

Селекция перца сладкого для функционального питания

Breeding of sweet pepper for functional nutrition

**Каракаджиев А.С., Кигашпаева О.П., Гулин А.В.,
Джабраилова В.Ю.**

Аннотация

Новое направление питания, функциональное, базируется на употреблении в пищу так называемых функциональных продуктов, к которым относятся перцы сладкие с плодами фиолетовой окраски, содержащими антоциан, обладающих антиоксидантными, противовоспалительными, антидиабетическими и другими полезными свойствами. Актуальность работы состоит в расширении линейки сортов с повышенной антиоксидантной активностью, употребление в пищу которых позволит улучшить здоровое функциональное питание населения. Цель работы – создание новых линий перца сладкого с плодами фиолетовой окраски, несущих качественно новые свойства. Впервые созданы линии перца сладкого с признаками одинаковой фиолетовой окраски и разной формы, и размера плодов. Селекционную работу проводили в 2018 – 2023 годах во ВНИИОБ – филиале ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» согласно принятым методикам и технологиям. Почва участка аллювиально-луговая, среднесуглинистая, слабозасоленная, содержание гумуса в пахотном слое 1,84%. Объектами изучения были сорта и селекционные линии перца сладкого селекции ВНИИОБ, различающиеся формой, размером, окраской растений и плодов, сроками созревания и направлениями использования. В результате гибридизации сорта Цыганский барон с сортами Дар Каспия, Спринтер и Новичок ВНИИОБ, отличающимися различной формой и размером плодов, получены нерасщепляющиеся линии, сочетающие морфологические признаки с более высокой урожайностью и массой плодов. Все три новые линии в потомстве наследовали антоциановую окраску в плодах и растениях сорта Цыганский барон. Полученные линии представляют перспективный селекционный материал для создания конкурентоспособных сортов и гибридов перца сладкого.

Ключевые слова: перец сладкий, флавоноиды, антоцианы, окраска плода, антиоксиданты; биологическая активность, функциональное питание.

Для цитирования: Создание оригинальных сортов перца сладкого для функционального питания / А.С. Каракаджиев, О.П. Кигашпаева, А.В. Гулин, В.Ю. Джабраилова // Картофель и овощи. 2024. №8. С. 34-38. <https://doi.org/10.25630/PAV.2024.66.32.005>

Плодовые органы овощных культур – источники не только витаминов, но и минеральных веществ, органических кислот и эфирных масел. Улучшая процесс пищеварения, овощи подготавливают организм к принятию более тяжелой пищи, при этом сами они низкокалорийные [1, 2]. В последние годы в науке о питании появилось новое направление – функциональное питание, которое базируется на употреблении в пищу так называемых функциональных продуктов [3]. Эти пищевые продукты содержат физиологически активные, безопасные для здоровья ценные ингредиенты, несущие полезные свой-

**Karakadzhiev A.S., Kigashpaeva O.P., Gulin A.V.,
Dzhabrailova V.Yu.**

Abstract

A new direction of nutrition, functional, is based on the consumption of so-called functional foods, which include sweet peppers with purple fruits containing anthocyanin, which have antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic and other beneficial properties. The relevance of the work is to expand the range of cultivars with increased antioxidant activity, the use of which will improve the healthy functional nutrition of the population. The aim of the work is to create new lines of sweet pepper with purple fruits, bearing qualitatively new properties. For the first time, lines of sweet pepper with signs of the same purple colour and different shapes and sizes of fruits were bred. Breeding work was carried out in 2018-2023 at the All-Russian research institute of irrigated vegetable and watermelon growing – a branch of Federal state budgetary scientific institution Caspian agrarian federal scientific centre of RAS (VNIIOB) according to accepted methods and technologies. The soil of the site is alluvial meadow, medium loamy, slightly saline, the humus content in the arable layer is 1.84%. The objects of study were cultivars and breeding lines of sweet pepper of the VNIIIOB selection, differing in shape, size, colour of plants and fruits, maturation periods and directions of use. As a result of hybridization of the Zyganskiy Baron cultivar with the Dar Kaspiya, Sprinter and Novichok cultivars (VNIIIOB), which differ in shape and size of fruits, non-splitting lines were obtained, combining morphological features with higher yields and fruit weight. All three new lines in the offspring inherited anthocyanin colouring in fruits and plants of the Zyganskiy Baron cultivar. The obtained lines represent a promising breeding material for the creation of competitive cultivars and hybrids of sweet pepper.

