

УДК 637.1

Паста творожная для коррекции метаболизма кальция

Г. А. Донская

Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, г. Москва, Россия;
e-mail: vnimi@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6270-7579>

Информация о статье Реферат

Поступила
в редакцию 05.05.2020;
получена
после доработки
24.07.2020

Ключевые слова:

кальций,
творог,
сыворожка,
порошок яичной
скорлупы,
альгинат кальция,
крапива,
чеснок,
костная ткань,
биоусвояемость,
остеопороз

Кальций – один из значимых элементов, влияющих на метаболические процессы в организме. В основном он входит в состав костной ткани. При его недостатке в крови кальций извлекается из костей, что приводит к развитию остеопороза. Цель работы – показать целесообразность введения пасты творожной с дополнительным источником Са в рацион питания населения для повышения антиоксидантной защиты организма и укрепления костной ткани. Данная публикация является обобщением ранее выполненных исследований по созданию молочных продуктов с повышенным содержанием кальция для профилактики остеопороза. Дополнена новыми данными о значимости отдельных ингредиентов разработанной пасты творожной "Витакальцин", а именно: антиоксидантными свойствами сывороточных белков; способностью солей кальция и калия – аналогов стронция и цезия – снижать всасываемость радионуклидов в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) и др. Созданная на основе натуральных компонентов и предназначенная для массового потребителя, паста "Витакальцин" может составлять достойную конкуренцию отечественным и импортным продуктам. Разработаны рецептуры и технология производства пасты "Витакальцин" с дополнительным источником кальция в виде порошка яичной скорлупы (ПЯС) или альгината кальция, с функциональными пищевыми добавками – крапивой или чесноком. Проведены медико-биологические исследования влияния творожных паст на тепловых животных и пациентов Центрального института травматологии с первичной формой остеопороза. Показана биоусвояемость кальция, особенно выраженная при потреблении паст с ПЯС и серосодержащей добавкой в виде чеснока. В экспериментах на животных установлено увеличение массы большеберцовой кости после 28-ми суточного потребления ими паст творожных в составе рациона. У пациентов с выраженными формами остеопороза отмечали увеличение кальция в сыворотке крови при ежедневном потреблении творожных паст в количестве 200 г на протяжении 30 суток. Установлено, что разработанные продукты положительно влияют на развитие костной ткани, обладают антиоксидантными свойствами. В результате исследований разработана и утверждена техническая документация на пасту творожную "Витакальцин". По заключению Института питания продукт рекомендован для профилактики остеопороза и коррекции нарушенного кальциевого обмена.

Для цитирования

Донская Г. А. Паста творожная для коррекции метаболизма кальция. Вестник МГТУ. 2020. Т. 23, № 3. С. 250–259. DOI: 10.21443/1560-9278-2020-23-3-250-259.

Curd paste for calcium metabolism correction

Galina A. Donskaya

All-Russian Dairy Research Institute, Moscow, Russia;
e-mail: vnimi@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6270-7579>

Article info

Received
05.05.2020;
received in revised
24.07.2020

Key words:

calcium,
curd,
whey,
eggshell powder,
calcium alginate,
nettle,
garlic,
bone tissue,
bioavailability,
osteoporosis

Abstract

Calcium is one of critical elements influencing metabolic processes in the body. It is an essential ingredient of bone tissue. Once its amount in the blood is insufficient, bone calcium resorption occurs that leads to osteoporosis development. The goal of this publication is to demonstrate feasibility of introducing curd paste supplemented with additional source of calcium in the diet of population for improving antioxidant defense and strengthening bone tissue. This publication summarizes our previous research on developing calcium-enriched dairy products for osteoporosis prevention. It is supplemented with new data on significance of separate ingredients of curd paste, including whey protein antioxidant properties; ability of calcium and potassium salts as counterparts of strontium and cesium to reduce radionuclides absorption from gastrointestinal tract and others. Based on natural ingredients and targeted the mass consumer, Vitacalcin paste can provide a solid competition to domestic and foreign products. Formulations and technological process for curd paste Vitacalcin enriched with calcium from either eggshell powder or calcium alginate, and functional additives, such as nettle or garlic, has been developed. Products have been tested in animals and patients of Central Institute of Traumatology with primary form of osteoporosis. Bioavailability of calcium is more pronounced when consuming pastes with ESP and sulfur-containing additive. In animal model, bone mass increase has been observed after 28 days of curd paste consumption. Patients with pronounced osteoporosis consuming 200 g of curd paste daily for 30 days have demonstrated increased serum calcium level. It has been shown that the new product has a positive impact on bone tissue formation, and possesses antioxidant properties. As a result of the research, technical documentation for Vitacalcin curd paste is developed. The Institute of Nutrition recommends this product for osteoporosis prevention and correction of calcium balance.

