

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОДУКТА НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ

Марат Ильдусович Калимуллин¹
Сай-Суу Сайын-ооловна Сади¹
Александр Николаевич Австриевских²
Валерий Михайлович Позняковский¹

¹Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт

²Научно-производственное объединение «Артлайф», г. Томск

Представлена технология производства нового вида специализированного продукта в таблетированной форме БАД, в научно обоснованную рецептуру которого входят растительные ингредиенты (побеги черники, листья березы, брусники, крапивы, мяты перечной, корень артишока, девясила, имбиря, стебли и листья зверобоя и горца птичьего, экстракты лопуха, малины, полыни и гинкго билобы, чеснок сублимированный), а также комплекс эссенциальных биологически активных веществ, обладающих синергическим действием в отношении коррекции обменных процессов при сахарном диабете второго типа. Определены технологические этапы производства: подготовка сырья; дозирование; просеивание; смешивание; влажное гранулирование; сушка гранулята; сухая грануляция; таблетирование, обеспыливание; пленочное покрытие; отделение продукции, не соответствующей требованиям технической документации. Установлены регулируемые параметры, формирующие, наряду с рецептурным составом, показатели качества и пищевой ценности разработанного продукта: смешивание при комнатной температуре в течение 60 мин.; влажное гранулирование через фильеру с отверстиями 1 мм, количество увлажнителя (очищенной воды) – 50% от сухой массы, температура влажных гранул на выходе – не выше 40°C; сушка гранулята при температуре не выше 60°C в течение 1,5–2 ч., остаточная влажность 8–9%; таблетирование при рабочем давлении не выше 50 Н; приготовление пленочного покрытия при скорости вращения лопастей мешалки в реакторе-гомогенизаторе не более 10 об/мин в течение 15 мин. с последующим пропуском раствора через фильтр с диаметром отверстий 0,315–0,450 мм. Эффективность и функциональные свойства БАД подтверждены результатами клинических исследований, разработанный продукт включен в Реестр продукции, прошедшей государственную регистрацию в Роспотребнадзоре, и рекомендован больным сахарным диабетом второго типа. Технология апробирована на предприятиях НПО «Артлайф» (г. Томск) с организацией массового производства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: растительный биологически активный комплекс, технологические параметры, пищевая ценность, функциональные свойства, эффективность.

DEVELOPMENT OF A PRODUCTION PROCESS AND EVALUATION OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF A SPECIALIZED PLANT-BASED PREPARATION

Marat I. Kalimullin¹
Sai-Suu S. Sadi¹
Alexandr N. Avstrieviskikh²
Valeriy M. Poznyakovskiy¹

¹Kemerovo State Agricultural Institute

²Artlife Scientific and Production Association, Tomsk

The paper discusses key features of a production process of a new type of specialized product in the tablet form of a dietary supplement, which science-based formulation includes herbal raw stuffs (i.e. shoots of blueberry; leaves of birch, cowberry, nettle, peppermint; roots of artichoke, inula, ginger; stems and leaves of common St. John's wort and knot-grass; extracts of burdock, raspberry, wormwood and Ginkgo biloba; sublimated garlic), as well as a

complex of essential biologically active substances with synergistic effect on the correction of metabolic processes in Type 2 diabetes mellitus. Technological stages of production process are defined as follows: preparation of raw materials; dosing; sieving; mixing; wet granulation; drying of granulate; dry granulation; tableting, dedusting; film coating; separation of products that failed to meet the requirements of technical documents. The authors specify those controlled parameters that in addition to formulation composition form indicators of quality and nutritional value of the developed product: mixing is carried out at room temperature for 60 minutes; wet granulation is realized through a spinneret with holes of 1 mm, the amount of humidifier (purified water) is 50% by dry weight, the temperature of wet granules on exit from the granulation chamber is no higher than 40°C; drying of the granulates is carried out at a temperature not higher than 60°C for 1.5–2 hours, residual humidity is 8–9%; tableting is performed at an operating pressure not higher than 50 N; preparation of the film coating is implemented at the speed of rotation of the agitator blades of the reactor-homogenizer no more than 10 rpm for 15 minutes, then the solution is infiltrated using filters with hole diameter of 0.315–0,450 mm. The effectiveness and functional properties of dietary supplements are confirmed by the results of clinical studies, the developed product is included in the Register of Products That Have Passed State Registration in Rospotrebnadzor, and is recommended for patients suffering from Type 2 diabetes mellitus. The proposed production process of the specialized herbal preparation passed evaluation test at the enterprises of the Artlife Scientific and Production Association (Toms), received approval, and on completion of testing mass production was organized.

