

## Оригинальная статья / Original article

https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-2-51-57  
УДК: 635.1/.7-02:631.563.2

Е.В. Янченко<sup>1\*</sup>, М.И. Иванова<sup>1</sup>,  
Н.Э. Каухчешвили<sup>2</sup>, А.А. Грызунов<sup>2</sup>,  
С.В. Белова<sup>1</sup>, А.В. Янченко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) 140153, Россия, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН 127422, г. Москва, ул. Костякова, д. 12

\*Автор для переписки: elena\_0881@mail.ru

**Вклад авторов:** Янченко Е.В.: концептуализация, методология, проведение всех этапов исследования, верификация данных, создание рукописи и её редактирование, формальный анализ. Иванова М.И.: руководство исследованием, концептуализация, методология, редактирование рукописи. Каухчешвили Н.Э., Грызунов А.А.: концептуализация, проведение сублимационной вакуумной сушки (СВС), верификация данных, редактирование рукописи, формальный анализ. Белова С.В.: проведение биохимических анализов, верификация данных. Янченко А.В.: выращивание сырья, редактирование рукописи, визуализация.

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

**Благодарности.** Статья опубликована по материалам II Конференции «Питание в Космосе: наука, инновации, перспективы», посвящённой 90-летию со дня рождения Ю.А. Гагарина и 300-летию Российской академии наук.

**Для цитирования:** Янченко Е.В., Иванова М.И., Каухчешвили Н.Э., Грызунов А.А., Белова С.В., Янченко А.В. Сублимационная сушка как способ сохранения качества овощей для создания продуктов функционального назначения. *Овощи России*. 2024;(2):51-57. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-2-51-57>

**Поступила в редакцию:** 09.02.2024

**Принята к печати:** 29.02.2024

**Опубликована:** 25.03.2024

Elena V. Yanchenko<sup>1\*</sup>, Maria I. Ivanova<sup>1</sup>,  
Nikolay E. Kauhcheshvili<sup>2</sup>, Alexey A. Gryzunov<sup>2</sup>,  
Sofya V. Belova<sup>1</sup>, Alexey V. Yanchenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" p. 500, Vereya village, Ramensky district, Moscow region, 140153, Russia

<sup>2</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration industry -Branch of "V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems" of the Russian Academy of Sciences 12 Kostyakova str., Moscow, 127422, Russia

\*Correspondence: elena\_0881@mail.ru

**Authors' Contribution:** Yanchenko E.V.: conceptualization, methodology, conducting all stages of research, data verification, manuscript creation and editing, formal analysis. Ivanova M.I.: research management, conceptualization, methodology, manuscript editing. Kauhcheshvili N.E., Gryzunov A.A.: conceptualization, freeze-drying, data verification, manuscript editing, formal analysis. Belova S.V.: conducting biochemical analyses, data verification. Yanchenko A.V.: cultivation of raw materials, manuscript editing, visualization.

**Conflict of interest:** The authors declare that there is not conflict of interest regarding the publication.

**Acknowledgments.** The article was published based on the materials of the II Conference "Nutrition in Space: Science, Innovation, Prospects", dedicated to the 90th anniversary of Yu.A. Gagarin and the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences.

**For citation:** Yanchenko E.V., Ivanova M.I., Kauhcheshvili N.E., Gryzunov A.A., Belova S.V., Yanchenko A.V. Freeze drying as a way to preserve the quality of vegetables to create functional products. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(2):51-57. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-2-51-57>

**Received:** 09.02.2024

**Accepted for publication:** 29.02.2024

**Published:** 25.03.2024

# Сублимационная сушка как способ сохранения качества овощей для создания продуктов функционального назначения

Check for updates



## РЕЗЮМЕ

**Актуальность** С целью расширения ассортимента продуктов питания для экипажей Международной космической станции (МКС) проведены исследования специфики разработки натуральных вкусовых овощных добавок в виде порошка для блюд сублимационной сушки. Цель – оценить новые гибриды брокколи в качестве сырья для производства натуральных вкусовых овощных добавок в виде порошка для блюд сублимационной сушки повышенной пищевой ценности и высокой степени готовности к употреблению, в том числе компонентов детского, диетического питания и питания космонавтов.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования служили 6 новых гибридов брокколи (2 гибрида отечественной и 4 – зарубежной селекции).

**Результаты.** У отечественных гибридов F<sub>1</sub> (Детский деликатес, Мачо) среднее содержание витамина С в натуральных вкусовых овощных добавках в виде сублимированного порошка высокой степени готовности к употреблению было в 1,66 раза выше, чем у зарубежных гибридов. Наиболее высокое содержание витамина С было отмечено у отечественного гибрида F<sub>1</sub> Детский деликатес 419,4 мг%. β-каротин лучше всего сохранялся в отечественных гибридах F<sub>1</sub> Детский деликатес (2,58 мг%), F<sub>1</sub> Мачо (2,56 мг%), а также зарубежном F<sub>1</sub> Батавия (2,52 мг%). Сумма сахаров в натуральных вкусовых добавках в виде сублимированного порошка в среднем была выше у отечественных гибридов в 1,17 раз, чем у иностранных. При этом отдельные зарубежные гибриды показали высокий уровень накопления. Так наибольшее накопление суммы сахаров было у гибрида F<sub>1</sub> Лорд (12,85%). Высокий уровень содержания суммы сахаров был отмечен также у гибридов F<sub>1</sub> Мачо (12,84%) и F<sub>1</sub> Детский деликатес (11,63%). Меньше всех нитратов накапливал гибрид F<sub>1</sub> Фиеста (77,1 мг/кг). По органолептическим показателям выделен отечественный гибрид F<sub>1</sub> Детский деликатес. Высокие органолептические показатели также были отмечены у отечественного гибрида F<sub>1</sub> Мачо и зарубежного гибрида F<sub>1</sub> Батавия.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

овощи, брокколи, технологии, сублимационная сушка, рационы питания космонавтов, качество, биохимический состав, безопасность

# Freeze drying as a way to preserve the quality of vegetables to create functional products

## ABSTRACT

**Relevance.** In order to expand the range of food products for the crews of the International Space Station (ISS), studies have been conducted on the specifics of developing natural flavoring vegetable additives in the form of powder for freeze-dried dishes.