For citation

Donskaya, G. A. 2020. Curd paste for calcium metabolism correction. *Vestnik of MSTU*, 23(3), pp. 250–259. (In Russ.) DOI: 10.21443/1560-9278-2020-23-3-250-259.

Введение

Эпидемиологические данные, приведенные на Международном конгрессе по остеопорозу в конце двадцатого столетия, показали, что в мире остеопорозом страдает более 200 млн человек. Остеопороз является серьезным фактором риска экономических, социальных и моральных затрат вследствие увеличения частоты переломов различных частей скелета. Для снижения частоты переломов необходимо проведение профилактических мероприятий, направленных на увеличение минеральной плотности костной ткани. Доказано, что увеличение минеральной плотности кости на 2 % снижает риск развития переломов в 16 раз (Миронов и др., 2003).

Среди основных факторов, оказывающих решающее влияние на рост и формирование здорового скелета, важная роль принадлежит правильному питанию. Обеспечение организма необходимыми нутриентами, и в первую очередь кальцием, способствует положительному протеканию остеотропных процессов в организме. Важная роль кальция при формировании структуры костной ткани показана в многочисленных экспериментальных и клинических исследованиях (Дзеранова и др., 2003; Зборовский и др., 2003; Плеханова и др., 2003; Родионова и др., 2003). Недостаток кальция в организме приводит к нарушению и развитию целого ряда патологических состояний (Аврунин и др., 2003).

Известно, что лучшими источниками Са являются творог, сыры, с которыми в организм поступает более 70 % кальция. Рекомендуемые медициной синтетические формы кальция требуют непрерывного применения. В то же время установлено, что после прекращения потребления молочных продуктов, оптимальная концентрация кальция в организме сохраняется более длительный период в сравнении с лекарственными препаратами (Rovensky et al., 2003). Однако содержание кальция в молоке, как показали наши исследования (Донская, 2012), не является постоянным и зависит от многих факторов. Для поддержания требуемого количества кальция в организме им дополнительно обогащают молочные продукты для питания детей дошкольного и школьного возраста (Чумакова и др., 2013), питьевое молоко (Зобкова, 2006), кисломолочные напитки (Чумакова, 2008), продукты геродиетического питания (Чумакова и др., 2009).

В работе представлены обобщенные материалы многолетних исследований по разработке, модификации, изучению состава и свойств творожных паст, проводимых во Всероссийском НИИ молочной промышленности совместно с сотрудниками Медицинской академии им. Сеченова и Центрального института травматологии (ЦИТО) и НИИ морфологии человека. Данная работа является продолжением и дополнением серии статей, посвященных этой же проблеме, и рассмотрением новых аспектов изучаемой темы (Донская, 2012; 2013; 2015).

Цель публикации – показать целесообразность введения пасты творожной с дополнительным источником кальция в рацион питания населения для укрепления костной ткани и повышения антиоксидантной защиты организма человека.

Материалы и методы

В течение ряда лет во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (ВНИМИ) проводили исследовательские работы в указанном направлении. Для проектирования продукта на основании собственных экспериментальных исследований, выполненных ранее¹, автором были разработаны критерии, оптимизирующие метаболизм Са в организме. К ним относятся следующие:

- оптимальное соотношение в продукте остеотропных элементов – Са, Р, Mg, участвующих в непосредственном построении костной ткани, соответствующее значению 1/1/0,06–0,08 (Спиричев и др., 2000);
- оптимальное соотношение Са к К, ответственного за выведение Са с уриной, 1/0,7–1 (Sellmeyer et al., 2008);
- соотношение в продукте щелочно-земельных элементов К/Na, регулирующих водно-солевой баланс в биообъектах, должно быть не ниже 1,4;
- количество эргокальциферола – витамина Д₃ должно быть на уровне 40МЕ;
- содержание витамина С, стимулирующего в сочетании с витамином В₆ синтез и созревание коллагена, образующего соединительные волокна, придающие костям упругость к деформации, должно быть не ниже 0,1 %;
- наличие микроэлементов Cu, Zn, Mn наряду с Са, Р, Mg, усиливающих процессы остеогенеза;
- введение в рецептуру инулина, в том числе в составе топинамбура, способствующего биосуваемости кальция в молодом растущем организме (Решетник, 2011);

¹ Донская Г. А. Теоретическое и экспериментальное обоснование создания функциональных многокомпонентных молочных продуктов, обогащенных природными нутрицевтиками лечебно-профилактической направленности, воздействующими на обменные остеотропные процессы различных возрастных групп населения : отчет по теме РАСХН / Г. А. Донская и др. ; ГНУ ВНИМИ. М., 2000. 35 с. ; Донская Г. А. Установление закономерности воздействия молочных компонентов в сочетании с природными наполнителями на систему кроветворения и костную ткань : отчет по теме РАСХН / Г. А. Донская и др. ; ГНУ ВНИМИ. М., 2001. 105 с.

