УДК 613.26:612.392.7

КОМПЛЕКСНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

В.В. Аньшакова*, А.В. Степанова, Д.М. Уваров

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», 677000, Россия, г. Якутск, ул. Кулаковского, 48

**e-mail: anshakova_v@mail.ru*

Дата поступления в редакцию: 23.11.2016
Дата принятия в печать: 10.01.2017

Аннотация. Разработана механохимическая технология получения высокоэффективных твердофазных биокомплексов (без участия растворителей) в одну технологическую стадию. Представлены результаты оценки эффекта механоактивации комплексов на основе слоевищ лишайников и небольшого количества родиолы розовой на содержание в них низкомолекулярных антиоксидантов для создания пищевых добавок на их основе. Проведен качественный анализ определения флавоноидов и суммарного содержания низкомолекулярных антиоксидантов методом спектрофотометрии, основанном на способности хлорного железа (III) окислять низкомолекулярные антиоксиданты. Установлено, что процесс механоактивации компонентов сопровождается разрушением клеточных стенок и изменением химического состава растительного сырья из-за разрыва ряда химических связей, при этом образуются слабые межмолекулярные взаимодействия, которые приводят к образованию комплекса бифильного характера, создавая тем самым оптимальные условия для диффузионного процесса, в результате повышая в 5–10 раз биодоступность биологически активных веществ. Показано, что содержание низкомолекулярных антиоксидантов увеличивается при механоактивации исходного сырья, а также с увеличением соотношения ягель : родиола розовая в биокомплексах. Изучена эффективность применения комплексной пищевой добавки при интенсивных физических нагрузках.

Ключевые слова. Лишайники, родиола розовая, механохимическая активация, низкомолекулярные антиоксиданты, пищевые добавки

COMPLEX SUPPLEMENTS FROM RENEWABLE RAW MATERIALS FOR SPECIALIZED NUTRITION OF SPORTSMEN

V.V. An'shakova*, A.V. Stepanova, D.M. Uvarov

North-Eastern Federal University, 48, Kulakovskogo Str., Yakutsk, 677000, Russia

**e-mail: anshakova_v@mail.ru*

Received: 23.11.2016
Accepted: 10.01.2017

Abstract. Mechanicochemical technology has been developed for obtaining highly efficient solid phase biological complexes (solvent-free) in single process step. Presented are the results of evaluation of the effect of mechanical activation of complexes based on lichen thalli and a small amount of Rhodiola rosea on the content of low molecular weight antioxidants for creating food supplements based on them. A qualitative analysis for determination of flavonoids and of the total content of low molecular weight antioxidants has been conducted with spectrophotometry based on the ability of ferric chloride (III) to oxidize low molecular weight antioxidants. It has been found that the process of mechanical activation of components is accompanied by the destruction of cell walls and changing of chemical composition of plant raw materials due to rupture of a number of chemical bonds thus forming weak intermolecular interactions which lead to the formation of the complex of hydro- and lipophilic nature, thus creating optimum conditions for the diffusion process resulting in 5–10 times increase of bioavailability of biologically active substances. It is shown that the content of low molecular weight antioxidants increases with mechanical activation of the feedstock, as well as with the increase of Lichen : Rhodiola rosea proportions in biocomplexes. The efficiency of using of a complex dietary supplement during intensive physical activity has been investigated.

Keywords. Lichen, Rhodiola rosea, mechanochemical activation, low molecular antioxidants, food supplements

Введение

В последние годы в области разработки и применения специализированных продуктов для питания спортсменов, людей, занимающихся тяжелым физическим трудом, работающих в экстремальных климатических условиях, наметилось стремительное развитие. Однако их промышленное производство в нашей стране весьма ограниченно. До настоящего времени основным направлением в области разработки и производства подобных продуктов являлось создание специализированных продуктов, обладающих узконаправленным действием, которые, как

правило, обеспечивают поддержание пищевого статуса и способствуют улучшению адаптивных показателей, но не снижают отрицательные последствия интенсивных физических нагрузок на организм [1].