The aim is to evaluate new broccoli hybrids as raw materials for the production of natural flavoring vegetable additives in the form of powder for freeze-dried dishes of increased nutritional value and high degree of readiness for consumption, including components of children's, dietary and cosmonaut nutrition.

**Methods.** The objects of the study were 6 new broccoli hybrids (2 hybrids of domestic and 4 of foreign breeding).

**Results.** In domestic hybrids F<sub>1</sub> (Detskiy delikates, Macho), the average vitamin C content in natural flavoring vegetable additives in the form of freeze-dried powder of a high degree of readiness for consumption was 1.66 times higher than in foreign hybrids. The highest vitamin C content was noted in the domestic hybrid children's delicacy 419.4 mg%. β-carotene was best preserved in the hybrids F<sub>1</sub> Detskiy delikates (2.58 mg%), F<sub>1</sub> Macho (2.56 mg%), as well as in the hybrid F<sub>1</sub> Batavia (2.52 mg%). The amount of sugars in natural flavoring vegetable additives in the form of freeze-dried powder was on average 1.17 times higher in domestic hybrids than in foreign ones. At the same time, some foreign hybrids showed a high level of accumulation. So the largest accumulation of the sum of sugars was in the F<sub>1</sub> Lord (12.85%). A high level of sugar content was also observed in F<sub>1</sub> Macho (12.84%) and F<sub>1</sub> Detskiy delikates (11.63%). The F<sub>1</sub> Fiesta accumulated the least nitrates (77.1 mg/kg). According to organoleptic indicators, the F<sub>1</sub> Detskiy delikates has been identified. High organoleptic indices were also noted in the F<sub>1</sub> Macho and the F<sub>1</sub> Batavia.

## KEYWORDS:

vegetables, broccoli, technologies, freeze-drying, astronauts diets, quality, biochemical composition, safety

**Введение**

**Р**азработка сбалансированного рациона питания для космонавтов была необходима при планировании первых космических полетов с участием человека. В полетах Ю.А. Гагарина на корабле «Восток-1» и Г.С. Титова на корабле «Восток-2» была получена информация о возможности приема пищи человеком в орбитальном полете. Космонавты не отмечали проблем с приемом испытывавших продуктов. Кроме того, не было обнаружено изменений к сенсорной чувствительности (вкусу) [1]. В рацион входили мясные блюда, сэндвичи, кондитерские изделия, хлеб и свежие фрукты, а также жидкие и пюреобразные продукты в алюминиевых тубах. Весь суточный рацион питания был разделен на четыре приема.

Тем не менее, стало очевидным, что используемая система имеет ряд недостатков. Наиболее заметными из них являются ограниченные сроки хранения на Земле (5–6 дней в охлажденном состоянии) и время транспортировки и полете без холодильника. Для долгих полетов требовалась совершенно другая диета.

В 1971 году было завершено исследование физиолого-гигиенического обоснования рациона питания, основанного на сублимированных продуктах, для космонавтов, выполняющих длительные полеты, продолжительностью более трех месяцев. Благодаря сублимации можно получить продукты с высокими органолептическими характеристиками: цвета, вкуса и запаха. Готовые продукты (супы, вторые блюда с гарниром и мясом, напитки, молоко), приготовленные методом сублимации, могут храниться долго (9–12 месяцев). После восстановления воды продукты готовы к употреблению непосредственно из упаковки. Это включало использование горячей и холодной воды, которые были восстановлены с помощью специальной установки, созданной из атмосферной влаги. До 90 суток такие рационы были успешно использованы в макете корабля «Салют». Исследования, направленные на изменение рационов питания в целях ускорения адаптации организма к условиям невесомости, были проведены с учетом результатов оценки физиолого-гигиенических рационов питания для экипажей Международной космической станции (МКС), обобщения опыта обеспечения питанием экипажей в предыдущих космических полетах, а также учета особенностей жизнедеятельности экипажей [1].

Продукты питания должны сохранять свою качество при хранении в кабине корабля при температуре воздушной среды +20...+25°C, поскольку такая температура значительно ограничивает ассортимент. Для этих условий скоропортящиеся продукты и готовые блюда непригодны. Пища должна быть съедена непосредственно из упаковки, не подвергаясь дополнительной кулинарной обработке [2].

Продукты доставляют на борт корабля или станции в виде консервов (100 и 250 г) в алюминиевых банках, тубах и вакуумных пленочных пакетах. Последние составляют основную часть рациона. Тубы, или ошибочно называемые «тюбики», давно не используются из-за того, что они слишком большие и неудобны для хранения в контейнерах. Сейчас в них упаковывают только «русскую горчицу», мед, яблочно-клюквенную приправу и томатно-овощной соус [3].

Для продуктов питания космонавтов предъявляются следующие обязательные требования:

1. Длительный срок хранения, так как в космосе нет холодильников или морозильных камер, поэтому продукты питания не должны быть скоропортящимися.

2. Высокая энергетическая и питательная ценность продуктов. Космическая еда должна быть вкусной и полезной, обеспечивать достаточное количество энергии и питательных веществ для поддержания здоровья экипажа, но при этом экипаж не должен поправляться.

3. Минимальный вес и объем.

4. Устойчивость к механическим воздействиям и воздействию окружающей среды, так как в условиях космоса возможны перегрузки по давлению и часто экстремальные условия.

5. Разнообразие.

6. Вкус.

Таким образом, пища должна быть богата витаминами и микроэлементами, чтобы поддерживать физическую форму человека [4]. Еда, с другой стороны, должна быть вкусной, привычной и разнообразной, чтобы способствовать психическому здоровью, потому что человек не может получить позитивные эмоции, которые так необходимы, если он ест только здоровую и сбалансированную пищу. Это особенно верно в условиях ограниченного пространства в космическом полете [5].

