УДК 604.0

DOI 10.29141/2500-1922-2019-4-3-4

Разработка инновационных технологий пищевых продуктов для питания космонавтов

В.Ф. Добровольский¹, Л.П. Павлова¹, М.И. Лындина^{1*}

¹Научно-исследовательский институт пищекопцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва, Российская Федерация, *e-mail: niippspt@gmail.com

Ключевые слова:

технологии;
сублимационная
сушка;
Международная
космическая станция
(МКС);
рационы питания
космонавтов;
безопасность

Реферат

Пищевые продукты для космонавтов разрабатываются по специальной пищевой технологии на основе фундаментальных научных достижений в области космического питания. В производстве пищевых продуктов для космонавтов используются только отечественные инновационные технологии, специально разработанные для экипажей космических экспедиций на базе самого качественного натурального сырья, без добавления искусственных загустителей, ароматизаторов, стабилизаторов, консервантов, красителей и ГМО. Высокая энергетическая и биологическая ценность пищевых продуктов для космонавтов делает их уникальными для поддержания активной жизнедеятельности в нестандартных условиях и при повышенных нагрузках на организм человека в космосе. С целью расширения ассортимента продуктов питания для экипажей Международной космической станции (МКС) проведены исследования специфики разработки новых первых обеденных блюд сублимационной сушки. Обеспечение экипажей пилотируемых космических аппаратов доброкачественной и адекватной потребностям организма космонавтов пищей – одна из основных задач реализации программы дальнейшего освоения космического пространства. Продуктовый состав рационов питания во многом определяется техническими возможностями пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций. Существующие космические аппараты характеризуются ограниченными показателями объема и энергоресурсов, что затрудняет создание надлежащих условий для хранения пищевых продуктов и приготовления пищи. Этим определяются ограничения в использовании многих видов продуктов и ряд довольно жестких требований, предъявляемых к продукции для питания космонавтов.

Для цитирования: Добровольский В.Ф., Павлова Л.П., Лындина М.И. Разработка инновационных технологий пищевых продуктов для питания космонавтов // Индустрия питания/Food Industry. 2019. Т. 4, № 3. С. 34–42. DOI 10.29141/2500-1922-2019-4-3-4

Cosmonaut Diet Composition Adjusting According to the comments and suggestions of the crews with the new products development and introduction

Viktor F. Dobrovolsky¹, Lyudmila P. Pavlova¹, Marina I. Lyndina^{1*}

¹Institute of the Food Concentrate and Special Food Technology Science – The subdivision of the Federal Research Centre for Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russian Federation, *e-mail: niippspt@gmail.com

Keywords:

technologies;
sublimation drying;

Abstract

A man developed food products for astronauts on special food technology on the basis of fundamental scientific achievements in the field of space nutrition. The production of food products for astronauts engages only domestic innovative technologies specially

*International Space
Station (ISS);
astronauts diets;
security*

designed for the crews of space expeditions on the basis of the highest quality natural raw materials, without the addition of artificial thickeners, flavors, stabilizers, preservatives, dyes and GMOs. The high energy and biological value of food products for astronauts makes them unique for maintaining active life in non-standard conditions and under increased exertions on the human body in space. In order to expand the range of food products for the crews of the International Space Station (ISS) authors conducted research on the development specifics of new first freeze-dried lunch dishes. Providing the crews of manned spacecraft with good quality and adequate to the astronauts needs food is one of the main program tasks of further space exploration. The food rations composition is largely determined by the technical capabilities of manned spacecraft and orbital stations. Existing spacecraft are of limited volume and energy resources, which makes it difficult to create adequate conditions for food storage and cooking. This determines the use limitations of many products types and a number of fairly strict products requirements for feeding astronauts.

For citation: Viktor F. Dobrovolsky, Lyudmila P. Pavlova, Marina I. Lyndina. Cosmonaut Diet Composition Adjusting According to the comments and suggestions of the crews with the new products development and introduction. Индустрия питания/Food Industry. 2019. Vol. 4, No. 3. Pp. 34–42. DOI 10.29141/2500-1922-2019-4-3-4

Введение

Под космическим питанием подразумеваются продукты для космонавтов, над созданием и обработкой которых трудились лучшие ученые, технологи и инженеры нашей страны. Условия низкой гравитации предъявляют свои требования к данному аспекту, а то, над чем человек на Земле может и не задумываться, создает определенные сложности при полете в космос. Каждый день человеку, находящемуся на борту космического корабля, нужно приблизительно пять с половиной килограммов еды, кислорода и воды. Поскольку команда состоит из нескольких человек, и полет может продолжаться более года, совершенно очевидно, что необходим новый подход к организации питания космонавтов на орбите [1].

Обеспечение экипажей пилотируемых космических аппаратов доброкачественной и адекватной потребностям организма космонавтов пищей – одна из основных задач, которые предстоит решить при осуществлении программ дальнейшего освоения космического пространства. Продуктовый состав рационов питания во многом обусловлен техническими возможностями пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций, а также определенными требованиями к продуктам, которые могут быть использованы для питания космонавтов [2; 3].