KEYWORDS: plant-based biologically active complex, technological parameters, nutritional value, functional properties, effectiveness.

Введение
Переработка сельскохозяйственного сырья и производство на его основе пищевой продукции для обеспечения здорового питания являются одним из стратегических направлений развития агропромышленного комплекса России на ближайшее время [5, 8]. Особое значение приобретает разработка новых технологий специализированных продуктов, в том числе биологически активных добавок (БАД), которые могут производиться в различных формах: жидкой, гранулированной, таблетированной, в виде экстрактов, пищекокцентратов и др. [1, 7].

Использование БАД в рационе современного человека является одним из доступных и эффективных путей коррекции питания и здоровья, учитывая всепогодный дефицит эссенциальных нутриентов и широкое распространение алиментарных (неинфекционных) заболеваний, приводящих к неоправданным социальным и экономическим потерям [6, 10–13].

Материалы и методы

В качестве материалов использовали исходное растительное сырье (листья, стебли и побеги различных растений, в том числе лекарственных), полуфабрикаты (экстракты) и готовую продукцию (комплекс эссенциальных биологически активных веществ в форме БАД).

На различных этапах технологического процесса было задействовано следующее лабораторное и промышленное оборудование:

- смеситель V-образный;
- вибросито № 4;
- молотковая мельница;
- экструдер пресс-автомат;
- шкаф сушильный;
- гранулятор;
- машина таблеточная роторная;
- установка для нанесения пленочного покрытия;
- автоматическая фасовочная линия [1].

При исследовании показателей качества и функциональной направленности БАД применяли общепринятые и специальные методы испытаний [2, 3].

Результаты и их обсуждение

Научно обоснована рецептура нового специализированного продукта в таблетированной форме БАД (табл. 1).

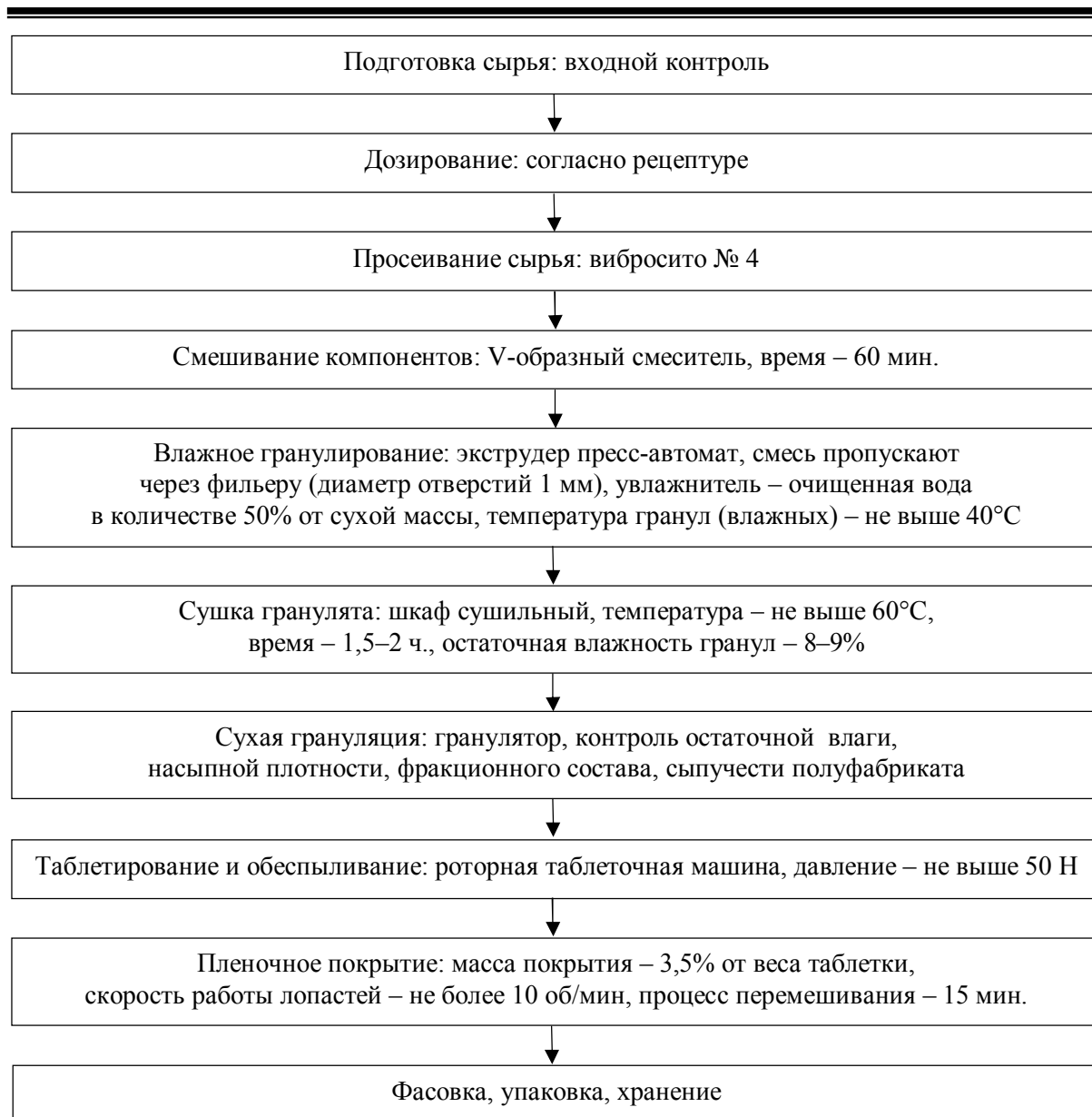
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Таблица 1. Состав специализированного продукта на растительной основе