На Международной космической станции есть около 300 наименований продуктов питания для космонавтов. Космонавты питаются четыре раза в день: три основных приема пищи и один дополнительный после сложных экспериментов или тренировок. Рацион состоит из продуктов и напитков, которые специально упакованы, чтобы соответствовать требованиям космического питания. Врачи и биологи определяют, сколько макро- и микроэлементов, жиров, углеводов и белков должно быть в каждой порции. Кроме того, они проверяют товары на наличие пестицидов, солей тяжелых металлов и других вредных веществ. Космонавты оценивают продукты питания перед их включением в меню космического корабля.

Рацион экипажа состоит из множества сублимированной пищи. Это означает, что каши, супы, творог, гарниры, овощные и плодово-ягодные блюда готовят так же, как обычно, а затем охлаждают и замораживают. После замораживания блюда подогревают и сушат в вакууме в течение 18–32 ч. В процессе сублимации лед не превращается в воду, а сразу испаряется. Этот метод сохраняет 97 % жизненно важных питательных веществ; кроме того, он позволяет уменьшить массу готового блюда до 70% и продлить срок хранения до 10 лет. Экипажу просто нужно добавить воды, чтобы съесть эту пищу.

Чтобы избежать дефицита витаминов, микроэлементов и клетчатки в рационе космонавтов в условиях предполагаемого повышенного расхода витаминов из-за стресс-факторов полета, необходимо включать полезные овощи и плодово-ягодные продукты.

На основе научных достижений в области космического питания ученые разрабатывают специальные пищевые продукты для космонавтов [6–9]. Кроме того, разрабатываются и включаются в рационы питания космонавтов новые виды продуктов, в том числе профилактической радиопротекторной направленности [10]. Пищевые продукты, предназначенные для космонав-

тов, производят только с использованием отечественных инновационных технологий, разработанных специально для экипажей космических экспедиций. Их производят только из самого качественного натурального сырья, они не содержат искусственных загустителей, ароматизаторов, стабилизаторов, консервантов, красителей или ГМО. Продукты питания для космонавтов незаменимы для поддержания активной жизнедеятельности в нестандартных условиях и при повышенных нагрузках на организм человека в космосе, поскольку они имеют высокую питательную ценность.

Обеспечение экипажей пилотируемых космических аппаратов качественной, сбалансированной пищей для длительного хранения является одной из основных задач программы дальнейшего освоения космического пространства. Значительная часть рациона космонавтов состоит из овощей [11]. Как правило, рацион питания зависит от технических возможностей пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций. Это связано с тем, что космические аппараты имеют ограниченный объем и потребление энергии, что затрудняет создание оптимальных условий для хранения и приготовления пищи. Этим объясняются ограничения на использование различных продуктов и довольно жесткие требования к продуктам, предназначенным для питания космонавтов.

Исследование специфики производства натуральных вкусовых овощных добавок в виде порошка для блюд сублимационной сушки было проведено для расширения ассортимента продуктов питания, доступных экипажам МКС.

Цель исследования состояла в том, чтобы оценить новые гибриды брокколи в качестве сырья для производства натуральных вкусовых овощных добавок в виде порошка сублимационной сушки с повышенной пищевой ценностью и высокой готовностью к употреблению. Это включает в себя компоненты питания для космонавтов.

### Материалы и методы

Исследования проводили в 2022-2023 годах. Сублимационную сушку проводили во Всероссийском научно-исследовательском институте холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. Выращивание сырья и проведение всех видов анализов – во Всероссийском научно-исследовательском институте овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства». Объектом исследования были 6 новых F<sub>1</sub> гибридов брокколи (2 отечественной и 4 зарубежной селекции).

Брокколи – однолетнее овощное растение, очень полезное, так как имеет высокое содержание белка, витаминов и микронутриентов. В большинстве развитых стран выращивается в значительных объемах. В России пока занимает небольшие площади. В Госреестре селекционных достижений на 2023 год брокколи представлена 11 сортами и 48 гибридами F<sub>1</sub>, преимущественно зарубежной селекции. Для наших исследований мы отобрали 2 гибрида F<sub>1</sub> отечественной и 4 – зарубежной селекции, самые распространенные в нашей зоне, имеющиеся в свободной продаже.

**F<sub>1</sub> Детский деликатес** – раннеспелый гибрид брокколи селекции «ООО Агрофирма Поиск». Головка среднего размера, эллиптическая, серо-зеленая, средней плотности, с кроющими листьями, мелкобугристая. Вторичные головки отсутствуют. Масса головки – до 0,8 кг. Вкус хороший.

**F<sub>1</sub> Мачо** – среднеранний гибрид брокколи селекции ООО «Селекционная фирма Гавриш». Головка среднего размера, округло-плоская, зеленая, плотная, с кроющими листьями. Масса головки 0,3 кг. Вкус отличный.

**F<sub>1</sub> Агасси** – позднеспелый гибрид селекции RIJK ZWAAN ZAADTEELT EN ZAADHANDEL B.V. Головка среднего размера, округло-плоская, серо-зеленая, среднебугристая, плотная, вторичные головки имеются. Масса головки до 0,7 кг.

**F<sub>1</sub> Батавия** – среднеспелый гибрид селекции BEJO ZADEN B.V. Головка округлая, серо-зеленая, мелкобугристая, плотная, вторичные головки имеются. Масса головки 0,7 кг. Вкус отличный.

**F<sub>1</sub> Лорд** – позднеспелый гибрид селекции MONSANTO HOLLAND B. V. Головка большая, округло-плоская, светло-зеленая, плотная, без кроющих листьев, массой 0,8-1,2 кг. Вкус отличный. Урожайность 2,7 кг/м<sup>2</sup>.

**F<sub>1</sub> Фиеста** – среднеранний гибрид BEJO ZADEN B.V. Головка среднего размера, округло-плоская до округлой, частично покрытая, темно-зеленая, плотная, среднебугристая. Ценность гибрида: высокая плотность головки, отличный вкусовые качества, устойчивость к фузариозному увяданию.