Цель исследования

Вопросам разработки новых продуктов питания и корректировки рационов питания для экипажей РС МКС в настоящее время уделяется повышенное внимание. Постоянно разрабатываются и включаются в рационы питания новые

виды пищевой продукции, разработанные с учетом действующих федеральных законов, нормативных актов и ГОСТов.

Специфика космического полета накладывает свои ограничения на использование многих видов продуктов и выдвигает ряд жестких требований к разработкам технологий пищевых продуктов для питания космонавтов. Самыми распространенными методами являются тепловая стерилизация и обезвоживание методом сублимационной сушки, позволяющей значительно снизить потери биологически активных веществ [4].

Определение критериев, технологических методов и порядка подтверждения эффективности специализированных пищевых продуктов для космического питания является важнейшим этапом разработки продуктового состава рационов питания для космических полетов [5].

Методы исследования

Используемая в настоящее время вакуумно-сублимационная сушка представляет собой инновационный метод консервирования, используемый при производстве продуктов питания для космонавтов [6; 7]. Сущность метода заключается в удалении влаги из продукта путем возгонки льда (переход воды из твердой фазы в пар, минуя жидкую фазу). При этом структура продукта не претерпевает существенных изменений; сохраняются пищевой состав, витамины и другие биологически активные вещества, а после восстановления внешний вид, запах, вкус и цвет близки этим же характеристикам продукта перед его высушиванием [5].

Особенностью пищевых технологий производства продуктов для космонавтов, в отличие от вырабатываемых промышленными предприятиями, является то, что проводится сушка не отдельных компонентов, из которых в дальнейшем формируется смесь, а кулинарно подготовленного блюда, что значительно повышает его вкусовые качества и пищевые достоинства [6].

Продукты сублимационной сушки для использования в космических условиях упаковывают в пакеты из полимерных пленочных материалов специальной конструкции, обеспечивающей сохранность их качества в течение длительного (свыше 18–20 месяцев) срока, оводнение (восстановление) горячей или холодной водой из бортовой системы регенерации воды и прием пищи непосредственно из упаковки: супов и соков – через патрубков, остальных продуктов – открытым способом с помощью столовых приборов [8; 9].

В истекшем году в данном направлении проведены следующие работы.

С целью расширения ассортимента продуктов питания для экипажей Международной космической станции (МКС) выполнены исследования по разработке новых первых обеденных блюд сублимационной сушки: предварительно определен ассортимент сырья для разработки рецептур двух блюд – «Суп из чечевицы с мясом» и «Щи из свежей капусты с мясом».

Путем экспериментальной выработки опытных образцов на Бирюлевском экспериментальном заводе и последующих органолептических, физико-химических и микробиологических исследований отработаны рецептуры и технологические параметры производства новых первых обеденных блюд сублимационной сушки для космонавтов. Так, основе ранее разработанной технической документации на данном экспериментальном заводе выработаны опытные партии и заложены на хранение новые продукты сублимационной сушки для космонавтов с целью проведения предварительных и приемочных испытаний – исследований физико-химических, микробиологических и органолептических показателей в динамике хранения для установления срока годности напитка «Кофе натуральный с молоком без сахара» и блюда «Омлет с брокколи»:

1) выработку опытной партии напитка «Кофе натуральный с молоком без сахара» производили по ТД «Напитки сухие специального назначения» (ТУ 9198-547-04605473-13);

2) выработку опытных партий омлетов сублимационной сушки для космонавтов производили по ТД «Омлеты сублимационной сушки для космонавтов» (ТУ 10.85.19-560-04605473-2017).

В связи с расширением ассортимента соусов

и введением нового соуса «Соус из хрена со свеклой и имбирем» разработаны такие документы, как Изменение № 1 ТУ 9199-543-04605473-12 «Соусы сублимационной сушки специального назначения», новые ТИ и рецептуры, а также техническая документация при необходимости – ТУ 0.84.12-563-04605473-2018 «Консервы. Приправы фруктовые и овощные для космонавтов». Это связано с необходимостью приведения их в соответствие с новыми действующими руководящими и нормативными документами.

Технические условия переработаны в соответствии с ГОСТ Р 51740-2001 «Технические условия на пищевые продукты. Требования к разработке и оформлению». В пересмотренные технические условия внесены требования по микробиологическим и гигиеническим показателям безопасности готовой продукции в соответствии с действующими документами – Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», утвержденным Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881, и Положением о микробиологических требованиях к качеству и разработке пищевых продуктов для космонавтов, утвержденным 18 декабря 2000 г.

Специалистами микробиологической лаборатории ФБУЗ ФМБА Российской Федерации проанализированы и одобрены указанные в переработанных технических документах уточненные требования по микробиологическим показателям безопасности.