Key words: sweet pepper, flavonoids, anthocyanins, fruits colour, antioxidants; biological activity, functional nutrition.

For citing: Breeding of sweet pepper for functional nutrition. A.S. Karakadzhiev, O.P. Kigashpaeva, A.V. Gulin, V.Yu. Dzhabrailova. 2024. No8. Pp. 34-38. <https://doi.org/10.25630/PAV.2024.66.32.005> (In Russ.).

ства, способствующие улучшению и сохранению здоровья: витамины, минеральные вещества, жиры, полисахариды, растворимые и нерастворимые пищевые волокна, вторичные растительные соединения, про- и пребиотики [4, 5]. В качестве компонентов функционального питания активно исследуются различные биологически активные соединения, среди которых особое внимание привлекают антоцианы. Это – одна из групп растительных пигментов, придающие различным частям растений окраску от розовой и сиреневой до синей и темно-фиолетовой. Они относятся к полифенольным соединениям, содер-

жатся в клеточном соке цветков, плодов и листьев. Окраска зависит от pH клеточного сока и изменяется от красного в кислой среде, до синего и фиолетового в щелочной, что позволяет использовать их как легко доступный индикатор. Сейчас насчитывается более 500 растительных пигментов, содержащих антоцианы [6, 7]. Экспериментально подтверждено, что антоцианы обладают антиоксидантными, противовоспалительными, гипогликемическими, антимутагенными, антидиабетическими, и другими свойствами. Они приносят пользу сердечно-сосудистой системе, уменьшают проницаемость сосудов, повышают их эластичность, снижают артериальное давление и уровень холестерина в крови, способны положительно влиять на мозговую деятельность, улучшать память. Ягоды, овощи и фрукты синей и красно-фиолетовой окраски важны для зрения, так как они улучшают кровоснабжение глаз, укрепляют сетчатку. Антоцианы полезны для профилактики диабета, они препятствуют накоплению жировых отложений, обладают противовоспалительным, желчегонным и мочегонным действием. Эти сильные антиоксиданты важны для сохранения здоровья и молодости организма. Антоцианы принадлежат к классу флавоноидов, которые являются природными красителями, пищевыми антиоксидантами, дубильными веществами. Согласно материалам, полученным рядом исследователей, с ними связано все богатство цветов в окраске растений [8]. Один из них – дельфинидин – окрашивает части растений в синий цвет и, в зависимости от его концентрации – более темные цвета – фиолетовые и темно – фиолетовые. Дельфинидин, как почти все остальные антоцианины, имеет высокую чувствительность к изменению pH среды, то есть может выступать как естественный индикатор pH. По данным ряда авторов, антоцианами богаты такие растения, как (в мг на 100 г продукта питания): баклажана – 750, смородина черная – от 130 до 400, ежевика – 83-325, черника – 25-490, вишня – 350-400, арония (черноплодная рябина) – 200-1000, клюква – 60-200, бузина – 450, смородина красная – 80-420, красный виноград – 30-750, красный лук – 7-21, красное вино – 24-35, клубника -15-35, перца сладкого – 20-144.