Объемные и особенно интенсивные физические нагрузки вызывают различные нарушения метаболических реакций и физиологических процессов, что способствует накоплению в организме спортсмена эндотоксинов, оказывающих системное негативное воздействие на весь тренировочный процесс. Накопление вследствие интенсивной мышечной работы эндогенных токсических продуктов метаболизма не только оказывает системное воздействие на протекание биохимических процессов, но и является одной из основных причин снижения иммунологической реактивности у спортсменов. Эндогенная интоксикация также отрицательно влияет на процессы энергетического обеспечения как на тканевом, так и на клеточном уровне. Происходит нарушение естественного течения антиоксидантных процессов, вследствие чего активируются процессы перекисного окисления, в конечном итоге приводящие к нарушению митохондриального синтеза, снижению резистентности к повреждениям клеточных мембран и иных структур, что в конечном итоге способствует снижению функциональной активности состояния жизненно важных органов и систем органов [2].

Хроническая интоксикация организма спортсмена, являющаяся следствием воздействия различных стрессорных факторов (физической нагрузки, хронической усталости, психоэмоционального стресса и др.), приводит к снижению адаптационных возможностей организма спортсмена, нарушению иммунологической резистентности, снижению общей и специальной спортивной работоспособности, а также существенно уменьшает эффективность тренировочного процесса и спортивную результативность [3]. В последнее время все больший интерес представляют препараты растительного происхождения, что связано с их хорошей переносимостью, более мягким корригирующим воздействием на организм спортсмена, а также широким спектром регулирующих эффектов, позволяющих оказывать комплексное влияние на ход различных метаболических, пластических и регуляторных процессов, обеспечивающих спортивную деятельность. По мере разработки сырьевой базы для получения новых растительных препаратов, обладающих адаптогенным действием, большой интерес представляют средства, полученные в результате переработки растительного сырья из лишайников рода *Cladonia*. Важной особенностью сырья для разработки пищевых добавок является его универсальность, природное происхождение, экологически чистые и ресурсосберегающие технологии получения и полифункциональные свойства. Наиболее распространенным видом на территории сбора лишайникового сырья в Центральной Якутии является Кладония оленья – *Cladonia rangiferina (L.) Web ex Wigg* (ягель). В составе ягеля идентифицированы следующие вещества, обладающие биологически активным действием: лишайниковые кислоты (перлатоловая, фумарпротоцетратовая, усниновая), свободные сахара и олигополисахариды, аминокислоты и др. Известно, что лишайники концентрируют радионуклиды из воздуха. Поэтому сбор сырья необходимо вести в экологически чистой зоне. По результатам ежегодных измерений удельной активности техногенных радионуклидов цезия-137 и стронция-90 на универсальном спектрометрическом комплексе УСК «МУЛЬТИРАД» исследуемое биосырье признано соответствующим ПДК, что свидетельствует об экологичности зон сбора лишайникового сырья. Кроме того, лишайники р. *Cladonia* могут служить источником биогенных элементов – особенно Ca, Mg, P, K, Na и микродоз Li, I, Se [4].

Цель данного исследования: оценка механоактивации комплексов из растительных субстанций на содержание в них низкомолекулярных антиоксидантов для создания в последующем пищевых добавок на их основе и изучение эффективности их применения при интенсивных физических нагрузках.

Низкомолекулярные антиоксиданты (НМАО) являются важными компонентами биологической антиоксидантной системы.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является физиологически активная растительная композиция (комплекс) с повышенным адаптогенным действием, полученная в лаборатории «Механохимические биотехнологии» СВФУ на основе растительных субстанций, произрастающих в Якутии: слоевищ лишайников (*Cladonia rangiferina (L.) Web*), корневищ родиолы розовой (*Rhodiolarosea*, сем. *Crassulaceae*) в массовых соотношениях 5:1 и 10:1.