В технических условиях и технологических инструкциях даны ссылки на действующие нормативные документы на исходные продукты, упаковочные материалы, на методы контроля качества готовой продукции взамен отмененных.

Раздел ТУ «Маркировка» переработан в соответствии с Решением № 10.04.18.37.25-07 «О порядке маркировки продуктов питания космонавтов» и ТР ТС 022 Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки», утвержденным Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881 в целях сокращения объема информации для удобства использования продуктов потребителем в условиях МКС.

В технические условия внесены требования к потребительской и транспортной упаковке в соответствии с ТР ТС 005/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки», утвержденным Решением Комиссии Таможенного союза от 16 августа 2011 г. № 769.

Специалистами лаборатории стандартизации была проведена экспертиза разработанной тех-

нической документации в плане правильности построения, изложения текста с учетом действующих федеральных законов, нормативных актов и ГОСТов.

На протяжении всего технологического процесса с целью установления сроков годности проводились предварительные и приемочные испытания 13 наименований разработанных ранее продуктов для космонавтов при хранении в условиях, соответствующих эксплуатации их на объекте [10; 11; 12].

Сформулированы основные требования к продуктам питания для космонавтов:

- минимальная масса и объем при сохранении полной биологической ценности;
- сохранение исходных пищевых качеств и безопасность употребления в течение длительного (не менее 15 месяцев) времени при хранении в условиях нерегулируемых температур и влажности;
- простота приготовления пищи;
- возможность употребления в условиях невесомости как в подогретом, так и в холодном виде;
- упаковка продуктов, кроме прямого назначения, должна также выполнять функцию посуды для приготовления и приема пищи.

Наиболее полно перечисленным требованиям отвечают стабилизированные различными способами продукты. Самыми распространенными методами стабилизации продуктов питания являются тепловая стерилизация и обезвоживание методом сублимационной сушки (удаление влаги из продукта путем его замораживания и сушкой в вакууме) [13].

Правильно подобранные режимы тепловой стерилизации позволяют добиться микробиологической безопасности продукта. Вместе с тем наблюдается денатурация белка, приводящая к снижению степени его усвояемости; происходит разрушение большей части биологически активных веществ, к которым, в первую очередь, относятся витамины [14].

Метод сублимационной сушки продуктов как более щадящий позволяет значительно сократить потери биологически активных веществ. Также, в отличие от стерилизованных консервов, продукты сублимационной сушки имеют более длительные сроки хранения и не обладают «приедаемостью» [2]. Этим определяется их количественное преимущество в рационе питания космонавтов – до 65 % по калорийности.

Используемые для комплектации рационов питания космонавтов продукты классифицируют по следующим группам:

- термостабилизированные (консервированные);

- обезвоженные путем тепловой или сублимационной сушки;
- продукты со средним (до 15 %) содержанием влаги (вяленые фрукты, фруктово-ягодные десерты);
- натуральные формы (хлеб, печенье, конфеты, орехи);
- напитки (фруктово-ягодные соки, чай, кофе);
- свежие продукты (фрукты, овощи).

Особого внимания требуют мероприятия по обеспечению микробиологической безопасности продуктов питания на разных этапах космического полета [15].

Потенциально продукты питания могут являться одним из вероятных источников микробной контаминации среды обитания космического объекта. Вместе с тем наибольшая опасность для здоровья членов космических экипажей заключается в том, что при нарушениях технологических режимов изготовления или условий хранения продуктов питания они могут стать причиной возникновения пищевых токсикоинфекций [16].

Как отмечалось выше, на борту космических объектов отсутствуют специальные условия для хранения продуктов питания. В связи с этим продукты, используемые для включения в состав рационов питания членов космических экипажей, должны оставаться пригодными к употреблению и сохранять микробиологическую безопасность в пределах следующих параметров, характеризующих среду обитания на борту космического объекта:

- а) относительная влажность воздуха – от 20 до 9 % при температуре 20 °С;
- б) барометрическое давление – от 450 до 970 мм рт. ст.;
- в) температура воздуха – $+20 \pm 5$ °С, с кратковременными повышениями до:
 - 30 °С в течение 5 сут., суммарно;
 - 35 °С в течение 2 сут., суммарно.

Кроме того, продукты должны сохранять исходные показатели качества при транспортировании в температурных пределах от 2 до 25 °С и атмосферном давлении от 500 до 1000 мм рт. ст., а также при температуре ± 50 °С в течение двух часов [17].

Результаты исследования и их обсуждение

Испытания проводились в соответствии с Общими эксплуатационными требованиями к продуктам питания космонавтов и Методическими указаниями по проведению испытаний продуктов на транспортировочные и объектовые воздействия по программам, предусматривающим порядок проведения испытаний, график исследований и объем документов, оформляемых

позапно по результатам испытаний. Испытания включали в себя комплекс исследований по органолептическим, микробиологическим и физико-химическим показателям [18].

