержания каротиноидов и активности гена каротиноид-цис-транс-изомеразы *crts10* на окраску плода томата. *Физиология растений*. 2022;69(4):352-362. DOI: 10.31857/S0015330322040042
11. Кулакова А.В., Дьяченко Е.А., Щенникова А.В., Пышная О.Н., Джос Е.А. Вариабельность генома отечественных сортов томата: данные AFLP-анализа. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2022;26(7):652-661. DOI: 10.18699/VJGB-22-80
12. Мартынов В.В., Козарь Е.Г., Енгальцева И.А. Особенности первичной структуры гена *Ph-3*, выявленные при создании нового маркера устойчивости томата к фитофторозу. *Сельскохозяйственная биология*. 2022;57(5):954-964. DOI: 10.15389/agrobiol.2022.5.954rus
13. Диаките С., Поляков А.В., Стахеев А.А., Алексеева Т.В., Завриев С.К., Said R.R. Видовой состав грибов рода *Fusarium* Link на культуре чеснока в условиях Московской области. *Сельскохозяйственная биология*. 2022;57(1):151-157. DOI: 10.15389/agrobiol.2022.1.151rus
14. 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.
15. Романов В.С. Биоразнообразие межвидовых гибридов рода *Allium* L. *Овощи России*. 2022;(5):43-49. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-43-49>. EDN KNCAGE.
16. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Кинетические параметры прорастания семян укропа в условиях градиента температур. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2022;3(209):17-23. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-209-3-17-23
17. Мусаев Ф.Б., Прияткин Н.С., Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И. Компьютеризированная визуализация семян подорожника (*Allium* L., *Alliaceae*) - эффективный инструмент для оценки их качества. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2022;2(63):39-50. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-63-2-39-50
18. Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Иванова М.И., Тимакова Л.Н. Способ активации проращивания семян свеклы столовой при светодиодном освещении. Патент на изобретение. 2779421 С1, 06.09.2022. Заявка № 2021126806 от 13.09.2021.
19. Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Потапов В.В., Иванова М.И., Лапин А.А., Тимакова Л.Н. Способ активации проращивания семян свеклы столовой гидротермальным нанокремнеземом при светодиодном освещении. Патент на изобретение. 2773367 С1, 02.06.2022. Заявка № 2021127619 от 21.09.2021.
20. Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Потапов В.В., Лапин А.В., Иванова М.И., Алексеева К.Л. Способ активации проращивания семян томата гидротермальным нанокремнеземом. Патент на изобретение. 2767622 С1, 18.03.2022. Заявка № 2021123766 от 10.08.2021.
21. Янченко А.В., Федосов А.Ю., Меньших А.М., Азопков М.И., Голубович В.С. Инкрустация семян овощных культур. *Картофель и овощи*. 2022;(7):16-19. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.86.56.003>
22. 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>. EDN WHIOJ.
23. Надежкин С.М., Маркарова М.Ю., Воронкин Е.В. Эффективность длительного применения удобрений на черноземе выщелоченном в 14- и 15-и ротациях овощного севооборота. В книге: Материалы Международной научной конференции, посвященной 90-летию ФГБНУ "ВНИИ агрохимии" и 80-летию Географической сети опытов с удобрениями. Тезисы докладов. Под редакцией С.И. Шкуркина. Москва, 2022. С. 117-130
24. Борисов В.А., Вирченко И.И., Янченко Е.В., Успенская О.Н. Отзывчивость сортообразцов цветной капусты на применение биокомпоста и минеральных удобрений. *Картофель и овощи*. 2022;(1):19-22. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.83.20.001>
25. Зеленков В.Н., Петриченко В.Н., Барышок В.П., Иванова М.И. Способ повышения урожайности огурцов. Патент на изобретение. 2767639 С1, 18.03.2022. Заявка № 2021126255 от 07.09.2021.
26. Зеленков В.Н., Петриченко В.Н., Потапов В.В., Иванова М.И. Способ повышения урожайности огурцов нанокремнеземосодержащим составом. Патент на изобретение. 2767614 С1, 18.03.2022. Заявка № 2021126257 от 07.09.2021.
27. Gorelova S.V., Gins M.S., Frontasyeva M.V. Phytoextraction of toxic elements by amaranthus tricolor grown on technologically polluted soils in open ground conditions. *Chemica Techno Acta*. 2022;9(S):202292S8. DOI: 10.15826/chimtech. 2022.9.2.S8
28. Ушакова О.В., Маркарова М.Ю., Надежкин С.М. Перспективы использования биопрепаратов для нейтрализации кадмиевого стресса у овощных культур (на примере корнеплодных культур). В сборнике: Проблемы загрязнения объектов окружающей среды тяжелыми металлами. Труды международной конференции. Тула, 2022. С. 226-229.
29. Балашова И.Т., Сирота С.М., Пивоваров В.Ф., Удалова О.Р., Панова Г.Г., Чесноков Ю.В. Инновационная технология в овощеводстве. В сборнике: Агрофизический институт: 90 лет на службе земледелия и



растениеводства. Материалы международной научной конференции. 2022. С. 255-260.

