

**Тохириён Боисджони, Вековцев А.А., Позняковский В. М.
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ
НАПРАВЛЕННОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ
ДЛЯ РЕГУЛЯЦИИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ
ПРИ КОСТНОМ ТРАВМАТИЗМЕ**

Тохириён Боисджони, кандидат технических наук, докторант кафедры «Товароведение и экспертиза»

Институт торговли, пищевых технологий, питания и сервиса Уральского государственного экономического университета, Екатеринбург, Россия

Тел.: 8 (343) 221 27 59

E-mail: tohiriyoni@gmail.com

Вековцев Андрей Алексеевич, кандидат медицинских наук, заместитель генерального директора компании «АртЛайф» по науке и производству, Томск, Россия

E-mail: pvm1947@bk.ru

Позняковский Валерий Михайлович, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор биологических наук, профессор кафедры «Технологий питания»

Институт торговли, пищевых технологий, питания и сервиса Уральского государственного экономического университета, Екатеринбург, Россия

Тел.: 8 (343) 221 27 59

E-mail: pvm1947@bk.ru

Разработана инновационная технология и регулируемые параметры производства нового витаминно-минерального комплекса для регуляции метаболических нарушений при костном травматизме. К регулируемым параметрам производства относится приготовление смеси (частей 1, 2) для капсулирования – 1 час на 100 кг, просеивание смеси через сито 1 мм, смешивание частей 1 и 2 в течение 60 минут, прессование капсульной массы на капсульном станке – ZANASI 40E с рабочим давлением – 50 н. Инновационность технологических решений позволяет разделять рецептурные ингредиенты с учетом их химической и фармакологической несовместимости, последовательно доставлять их в различные отделы желудочно-кишечного тракта с заданной скоростью. Указанную функциональную направленность дополняет биохимическая и фармакологическая характеристика рецептурных компонентов и их синергические свойства в отношении обменных процессов при костном травматизме, что позволило научно обосновать качественный и количественный состав нового витаминно-минерального комплекса. Проведены исследования, показатели качества нового специализированного комплекса, определены сроки и режимы хранения в процессе производства и хранения. Установлена пищевая ценность, определяющая функциональную направленность витаминно-минерального комплекса, что подтверждено результатами клинических исследований. Проведены производственные испытания на предприятиях научно-производственного объединения «Арт Лайф» (г. Томск).

Ключевые слова: инновационная технология производства, витаминно-минеральный комплекс, рецептурный состав, эффективность, функциональная направленность.

Для цитирования: Тохириён Боисджони, Вековцев А.А., Позняковский В.М. Технология производства и функциональная направленность биологически активной добавки для регуляции метаболических нарушений при костном травматизме // Новые технологии. 2019. Вып. 2(48). С. 108-117. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10211.

**Tohiriyon Boisjohni, Vekovtsev A.A., Poznyakovsky V.M.
PRODUCTION TECHNOLOGY AND FUNCTIONAL ORIENTATION
OF BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVE FOR REGULATION
OF METABOLIC DISORDERS IN BONE INJURY**

Tohiriyon Boisjohni, Candidate of Technical Sciences, a doctoral student of the department of Commodity Research and Expertise

Institute of Commerce, Food Technologies, Nutrition and Service of the Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

Tel: 8 (343) 221 27 59

E-mail: tohiriyoni@gmail.com

Vekovtsev Andrey Alexeevich, Candidate of Medicine, Deputy General Director for science and production of «ArtLife» company, Tomsk, Russia

E-mail: pvm1947 @ bk.ru

Poznyakovsky Valery Mikhailovich, Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Biology, Professor of the Department of Nutrition Technologies

Institute of Commerce, Food Technologies, Nutrition and Service of the Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

Tel: 8 (343) 221 27 59

E-mail: pvm1947 @ bk.ru

An innovative technology and adjustable parameters for the production of a new vitamin-mineral complex for the regulation of metabolic disorders in bone injuries have been developed. The controlled production parameters include: mixture preparation (parts 1, 2) for encapsulation – 1 hour per 100 kg, sieving the mixture through a 1 mm sieve, mixing parts 1 and 2 for 60 minutes, pressing the capsule mass on ZANASI 40E capsule machine with working pressure of 50 n. Innovative technological solutions allow us to sort out prescription ingredients, according to their chemical and pharmacological incompatibility, to deliver them consistently to different parts of the gastrointestinal tract at a given speed.