Важной особенностью сортов перца сладкого с фиолетовыми плодами является то, что они зарекомендовали себя, как самые холодостойкие и устойчивые к болезням именно благодаря высокой концентрации антоциана. Для самих растений антоцианы выполняют множество различных функций: защищают растение от УФ-излучения, очень важны для опыления и размножения, так как окраска многих цветков обусловлена антоцианами, что привлекает насекомых. В продуктах переработки плодов, на этикетках, он маркируется как E163b. Эти данные приобретают особую важность в связи с актуализацией селекционных программ, направленных на создание качественно новых сортов, содержащих антоцианы и используемых для функционального питания [9].

Селекционерами Всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства - филиала ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» создана линейка сортов перца сладкого, которые имеют различные форму, размер и окраску плодов и могут использоваться для различных направлений. Среди них – сорт Цыганский барон, содержащий флавоноид антоциан во всех своих частях: у него фиолето-

вую окраску имеют стебли, листья, цветки, плоды [10].

Цель работы – создание новых линий-сортов перца сладкого с плодами фиолетовой окраски, несущих качественно новые свойства. Впервые созданы линии-сорта перца сладкого с признаками фиолетовой окраски растений, а плодов – фиолетовой в технической степени спелости и бордовой в биологической, при этом разной формы и размера. Расширение линейки сортов с повышенной антиоксидантной активностью позволит улучшить здоровое функциональное питание населения.

Условия, материалы и методы исследований

Селекционную работу по созданию линий-сортов проводили в 2018 – 2023 годах на опытном поле Всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиале ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» расположенного в г. Камызяк Астраханской области. Почва участка аллювиально-луговая, среднесуглинистая, слабозасоленная, содержание гумуса в пахотном слое 1,84%. Реакция среды в пахотном слое почвы близкая к нейтральной (pH 7,3). Рельеф ровный [11].

Климат резко континентальный, с жарким, засушливым летом и малоснежной зимой. Переход температуры через +10 °C, в основном, происходит после 16 апреля. Продолжительность теплого периода 175-183 суток, сумма активных температур воздуха за этот период составляет 3360-3565 °C. Сумма годовых осадков составляет 155-195 мм.

Селекционная работа по отбору исходного донорского материала по комплексу хозяйствственно ценных признаков, межсортовая гибридизация, отбор растений и линий на селектируемые признаки с последующим отбором для передачи сортам отдельных или комплекса признаков проводилась в соответствии с общепринятыми методиками и рекомендациями. По культуре перца сладкого селекционную работу проводили в соответствии с «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур», «Методическими указаниями по селекции сортов и гибридов перца и баклажана для открытого и защищенного грунта» [12, 13]. Скрещивания селекционных образцов проводили в соответствии с «Методикой производства гибридных семян овощных культур» [14]. Описание образцов овощных культур, выделившихся по комплексу признаков, проводили согласно «Руководству по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов» и «Методике проведения испытаний на ООС» [14, 15].

Конкурсное испытание проводилось в трехкратной повторности, в остальных питомниках – без повторений, согласно «Методике полевого опыта в овощеводстве», «Методике опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве», «Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур». В период вегетации проводили оценку и отбор индивидуальных растений и линий по хозяйственной ценности, фенологические наблюдения в фазы всходов, цветения, созревания (начало – 10% и массовые – 75%); учет урожайности с разделением по структуре [17, 18, 19]. Определение содержания биохимических веществ в плодах биохимических показателей в плодах томата и перца сладкого проводили в испытательной лаборатории ФГБУ «ГЦАС «Астраханский»: сухое

вещество – по ГОСТ 31640 – 2012, п 5; массовая доля витамина С – по ГОСТ 24556 – 89.п 2, массовая доля сахара – по ГОСТ 8756. 13 – 87, п 2.

Посев перца сладкого на рассаду проводили в III декаде марта – I декаде апреля в пленочных и стеклянных теплицах на солнечном обогреве по схеме 5×3 см. Уход за рассадой в теплицах включал в себя поливы, рыхления, прополку сорняков.