Наименование ингредиента	Содержание в 1 таблетке массой 0,5 г, мг
Надземная масса горца птичьего (спорыш)	25
Побеги черники	100
Листья мяты перечной	12,5
Листья березы	37,5
Листья крапивы	25
Листья брусники	35
Корень девясила	25
Корень артишока	25
Корень имбиря	10
Стебли и листья зверобоя	25
Экстракт малины	12,5
Экстракт гинкго билоба	5
Экстракт полыни	25
Экстракт лопуха	12,5
Чеснок сублимированный	5
Витамин D	1,35 мкг
Кальция пантотенат	1
Никотиновая кислота	0,25
Токоферол	0,9
Рибофлавин	0,2
Тиамин	0,25
Ретинол	0,2
Пиридоксин	0,25
Цианокобаламин	0,45 мкг
Фолацин	0,075
Биотин	24,6 мкг
Кверцетин	7,5
Рутин	7,5
Бромелайн	5
Папаин	5
Оксид цинка	3,3
L-карнитин	2,5
Кофермент Q ₁₀	2,5
Пиколинат хрома	0,83
Октакозанол	1,25
Сульфат марганца	2,5

Разработана технология с определением регулируемых параметров производства, которая включает следующие основные этапы (см. рис.).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



Технологическая схема производства БАД

Подготовка сырья. Входной контроль осуществляется согласно рабочей процедуре руководства по качеству. Сырье передается со складского помещения с регистрацией веса согласно технологической карте и направляется в закрытых промаркированных технологических емкостях в производство. Емкости маркируются в виде идентифицирующих этикеток с сигнальной полосой зеленого цвета, свидетельствующей о соответствии используемого сырья требованиям сопроводительных документов.

Дозирование сырья. Исходя из рецептурного состава продукта осуществляется дозирование продукта с фиксацией каждой навески в технологической карте.

Просеивание сырья. Отдельные ингредиенты, входящие в состав БАД, просеивают сквозь вибросито № 4 и перегружают в смеситель.

Смешивание осуществляют в V-образном смесителе в течение 60 мин. Готовый полуфабрикат взвешивают и маркируют с регистрацией информации в сопроводительном документе. Однородность смеси оценивают с использованием метода надавливания пестиком на поверхность, смесь не должна содержать вкраплений, блесков и комков.

Процесс влажного гранулирования. Производят с применением экструдера пресс-автомата путем пропускания приготовленной смеси через фильеру (диаметр от-

верстий 1 мм) с наличием очищенной воды в качестве увлажнителя в количестве 50% от сухой массы и температурой гранул (влажных) не более 40°C.