The specified functional orientation is complemented by biochemical and pharmacological characteristics of prescription components and their synergistic properties in relation to metabolic processes in bone injuries, which helps to substantiate scientifically qualitative and quantitative composition of a new vitamin-mineral complex. The quality indicators of the new specialized complex have been studied, and periods and modes of storage during production and storage have been determined. The nutritional value has been established, that determines the functional orientation of the vitamin-mineral complex, which is confirmed by the results of clinical studies. Production tests have been conducted at the enterprises of «Art Life» Scientific Production Association (Tomsk).

Key words: *innovative production technology, vitamin-mineral complex, prescription composition, efficiency, functional orientation.*

For citation: Tohiriyon Boisjohni, Vekovtsev A.A., Poznyakovsky V.M. Production technology and functional orientation of biologically active additive for regulation of metabolic disorders in bone injury // *Novye tehnologii (Majkop)*. 2019. Iss. 2 (48). P. 108-117. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10211.

Традиционная медицина имеет многовековой опыт применения специализированных продуктов, в том числе биологически активных природных комплексов в профилактике и комплексном лечении различных заболеваний [1, 3-5, 11, 12]. Одной из таких патологий являются костный травматизм, который особенно распространен в виде переломов трубчатых костей, как у взрослого, так и детского населения. Медикаментозный путь лечения приводит, как правило, к длительному периоду госпитализации больного в условиях ограничения двигательной активности. В результате увеличивается риск различных осложнений, приводящих к замедлению консолидации и восстановительного периода, а длительные болевые ощущения вызывают необходимость приема наркотических анальгетиков. Одним из приоритетных направлений в коррекции обменных нарушений при рассматриваемой патологии является диетотерапия с использованием биологически активных добавок с направленными функциональными свойствами. Эффективность этого пути находит подтверждение в многочисленных отечественных и зарубежных исследованиях [2, 6-10].

Разработан витаминно-минеральный биокомплекс в капсулированной форме БАД, ингредиенты которой обладают синергическими свойствами в отношении нормализации обменных процессов при патологиях костной ткани, мг в одной капсуле массой 0,75 г: гидроксипатит кальция, 24,41% – 350 (кальций – 85,4); магния оксид – 100 (магний – 60); хондроитинсульфат – 66; витамин С – 60; кремния оксид – 8 (кремний – 3,7); цинка оксид – 1,5 (цинк – 1,2); марганца сульфат – 0,8 (марганец – 0,26); бор глицират, 5 % – 0,5 (бор – 0,025); хрома пиколинат – 8,5 мгк (хром – 1,25); холекальциферол (витамин D₃) – 1,6 мгк.

Разработана новая инновационная технология капсулированной формы специализированного продукта, включающая последовательные стадии производства (рис. 1).