Все гибриды брокколи были выращены на опытном участке ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО, расположенном в центральной части Москворецкой поймы. Почва опытного участка относится к типу аллювиальных луговых насыщенных почв, среднесуглинистая, окультуренная, влагоемкая, имеет высокий уровень естественного плодородия. Схема посадки рассады капусты брокколи: 70×40 см. Отбор стандартной продукции для проведения опытов проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 33854-2016 «Капуста брокколи свежая. Технические условия».

Сухое вещество определяли по ГОСТ 28561-90 путем высушивания навески при температуре 105°C до появления постоянной массы; витамин С – по ГОСТ 24556-89 путем его экстрагирования раствором соляной кислоты с последующим визуальным титрованием; сахара – по ГОСТ 8756.13-87, основанном на способности карбонильных групп сахаров восстанавливать в щелочной среде оксид меди (I) до оксида меди (II); нитраты – по ГОСТ 29270-95 ионометрическим методом. Органолептические свойства – по ГОСТ 8756.1-2017 «Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема».

Технологическая схема производства натуральных вкусовых овощных добавок в виде сублимированного порошка из брокколи состояла из следующих этапов: мойка, инспекция, бланширование, гомогенизация, замораживание, сушка, фасовка в стеклянные банки вместимостью 250 см<sup>3</sup>, укупорка.

Мойку брокколи проводили вручную под проточной водой и разделяли на соцветия. В процессе инспекции

удаляли соцветия с признаками поражения насекомыми или болезнями. После этого кондиционные соцветия опускали в кипящую воду и бланшировали 5 минут. Обдавали холодной водой (температура 0°C) и давали стечь. Для достижения полной гомогенизации продукта использовали ручной блендер. После чего приступали непосредственно к сушке (замораживание, первичная сушка, вторичная сушка). СВС (сублимационная вакуумная сушка) проводили на лабораторной установке фирмы Hetosicc (Дания). Высушенный продукт фасовали в стеклянные банки вместимостью 250 см<sup>3</sup> и плотно закрывали.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для технологической оценки новых гибридов брокколи на пригодность в качестве сырья для производства натуральных вкусовых овощных добавок в виде порошка для блюд с повышенной пищевой ценностью и высокой готовностью к употреблению, в том числе для питания космонавтов была выбрана технология сублимационной вакуумной сушки.

В результате удаления влаги в процессе сушки продукт становится более концентрированным, что естественным образом приводит к увеличению содержания всех биохимических показателей качества. Натуральные вкусовые овощные добавки в виде сублимированного порошка высокой готовности к употреблению, полученные из новых гибридов брокколи, имели содержание сухих веществ в диапазоне от 91 до 93 %. Эти уровни были достигнуты благодаря идентичному способу приготовления и условиям приготовления.

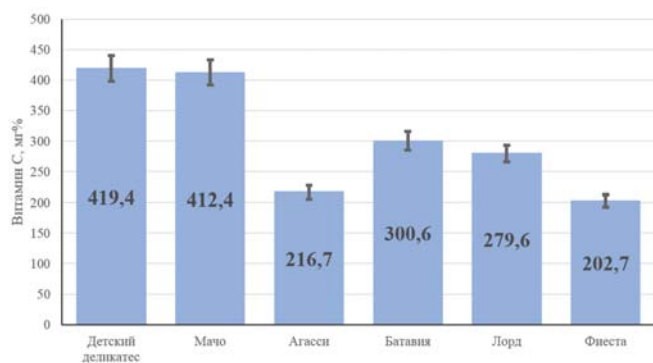
Брокколи – полезный овощ, богатый витаминами, клетчаткой, макро- и микроэлементами, обладает противораковыми свойствами, повышает иммунитет, препятствует накоплению холестерина и выводит тяжелые металлы из организма. Многие авторы отмечают высокую концентрацию витамина С в головках брокколи, которая составляет 82–140 мг/100 г [12]. В наших исследованиях при выращивании головок брокколи на аллювиальных луговых почвах Замоскворецкой поймы содержание витамина С в соцветиях брокколи в среднем составляло 87,8 мг%. В процессе сушки за счёт удаления влаги

продукт становится более концентрированным, поэтому содержание всех биохимических показателей качества увеличивается естественным образом.

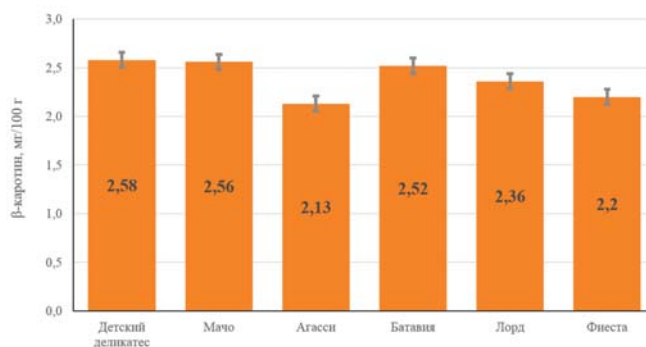
У отечественных гибридов (F<sub>1</sub> Детский деликатес, F<sub>1</sub> Мачо) среднее содержание витамина С в натуральных вкусовых овощных добавках в виде сублимированного порошка высокой степени готовности к употреблению было в 1,66 раза выше, чем у зарубежных гибридов (рис. 1).

Наиболее высокое содержание витамина С отмечено у отечественного гибрида F<sub>1</sub> Детский деликатес – 419,4 мг%. И.Э. Старостенко и Е.С. Белокурова (2015) отмечают, что аскорбиновой кислоты и β-каротина больше в пюре из брокколи [13]. В этих же образцах отмечено высокое содержание минеральных веществ: калия и железа. По количественному содержанию различных функциональных ингредиентов пюре из брокколи отечественного производства не уступали импортным образцам, а иногда и превосходили их. Эти же закономерности отмечены и на других овощных культурах. Так, А.С. Куприй с соисполнителями научно доказали и экспериментально подтвердили целесообразность использования корнеплодов моркови отечественных сортов и гибридов в качестве функционального ингредиента в составе обогащенных продуктов питания [14], а А.А. Одинцовой с соисполнителями в 2023 году установлена необходимость обогащения отечественными сортами картофеля, тыквы, капусты брокколи и цветной функциональных мясных продуктов для детского питания [15]. Также В.А. Борисовым и другими (2019) установлено значительное превосходство отечественных сортов свёклы столовой над зарубежными гибридами по содержанию сухих веществ, сахаров [16]. Всё это свидетельствует о необходимости строгого отбора качественного сырья для переработки и некоторых преимуществах отечественных сортов и гибридов овощных культур по накоплению полезных веществ.