Подготовка опытного полевого участка включала осеннюю зяблевую вспашку отвальным плугом ПЛН – 3-35 в сцепке трактором МТЗ «Беларусь 952.3» на глубину 25-27 см и весеннюю обработку почвы, которая состояла из ранневесеннего покровного боронования зубовыми боронами в 2 следа сцепкой БЗП-6, предпосевной культивации культиватором КПС-4, нарезку борозд культиватором КРН – 4,2 с одновременным внесением удобрений и раскладкой ленты капельного орошения. Высадка рассады в открытый грунт проводилась вручную, во II декаде мая по схеме посадки 1,4 × 0,2 м [20]. Способ полива – капельное орошение с внесением водорастворимых минеральных удобрений способом fertигации [21]. Сроки и нормы полива в течение вегетации устанавливались с учетом состояния растений, влажности почвы и метеоусловий. Предпосадочный полив проводили с нормой 350 м³/га, послепосадочный – 70 м³/га, вегетационные поливы – от 70 до 250 м³/га. За период вегетации проведено 34 полива, 2 ручные прополки и три междуурядных культивации культиватором КПС-4,2. Для защиты растений от вредителей (колорадский жук и хлопковая совка) проведено две обработки инсектицидами с использованием навесного штангового опрыскивателя ОНШ-800.

Результаты исследований

В Всероссийском научно – исследовательском институте орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиале ФГБНУ «ПАНЦ РАН» селекционная работа по созданию сортов перца сладкого с содержанием антоциана ведется давно. Хорошо известен сорт перца сладкого Цыганский барон. Среднеспелого срока созревания, растения высотой 0,50-0,60 м, плоды конической формы, привлекательной темно – фиолетовой окраски «з2» (согласно «Шкале цветов») [22], в технической и темно – бордовой в биологической фазе зрелости, массой 70-90г с толщиной стенки 4,8-5,7мм с отличными вкусовыми и высокими технологическими качествами. Сорт салатного типа, пригоден для приготовления экзотических салатов, украшения различных блюд, консервирования, фаршировки.

Для расширения линейки сортов перца сладкого с оригинальной фиолетовой окраской плодов, пригодных для функционального питания, которая может быть использована в качестве сигнального признака в практической селекции в 2018 году нами была проведена гибридизация сорта Цыганский барон с сортами, различающимися размером, формой, окраской и толщиной стенки плода методом ис-

кусственного опыления кастрированных цветков. В последующие годы (2019 – 2023) полученный селекционный материал проходил изучение в питомниках F₁, F₂, селекционном F₃, F₄ и конкурсном. В питомниках проводили индивидуальные отборы растений, несущих признаки окраски плодов и растений сорта Цыганский барон. При скрещивании сорта Цыганский барон с сортом Дар Каспия, который характеризуется среднеспелым сроком созревания, плодами кубовидно-призмовидной формы, темно-зеленой окраски в технической и красной в биологической спелости, массой 115-130 г, толщиной стенки 5,3-6,1 мм. В результате линейной селекции были получены выровненные образцы с крупными плодами пирамидальной формы темно-фиолетовой окраски в технической и темно-бордовой окраски в биологической фазе зрелости. Плоды полученного образца (линия 1) имеют красивый товарный вид, крупные, средней массой 125-150 г, толщиной стенки – 5,5-6,7 мм пирамидальной формы (рис.).

В селекционный процесс был вовлечен сорт Спринтер, характеризующийся плодами оригинальной плоскоокруглой (томатовидной) формы. Растения сорта высотой 0,40-0,50 м с крупными листьями, полностью укрывающими плоды, что предохраняет их от солнечных ожогов. Плоды массой 100-130 г, зеленой в технической и красной окраски в биологической зрелости, стенка плода 8,5-10,1 мм, сочные, имеют насыщенный яркий вкус. Ценность сорта – в отсутствии воздушных полостей в плодах – это снижает потребность в таре в 1,5 раза и значительно экономит на перевозке продукции за счет большего удельного веса плодов. В результате его гибридизации с сортом Цыганский барон получены селекционные формы (линия-сорт 2), наследовавшие и сохраняющие в потомстве форму и размер растений и плодов сорта Спринтер, а окраску растений и плодов линии-сорта наследовали от сорта Цыганский барон. Масса плода 90-130 г, толщина стенки плода – 7,5 мм.