Установлены сроки годности:

а) для трех наименований продуктов сублимационной сушки:

- «Суп-пюре тыквенно-сырный» – 24 мес.;
- «Борщ с копченостями» – 15 мес.;
- «Соус из хрена со свеклой» – 18 мес.;

б) для четырех наименований консервов, выработанных в банках из ламистера № 1 – 24 мес.:

- «Брусника дроблёная»;
- «Пюре из кураги»;
- «Закуска аппетитная»;
- «Икра любительская».

Продолжаются исследования после 12 месяцев хранения трех наименований продуктов сублимационной сушки:

- «Творожная масса с кунжутом»;
- «Творог с тыквенно-яблочным пюре»;
- «Грибы с овощами и фасолью».

Заложены на хранение для установления срока годности три наименования продуктов сублимационной сушки:

- «Кофе натуральный с молоком без сахара»;
- «Омлет»;
- «Омлет с брокколи».

Для выполнения указанных условий требуется провести комплекс профилактических мероприятий, обеспечивающих микробиологическое благополучие продуктов питания в течение всего гарантийного срока их годности [19; 20].

Основными мероприятиями являются:

- в наземных условиях – микробиологический контроль качества продуктов на всех этапах их изготовления и комплектации рационов питания;
- на борту космического объекта – строгое соблюдение членами экипажей правил личной гигиены и противоэпидемических требований, касающихся хранения продуктов, подготовки пищи к употреблению, при удалении остатков пищи, при обработке столовых принадлежностей и поверхностей в местах приема пищи.

В состав бортовой документации входит Инструкция по эксплуатации рационов питания членами космических экипажей. Согласно этому документу члены космических экипажей не должны использовать в пищу продукты с закончившимся гарантийным сроком годности, а также продукты с внешними дефектами упаковки (вздутие консервных банок, нарушение герметичности продуктов в полимерных пакетах, глущие вмятины на упаковке и т. д.).

Члены космических экипажей должны соблюдать рекомендации по приготовлению пищи,

размещенные на упаковке продуктов (режимы разогрева консервов в электроподогревателе пищи; количество горячей или холодной воды, необходимой для восстановления обезвоженных продуктов; время восстановления) [21].

Накопленный в России длительный опыт эксплуатации орбитальных космических станций свидетельствует о том, что контроль микробиологических показателей качества продуктов питания космонавтов на всех этапах их наземной подготовки, а также выполнение противоэпидемических мероприятий и требований Инструкции по эксплуатации рационов питания членами космических экипажей в полете являются необходимыми условиями профилактики микробной контаминации среды обитания на космическом объекте и пищевых токсикоинфекций.

При разработке рационов питания для экипажей пилотируемых космических аппаратов, наряду с требованиями, предъявляемыми к рациональному питанию в привычных земных условиях, необходимо также руководствоваться следующими характеристиками:

- соответствие химического состава и калорийности рационов измененным потребностям организма человека в условиях воздействия факторов космического полета;
- возможность использования продуктов в условиях космического полета по их органолептическим и физико-химическим свойствам;
- технические возможности (объемы, энергоресурсы, температурно-влажностный режим), имеющиеся на космическом объекте для размещения продуктов и приготовления пищи.

Как известно, сочетанное воздействие факторов космического полета на человека сопровождается некоторыми определенными сдвигами в обмене веществ, в функции пищеварения, в состоянии аппетита и общей реактивности организма, что учитывалось при создании полноценных, адекватных потребностям организма космонавтов рационов питания в условиях космического полета.

Оценка адекватности разрабатываемых для каждого конкретного космического аппарата рационов питания потребностям организма человека осуществляется по результатам лабораторных исследований, проводимых с помощью химических методов и модельных экспериментов с использованием клинико-физиологических и биохимических методов.

Химические методы использовались для анализа содержания в рационе питания всех пищевых ингредиентов: белков, жиров, углеводов, минеральных элементов, витаминов. Поскольку адекватность рациона питания потребностям

организма человека зависит не только от химического состава продуктов, но и от усвояемости пищевых ингредиентов и степени их включения в метаболические процессы, ограничиваться только химическими методами оценки нельзя – их необходимо дополнять клинико-физиологическими методами исследований.

Клинико-физиологическая оценка адекватности рациона потребностям организма проводится учеными Наземного экспериментального комплекса Государственного научного центра Российской Федерации – Института медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ – ИМБП РАН) при моделировании условий космического полета (длительная изоляция; искусственная газовая среда; аналогичный космическому полету режим труда и отдыха).

Модельные эксперименты осуществляются с участием группы испытуемых-добровольцев в количестве не менее шести человек, по возрасту и уровню физической активности близких контингенту, для которого данный рацион предназначен.