Сушка гранулята. Процесс сушки гранулята осуществляется в течение 1,5–2 ч. при температуре не более 60°C. Для обеспечения равномерного процесса сушки массу гранул периодически перемешивают. По окончании сушки остаточная влажность гранул должна составлять не более 8–9%. Готовую продукцию перегружают в технологические емкости, определяют вес с регистрацией на этикетке наименования производимого продукта, его количества, номера партии и даты изготовления.

Сухая грануляция осуществляется на грануляторе с обязательным контролем остаточной влаги, насыпной плотности, фракционного состава и сыпучести полуфабриката.

Процесс таблетирования и обеспыливания. Таблеточную массу направляют на прессование, которое осуществляют на роторной таблеточной машине с давлением не выше 50 Н. Проводят экспертную оценку внешнего вида: сколы, трещины, пятна и инородные включения должны отсутствовать, таблетки должны иметь гладкую поверхность, не должно быть слоений. В процессе таблетирования контролируют среднюю массу таблеток, каждые 30 мин. взвешивая 20 таблеток, а также прочность на излом. Полученный полупродукт затем помещают в маркированные емкости, имеющие следующую информацию на этикетке: наименование продукции и количество, номер партии и дата изготовления.

Пленочное покрытие. Таблетки помещают в установку для нанесения пленочного покрытия и при помощи реактора-гомогенизатора и работающей мешалки осуществляют напыление. Масса покрытия составляет 3,5% от веса таблетки. Готовят 27,82 кг пленочного покрытия в виде раствора на 100 кг. Осуществляют процесс отдозирования пленочного покрытия в количестве 3,5 кг в реакторе-гомогенизаторе в условиях работающей мешалки при скорости работы лопастей не более 10 об/мин, что предотвращает образование пены. Процесс перемешивания длится 15 мин. При включенной мешалке подключают гомотенизатор на 10 мин., раствор перекачивают в расходный реактор установки при помощи насоса, пропуская через фильтр с диаметром отверстий 0,315–0,450 мм. К готовой продукции предъявляются требования, установленные технической документацией: сколы, раковины должны отсутствовать, поверхность должна быть гладкой, иметь равномерную окраску и глянец.

Отделение не соответствующей по внешнему виду продукции. Некондиционные таблетки перерабатывают согласно процедуре, установленной в руководстве по качеству. Продукция, соответствующая заданным показателям качества, загружается в емкость, которую маркируют с указанием на этикетке наименования продукта, его количества, номера партии, даты изготовления.

Фасовка и упаковка. Осуществляют в соответствии с технической документацией на разрабатываемый продукт и нормативными документами Госсанэпиднадзора РФ, разрешающими контакт упаковочных материалов с пищевой продукцией. Готовый продукт направляют в аккредитованную испытательную лабораторию для оценки соответствия заданных показателей качества и безопасности требованиям технической и нормативной документации.

Преимуществом технологии таблетирования является возможность точного дозирования биологически активных компонентов комплекса в условиях прессования. Таблетки отличаются также незначительным объемом и удобством в хранении. Специальное пленочное покрытие позволяет повысить прочность таблеток, защитить их от негативных воздействий внешней среды – света, влаги, кислорода и углекислоты. Все это позволяет позиционировать разработанную технологию как инновационную с учетом ее востребованности в производстве специализированных продуктов питания.

С учетом технологических параметров производства, результатов органолептических, физико-химических и микробиологических исследований определена пищевая ценность БАД, показатели которой регламентируются технической документацией (табл. 2).

Таблица 2. Показатели пищевой ценности БАД

Регламентируемые показатели	В 1 таблетке, мг, не менее
Аскорбиновая кислота	8,6
Хром	0,1
Цинк	2,3
Флавоноиды	10
Танины	20
Марганец	0,8

Установлены сроки и режимы хранения – 3 года с «запасом прочности» 3 месяца при температуре не выше 25°C, в сухом защищенном от света месте.

Разработанный продукт прошел экспертизу в испытательном центре Роспотребнадзора и ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (г. Москва) и на основании результатов исследования включен в Реестр продукции, прошедшей государственную регистрацию в Роспотребнадзоре. Согласно заключениям экспертов научно обоснованное сочетание ингредиентов фитокомплекса обеспечивает необходимый уровень глюкозы, нормализацию работы поджелудочной железы и желудочно-кишечного тракта, повышает активность процессов микроциркуляции, нормализует обмен углеводов и жиров.