В наших исследованиях β-каротин лучше всего сохранялся в отечественных гибридах F<sub>1</sub> Детский деликатес (2,58 мг%), F<sub>1</sub> Мачо (2,56 мг%), а также в зарубежном гибриде F<sub>1</sub> Батавия (2,52 мг%) (рис. 2).

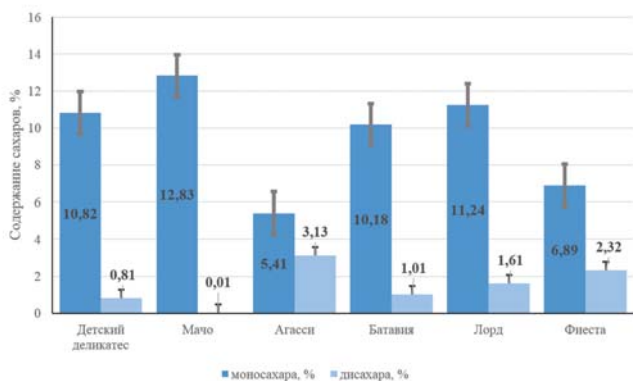


**Рис. 1. Содержание витамина С в натуральных вкусовых овощных добавках в виде сублимированного порошка высокой степени готовности к употреблению, приготовленных из новых гибридов брокколи**  
Fig. 1. Vitamin C content in natural flavoring vegetable additives in the form of freeze-dried powder of a high degree of readiness for use, prepared from new broccoli hybrids



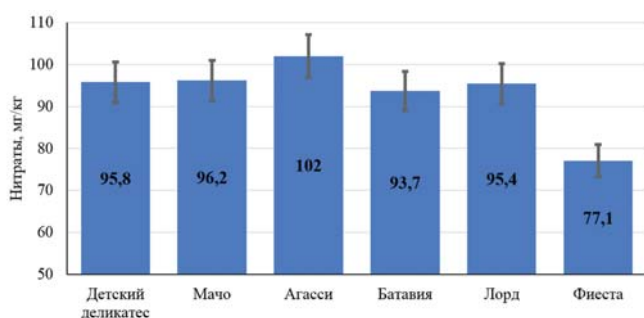
**Рис. 2. Содержание β-каротина в натуральных вкусовых овощных добавках в виде сублимированного порошка высокой степени готовности к употреблению, приготовленных из новых гибридов брокколи**  
Fig. 2. β-Carotene content of natural flavoring vegetable additives in the form of freeze-dried powder of a high degree of readiness for consumption, prepared from new broccoli hybrids

Сумма сахаров в натуральных вкусовых овощных добавках в виде сублимированного порошка у отечественных гибридов в среднем была выше в 1,17 раз, чем у иностранных. При этом отдельные зарубежные гибриды показали высокий уровень накопления. Так, наибольшее накопление суммы сахаров было у зарубежного гибрида F<sub>1</sub> Лорд (12,85%), а также у отечественных гибридов F<sub>1</sub> Мачо (12,84%) и F<sub>1</sub> Детский деликатес (11,63%) (рис. 3).



**Рис. 3. Содержание сахаров в натуральных вкусовых овощных добавках в виде сублимированного порошка высокой степени готовности к употреблению, приготовленных из новых гибридов брокколи**  
**Fig. 3. The sugar content of natural flavoring vegetable additives in the form of freeze-dried powder of a high degree of readiness for consumption, prepared from new broccoli hybrids**

Нитраты хорошо растворяются в воде, причем с повышением температуры растворимость их возрастает, поэтому приемы, в основе которых лежит обработка продукта водой – вымачивание, бланширование, вываривание и т.д. оказывают содействие снижению содержания нитратов в продукте [17]. В нашем опыте гибриды брокколи перед сублимированной сушкой подвергались бланшированию согласно технологической схеме производства. Учитывая значительное повышение сухих веществ в готовом продукте, следует отметить, что содержание нитратов в полученных натуральных вкусовых овощных добавках в виде сублимированного порошка высокой степени готовности к употреблению было невысоким, что согласуется с тем, что бланширование брокколи и тепловая обработка разрушают нитраты (рис. 4). В среднем содержа-

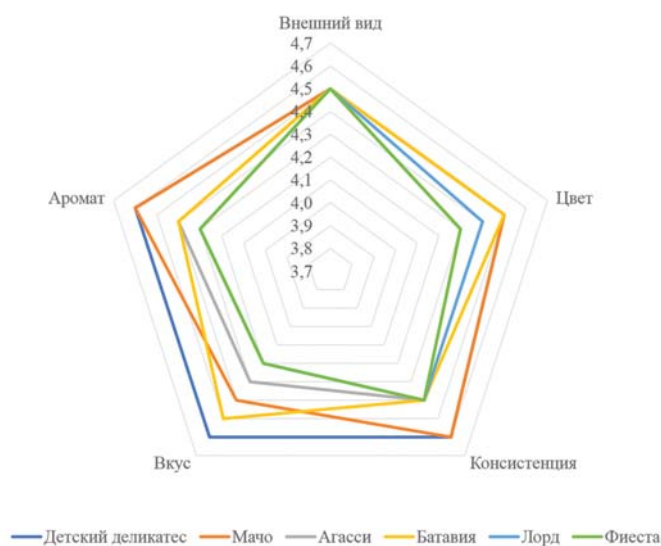


**Рис. 4. Содержание нитратов в натуральных вкусовых овощных добавках в виде сухого порошка высокой степени готовности к употреблению, приготовленных из новых гибридов брокколи**  
**Fig. 4. Nitrate content in natural flavoring vegetable additives in the form of dry powder of a high degree of readiness for consumption, prepared from new broccoli hybrids**

ние нитратов составило 93,4 мг/кг. Меньше всех нитратов накапливал зарубежный гибрид F<sub>1</sub> Фиеста (77,1 мг/кг).