У испытуемых-добровольцев определяют исходные значения всех показателей, которые предполагается изучать в процессе исследования для определения состояния пищевого статуса. В ходе эксперимента контролируется прием пищи и воды. Испытуемые-добровольцы заполняют специальные анкеты, в которых дают оценку каждого продукта (блюда), отдельного приема пищи и рациона в целом, а также отражают данные о самочувствии, состоянии аппетита, чувстве насыщения после приема пищи и т. п.

Оценка состояния пищевого статуса испытуемых-добровольцев производится на основании анализа динамики массы тела, клинических (включая функцию органов пищеварения), биохимических, соматических, иммунологических и микробиологических (эндоэкология кишечника) показателей.

В ходе эксперимента также определяется индивидуальная переносимость продуктов и блюд рациона питания (аллергические реакции, диспепсические расстройства). При выборе методов исследований учитывается опыт изучения состояния питания и здоровья населения как отечественными, так и зарубежными учеными.

Продолжительность исследований определяется предполагаемой длительностью использования рациона питания в реальных условиях космического полета [22].

Самый длительный эксперимент в рамках Проекта «Марс-500» по имитации пилотируемого полета на Марс продолжительностью 520 суток был проведен в ГНЦ РФ – ИМБП РАН в 2010–2011 гг. В эксперименте принимал участие экипаж из шести человек (три представителя России, по одному – Франции, Италии, Китая).

Заключение

Разработки инновационных технологий, продуктов питания космонавтов будут продолжаться, в том числе в виде наработки новых продуктов для формирования рационов питания будущих полетов на Луну, а в последующем и на Марс [4; 10; 16; 23].

Анализ данных, полученных в ходе лабораторных исследований и модельных экспериментов, позволяет оценить адекватность разработанного рациона питания потребностям организма человека в условиях реального космического полета, что и осуществляется при обеспечении питанием членов экипажей МКС.

По результатам выполненного объема работ в настоящее время бортовые системы питания космонавтов, особенно при совершении длительных полетов, представляют собой весьма развитые технологические системы, имеющие, помимо рационов питания, определенную инфраструктуру, обеспечивающую надежное хранение, приготовление и прием пищи членами экипажа в специфических условиях обитаемости космического объекта.

Библиографический список

1. Разработка и испытания рационов питания экипажей много-разовых космических кораблей / А.Н. Агуреев, В.П. Бычков [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. 1994. № 2. С. 18–23.
2. Агуреев А.Н. Основные итоги эксплуатации системы обеспечения питанием (СОП) экипажей МКС. Международная космическая станция, Российский сегмент: М.: Научная книга, 2011. Т. 1. С. 342–356.

Bibliography

1. Agureev, A.N.; Bychkov V.P. Razrabotka i Ispytaniia Ratsionov Pitaniiia Ekipazhei Mnogorazovnykh Kosmicheskikh Korablei [Food Rations Development and Testing for Reusable Spacecraft Crews]. Aviakosmicheskaiia i Ekologicheskaiia Meditsina. 1994. № 2. Pp. 18–23.
2. Agureev, A.N. Osnovnye Itogi Ekspluatatsii Sistemy Obespecheniia Pitaniem (SOP) Ekipazhei MKS. Mezhdunarodnaia Kosmicheskaiia Stantsiia, Rossiiskii Segment [Main Operation Results of the Ensuring Food System for the ISS Crews. International Space Station, Russian Segment]. M.: Nauchnaia Kniga, 2011. Vol. 1. Pp. 342–356.