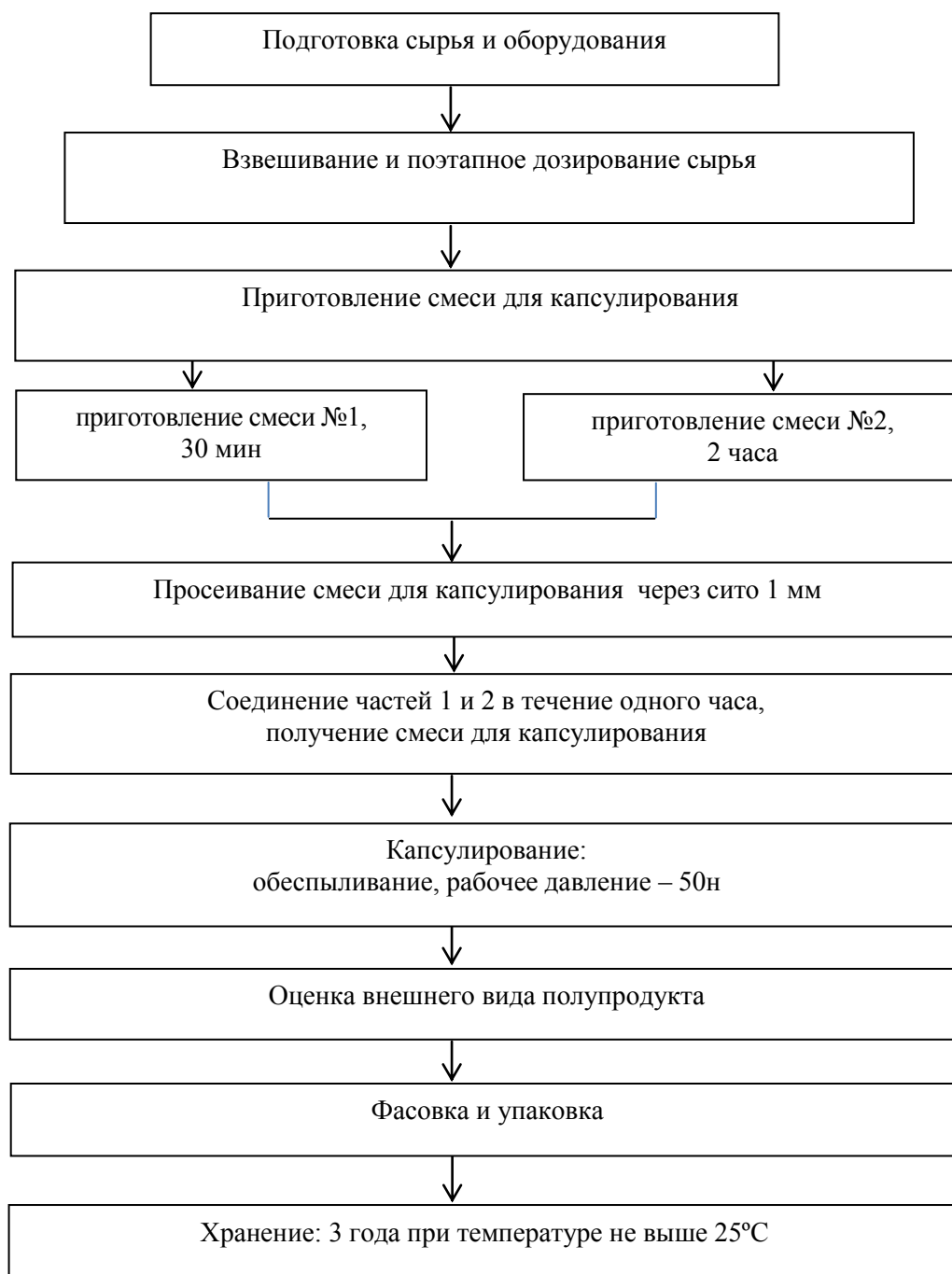


Рис. 1. Технологическая схема производства витаминно-минерального комплекса

Инновационность технологии заключается в матричной структуре таблетки, представляющей систему с регулируемой скоростью и пролонгированным характером выделения активных веществ. Новизна технологических решений позволяет разделять рецептурные компоненты с учетом их химической и фармакологической несовместимости, последовательно доставлять их в различные отделы желудочно-кишечного тракта к клеткам-мишеням с заданной скоростью.

Подготовка сырья. Сырье поступает со склада с сопроводительными документами, подтверждающими его соответствие техническим регламентам, другим документам, регламентирующим качество и безопасность. Все субстанции просеивают через вибросито

– (размер ячейки – 1 мм). Затем отсев измельчают на молотковой мельнице (типа ММ-10) и проводят повторное просеивание через сито SGS-30.