Известно, что и лишайники, и родиола розовая стимулируют работу иммунной системы и защищают ее, восстанавливая метаболический баланс организма. Родиола розовая является альтернативным источником биологически активных веществ (флавоноидов, дубильных веществ, органических кислот – галловой, щавелевой, янтарной, лимонной и яблочной, флаволигнанов – родиолина, монотерпенов – розиридона и розиридина), содержащихся в традиционных пищевых продуктах растительного происхождения. Родиола розовая улучшает умственную и физическую работоспособность, способствует сохранению энергетического потенциала организма, повышает устойчивость к воздействию различных экстремальных факторов [5, 6].

Получение комплекса включает следующие технологические стадии. Предварительное измельчение сырья проводилось на высокоскоростном миксере KSM-50 (Южная Корея), измельченные навески лишайникового сырья и родиолы розовой перемешивали непрерывно в течение 5 ч в лабораторном смесителе для порошков Junior (Италия), а совместная механохимическая активация проводилась в механохимической установке ЦЭМ 7-80 (Россия) без участия растворителей в одну технологическую стадию при скорости 1200–1500 об/мин в течение 1–3 мин.

После получения биокомплексов были проведены нижеперечисленные исследования.

Количественное определение суммы флавоноидов осуществляли по известной методике методом

УФ-спектрофотометрии в пересчете на кверцетин [7]. УФ-спектры снимали на приборе Libra S12 производства Великобритании (кварцевые кюветы с толщиной поглощающего слоя 1 см).

Определение суммарного содержания низкомолекулярных антиоксидантов проводили по спектрофотометрической методике, основанной на способности хлорного железа (III) окислять НМАО. При этом хлорное железо (III) восстанавливается до хлорного железа (II), количество которого определяли по интенсивности окраски при добавлении о-фенантролина при длине волны 510 нм. Исследования выполняли в восьми образцах. Четыре образца исходного сырья массой по одному грамму каждый: ягель грубого помола (1), ягель механоактивированный (2), родиола розовая грубого помола (3), родиола розовая – механоактивированный порошок (4), также два образца смесей: ягель + родиола розовая грубого помола в соотношении 5:1 (5), ягель + родиола розовая грубого помола в соотношении 10:1 (6) и два биокомплекса: ягель + родиола розовая – совместно механоактивированный комплекс в соотношении 5:1 (7), ягель + родиола розовая – совместно механоактивированный комплекс в соотношении 10:1 (8). Все измерения проводились в трех повторностях, далее осуществлялась их статистическая обработка.

Для апробации пищевой добавки была разработана схема эксперимента и организационные аспекты его проведения в конкретной структуре учебно-тренировочного процесса спортсменов. Для участия в эксперименте были отобраны 10 высококвалифицированных спортсменов (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика контингента испытателей

Количество испытателей	10
Вид спорта	Спортивные единоборства
- бокс	6
- бои без правил	4
Квалификация	змс – 1, мсмк – 6, мс – 3
Возраст	22–34
Стаж занятий спортом, лет	5–16

Эксперимент проводился в условиях планового учебно-тренировочного процесса подготовки к рейтинговым боям. Спортсмены опытной и контрольной групп находились в одинаковых условиях (питание, медицинский контроль, условия проживания и тренировочного процесса). Спортсмены опытной группы в течение 28 дней получали комплексный препарат, состоящий из механоактивированной смеси ягеля и родиолы розовой в соотношении 10:1 по одной капсуле (0,4 г) внутрь между приемами пищи, а контрольной группы – в те же сроки по аналогичной схеме получали плацебо (порошок Рингера–Локка) в капсулах. Каждый спортсмен из состава опытной и контрольной групп трижды проходил обследование в течение эксперимента: в начале курса приема пищевой добавки или плацебо, в середине курса (через 14 дней после начала эксперимента) и после окончания курса. Результаты обрабатывали статистически с помощью критерия Уилкоксона для малых выборок.