При скрещивании сорта Цыганский барон с сортом Новичок ВНИИОБ, который характеризуется среднеранним сроком созревания, растения прямостоячие, высотой 0,55-0,65 м, плод массой 120-150 г кубовидной формы, толщина стенки – 6,2-7,1 мм, окраска в технической спелости светло – зеленая, в биологической – ярко-красная, вкусовые качества высокие. Урожайность 35-40 т/га,



Растения и плоды линии-сорта 1

Таблица 1. Характеристика хозяйствственно ценных качеств сортообразцов перца сладкого в селекционном питомнике, среднее за 2021-2023 годы

Название сортообразца	От массовых всходов до начала созревания, суток	Общая урожайность, т/га	Товарность, %	Средняя масса плода, г	Толщина стенки плода, мм
Цыганский барон (стандарт)	120	33,2	92,0	75	5,3
Дар Каспия	128	41,1	92,4	135	5,7
Линия 1	127	47,4	91,6	165	5,9
НСР ₀₅	2,1	2,5	2,7	7,8	0,3
Спринтер	122	40,2	96,4	120	9,3
Линия 2	121	40,7	94,1	122	7,5
НСР ₀₅	2,2	1,2	1,7	3,2	0,4
Новичок ВНИИОБ	119	37,5	93,5	132	6,7
Линия 3	122	36,8	92,9	125	6,5
НСР ₀₅	3,1	1,8	3,1	7,6	0,3

или 3-4 кг с растения. Содержание сухого вещества – 7,25%, суммы сахаров – 4,12%, аскорбиновой кислоты 287 мг%, каротина – 6,0 мг%. Свежие плоды имеют высокую сочность и насыщенный вкус, используются свежими и во всех видах консервной переработки. По результатам гибридизации и последующей линейной селекции отобраны выровненная линия-сорт 3 с более крупными, слегка сегментированными плодами конической формы. Окраску в технической и биологической фазе созревания они наследовали от сорта Цыганский барон.

При анализе хозяйствственно ценных признаков селекционных линий-сортов, полученных в результате гибридизации сортов Цыганский барон и Дар Каспия и последующей линейной селекции (линия-сорт 1) видно, что новая линия-сорт по общей урожайности превысила сорт Дар Каспия на 42,7%, а сорт Цыганский барон на 15,0%; по средней массе плода на 90-30 г. По созреванию относится к среднеспелым сортам, как и Дар Каспия. Урожайность и средняя масса плодов линии-сорта 2 - на уровне

сорта Спринтер, но выше сорта Цыганский барон на 22,5% по урожайности и на 47 гр по массе плодов. Селекционная линия-сорт 3, полученная от скрещивания сортов Цыганский барон и Новичок ВНИИОБ форму и окраску плода унаследовала от Цыганского барона, а массу плода – от Новичок ВНИИОБ (**табл. 1**).

В результате определения содержания основных биохимических веществ в плодах показатели, как сортов, так и полученных линий-сортов различались незначительно: сухого вещества накапливали от 6,66 до 7,15%; суммы сахаров – от 3,63 до 3,94%. а аскорбиновой кислоты – от 231,24 до 254,03 мг% (**табл. 2**).

Изучаемые новые линии-сорта представляют собой перспективный селекционный материал для дальнейшей работы по созданию конкурентоспособных сортов и гибридов перца сладкого.