3. Агуреев А.Н. Система обеспечения космических экипажей питанием. Космическая медицина и биология. Воронеж: Научная книга, 2013. С. 94–110.
4. Добровольский В.Ф., Гурова Л.А. Разработка научно обоснованных режимов производства продуктов питания космонавтов как концептуальная основа обеспечения их надежности и безопасности в использовании // Пилотируемые полеты в космос: тез. докл. 4-й Междунар науч.-практ. конф. (Московская область, Звездный городок, март 2000 г.). М., 2000. С. 381–383.
5. Агуреев А.Н. Питание космонавтов от Ю.А. Гагарина до настоящих дней // Гагаринский сборник: материалы XXXVIII Обществ.-науч. чтений, посвященных памяти Ю.А. Гагарина. Воронеж, 2011. С. 100–113.
6. Агуреев А.Н., Каландаров С., Сегаль Д.Э. Гигиеническая оценка рационов питания в экспериментах с длительной изоляцией // Авиакосмическая и экологическая медицина. 1997. № 4. С. 7–11.
7. Шингисов А.У. Вакуум-сублимационная сушка сгущенных кисломолочных продуктов с растительными добавками // Пищевая промышленность. 2011. № 10. Техническое оснащение отрасли. С. 24–25.
8. Агуреев А.Н., Каландаров С., Васильева В.Ф., Гурова Л.А. Питание экипажей длительных экспедиций на Международной космической станции // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2004. № 5. С. 19–23.
9. Литвинова Е. Тубы для продуктов питания – упаковка и логистика // Пищевая промышленность. 2006. № 5. С. 10–13.
10. Павлова Л.П., Стоянова Л.И., Шаклеина А.Ю., Герман А.Д. Кисломолочные продукты в питании космонавтов на Международной космической станции // Пищевая промышленность. 2015. № 1. С. 12–13.
11. Павлова Л.П., Лукьянова Л.В., Евстигнеева Н.И., Шаклеина А.Ю. Напитки с добавлением кофе и какао в питании космонавтов: инновационное сырье – основа качественных напитков // Пиво и напитки. 2014. № 1. С. 16–18.
12. Павлова Л.П., Лукьянова Л.В., Евстигнеева Н.И., Абдулина С.Х. Разработка новых блюд с грибами и овощами для космонавтов – инновации в производстве продуктов питания // Пищевая промышленность. 2015. № 12. С. 40–42.
13. Агуреев А.Н., Каландаров С. Обеспечение питания экипажей на ОС «Мир» // Орбитальная станция «Мир» (Космическая биология и медицина): в 2 т. М.: Изд-во ООО «Аникон», 2001. Т. 1. С. 455–481.
14. Агуреев А.Н., Афонин Б.В., Седова Е.А., Соловьева А.А., Валуев В.А., Сидоренко Л.А. Пищевой статус в эксперименте со 105-суточной изоляцией на первом этапе проекта «Марс-500» // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2015. № 6. С. 19–28.
15. Добровольский В.Ф., Агуреев А.Н. Анализ пищевого статуса членов космических экипажей // Вопросы питания. 1999. № 5–6. С. 16–19.
16. Добровольский В.Ф. Питание космонавтов: монография. М.: Лион Принт, 2000. 155 с.
17. Bourland, C.; Kloeris, V.; Rice, B.; Vodovotz, Y. Food Systems for Space and Planetary Flights. Nutrition in Space Flight and Weightlessness Models. Boca Raton, FL: CRC Press, 2000. Pp. 19–40.
18. Физиолого-гигиеническая оценка рационов питания орбитальной станции «Мир» / А.Н. Агуреев [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. 1994. № 5. С. 8–12.
3. Agureev, A.N. Sistema Obespecheniia Kosmicheskikh Ekipazhei Pitaniem Kosmicheskaja Meditsina i Biologiya [Food Providing System for Space Crews. Space Medicine and Biology]. Voronezh: Nauchnaia Kniga. 2013. Pp. 94–110.
4. Dobrovolskiy V.F.; Gurova L.A. Razrabotka Nauchno-Obosnovannykh Rezhimov Proizvodstva Produktov Pitaniia Kosmonavtov kak Kontseptualnaia Osnova Obespecheniia Ikh Nadezhnosti i Bezopasnosti v Ispolzovanii [Science-Based Modes Development of Astronauts Food Production as a Conceptual Basis for Ensuring Its Reliability and Safety in Use]. Pilotiruemye Polety v Kosmos: Tez. Dokl. 4-i Mezhdunar. Nauch.-Prakt. Konf. (Moskovskaia Oblast, Zvezdnyi Gorodok, Mart 2000 g.). M., 2000. Pp. 381–383.
5. Agureev, A.N. Pitanie Kosmonavtov ot Yu. A. Gagarina do Nastoiashchikh Dnei [Astronauts Diet from Yu. A. Gagarin to the Present Day]. Gagarinskii Sbornik: Materialy XXXVIII Obshchestv.-Nauch. Chtenii, Posviashchennykh Pamiati Yu. A. Gagarina. Voronezh, 2011. Pp. 100–113.
6. Agureev, A.N.; Kalandarov, S.; D.E. Segal. Gigenicheskaja Otsenka Ratsionov Pitaniia v Eksperimentakh s dDlitelnoi Izoliatsiei [Hygienic Diets Assessment in Experiments with Long-Term Isolation. Aviakosmicheskaja i Ekologicheskaja Meditsina. 1997. № 4. Pp. 7–11.
7. Shingisov, A.U. Vakuu-Sublimatsionnaia Sushka Sgushchennykh Kislomolochnykh Produktov s Rastitelnyimi Dobavkami [Vacuum-sublimation drying of condensed fermented milk products with vegetable additives]. Pishchevaia Promyshlennost. 2011. № 10. Tekhnicheskoe Osnashchenie Otrashi. Pp. 24–25.
8. Agureev, A.N.; Kalandarov, S.; Vasileva, V.F.; Gurova L.A. Pitanie Ekipazhei Dlitelnykh Ekspeditsii na Mezhdunarodnoi Kosmicheskoi Stantsii [Diet of Long-Term Expedition Crews on the International Space Station]. Aviakosmicheskaja i Ekologicheskaja Meditsina. 2004. № 5. Pp. 19–23.
9. Litvinova, E. Tuby Dlia Produktov Pitaniia - Upakovka i Logistika [Food Tubes: Packaging and Logistics]. Pishchevaia Promyshlennost. № 5. Pp. 10–13.
10. Pavlova, L.P.; Stoyanova, L.I.; Shakleina, A.YU.; German, A.D. Kislomolochnye Produkty v Pitanii Kosmonavtov na Mezhdunarodnoj Kosmicheskoi Stantsii [Fermented Milk products in Astronauts Nutrition on the International Space Station]. Pishchevaya Promyshlennost. 2015. № 1. Pp. 12–13.
11. Pavlova, L.P.; Lukyanova, L.V.; Evstigneeva, N.I.; Shakleina, A.Yu. Napitki s Dobavleniem Kofe i Kakao v Pitanii Kosmonavtov: Innovatsionnoe Syrje – Osnova Kachestvennykh Napitkov [Drinks with Added Coffee and Cocoa in the Astronauts Diet: Innovative Raw Materials as a Basis for Quality Beverages]. Pivo i Napitki. 2014. № 1. Pp. 16–18.
12. Pavlova, L.P.; Lukyanova, L.V.; Evstigneeva, N.I.; Abdulina, S.H. Razrabotka Novykh Blyud s Gribami i Ovoshchami dlya Kosmonavtov – Innovatsii v Proizvodstve Produktov Pitaniia. [Development of New Dishes with Mushrooms and Vegetables for Astronauts – Innovations in Food Production] Pishchevaya Promyshlennost. 2015. № 12. Pp. 40–42.
13. Agureev, A.N.; Kalandarov, S. Obespechenie Pitaniia Ekipazhej na OS «Mir» [Crew Provision of the Orbital Space Station “Mir”]. Orbitalnaya Stantsiya «Mir» (Kosmicheskaya Biologiya i Medicina): v 2 t. M.: Izd-vo ООО «Аникон», 2001. Т. 1. Pp. 455–481.