Результаты и их обсуждение

Процесс механоактивации компонентов сопровождается разрушением клеточных стенок и изменением химического состава растительного сырья из-за разрыва ряда химических связей, при этом образуются слабые межмолекулярные взаимодействия, которые приводят к образованию комплекса бифильного характера, создавая тем самым оптимальные условия для диффузионного процесса, в результате повышая в 5–10 раз биодоступность БАВ, что способствует увеличению его антиоксидантной активности. Основу поликомпонентной пищевой добавки составляют межмолекулярные комплексы лишайниковых β-полисахаридов и БАВ из корней и корневищ родиолы розовой, такие как салидрозид, ароматические кислоты флавоноидного типа, образующиеся при механохимической активации смеси лишайниковых β-полисахаридов и корней и корневищ родиолы розовой.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на кверцетин и абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{D \cdot 25 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{764{,}6 \cdot m \cdot 2 \cdot (100 - W)},$$

где D – оптическая плотность исследуемого раствора; 764,6 – удельный показатель поглощения комплекса кверцетина с алюминия хлоридом при 430 нм; m – масса сырья в граммах; W – потеря в массе при высушивании сырья в процентах.

Содержание флавоноидов в лишайниковом сырье составляет в пересчете на кверцетин 1,58±0,38 % (при p = 0,95).

По результатам спектрофотометрических исследований было выявлено, что содержание низкомолекулярных антиоксидантов увеличивается при механоактивации исходного сырья, а также с увеличением соотношений ягель : родиола розовая в биокомплексах (рис. 1).

Результаты, полученные при экспериментальной апробации на спортсменах, послужили основанием для заключения об эффективности применения данной добавки. Как известно, на этапе специальной подготовки в условиях выполнения тренировочных нагрузок высокой интенсивности (субмаксимальной и максимальной мощности), происходят закономерные изменения лабильных компонентов состава тела спортсменов, специализирующихся в единоборствах [8]. На данном этапе подготовки (вплоть до начала подводки к старту) показатели мышечной массы снижаются, а масса жира увеличивается. Это воздействие интенсивных нагрузок отражает снижение адаптации организма к нагрузкам и отрицательно сказывается на эффективности всего цикла подготовки к соревнованиям. На основании таких данных принято считать, что показатели лабильных компонентов состава явля-

ются достаточно надежными критериями (хотя и косвенными) адаптации единоборцев к тренировочным нагрузкам. Установлено, что курсовой прием пищевой добавки не сопровождается достоверным увеличением массы тела и абсолютных и относительных показателей мышечной массы испытателей опытной группы. При этом показатели массы жира достоверно снизились (табл. 2).

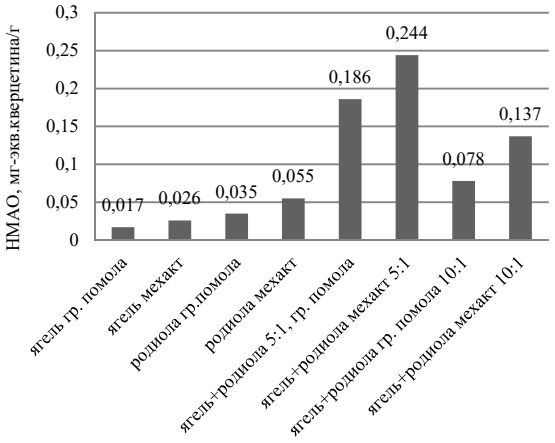

Рис. 1. Суммарное содержание НМАО в исследуемых образцах

Таблица 2

Морфологические показатели состава тела спортсменов опытной (БАД) и контрольной (плацебо) групп

Показатели	До приема БАД		После приема БАД	
	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль
Масса тела, кг	75,8±4,4	76,2±2,25	75,0±6,8	75,8±7,0*
Мышечная масса, кг	39,15±4,16	40,53±2,88	39,4±4,10*	39,48±5,20
%	53,7±0,1	53,2±0,1	54,0±0,3*	52,3±0,4
Масса жира, кг	9,15±0,12	9,39±0,25	9,09±0,24	9,87±0,40
%	12,9±0,1	12,1±0,1	12,7±0,2*	12,9±0,16

Примечание. *Статистически недостоверные различия по сравнению с исходными значениями (p > 0,05)