Выводы

В результате скрещиваний и проведения последующих изучений и отборов в питомниках F₁, F₂ и селекционном получены три выровненные линии-сортов перца сладкого, несущие ценные признаки, в том числе различную форму и размер плода, но при этом имеющие общий признак: темно-фиолетовую окраску плодов в технической и бордовую в биологической степени спелости, что свидетельствует о повышенном содержании флавоноида антоциан, который является одним из пигментов, обладающих антиоксидантным, противовоспалительным, антидиабетическим и др. свойствами, а также полезен для здоровья глаз. Употребление в пищу плодов перца сладкого сортов с данными характеристиками будет способствовать функциональному питанию, а значит, укреплять здоровье населения, что является одной из приоритетных задач нашего государства.

Библиографический список

- Алпатьев А.В. Перец и баклажаны. М.: Московский рабочий, 1953. 79 с.
- Перец сладкий – витаминный продукт / А.В. Гулин, В.А. Мачулкина, О.П. Кигашпаева, Л.П. Лаврова, В.Ю. Джабраилова // Пищевая промышленность. 2022. №11. С. 25– 28. DOI: 10.52653/PPI.2022.11.18.
- Концепция создания Российской национальной системы функциональных продуктов питания / Ю.В. Фотев, В.Ф. Пивоваров, А.М. Артемьева, И.М. Куликов, Ю.К. Гончарова, А.И. Сысо, Н.П. Гончаров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. №22(7). С. 776–783. DOI: 10.18699/VJ18.421.

4.Шоева О.Ю. Антоцианы – секреты цвета // Химия и жизнь. 2013. №1. С. 13–15.

5.Генетическое разнообразие и антиоксидантный потенциал сортов перца сладкого (*Capsicum annuum L.*) сибирской селекции / И.В. Токций, Е.И. Гордеева, Т.В. Кукоева, А.Ф. Петров, Р.С. Юдина, Е.К. Хлесткина // Журнал генетики и селекции имени Вавилова, 2019, №5. С. 4–5. DOI: 10.18699/2019-5-4

6.Состав антиоксидантов в плодах *Capsicum* spp. для получения биофортифицированной продукции / М.И. Мамедов, О.Н. Пышная, А.А. Байков, В.Ф. Пивоваров, Е.А. Джос, А.А. Матюкина, М.С. Гинс // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. №5. С. 1021–1029.