Прием специализированного продукта показан лицам с нарушением толерантности к глюкозе и сахарным диабетом с целью улучшения качества жизни и предупреждения развития осложнений заболевания. Назначают взрослым во время еды 2 раза в день по одной таблетке, продолжительность приема – 1 месяц. Прием 2 таблетированных форм специализированного продукта обеспечивает поступление необходимого количества незаменимых пищевых ингредиентов (табл. 3).

Таблица 3. Содержание пищевых эссенциальных веществ в разработанном продукте

Наименование вещества	мг/100 г	% от рекомендуемого уровня суточного потребления
Ретинол (А)	0,4	40
Токоферол (Е)	1,8	12
Аскорбиновая кислота (С)	20,6	29
Тиамин (В ₁)	0,38	22
Рибофлавин (В ₂)	0,38	19
Ниацин (РР)	4,2	21
Пиридоксин (В ₆)	0,46	23
Пантотеновая кислота (В ₅)	1,8	36
Цинк	4,6	38
Биотин (Н)	49,2	98
Цианокобаламин (В ₁₂)	0,8	27
Фолиевая кислота (В ₉)	135	34
Витамин D	2,7	54

Эффективность и функциональные свойства БАД подтверждены результатами клинических испытаний.

Больные принимали БАД на фоне сахаропонижающей терапии фармпрепаратом, контрольная группа – только фармакотерапию. Изучена динамика содержания глюкозы в крови натощак и после приема пищи. У пациентов, принимавших фитокомплекс, уменьшалось содержание глюкозы в крови, что говорит о более полноценном ее усвоении. Наблюдались положительные изменения жирового обмена и снижение уровня общего холестерина на 28% от исходного, на 23% уменьшалось количество триглицеридов. Пациенты отмечали улучшение самочувствия, отсутствие жажды и сухости во рту, к исходу наблюдения, через один месяц – снижение индекса массы тела.

Таким образом, полученные материалы свидетельствуют о наличии профилактического эффекта фитокомплекса в отношении отрицательной динамики развития заболевания. Разработанный продукт может быть использован в комплексной терапии сахарного диабета второго типа.

Технология специализированного продукта в форме БАД апробирована в условиях производства компании «Артлайф» (г. Томск). Предприятия компании сертифицированы по требованиям международных стандартов серии ISO 9001, 22000 и правил GMP, что является гарантией стабильности заданных характеристик.

Выводы

Разработана инновационная технология таблетированной формы специализированного продукта, преимуществом которой является точное дозирование компонентов рецептуры, незначительный объем, удобство в хранении и транспортировании, защита содержимого от агрессивных воздействий факторов внешней среды.

Установлены следующие щадящие технологические параметры производства:

- влажное гранулирование при температуре не выше 40°C;
- процесс сушки гранулята с температурой, не превышающей 60°C, и остаточной влажностью не более 8–9%.

Другие технологические процессы осуществляются в условиях комнатной температуры, что в целом обеспечивает стабильность качественных характеристик.

Определены сроки и режимы хранения БАД – 3 года с «запасом прочности» 3 месяца при температуре не выше 25°C.

Получены клинические доказательства эффективности и функциональной направленности.

Библиографический список

1. Австриевских А.Н. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения / А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев, В.М. Позняковский. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2005. – 416 с.
2. Аналитические методики для контроля пищевых продуктов и продовольственного сырья (показатели безопасности). Ч. 1 ; под ред. А.Б. Белова и С.Н. Быковского. – Москва : Изд-во «Перо», 2014. – 232 с.

3. Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи ; под ред. В.А. Тутельяна и К.И. Эллера. – Москва : Изд-во «Династия», 2010. – 160 с.
4. Московская декларация Первой Глобальной министерской конференции по здоровому образу жизни и неинфекционным заболеваниям. 28–29 апреля 2011 г., г. Москва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.oncology.ru/law/2011/moscow_declaration.pdf (дата обращения: 19.07.2018).
5. О внесении изменений в статью 14 Федерального закона «О развитии сельского хозяйства» : федеральный закон от 01.07.2017 г. № 144-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rulings.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-01.07.2017-N-144-FZ/> (дата обращения: 04.07.2018).
6. Пищевые ингредиенты в создании современных продуктов питания / О.В. Багрянцева, В.В. Бессонов, В.М. Воробьева и др. ; под ред. В.А. Тутельяна, А.П. Нечаева. – Москва : ДеЛи плюс, 2013. – 520 с.
7. Позняковский В.М. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки : учебник / В.М. Позняковский, О.В. Чугунова, М.Ю. Тамова. – Москва : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2017. – 143 с.
8. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года. – Москва, 2013. – 72 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06 (дата обращения: 04.07.2018).
9. Технический регламент ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического, лечебного и диетического профилактического питания»: утв. решением Совета Евразийской экономической комиссии от 5 июня 2012 г. № 34. – 26 с.
10. Castro C. Regulation of glucose and lipid metabolism by dietary carbohydrate levels and lipid sources in gilthead sea bream juveniles / C. Castro, G. Corraze, A. Firmino-Di genes, L. Larroquet, S. Panserat, A. Oliva-Teles // *British Journal of Nutrition*. – 2016. – Vol. 116, No. 1. – Pp. 19–34. DOI: 10.1017/S000711451600163X.
11. Castro R.J.S. Biologically active peptides: processes for their generation, purification and identification and applications as natural additives in the food and pharmaceutical industries / R.J.S. de Castro, H.H. Sato // *Food Research International*. – 2015. – Vol. 74. – Pp. 185–198. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.05.013.
12. Codex Alimentarius (Food Code). Collection of International Food Standards / General Principles for the Addition of Essential Nutrients to Foods CAC/GL 9-1987 (Adopted in 1987. Amendment: 1989, 1991. Revision: 2015). Joint FAO/WHO Food Standards Programme, 1987. – Retrieved from: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%253A> (дата обращения: 19.07.2018).
13. Mizgier M.L. Potential role of skeletal muscle glucose metabolism on the regulation of insulin secretion / M.L. Mizgier, M. Casas, A. Contreras-Ferrat, P. Llanos, J.E. Galgani // *Obesity Reviews*. – 2014. – Vol. 15, No. 7. – Pp. 587–597. DOI: 10.1111/obr.12166.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Марат Ильдусович Калимуллин – докторант кафедры «Пищевая индустрия и функциональное питание» ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», Российская Федерация, г. Кемерово, e-mail: sd@leszdrav.ru.

Сай-Суу Сайын-ооловна Сади – аспирант кафедры «Пищевая индустрия и функциональное питание» ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», Российская Федерация, г. Кемерово, e-mail: saysuu.sadi@mail.ru.

Александр Николаевич Австриевских – доктор технических наук, профессор, генеральный директор НПО «Артлайф», Российская Федерация, г. Томск, e-mail: Alexander@artlife.ru.

Валерий Михайлович Позняковский – доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, руководитель научно-образовательного центра «Переработка сельскохозяйственного сырья и пищевые технологии», зав. кафедрой «Пищевая индустрия и функциональное питание» ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», Российская Федерация, г. Кемерово, e-mail: pvm1947@bk.ru.

Дата поступления в редакцию 16.09.2018

Дата принятия к печати 26.09.2018

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Marat I. Kalimullin – Doctoral Student, the Dept. of Food Industry and Functional Nutrition, Kemerovo State Agricultural Institute, Russian Federation, Kemerovo, e-mail: sd@leszdrav.ru.

Sai-Suu S. Sadi – Postgraduate Student, the Dept. of Food Industry and Functional Nutrition, Kemerovo State Agricultural Institute, Russian Federation, Kemerovo, e-mail: saysuu.sadi@mail.ru.

Alexandr N. Avstrievskikh – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Director General, Artlife Scientific and Production Association, Russian Federation, Tomsk, e-mail: Alexander@artlife.ru.

Valeriy M. Poznyakovskiy – Doctor of Biological Sciences, Professor, Meritorious Scientist of the Russian Federation, Head of the Science and Research Centre 'Processing of Agricultural Raw Materials and Food Technologies', Head of the Dept. of Food Industry and Functional Nutrition, Kemerovo State Agricultural Institute, Russian Federation, Kemerovo, e-mail: pvm1947@bk.ru.

Received September 16, 2018

Accepted September 26, 2018