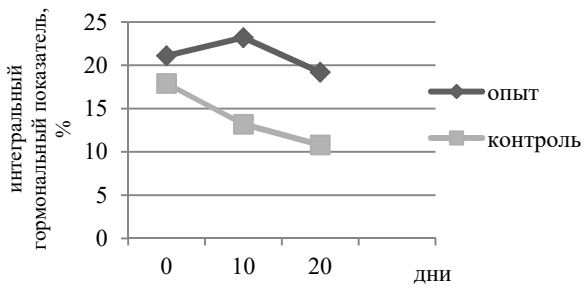

Рис. 2. Сравнительная оценка степени адаптации спортсменов опытной и контрольной групп

Кроме того, для оценки степени адаптации единоборцев к нагрузкам была исследована динамика интегрального гормонального показателя – индекса утомления (соотношение уровней тестостерона и кортизола в периферической крови). Как показывает эксперимент, исходные значения интегрального показателя были одинаковыми в контрольной и опытной группах. В результате курсового применения пищевой добавки в течение четырехнедельного мезоцикла этапа специальной подготовки спортсменов не наблюдалось достоверного снижения индекса утомления у испытателей опытной группы. В отличие от опытной группы, в контрольной группе зафиксировано устойчивое снижение аналогичного показателя (рис. 2).

Использование механохимической обработки растительного сырья разрушает стенки клеток, где находится основная часть БАВ, и приводит к образованию ультрадисперсных частиц в твердой фазе, тем самым способствуя максимально эффективному выходу БАВ из клеток, что нами и доказано на примере низкомолекулярных антиоксидантов.

Кроме того, можно заключить, что на этапе подготовки спортсменов с высокоинтенсивными нагрузками субмаксимальной мощности на фоне курсового применения комплексной пищевой добавки наблюдается стабилизация мышечной массы спортсменов при параллельном относительном снижении массы жира. Такой тип динамики морфологических показателей состава тела в целом соответствует устойчивому уровню адаптации организма.

Следовательно, использование биологически активных средств, основанных как на препаратах из лишайникового сырья, так и комплексах лишайникового сырья и различных веществ, позволяет не только добиться потенцирования эффективности используемого средства, но и проводить активную детоксикационную терапию в отношении целого ряда веществ, являющихся основой развития эндогенной детоксикации у спортсменов различных видов спорта. Помимо прямого дезинтоксикационного действия, биологически активные вещества, входящие в состав растительного лишайникового сырья, обладают выраженным мембраностабилизирующим действием, положительно влияют на ход обменных процессов, активизируют ферментные каскады различных биохимических реакций, что является важным аспектом для повышения всей совокупности механизмов адаптации организма спортсмена к физическим нагрузкам высокой интенсивности.

Ранее нами разработан способ повышения качества и сохранения свежести жидких пищевых продуктов и хлебобулочных изделий путем добавления в их состав механоактивированного порошка слоевищ лишайников р. *Cladonia* [9], т.к. механоактивированные образцы имеют большую биодоступность БАВ, что значительно снижает содержание пищевой добавки: до 0,1–0,5 % от массы готового продукта. Разработаны ТУ 9110-001-01727661-2012 на хлеб «Полярный», по которым БАД «Ягель Детокс» применяется при производстве нового сорта хлеба. Продукт пользуется успехом у горожан и отличается повышенным сроком годности. Хлеб «Полярный» благодаря биодобавке «Ягель Детокс» долго остается свежим, не плесневеет и приобрета-

ет особые полезные для здоровья человека свойства: способствует укреплению иммунитета, повышению устойчивости к вирусным и бактериальным инфекциям, оптимизирует функции кишечника.

Новая разработка на основе комплекса слоевищ лишайника и корневищ родиолы розовой, обработанной механохимической биотехнологией позволит применять ее в качестве пищевой добавки в очень небольших количествах (до 0,5 % по массе) для создания жидких пищевых продуктов и хлебобулочных изделий с целью детоксикации внутренних сред организма человека и повышения его адаптивного потенциала, физической и умственной работоспособности, что подтверждено в Чурапчинском Институте физической культуры и спорта. Продукт может быть полезен людям экстремальных профессий, ведущим активный образ жизни, проживающим в неблагоприятных экологических и климатических условиях, спортсменам в период усиленных тренировок, пациентам в период восстановления.