19. Агуреев А.Н., Каландаров С., Добровольский В.Ф., Гурова Л.А. Итоги эксплуатации системы обеспечения питанием на ОК «Мир» // Космическая биология и авиакосмическая медицина: материалы XII науч. конф. (Москва, 10–14 июня 2002 г.). М., 2002. С. 6–7.
20. Агуреев А.Н., Синявский Ю.А., Гурова Л.А., Добровольский В.Ф., Сулейменова Ж.М., Ли М.В. Возможности использования специализированных продуктов и биологически активных добавок в повышении адаптационных возможностей организма при воздействии неблагоприятных факторов космического полета // Суверенный Казахстан: 15-летний путь развития космической деятельности: сб. трудов Междунар. науч. конф. (Алматы, 4–6 октября 2006 г.). Алматы, 2006. С. 291–292.
21. Добровольский В.Ф., Агуреев А.Н., Поляков В.В., Каспранский Р.Р. Научно-теоретические и практические основы обеспечения членов экипажей космических кораблей и станций полноценным питанием. М.: АБС «Печатный дом», 2007. 88 с.
22. Агуреев А.Н. Основные итоги эксплуатации системы обеспечения питанием (СОП) экипажей МКС. М.: Научная книга, 2011. Т. 1. С. 342–356.
23. Аристов Н.И., Лони́на С.Л. Космическое питание. Технологии. История и современность // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. Т. 3. С. 980–982.
14. Agureev, A.N.; Afonin, B.V.; Sedova, E.A.; Solovjeva, A.A.; Valuev, V.A.; Sidorenko, L.A. Pishchevoj Status v Eksperimente so 105-Sutchnoj Izolyaciej na Pervom Etape Proekta «Mars-500» [Food Status in the Experiment with 105-Day Isolation at the First Stage of the Mars-500 Project]. Aviakosmicheskaya i Ekologicheskaya Medicina. 2015. № 6. Pp. 19–28.
15. Dobrovolskiy, V.F.; Agureev, A.N. Analiz Pishchevogo Statusa Chlenov Kosmicheskikh Ekipazhej [Nutritional Status Analysis of Space Crew Members]. Voprosy Pitaniya. 1999. № 5–6. Pp. 16–19.
16. Dobrovolskiy, V.F. Pitaniye Kosmonavtov [Astronauts Diet]: Monografiya. M.: Lion Print, 2000. 155 p.
17. Bourland, C.; Kloeris, V.; Rice, B.; Vodovotz, Y. Food Systems for Space and Planetary Flights. Nutrition in Space Flight and Weightlessness Models. Boca Raton, FL: CRC Press, 2000. Pp. 19–40.
18. Agureev, A.N. Fiziologo-Gigienicheskaya Ocenka Racionov Pitaniya Orbitalnoj Stancii «Mir» [Nutrition Physiological and Hygienic Assessment of the Orbital Station “Mir”]. Aviakosmicheskaya i Ekologicheskaya Medicina. 1994. № 5. Pp. 8–12.
19. Agureev, A.N.; Kalandarov, S.; Dobrovolskiy, V.F.; Gurova, L.A. Itogi Ekspluatatsii Sistemy Obespecheniya Pitaniem na OK «Mir» [Operation Results of the Food Supply System at the Orbital Station “Mir”]. Kosmicheskaya Biologiya i Aviakosmicheskaya Medicina: Materialy XII Nauch. Konf. (Moskva, 10–14 Iyunya 2002 G.). M., 2002. Pp. 6–7.
20. Agureev, A.N.; Sinyavskiy, Yu.A.; Gurova, L.A.; Dobrovolskiy, V.F.; Suleymenova, Zh.M.; Lee, M.V. Vozmozhnosti Ispolzovaniya Specializirovannykh Produktov i Biologicheskii Aktivnykh Dobavok v Povyshenii Adaptatsionnykh Vozmozhnostey Organizma pri Vozdeystvii Neblagopriyatnykh Faktorov Kosmicheskogo Poleta [Possibility of Using Specialized Products and Biologically Active Additives in Adaptive Capacity Increasing of the Body when Exposed to Adverse Factors of Space Flight]. Suverennyj Kazahstan: 15-Letnij Put Razvitiya Kosmicheskoy Deyatelnosti: Sb. Trudov Mezhdunar. Nauch. Konf. (Almaty, 4–6 Oktyabrya 2006 G.). Almaty, 2006. Pp. 291–292.
21. Dobrovolskiy, V.F.; Agureev, A.N.; Polyakov, V.V.; Kaspranskiy, R.R. Nauchno-Teoreticheskie i Prakticheskie Osnovy Obespecheniya Chlenov Ekipazhey Kosmicheskikh Korablej i Stancij Polnocennym Pitaniem [Scientific, Theoretical and Practical Basis for the Members Protection of Spaceships and Stations Crews With Proper Nutrition]. M.: ABS «Pечатnyj Dom», 2007. 88 p.
22. Agureev, A.N. Osnovnye Itogi Ekspluatatsii Sistemy Obespecheniya Pitaniem (SOP) Ekipazhej MKS [Main Results of Crew Power Supply System (PSS) Exploring]. M.: Nauchnaya Kniga, 2011. Т. 1. С. 342–356.
23. Aristov, N.I.; Lonina, S.L. Kosmicheskoe Pitaniye. Tekhnologii. Istoriya i Sovremennost [Space Power. Technologies. History and Modernity]. Aktualnye Problemy Aviacii i Kosmonavtiki. 2017. Т. 3. Pp. 980–982.