Приготовление смеси для капсулирования. Порядок последовательного дозирования и смешения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Порядок последовательного дозирования ингредиентов нового специализированного комплекса

| Наименование операции | Порядок дозирования | | Примечание | |
|-----------------------|---|-----------------------------|--|--|
| Дозирование | Рецептурные ингредиенты последовательно дозируют согласно примечанию. | Аскорбиновая кислота | Смесь №1. Смешивают 30 минут, выгружают. | |
| | | Кремния оксид | | |
| | | Кальция гидроксиапатит | Смесь №2. Смешивают 2 часа, затем вводят ¼ смеси №1, смешивают одну минуту, постепенно вводят всю оставшуюся смесь №1, смешивают 30 минут. | |
| | | Магния оксид | | |
| | | Хондроитина сульфат | | |
| | | Цинка оксид | | |
| | | Марганца сульфат моногидрат | | |
| | | Холекальциферол | | |
| | | Бора глицират5% | | Предварительно смешать с 1кг лактозы, затем добавить к смеси №2. |
| | | Хрома пиколинат | | |
| Лактоза 200 | | | | |
| Тальк | | | | |

Просеивание. Смесь для капсулирования просеивают через вибросито с диаметром отверстий 1 мм. Затем отсев измельчают на молотковой мельнице и подвергают повторному просеиванию.

Смешивание. Ингредиенты помещают V-образный смеситель – С-300, перемешивают в течение одного часа из расчета на 100 кг смеси. Путем надавливания пестиком на поверхность проверяют однородность смеси.

Процессы капсулирования и обеспыливания. Осуществляют прессование капсульной массы на капсульном станке с рабочим давлением – 50 н. Каждый час контролируют внешний вид путем просмотра 10 капсул (не менее): вмятин, потёртостей, сколов и замятия краёв крышки и тела капсулы.

Оценка внешнего вида. Внешний вид капсул оценивают визуально. Готовые капсулы взвешивают, помещают в емкость, маркируют и направляют на фасовку.

Фасовка, упаковка и хранение. Осуществляется согласно требованиям технической документации (ТУ и ТИ).

Изучены показатели качества и безопасности витаминно-минерального комплекса в процессе производства и хранения согласно требованиям нормативного документа [13]. Определили сроки хранения: 3 года со дня изготовления в сухом, защищенном от света месте при температуре не выше 25°C (с запасом «прочности» – 3 месяца).

Определены регламентируемые показатели пищевой ценности (табл. 2), которые характеризуют функциональные свойства разработанного продукта.

Таблица 2 - Показатели пищевой ценности БАД

| Показатели, мг в 1 капсуле | Значения |
|-----------------------------------|----------------------|
| Витамин С (аскорбиновая кислота) | 48-72 (60) |
| Витамин Д3 (холекальциферол), мкг | 1,12-2,08 (1,6) |
| магний | 48-72 (60) |
| Кальций | 68-102 (85,4) |
| Цинк | 0,96-1,44 (1,2) |
| Марганец | 0,23 (не менее 0,23) |

Кальций в форме гидроксиапатита, активно всасывается из кишечника в кровь, хорошо усваивается организмом и адресно реализует свои функции при формировании костной ткани. Это достигается благодаря сбалансированному содержанию кальция и фосфора в гидроксиапатите (1:1) и кальция по отношению к магнию (2:1) в рецептурной формуле БАД. Остальные микронутриенты - витамины и минералы, входящие состав рецептуры, обеспечивают баланс кальция и его участие в обменных процессах костно-суставного и связочного аппарата. Гидроксиапатит кальция предотвращает резорбцию костной ткани, посредством ингибирования паратгормона и составляет основу минерального матрикса кости. Исходя из своей основной функции препараты кальция успешно применяются для профилактики и комплексного лечения заболеваний суставов, рахита у детей, остеопороза у лиц пожилого и старческого возраста, рекомендуются для ускорения заживления травматологических повреждений костной ткани. Помимо этого кальций активно участвует в других, многочисленных реакциях обмена.

Магний, как было указано выше, является синергистом кальция в обменных процессах костной ткани. В качестве кофактора принимает участие в многочисленных ферментативных реакциях организма, что определяет его системный характер в отношении коррекции метаболических нарушений.

Цинк необходим для нормального функционирования костной системы, входя в состав гормонов и ферментов. Проявляет специфическое действие в стимуляции иммунной системы и противоопухолевых клеток-киллеров.

Марганец один из участников процессов формирования костной и соединительной тканей, регуляции глюконеогенеза. Способствует росту и регенерации костных хрящей, входит в структуру основного компонента суставов – глюкозамина (губчатого сахароподобного вещества). Ингибирует процесс развития артрита, приводящего к разрушению суставов.