Таким образом, с разработкой и производством механоактивированного биокомплекса ягеля с родиолой розовой появляется возможность производить продукты с увеличенным сроком годности, решается также задача выпуска продуктов питания оздоровительной направленности, содержащих повышенное количество БАВ, обладающих антиоксидантной активностью.

Список литературы

1. Кулиненков, О.С. Фармакотерапия в спортивной медицине / О. С. Кулиненков. – М.: Медицина, 2003. – 254 с.
2. Оковитый, С.В. Клиническая фармакология антигипоксантов и антиоксидантов / С.В. Оковитый, С.Н. Шуленин, А.В. Смирнов. – СПб.: ФАРМиндекс, 2005. – 72 с.
3. Цыган, В.Н. Спорт. Иммунитет. Питание / В.Н. Цыган, А.В. Скальный, Е.Г. Мокеева. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2012. – 240 с.
4. Аньшакова, В.В. Химический анализ лишайника как потенциального биосырья / В.В. Аньшакова, А.В. Степанова, А.Ш. Смагулова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – URL: http://www.science-education.ru/120 (дата обращения: 25.07.2016).
5. Саратиков, А.С. Родиола розовая (Золотой корень) – 4-е изд., перераб. и доп. / А.С. Саратиков, Е.А. Краснов. – Томск: ИТУ, 2004. – 292 с.
6. Аньшакова, В.В. Актопротекторная активность комплексного биопрепарата на основе таллома лишайников и родиолы розовой // В.В. Аньшакова, А.В. Степанова [и др.] // Экология человека, – 2015. – № 5. – С. 46–51.
7. Спектрофотометрическое определение суммарного содержания флавоноидов в лекарственных препаратах растительного происхождения / О.Н. Сорокина, Е.Г. Сумина, А.В. Петракова, С.В. Барышева // Известия Саратовского ун-та. – 2013. – № 3 (13). – С. 8–10.
8. Абрамова, Т.Ф. Лабильные компоненты массы тела – критерии физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам: метод. рекомендации / Т.Ф. Абрамова, Т.В. Никитина, Н.И. Кочеткова. – М.: ООО «Скайпринт», 2013. – 132 с.
9. Аньшакова, В.В. Сохранение свежести хлебобулочных изделий и повышение их качества с помощью твердофазной пищевой добавки «ЯГЕЛЬ-Т» / В.В. Аньшакова, Е.В. Каратаева // Хлебопродукты. – 2012. – № 9. – С. 34–36.