Конечная влажность, контакт с кислородом, температура определяют, как сублимированные продукты растительного происхождения сохраняют свой вкус, запах, цвет и консистенцию в процессе хранения. Окислительные превращения и ферментативные процессы являются причинами неизбежного ухудшения качества, но у сублимированных продуктов это достаточно длительный процесс [18-20]. Наши образцы при хранении в герметично закрытых стеклянных банках в течение 3-х месяцев отлично сохранили свои физические и органолептические качества и были пригодны для употребления в пищу.

Органолептическая оценка внешнего вида, цвета, консистенции (текстуры), вкуса и аромата были получены суммарно от группы дегустаторов с использованием 5-балльной шкалы (рис. 5). Органолептическая оценка натуральных вкусовых овощных добавок в виде сублимированного порошка высокой степени готовности к употреблению из различных гибридов брокколи показала, что отечественные гибриды превосходят зарубежные по органолептическим показателям.



**Рис. 4. Содержания нитратов в натуральных вкусовых овощных добавках в виде сухого порошка высокой степени готовности к употреблению, приготовленных из новых гибридов брокколи**  
**Fig. 4. Nitrate content in natural flavoring vegetable additives in the form of dry powder of a high degree of readiness for consumption, prepared from new broccoli hybrids**

Порошки из отечественных гибридов брокколи обладали лучшей консистенцией и превосходили зарубежные образцы по вкусовым и ароматическим показателям, немного уступая им по внешнему виду. По органолептическим показателям выделен отечественный гибрид Детский деликатес. Высокие органолептические показатели также были отмечены у отечественного гибрида Мачо и зарубежного гибрида Батавия.

Отечественные гибриды капусты брокколи F<sub>1</sub> Детский деликатес и F<sub>1</sub> Мачо значительно превосходили зарубежные по содержанию сахаров и накоплению витамина С, меньше накапливали нитратов. Это, видимо, связано с тем, что российская селекция традиционно направлена на питательную ценность и вкусовые качества.

### Выводы

1. Содержание витамина С в натуральных вкусовых овощных добавках в виде сублимированного порошка высокой степени готовности к употреблению у отечественных гибридов (F<sub>1</sub> Детский деликатес, F<sub>1</sub> Мачо) было в 1,66 раза выше, чем у зарубежных гибридов. Отечественный гибрид F<sub>1</sub> Детский деликатес имел наибольшее содержание витамина С – 419,4 мг%.

2. β-каротин лучше всего сохранялся в отечественных гибридах F<sub>1</sub> Детский деликатес (2,58 мг%), F<sub>1</sub> Мачо (2,56 мг%), а также в зарубежном гибриде F<sub>1</sub> Батавия (2,52 мг%).

3. Отечественные гибриды имели в среднем в 1,17 раза больше сахара в натуральных вкусовых

овощных добавках в виде сублимированного порошка, чем иностранные гибриды.

4. Содержание нитратов в полученных натуральных вкусовых овощных добавках в виде сублимированного порошка высокой степени готовности к употреблению было невысоким. Меньше всех нитратов накапливал зарубежный гибрид F<sub>1</sub> Фиеста (77,1 мг/кг).

5. По органолептическим показателям выделены отечественные гибриды F<sub>1</sub> Детский деликатес, F<sub>1</sub> Мачо и зарубежный гибрид F<sub>1</sub> Батавия.

6. Для производства продуктов питания космонавтов отечественные гибриды брокколи F<sub>1</sub> Детский деликатес и F<sub>1</sub> Мачо могут быть рекомендованы для сублимационной вакуумной сушки. Данные продукты обладают высокими органолептическими характеристиками и содержат наибольшее количество витамина С и сахаров. Эти гибриды хорошо подходят для выращивания на предприятиях, которые занимаются заготовкой продуктов для консервирования и переработки. Они также могут быть использованы для увеличения ассортимента продуктов питания, доступных для экипажей МКС.

### • Литература

1. Самигулла Т., Абжанова А.Х. Питание в космосе. Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика: материалы ХLI Междун. науч.-практ. конф. Алматы, Казахстан, 03–04 апреля 2017 года. Под редакцией Б.М. Ибраева. Том 3. Алматы, Казахстан: Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, 2017. С. 497-502. EDN WTVBAE.
2. Добровольский В.Ф., Павлова Л.П., Лындина М.И. Разработка инновационных технологий пищевых продуктов для питания космонавтов. *Индустрия питания*. 2019;4(3):34-41. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2019-4-3-4>. EDN DABNYX.
3. Добровольский В.Ф. Использование современных технологий для разработки и обеспечения питанием космонавтов. *Индустрия питания*. 2016;1(1):33-36. EDN YHWORZ.
4. Решетникова П.А., Бычков А.Л. Разработка технологии производства продукта, содержащего стабилизированный витамин Д. Наука. Технологии. Инновации: Сборник научных трудов. В 9-ти частях, Новосибирск, 30 ноября – 04 2020 года / Под редакцией А.В. Гадюкиной. Том Часть 7. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020. С. 691-692. EDN CNVPPJ.
5. Агуреев А.Н., Белаковский М.С. Вопросы питания в межпланетных космических полетах. *Воздушно-космическая сфера*. 2021;1(106):44-57. <https://doi.org/10.30981/2587-7992-2020-106-1-44-57>. EDN WFTKEQ.
6. Позняковский В.М. Питание космонавтов, спецконтингента войск Российской армии, других групп населения в экстремальных условиях. Через тернии к звездам: освоение космоса: сборник материалов III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти лётчика-космонавта А.А. Леонова, Кемерово, 11–13 апреля 2022 года. Кемерово: КемГМУ, 2022. С. 15-24. EDN DHPUNZ.
7. Добровольский В.Ф., Лындина М.И., Шаклеина А.Ю. Применение новых инновационных продуктов в рационах питания космонавтов. *Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд*. 2021;(15):64-71. EDN BAYYMU.
8. Крутий А.В., Зундуев Д.Б., Смертина Н.Д. Обеспечение качества и безопасности питания в жизнедеятельности космонавтов. Актуальные проблемы авиации и космонавтики : сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах, Красноярск, 10–14 апреля 2023 года. Том 3. Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2023. С. 37-39. EDN EOPGQM.