Витамин D3 контролирует абсорбцию и утилизацию фосфора и кальция в желудочно-кишечном тракте и их метаболические превращения, направленные на обеспечение целостности кости. Необходим для построения и поддержания скелетной структуры, что очень важно при рисках остеопороза и травматических повреждениях костной ткани.

Аскорбиновая кислота посредством своих антиоксидантных, антибактериальных, других жизненно-важных свойств, оказывает положительный эффект на функционирование опорно-двигательной системы в целом. Дефицит витамина С может

приводить к нарушению структуры хряща и костной ткани, увеличивается риск развития остеопороза.

Другие компоненты рецептуры, являясь синергистами в рассматриваемых обменных процессах, дополняют функциональную направленность специализированного продукта.

В качестве доказательства эффективности проведены клинические испытания рецептурной формулы БАД у детей с травматологическим профилем. Специализированный продукт включали в рацион детей с переломами трубчатых костей по 1 капсуле 2 раза (3-7 лет) и по 1 капсуле 3 раза в день во время приема пищи (8-14 лет). Результаты диетотерапии выразились в положительном влиянии на процессы восстановления и функциональное состояние суставов в реабилитационный период, позволили предотвратить трофические изменения мягких тканей и, тем самым, развитие посттравматического отека. Назначение БАД оказало благоприятное влияние на метаболизм костного ремоделирования в реабилитационный период и, в целом, улучшить качество жизни больных детей.

Разработанный новый специализированный комплекс имеет следующие конкурентные преимущества:

- за счет незначительного содержания влаги в капсуле исключаются гидролитические и окислительные процессы, тем самым сводится к минимуму потери активности действующих веществ рецептурных компонентов;

- эффективная концентрация биоактивных веществ, содержащихся в комплексе способствует повышению устойчивости трубчатых костей к негативному воздействию различных неблагоприятных факторов окружающей среды;

- специализированный комплекс в таком сочетании компонентов влияет на восстановительные процессы и функции близлежащих суставов в реабилитационный период, что позволяет улучшить качество жизни больных, особенно детям с переломами длинных трубчатых костей;

- применение комплекса по сравнению с аналогичными специализированными продуктами, позволяет снизить назначение анальгетиков, предупредить трофические нарушения мягких тканей, а значит, исключить развитие посттравматического отека;

- физиологическая дозировка обеспечивает отсутствие привыкания и других нежелательных эффектов. Однократный прием комплекса является практически удобным.

Рецептурный состав и технология витаминно-минерального комплекса апробированы на предприятиях компании «Арт Лайф» (г. Томск). Разработанный продукт прошел государственную экспертизу и зарегистрирован в Федеральном Реестре БАД. Утверждена техническая документация, организовано промышленное производство. Качество и востребованность БАД гарантируется внедрением на предприятиях компании Системы менеджмента по требованиям стандартов ISO 2001, 22000 и правил GMP.

Литература:

1. Австриевских А.Н., Вековцев А.А., Позняковский В.М. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. 416 с.

2. Научное обоснование и клиническая апробация новой формулы БАД у больных с деформирующим остеоартрозом / А.А. Вековцев, Б. Тохириён, Д.А. Челнакова, В.М.

Позняковский // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2017. Т. 5, №1. С. 59-65.

3. Динамика содержания остеокальцина и гемостазиологических показателей крови на фоне криолечения у детей с переломами длинных трубчатых костей / И.И. Кужеливский, О.И. Уразова, Г.В. Слизовский, В.М. Масликов // Сибирский медицинский журнал. 2008. №5. С. 30-33.

4. Мусоев Д.С. Остеосинтез при лечении диафизарных переломов длинных трубчатых костей у детей // Вестник Авиценны. 2015. №3 (64). С. 37-41.

5. Осложнения при накостном остеосинтезе у больных с переломами длинных трубчатых костей / В.П. Попов, В.П. Здрелько, И.Г. Трухачев, А.В. Попов // Гений ортопедии. 2014. №2. С. 5-9.

6. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. Справочное руководство по витаминам и минеральным веществам / В.А. Тутельян, В.Б. Спиричев, Б.П. Суханов, В.А. Кудашева // Руководство для последипломного образования врачей. Москва: Колос, 2002. 29 с.