7.Зависимость окраски плодов перца от соотношения ос-

- новных пигментов и профиля экспрессии генов биосинтеза каротиноидов и антоцианов / М.А. Филюшин, Е.А. Джос, А.В. Щенникова, Е.З. Кошиева // Физиология растений. 2020. №67(6). С. 644–653. DOI 10.31857/S0015330320050048
- 8.Антоцианы как компоненты функционального питания / Р.С. Юдина, Е.И. Гордеева, О.Ю. Шоева, Е.К. Тихонова, М.А. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т.25. №2. С. 178–189 DOI 10.18699/VJ21.022
- 9.Буренин В.И., Пискунова Т.М., Виноградов З.С. Использование генетических ресурсов в селекции овощных и бахчевых культур // Овощи России. 2013. № 2 (19). С. 13–16.
- 10.Кигашпаева О.П., Гулин А.В. Экономически выгодные для уборки и транспортировки сорта перца сладкого // Проблемы развития АПК региона 2021. №4. С. 35–39.
- 11.Агрехимическая характеристика почв Астраханской области. Справочник. Астрахань. 2020. 68 с.
- 12.Методика государственного сортиспытания сельскохозяйственных культур. М. 2015. 61 с.
- 13.Агапов А.С. и др. Методические указания по селекции сортов и гибридов перца и баклажана для открытого и защищенного грунта. М. 1997. 88 с.
- 14.Даскалов Х.Р. Методика производства гибридных семян овощных культур. М. 1996. 19 с.
- 15.Бакулина В.А. и др. Руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов. М. 1982. 414 с.
- 16.Шмаль В.В. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. М. 2005. 119 с.
- 17.Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Пятое издание, переработанное и дополненное. М.: Альянс, 2014. 351 с.
- 18.Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. М.: Агропромиздат, 1992. 210 с.
- 19.Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур: под ред. С.С. Литвинова. М. 2016. 344 с.
- 20.Коринец В.В. и др. Рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур при капельном орошении в Астраханской области. Астрахань. 2003. 47 с.
- 21.Эффективность расходования оросительной воды при орошении овощных культур / А.С. Овчинников, О.В. Бочарникова, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков // Известия Нижневолжского агрониверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4 (48). С. 46–52.
- 22.Шкала цветов: пособие для биологов при науч. и науч.-прикладных исследованиях. Акад. наук СССР. Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова. Москва – Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1954. 28 с.
- 1.Alpatiev A.V. Peppers and eggplants. Moscow. Moskovsky Rabochy. 1953. 79 p. (In Russ.).
- 2.Sweet pepper is a vitamin product. A.V. Gulin, V.A. Machulkina, O.P. Kigashpaeva, L.P. Lavrova, V.Y. Dzhabrailova. Food industry. 2022. No11. Pp. 25–28. DOI: 10.52653/PP.2022.11.18. (In Russ.).
- 3.The concept of creating a Russian national system of functional food products. Yu.V. Fotev, V.F. Pivovarov, A.M. Artemyeva, I.M. Kulikov, Yu.K. Goncharova, A.I. Syso, N.P. Goncharov. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. No22 (7). Pp. 776–783. DOI: 10.18699/VJ18.421 (In Russ.).
- 4.Shoeva O.Y. Anthocyanins – secrets of colour. Chemistry and life. 2013. No1. Pp. 13–15 (In Russ.).
- 5.Genetic diversity and antioxidant potential of sweet pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) of Siberian breeding / I.V. Totsky, E.I. Gordeeva, T.V. Kukoeva, A.F. Petrov, R.S. Yudina, E.K. Khlestkina. Journal of Genetics and Breeding named after Vavilov, 2019, No5. Pp. 4–5. DOI: 10.18699/2019-5-4 (In Russ.).
- 6.The composition of antioxidants in *Capsicum* spp fruits to obtain biofortified products. M.I. Mammadov, O.N. Pyshnaya, A.A. Baykov, V.F. Pivovarov, E.A. Jos, A.A. Matyukina, M.S. Gins. Agricultural Biology. 2017. Vol. 52. No5. Pp. 1021–1029 (In Russ.).
- 7.The dependence of the colour of pepper fruits on the ratio of the main pigments and the expression profile of the genes of biosynthesis of carotenoids and anthocyanins. M.A. Filyushin, E.A. Jos, A.V. Schennikova, E.Z. Kochieva. Plant Physiology. 2020. No67(6). Pp. 644–653. DOI 10.31857/S0015330320050048 (In Russ.).
- 8.Anthocyanins as components of functional nutrition. R.S. Yudina, E.I. Gordeeva, O.Yu. Shoeva, E.K. Tikhonova, M.A. Khlestkina. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. Vol.25. No2. Pp. 178–189 DOI 10.18699/VJ21.022 (In Russ.).
- 9.Burenin V.I., Piskunova T.M., Vinogradov Z.S. The use of genetic resources in the breeding of vegetable and melon crops. Vegetables of Russia. 2013. No2 (19). Pp. 13–16 (In Russ.).
- 10.Kigashpaeva O.P., Gulin A.V. Economically advantageous varieties of sweet pepper for harvesting and transportation. Problems of agro-industrial complex development in the region 2021. No4. Pp. 35–39 (In Russ.).
- 11.Agrochemical characteristics of the soils of the Astrakhan region. Guide. Astrakhan. 2020. 68 p. (In Russ.).
- 12.Methodology of the state variety testing of agricultural crops. M. 2015. 61 p. (In Russ.).
- 13.Agapov A.S. et al. Methodological guidelines for the breeding of cultivars and hybrids of pepper and eggplant for open and protected ground. M. 1997. 88 p. (In Russ.).
- 14.Daskalov X.R. Methods of production of hybrid seeds of vegetable crops. M. 1996. 19 p. (In Russ.).
- 15.Bakulina V.A. et al. Guidelines for the approbation of vegetable crops and fodder root crops. M. 1982. 414 p. (In Russ.).
- 16.Shmal V.V. Methods of conducting tests for distinctness, uniformity and stability. M. 2005. 119 p. (In Russ.).
- 17.Dospelkhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). The fifth edition, revised and expanded. Moscow: Alliance, 2014. 351 p. (In Russ.).
- 18.Belik V.F. Methods of experimental business in vegetable growing and melon growing. M.: Agropromizdat, 1992. 210 p. (In Russ.).
- 19.Breeding, seed production and varietal agrotechnics of vegetable, melon and flower crops: edited by S.S. Litvinov. M. 2016. 344 p. (In Russ.).
- 20.Korinets V.V. et al. Recommendations for the cultivation of crops with drip irrigation in the Astrakhan region. Astrakhan. 2003. 47 p. (In Russ.).
- 21.The efficiency of irrigation water consumption in the irrigation of vegetable crops. A.S. Ovchinnikov, O.V. Bocharnikova, V.S. Bocharnikov, M.P. Meshcheryakov. Revue of Lower Volga Agrarian University Complex: science and higher professional education. 2017. No4 (48). Pp. 46–52.
- 22.Colour scale: a handbook for biologists in scientific and applied research. Academy of Sciences of the USSR. V.L. Komarov Institute. Moscow – Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR. 1954. 28 p. (In Russ.).