Информация об авторах / Information about Authors

**Добровольский
Виктор Францевич**Dobrovolsky,
Viktor Francevich

Тел./Phone: +7 (495) 383-16-92

E-mail: niippspt@gmail.com

*Академик Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского, заслуженный деятель науки РФ, дважды лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники, Главный конструктор космического питания, доктор технических наук, профессор, директор НИИ ПП и СПТ – филиала ФИЦ питания и биотехнологии Научно-исследовательский институт пищевконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии (филиал)**142718, Российская Федерация, Московская область, Ленинский район, пос. Измайлово, 22**Academician of the Russian Academy of Cosmonautics n.a. K.E. Tsiolkovsky, Honored Scientist of the Russian Federation, double Laureate of the RF Government Prize in Science and Technology, Chief Space Feed Engineer, Doctor of Technical Science, Professor, Director Institute of the Food Concentrate and Special Food Technology Science – The subdivision of the Federal Research Centre for Nutrition and Biotechnology**142718, Russian Federation, Moscow Region, Leninsky Area, Ismailovo settlement, 22*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4162-3920>**Павлова
Людмила Павловна**Pavlova,
Lyudmila Pavlovna

Тел./Phone: +7 (495) 383-16-92

E-mail: niippspt@gmail.com

*Кандидат технических наук, заведующий отделом космического питания Научно-исследовательский институт пищевконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии (филиал)**142718, Российская Федерация, Московская область, Ленинский район, пос. Измайлово, 22**Candidate of Technical Science, Head of the Space Nutrition Department Institute of the Food Concentrate and Special Food Technology Science – The subdivision of the Federal Research Centre for Nutrition and Biotechnology**142718, Russian Federation, Moscow Region, Leninsky Area, Ismailovo settlement, 22***Лындина
Марина Игоревна**Lyndina,
Marina Igorevna

Тел./Phone: +7 (495) 383-16-92

E-mail: niippspt@gmail.com

*Кандидат технических наук, заведующий сектора научно-технической информации, патентования и стандартизации**Научно-исследовательский институт пищевконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии (филиал)**142718, Российская Федерация, Московская область, Ленинский район, пос. Измайлово, 22**Candidate of Technical Science, Head of the Sector of Scientific and Technical Information, Patenting and Standardization**Institute of the Food Concentrate and Special Food Technology Science – The subdivision of the Federal Research Centre for Nutrition and Biotechnology**142718, Russian Federation, Moscow Region, Leninsky Area, Ismailovo settlement, 22*