7. Челнакова Н.Г., Позняковский В.М. Питание и здоровье современного человека. Москва: Старые русские, 2015. 224 с.

8. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations / Weaver C.M. [et al] // Osteoporosis International. 2016. Vol. 27, no. 4. P. 1281-1386.

9. Nutritional Aspects of Bone Health and Fracture Healing / Athanasios Karpouzou [et al] // Journal of Osteoporosis. 2017. P. 10.

10. «Healthy Nutrition, Healthy Bones: How nutritional factors affect musculoskeletal health throughout life / C. Cooper, B. Dawson-Hughes, C.M. Gordon, R. Rizzoli // In International Osteoporosis Foundation, 2015.

11. Tucker K. L. Vegetarian diets and bone status // American Journal of Clinical Nutrition. 2014. Vol. 100, no. 1. P. 329S-335S.

12. Effects of proteinrich nutritional supplementation and bisphosphonates on body composition, handgrip strength and health-related quality of life after hip fracture: A 12-month randomized controlled study Public health, nutrition and epidemiology / L. Flodin [et al.] // BMC Geriatrics. 2015. Vol. 15, no. 1. P. 149.

13. 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.

Literature:

1. Austriyevskikh A.N., Vekovtsev A.A., Poznyakovsky V.M. Healthy food products: new technologies, quality assurance, efficiency of use. Novosibirsk: Sib. Univ. publishing house, 2005. 416 p.

2. Scientific substantiation and clinical approbation of a new BAA formula in patients with deforming osteoarthritis / A.A. Vekovtsev, B. Tohiriyon, D.A. Chelnakova, V.M. Poznyakovsky // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. 2017. Vol. 5, No. 1. P. 59-65.

3. Dynamics of osteocalcin content and hemostasiological blood parameters on the background of cryotherapy in children with fractures of pipe bones / I.I. Kuzhelivsky, O.I. Urazova, G.V. Slizovsky, V.M. Maslikov // Siberian Medical Journal. 2008. No. 5. P. 30-33.
4. Musoev D.S. Osteosynthesis in the treatment of diaphyseal fractures of pipe bones in children // Avicenna Bulletin. 2015. №3 (64). P. 37-41.
5. Complications at [extra-cortical osteosynthesis](#) in patients with fractures of pipe bones / V.P. Popov, V.P. Zdrelo, I.G. Trukhachev, A.V. Popov // The genius of orthopedics. 2014. No. 2. P. 5-9.
6. Micronutrients in the diet of a healthy and sick person. Handbook of vitamins and minerals / V.A. Tutelyan, V.B. Spirichev, B.P. Sukhanov, V.A. Kudasheva // A Guide for Postgraduate Medical Education. Moscow: Kolos, 2002. 29 p.
7. Chelnakova N.G., Poznyakovsky V.M. Nutrition and health of a modern man. Moscow: Old Russians, 2015. 224 p.
8. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations / Weaver C.M. [et al] // Osteoporosis International. 2016. Vol. 27, no. 4. P. 1281-1386.
9. Nutritional Aspects of Bone Health and Fracture Healing / Athanasios Karpouzou [et al] // Journal of Osteoporosis. 2017. P. 10.
10. «Healthy Nutrition, Healthy Bones: How nutritional factors affect musculoskeletal health throughout life / C. Cooper, B. Dawson-Hughes, CM. Gordon, R. Rizzoli // In International Osteoporosis Foundation, 2015.
11. Tucker K. L. Vegetarian diets and bone status // American Journal of Clinical Nutrition. 2014. Vol. 100, no. 1. P. 329S-335S.
12. Effects of protein rich nutritional supplementation and bisphosphonates on body composition, handgrip strength and health-related quality of life after hip fracture: A 12-month randomized controlled study Public health, nutrition and epidemiology / L. Flodin [et al.] // BMC Geriatrics. 2015. Vol. 15, no. 1. P. 149.
13. Technical Regulations TS 027/2012 «On the safety of certain types of specialized food products, including dietary, therapeutic and dietary preventive nutrition»: approved by the decision of the Council of the Eurasian Economic Commission on June 5, 2012. No. 34. 26 p.