30. Балашова И.Т., Бондарева Л.Л., Пинчук Е.В., Молчанова А.В., Шевченко Т.Е., Мащенко Н.Е. Выращивание растений капусты японской на многоярусной гидропонной конструкции с использованием природных иммуномодуляторов. *Овощи России*. 2022;(6):59-65. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-59-65>. EDN ICZRJY.

31. Балашова И.Т., Сирота С.М., Харченко В.А., Беспалько Л.В., Бондарева Л.Л., Пивоваров В.Ф., Макаркин А.А., Мащенко Н.Е. Генетические ресурсы овощных растений для вертикального овощеводства. В книге: Генофонд и селекция растений. Сборник материалов 6-й Международной конференции. Новосибирск, 2022. С. 29-35

## • References

1. Smolyansky B.L., Lifyandsky V.G. Dietology. The newest guide for doctors. St. Petersburg: Owl; M.: Eksmo, 2003. 816 p. (In Russ.)

2. Rosstat <https://rosstat.gov.ru/>

3. Ermolaev A.S., Dombldes E.A. Optimization of steps in the technology of obtaining doubled haploids of summer squash (*Cucurbita pepo* L.) in the culture of unpollinated ovules in vitro. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(5):5-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-5-14>. EDN IDOYVB.

4. Dombldes E., Ermolaev A., Belov S., Kan L., Skaptsov M., Dombldes A. Efficient Methods for Evaluation on Ploidy Level of *Cucurbita pepo* L. Regenerant Plants Obtained in Unpollinated Ovule Culture *In Vitro*. *Horticulturae*. 2022;8(11):1083. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8111083>

5. Romanova O.V., Vjurtts T.S., Mineykina A.I., Tukuser Ya.P., Kulakov Yu.V., Akhramenko V.A., et al. Embryogenesis induction of carrot (*Daucus carota* L.) in isolated microspore culture. *Foods and Raw Materials*. 2023;11(1):25-34. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-1-548>

6. Kulakov Yu.V., Dombldes E.A. Secondary embryogenesis in culture of isolated microspores in vitro of table carrot (*Daucus carota* L.). Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference "Plant Genetic Resources for Genetic Technologies: to the 100<sup>th</sup> Anniversary of the VIR Pushkin Laboratories". "Plant Genetic Resources for Genetic Technologies: On the 100th Anniversary of the VIR Pushkin Laboratories". St. Petersburg, 2022, pp. 93-94. (In Russ.)

7. Kozar E.V., Kozar E.G., Dombldes E.A. Effect of the Method of Microspore Isolation on the Efficiency of Isolated Microspore Culture *In Vitro* for Brassicaceae Family. *Horticulturae*. 2022;8(10):864. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100864>

8. Kozar E.V. Peculiarities of European radish embryogenesis in microspore culture in vitro. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference "Plant Genetic Resources for Genetic Technologies: to the 100th Anniversary of the VIR Pushkin Laboratories". "Plant Genetic Resources for Genetic Technologies: On the 100th Anniversary of the VIR Pushkin Laboratories". St. Petersburg, 2022, pp. 160-161. (In Russ.)

9. Romanov V.S., Romanova O.V., Logunova V.V., Tareeva M.M. Accelerated production of one generation of onions per year by *in vitro* flower bud culture technology. *Biosphere*. 2022;14(4):375-379. (In Russ.) . EDN XPNJUX.

10. Efremov G.I., Jos E.A., Ashikhmin A.A., Kochieva E.Z., Shchennikova A.V. Influence of carotenoid content and activity of the crtiso carotenoid-cis-trans-isomerase gene on the color of the tomato fruit. *Physiology of plants*. 2022;69(4):352-362. DOI: 10.31857/S0015330322040042. (In Russ.)

11. Kulakova A.V., Dyachenko E.A., Shchennikova A.V., Pyshnaya O.N., Jos E.A. Genome variability of domestic tomato varieties: AFLP analysis data. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022;26(7):652-661. DOI: 10.18699/VJGB-22-80. (In Russ.)

12. Martynov V.V., Kozar E.G., Engalycheva I.A. Features of the primary structure of the Ph-3 gene, revealed during the creation of a new marker of tomato resistance to late blight. *Agricultural biology*. 2022;57(5):954-964. DOI: 10.15389/agrobiol.2022.5.954rus. (In Russ.)

13. Diakite S., Polyakov A.V., Stakheev A.A., Alekseeva T.V., Zavriev S.K., Said R.R. Species composition of fungi of the genus *Fusarium* Link on garlic culture in the conditions of the Moscow region. *Agricultural biology*. 2022;57(1):151-157. DOI: 10.15389/agrobiol.2022.1.151rus. (In Russ.)

14. Sokolova L.M. The system of complex application of breeding and immunological methods for creating varieties and hybrids of table carrots with group resistance to *Alternaria* sp. and *Fusarium* sp. Guidelines. Moscow, 2022. 56 p. (In Russ.)

15. Romanov V.S. Biodiversity of interspecific hybrids of the genus *Allium* L. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(5):43-49. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-43-49>. EDN KNCAGE. (In Russ.)