9. Оловенцова А.А., Чумаченко Е.В. Научные основы питания космонавтов. XXIV Вишняковские чтения "Вузовская наука: условия эффективности социально-экономического и культурного развития региона": Материалы международной научной конференции, Бокситогорск, 16 апреля 2021 года. Отв. редактор Е.Г. Седлецкая. Санкт-Петербург - Бокситогорск: Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, 2021. С. 235-240. EDN AFUAGB.
10. Добровольский В.Ф., Лындина М.И., Шаклеина А.Ю. Существующее питание космонавтов с включением в него продуктов профилактической направленности, в том числе, с радиопротекторными свойствами. *Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд*. 2020;(14):105-113. EDN WFTYXV.
11. Добровольский В.Ф., Гурова Л.А., Колесникова В.Б., Павлова Л.П. НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – космосу. *Пищевая промышленность*. 2013;(1):48-50. EDN PMFWSH.
12. Sermenli T., Mavi K., Yilmaz S. Determinatio of transplanting date of broccoli under Antakya conditions. *The Journal of Animal and Plant Sciences*. 2011;21(4):638-641.
13. Старостенко И.Э., Белокурова Е.С. Продукты переработки плодов и овощей - источники функциональных ингредиентов в детском питании. *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2015;3(33):24-27. EDN UYVKXV.
14. Куприй А.С., Масловский С.А., Харитонов П.С., Янченко Е.В., Бебрис А.Р. Научное обоснование возможности использования столовой моркови как источника функциональных пищевых ингредиентов для производства рыбного паштета. *Пищевая промышленность*. 2023;(8):27-30. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.8.8.005>. EDN BCYCEZ.
15. Одинцова А.А., Дунченко Н.И., Янченко Е.В. Научное обоснование выбора растительных ингредиентов при производстве функциональных мясных продуктов для детского питания. *Пищевая промышленность*. 2023;(7):71-74. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.7.7.014>. EDN DBHICL.
16. Борисов В.А., Янченко Е.В., Фильрозе Н.А., Соловьева Е.А.2, Гаспарян Ш.В., Масловский С.А., Новикова А.В., Замятина М.Е., Карпова Н.А., Китова А.Э., Дергачева К.А. Технологическая оценка сортов и гибридов свеклы столовой как сырья для производства пюре-полуфабриката. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2019;(149):116-127. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-149-021>. EDN EFDEZY.
17. Еще раз о нитратах [Электронный ресурс] /Режим доступа: <https://68.rospotrebnadzor.ru/content/545/21665/> (дата обращения: 20.02.2024).
18. Бойцова Ю.С., Аленин И.П., Патанина К.В. Рынок сублимированной продукции. *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2020;12-1(70):98-102. <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2020-11025>. EDN NONXLR.

19. Васюкова А.Т., Мазуркевич Е.М., Эдварс Р.А., Васюков М.В., Талби М. Показатели качества экстрактов и сублиматов в виде порошков, полученных при безотходной технологии переработки овощей и фруктов. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2023;11(4):44-54. <https://doi.org/10.14529/food230405>. EDN IYUXAH.

20. Темирова И.Ж., Оспанкулова Г.Х. Исследование влияния сублимационной сушки на органолептические показатели и содержание витамина С в ягодах малины. *Вестник Алматинского технологического университета*. 2023;(3):57-62. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-3-57-62>. EDN DTJRUB.

#### • References

1. Samigulla T., Abzhanova A.H. Nutrition in space / Innovative technologies in transport: education, science, practice: materials of the XLI International Scientific and Practical Conference. Almaty, Kazakhstan, 03-04 April 2017 / Edited by B.M. Ibrayev. Volume 3. – Almaty, Kazakhstan: M. Tynyspaev Kazakh Academy of Transport and Communications, 2017. – pp. 497-502. – EDN WTVBAE. (In Russ.)

2. Dobrovolsky V.F., Pavlova L.P., Lyndina M.I. Cosmonaut diet composition adjusting according to the comments and suggestions of the crews with the new products development and introduction. *Food industry*. 2019;4(3):34-41. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2019-4-3-4>. EDN DABNYX. (In Russ.)

3. Dobrovolsky V.F. The use of modern technologies for the development and nutrition of astronauts. *Food industry*. 2016;1(1):33-36. EDN YHWORZ. (In Russ.)

4. Reshetnikova P.A., Bychkov A.L. Development of technology for the production of a product containing stabilized vitamin D. Science. Technologies. Innovations: A collection of scientific papers. In 9 parts, Novosibirsk, November 30–04 2020. Edited by A.V. Gadyukina. Volume Part 7. Novosibirsk: Novosibirsk State Technical University, 2020. pp. 691-692. EDN CNVPPJ. (In Russ.)

5. Agureev A.N., Belakovskiy M.S. Nutrition issues in interplanetary space flights. *Aerospace sphere journal*. 2021;1(106):44-57. <https://doi.org/10.30981/2587-7992-2020-106-1-44-57>. EDN WFTKEQ. (In Russ.)

6. Poznyakovskiy V. M. Nutrition of cosmonauts, special troops of the Russian Army, and other population groups in extreme conditions. Through thorns to the stars: space exploration: a collection of materials of the III International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of cosmonaut A.A. Leonov, Kemerovo, April 11-13, 2022. Kemerovo: KemSMU, 2022. pp. 15-24. EDN DHPUHZ. (In Russ.)

7. Dobrovolsky V.F., Lyndina M.I., Shakleina A.Yu. Application of new innovative products in the diet of astronauts. *Innovative technologies for the production and storage of material assets for government needs*. 2021;(15):64-71. EDN BAYYMU. (In Russ.)