References

1. Kulinenkov O.S. *Farmakoterapiya v sportivnoy meditsine* [Pharmacotherapy in sports medicine]. Moscow: Meditsina Publ., 2003. 254 p.
2. Okovityy S.V., Shulenin S.N., Smirnov A.V. *Klinicheskaya farmakologiya antigipoksantov i antioksidantov* [Clinical pharmacology of antihypoxants and antioxidants]. St. Peterburg: Farmindeks Publ., 2005. 72 p.
3. Tsygan V.N., Skal'nyy A.V. Mokeeva E.G. *Sport. Immunitet. Pitanie* [Sport. Immunity. Food.]. St. Peterburg: ELBI – SPb Publ., 2012. 240 p.
4. An'shakova V.V., Stepanova A.V., Smagulova A.Sh. Khimicheskiy analiz lishaynika kak potentsial'nogo biosyr'ya. [Chemical analysis of the lichen as a potential biological raw material]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014, no. 6. Available at: http://www.science-education.ru/120 (accessed 25 July 2016).
5. Saratikov A.S., Krasnov E.A. *Rodiola rozovaya* (*Zolotoy koren'*) [Rhodiola Rosea (Golden Root)]. Tomsk: TSU Publ., 2004. 292 p.
6. An'shakova V.V., Stepanova A.V., Uvarov D.M., Smagulova A.Sh., Naumova K.N., Vasil'ev P.P., Kershengol'ts B.M., Kershengol'c B.M. Aktoprotektornaya aktivnost' kompleksnogo biopreparata na osnove talloma lishaynikov i rodioly rozovoy [Actoprotective activity complex preparation based on the thallus of lichens and Rhodiola rosea]. *Ehkologiya cheloveka* [Human Ecology], 2015, no. 5, pp. 46–51.
7. Sorokina O.N., Sumina E.G., Petrakova A.V., Barysheva S.V. Spektrofotometricheskoe opredelenie summarnogo soderzhaniya flavonoidov v lekarstvennykh preparatakh rastitel'nogo proiskhozhdeniya [Spectrophotometric determination of total flavonoid content in herbal medicine]. *Izvestiya Saratovskogo un-ta* [Saratov university news], 2013, no. 3 (13), pp. 8–10.
8. Abramova T.F., Nikitina T.V., Kochetkova N.I. *Labil'nye komponenty massy tela – kriterii fizicheskoy podgotovlennosti i kontrolya tekushchey i dolgovremennoy adaptatsii k trenirovochnym nagruzkam Metodicheskie Rekomendatsii* [Labile components of body weight - the criteria of physical preparedness and control of current and long-term adaptation to training loads. Methodical recommendation]. Moscow: LLC Skayprint Publ., 2013. 132 p.
9. An'shakova V.V., Karataeva E.V. Sokhranenie svezhesti khlebobulochnykh izdeliy i povyshenie ikh kache-stva s pomoshch'yu tverdofaznoy pishchevoy dobavki «YaGEL"-T» [Storing fresh bakery products and improve their quality using solid state food additive "Moss-T"]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2012, no. 9, pp. 34–36.

Дополнительная информация / Additional Information

Аньшакова, В.В. Комплексные пищевые добавки из возобновляемого сырья для специализированного питания спортсменов / В.В. Аньшакова, А.В. Степанова, Д.М. Уваров // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 44. – № 1. – С. 5–10.

An'shakova V.V., Stepanova A.V., Uvarov D.M. Complex supplements from renewable raw materials for specialized nutrition of sportsmen. *Food Processing: Techniques and Technology,* 2017, vol. 44, no. 1, pp. 5–10 (In Russ.).

Аньшакова Вера Владимировна
канд. пед. наук, доцент, главный научный сотрудник УНТ лаборатории «Механохимические биотехнологии», ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», 677000, Россия, г. Якутск, ул. Кулаковского, 48, тел.: +7 (4112) 49-66-21,
e-mail: anshakova_v@mail.ru

Степанова Альбина Васильевна
инженер-исследователь УНТ лаборатории «Механохимические биотехнологии», ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», 677000, Россия, г. Якутск, ул. Кулаковского, 48, тел.: +7 (4112) 49-66-21, e-mail: stepav@inbox.ru

Уваров Дмитрий Михайлович
заведующий УНТ лабораторией «Механохимические биотехнологии», ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», 677000, Россия, г. Якутск, ул. Кулаковского, 48, тел.: +7 (4112) 49-66-21, e-mail: uvadmi91@inbox.ru

Vera V. An'shakova
Cand.Sci.(Ped.), Assistant Professor, Chief Researcher of the Educational-Scientific-Technological Laboratory Mechanochemical biotechnology, North-Eastern Federal University, 48, Kulakovskogo Str., Yakutsk, 677000, Russia,
phone: +7(4112) 49-66-21, e-mail: anshakova_v@mail.ru

Albina V. Stepanova
Engineer Researcher of the Educational-Scientific-Technological Laboratory Mechanochemical biotechnology, North-Eastern Federal University, 48, Kulakovskogo Str., Yakutsk, 677000, Russia, phone: +7 (4112) 49-66-21, e-mail: stepav@inbox.ru

Dmitrii M. Uvarov
Head of the Educational-Scientific-Technological Laboratory Mechanochemical biotechnology, North-Eastern Federal University, 48, Kulakovskogo Str., Yakutsk, 677000, Russia, phone: +7 (4112) 49-66-21, e-mail: uvadmi91@inbox.ru