16. Bukharov A.F., Baleev D.N. Kinetic parameters of germination of dill seeds under conditions of temperature gradient. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2022;3(209):17-23. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-209-3-17-23. (In Russ.)

17. Musaev F.B., Priyatkin N.S., Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I. Computerized visualization of seeds of the subgenus sulfur (*Allium* L., *Alliaceae*) is an effective tool for assessing their quality. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2022;2(63):39-50. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-63-2-39-50. (In Russ.)

18. Zelenkov V.N., Latushkin V.V., Ivanova M.I., Timakova L.N. A method for activating the germination of red beet seeds under LED lighting. Patent for invention 2779421 C1, 09/06/2022. Application No. 2021126806 dated 09/13/2021. (In Russ.)

19. Zelenkov V.N., Latushkin V.V., Potapov V.V., Ivanova M.I., Lapin A.A., Timakova L.N. A method for activating the germination of table beet seeds with hydrothermal nanosilica under LED lighting. Patent for invention 2773367 C1, 06/02/2022. Application No. 2021127619 dated 09/21/2021. (In Russ.)

20. Zelenkov V.N., Latushkin V.V., Potapov V.V., Lapin A.V., Ivanova M.I., Alekseeva K.L. A method for activating the germination of tomato seeds with hydrothermal nanosilica. Patent for invention 2767622 C1, 03/18/2022. Application No. 2021123766 dated 08/10/2021. (In Russ.)

21. Yanchenko A.V., Fedosov A.Yu., Men'shikh A.M., Azopkov M.I., Golubovich V.S. Inlay of seeds of vegetable crops. *Potatoes and vegetables*. 2022;(7):16-19. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.86.56.003>. (In Russ.)

22. Mastyaev I.S., Agafonov A.F., Krivenkov L.V., Podorogin V.A., Ushakov V.A. Influence of timing, scheme, planting depth and size of uterine bulbs on the productivity of seed plants and the quality of onion seeds in 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>. EDN WIHIOJ.

23. Nadezhkin S.M., Markarova M.Yu., Voronkin E.V. The effectiveness of long-term use of fertilizers on leached chernozem in the 14th and 15th rotations of the vegetable crop rotation. In the book: Proceedings of the International Scientific Conference dedicated to the 90th anniversary of the Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Agrochemistry" and the 80th anniversary of the Geographical Network of Experiments with Fertilizers. Abstracts of reports. Edited by S.I. Shkurkin. Moscow, 2022, pp. 117-130. (In Russ.)

24. Borisov V.A., Virchenko I.I., Yanchenko E.V., Uspenskaya O.N. Responsiveness of cauliflower varieties to the use of biocompost and mineral fertilizers. *Potatoes and vegetables*. 2022;(1):19-22. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.83.20.001>. (In Russ.)

25. Zelenkov V.N., Petrichenko V.N., Baryshok V.P., Ivanova M.I. Method for increasing the yield of cucumbers. Patent for invention 2767639 C1, 03/18/2022. Application No. 2021126255 dated 09/07/2021. (In Russ.)

26. Zelenkov V.N., Petrichenko V.N., Potapov V.V., Ivanova M.I. A method for increasing the yield of cucumbers with a nanosilica-containing composition. Patent for invention 2767614 C1, 03/18/2022. Application No. 2021126257 dated 09/07/2021. (In Russ.)

27. Gorelova S.V., Gins M.S., Frontasyeva M.V. Phytoextraction of toxic elements by *amaranthus tricolor* grown on technogenically polluted soils in open ground conditions. *Chimica Techno Acta*. 2022;9(S):202292S8. DOI: 10.15826/chimtech.2022.9.2.S8. (In Russ.)

28. Ushakova O.V., Markarova M.Yu., Nadezhkin S.M. Prospects for the use of biological products to neutralize cadmium stress in vegetable crops (on the example of root crops). In the collection: Problems of pollution of environmental objects with heavy metals. Proceedings of the international conference. Tula, 2022, pp. 226-229. (In Russ.)

29. Balashova I.T., Sirota S.M., Pivovarov V.F., Udalova O.R., Panova G.G., Chesnokov Yu.V. Innovative technology in vegetable growing. In the collection: Agrophysical Institute: 90 years in the service of agriculture and crop production. Materials of the international scientific conference. 2022, pp. 255-260. (In Russ.)

30. Balashova I.T., Bondareva L.L., Pinchuk E.V., Molchanova A.V., Shevchenko T.E., Mashchenko N.E. Cultivation of Japanese cabbage plants on a multi-tiered hydroponic structure using natural immunomodulators *Vegetable crops of Russia*. 2022;(6):59-65. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-59-65>. EDN ICZRJY.

31. Balashova I.T., Sirota S.M., Kharchenko V.A., Beshpalko L.V., Bondareva L.L., Pivovarov V.F., Makarkin A.A., Mashchenko N.E. Vegetable plant genetic resources for vertical vegetable growing. In the book: Gene pool and plant breeding. Collection of materials of the 6th International Conference. Novosibirsk, 2022, pp. 29-35. (In Russ.)