8. Krutiyy A.V., Zunduev D. B., Smertina N. D. Ensuring the quality and safety of nutrition in the life of astronauts. Actual problems of aviation and cosmonautics: a collection of materials of the IX International Scientific and practical Conference dedicated to the Day of Cosmonautics. In 3 volumes, Krasnoyarsk, April 10-14, 2023. Volume 3. Krasnoyarsk: Federal State Budgetary

Educational Institution of Higher Education "Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev", 2023. pp. 37-39. EDN EOPGQM. (In Russ.)

9. Oloventsova A.A., Chumachenko E.V. Scientific bases of cosmonauts' nutrition. XXIV Vishnyakov readings "University science: conditions for the effectiveness of socio-economic and cultural development of the region": Materials of the international scientific conference, Boksitogorsk, April 16, 2021. Editor-in-chief E.G. Sedletskaya. St. Petersburg - Boksitogorsk: A.S. Pushkin Leningrad State University, 2021. pp. 235-240. EDN AFUAGB. (In Russ.)

10. Dobrovolsky V.F., Lyndina M.I., Shakleina A.Yu. The existing nutrition of astronauts with the inclusion of preventive products, including those with radioprotective properties. *Innovative technologies for the production and storage of material assets for government needs*. 2020;(14):105-113. EDN WFTYXV. (In Russ.)

11. Dobrovolsky V.F., Gurova L.A., Kolesnikova V.B., Pavlova L.P. Research Institute of Food Concentrates Industry and Special Food Technology – to space. *Food industry*. 2013;(1):48-50. EDN PMFWSH. (In Russ.)

12. Sermenli T., Mavi K., Yilmaz S. Determination of transplanting date of broccoli under Antakya conditions. *The Journal of Animal and Plant Sciences*. 2011;21(4):638-641.

13. Starostenko I.E., Belokurova E.S. Products of fruits and vegetables - sources of functional ingredients in baby food. *Technical and technological problems of the service*. 2015;3(33):24-27. EDN UYVKXV. (In Russ.)

14. Kupriy A.S., Maslovskiy S.A., Kharitonova P.S., Yanchenko E.V., Bebris A.R. Scientific rationale of the possibility of using carrots as a source of functional food ingredients for the production of fish pate. *Food industry*. 2023;(8):27-30. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.8.8.005>. EDN BCYZEY. (In Russ.)

15. Odintsova A.A., Dunchenko N.I., Yanchenko E.V. Scientific substantiation of the choice of herbal ingredients in the production of functional meat products for child nutrition. *Food industry*. 2023;(7):71-74. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.7.7.014>. EDN DBHICL. (In Russ.)

16. Borisov V.A., Yanchenko E.V., Filroze N.A., Soloveva E.A., Gasparyan Sh.V., Maslovskiy S.A., Novikova A.V., Zamyatina M.E., Karpova N.A., Kitova A.E., Dergacheva K.A. Technological assessment of varieties and hybrids of beet-root as raw materials for manufacturing mashed semi-finished products. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2019;(149):116-127. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-149-021>. EDN EFDEZY. (In Russ.)

17. Once again about nitrates [Electronic resource] / Access mode: <https://68.rospotrebnadzor.ru/content/545/21665> / (date of access: 02/20/2024). (In Russ.)

18. Boytsova Y.S., Alenin I.P., Patanina K.V. Frozen products market. *Economy and business: theory and practice*. 2020;12-1(70):98-102. <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2020-11025>. EDN NONXLR. (In Russ.)

19. Vasyukova A.T., Mazurkevich E.M., Edwards R.A., Vasyukov M.V., Talbi M. Quality indicators of extracts and sublimates in the form of powders obtained with waste-free technology for processing vegetables and fruits. *Bulletin of the South Ural State University. Series: food and biotechnology*. 2023;11(4):44-54. <https://doi.org/10.14529/food230405>. EDN IYUXAH. (In Russ.)

20. Temirova I.Zh., Ospankulova G.Kh. Determination of organoleptic indicators and vitamin c content in frozen raspberry. *The journal of Almaty technological university*. 2023;(3):57-62. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-3-57-62>. EDN DTJRUB. (In Russ.)

#### Об авторах:

**Елена Валерьевна Янченко** – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-3165-7238>, SPIN-код: 6301-7782, автор для переписки, [elena\\_0881@mail.ru](mailto:elena_0881@mail.ru)

**Мария Ивановна Иванова** – доктор с.-х. наук, проф. РАН, гл. научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>, SPIN-код: 1961-9188

**Николай Эрнестович Каухчешвили** – кандидат технических наук, заведующий лабораторией замороженных и обезвоженных пищевых продуктов, <https://orcid.org/0000-0003-0203-3597>, SPIN-код: 7195-0990

**Алексей Алексеевич Грызунов** – научный сотрудник лаборатории замороженных и обезвоженных пищевых продуктов, <https://orcid.org/0000-0003-4591-5688>, SPIN-код: 2783-5980

**Софья Викторовна Белова** – младший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-9338-8419>, SPIN-код: 4808-9461

**Алексей Владимирович Янченко** – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией физиологических основ семеноведения, <https://orcid.org/0000-0002-1031-9459>, SPIN-код: 2128-9539

#### About the Authors:

**Elena V. Yanchenko** – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-3165-7238>, SPIN-code: 6301-7782, Corresponding Author, [elena\\_0881@mail.ru](mailto:elena_0881@mail.ru)

**Maria I. Ivanova** – Dr. Sci. (Agriculture), Prof., Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>, SPIN-code: 1961-9188

**Nikolay E. Kauhcheshvili** – Cand. Sci. (Engineering), Head of the Laboratory of Frozen and Dehydrated Food Products, <https://orcid.org/0000-0003-0203-3597>, SPIN-code: 7195-0990

**Alexey A. Gryzunov** – Researcher at the Laboratory of Frozen and Dehydrated Foods, <https://orcid.org/0000-0003-4591-5688>, SPIN-code: 2783-5980

**Sofya V. Belova** – Junior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9338-8419>, SPIN-code: 4808-9461

**Alexey V. Yanchenko** – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Head of the Laboratory of Physiological Foundations of Seed Science, <https://orcid.org/0000-0002-1031-9459>, SPIN-code: 2128-9539