References

- 1.Alpatiev A.V. Peppers and eggplants. Moscow. Moskovsky Rabochy. 1953. 79 p. (In Russ.).
- 2.Sweet pepper is a vitamin product. A.V. Gulin, V.A. Machulkina, O.P. Kigashpaeva, L.P. Lavrova, V.Y. Dzhabrailova. Food industry. 2022. No11. Pp. 25–28. DOI: 10.52653/PP.2022.11.18. (In Russ.).
- 3.The concept of creating a Russian national system of functional food products. Yu.V. Fotev, V.F. Pivovarov, A.M. Artemyeva, I.M. Kulikov, Yu.K. Goncharova, A.I. Syso, N.P. Goncharov. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. No22 (7). Pp. 776–783. DOI: 10.18699/VJ18.421 (In Russ.).
- 4.Shoeva O.Y. Anthocyanins – secrets of colour. Chemistry and

Об авторах

Каракаджиев Алтынбек Сансызбаевич, м.н.с. отдела селекции и семеноводства. ORCID: 0000-0001-7572-3578. E-mail: vniioib@mail.ru

Кигашпаева Ольга Петровна, канд. с.-х. наук, зав. отделом селекции и семеноводства. ORCID: 0000-0003-4578-6177. E-mail: vniioib@mail.ru

Гулин Александр Владимирович, канд. с.-х. наук, в.н.с., директор. ORCID: 0000-0001-6000-5311. E-mail: vniioib@mail.ru

Джабраилова Вера Юрьевна, м.н.с. отдела селекции и семеноводства. E-mail: vniioib@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук» (ВНИИООБ – филиала ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»).

Author details

Karakadzhiev A.S., junior research fellow, department of breeding and seed growing. ORCID: 0000-0001-7572-3578. E-mail: vniioib@mail.ru

Kigashpayeva O.P., Cand. Sci. (Agr.), head of department of breeding and seed growing. ORCID: 0000-0003-4578-6177. E-mail: vniioib@mail.ru

Gulin A.V., Cand. Sci. (Agr.), director. ORCID: 0000-0001-6000-5311. E-mail: vniioib@mail.ru

Dzhabrailova V.Yu., junior research fellow, department of breeding and seed growing. E-mail: vniioib@mail.ru

All-Russian research institute of irrigated vegetable and watermelon growing – a branch of Federal state budgetary scientific institution Caspian agrarian federal scientific center of the Russian Academy of Sciences