– наличие незаменимых аминокислот в составе продукта, оказывающих существенное влияние на метаболизм кальция и формирование костной ткани. Известно, что лейцин уменьшает распад белка в мышечной ткани и ускоряет процесс срастания костей; изолейцин является источником энергии для мышечной ткани; лизин стимулирует биосинтез белков, влияет на мышцы и соединительную ткань; фенилаланин и треонин являются основными элементами для построения коллагена.

Знание необходимых условий для биоусвояемости кальция позволило нам создать молочный продукт – пасту творожную "Витакальцин" – ТУ 9222-365-00419785-05² с изменениями, внесенными позже (Донская и др., 2013). На продукт имеется два патента (Донская и др., 2008а; 2008б). По материалам исследований защищена диссертационная работа (Лучкина, 2006).

Для производства пасты творожной использовали творог 9%-й жирности, вырабатываемый на экспериментальном заводе ВНИМИ, и сыворотку творожную, образующуюся при производстве творога. Сухую крапиву, аскорбиновую кислоту, витамин Д₃ приобретали в аптечных пунктах; чеснок, мед – в торговой сети; топинамбур – в компании "Терра". Порошок яичной скорлупы получали в НИИ птицеперерабатывающей промышленности. Альгинат кальция приобретали по заказу на Архангельском водорослевом комбинате.

Изучены санитарно-гигиенические показатели разработанных продуктов. При этом использовали общепринятые стандартизованные методы. Аминокислотный состав продукта определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), содержание кальция – титриметрическим методом. Жирнокислотный состав – методом газовой хроматографии. Удельную активность проб сыворотки, загрязненной радионуклидами стронция и цезия, определяли на гамма-, бета-спектрометрическом комплексе "Прогресс". Медико-биологическую оценку продуктов проводили на крысах линии Вистар в соответствии с международно принятыми рекомендациями и существующим методом при изучении диетических пищевых продуктов (Королев, 1997; Суханов, 1987).

Результаты и обсуждение

Как было показано нашими исследованиями ранее³, основанием для выбора творога являлось высокое содержание в нем солей кальция и фосфора, биологически активных белков. Введение в рецептуру творожной сыворотки обусловлено наличием в ней легкоусвояемых белков, обладающих антибактериальными и антиоксидантными свойствами, незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ, ферментов. Сочетание казеина с сывороточными белками повышает биологическую и питательную ценность, и одновременно позволяет регулировать консистенцию продукта.

Аминокислотный состав сывороточных белков в определенной степени повторяет аминокислотный состав мышечной ткани человека. В молочную сыворотку переходит большинство солей, водорастворимых антиоксидантов молока (Донская и др., 2010).

В качестве дополнительного источника кальция использовали порошок яичной скорлупы или альгинат Са. Последний является эффективным энтеросорбентом, способным выводить из организма соли тяжелых металлов, радионуклидов. Помимо этого, соли альгиновой кислоты обладают свойствами загустителя, структурообразователя, что особенно важно при проектировании продуктов. Наиболее перспективным источником кальция с позиций биоусвояемости, является ПЯС.

Скорлупа птичьих яиц на 90 % состоит из карбоната Са, который усваивается практически на 100 %. Скорлупа содержит все необходимые для организма микроэлементы, в том числе Cu, Fe, F, Mn, Mo, P, S, Se, Zn. При поступлении в организм человека карбонат кальция легко связывается с фосфором, образуя фосфаты Са, которые являются основой для формирования зубов и костей. Скорлупа яиц состоит из кальцита. Это одна из кристаллических форм карбоната Са. Для получения кальцита ионы Са и карбонат ионы поступают из плазмы крови. Непосредственным источником Са является кровь, а первичным – пища (Филиппова, 2003).

Для оптимизации метаболизма Са в рецептуру продукта вводили натуральные пищевые добавки (ПД), используемые с давних времен в питании населения. Это крапива двудомная сублимационной сушки – "антибактериальная пищевая добавка (АБПД)" и чеснок сушеный – "серосодержащая пищевая добавка (СПД)". Состав обеих ПД достаточно хорошо изучен. Крапива содержит витамины С, группы В, Е, РР, К, большое количество минеральных веществ, в том числе К, Са, Mg, P, Fe, Cu, Mn и др.

Высокое содержание железа в крапиве делает продукт эффективным противоанемическим средством, что было подтверждено нами в ранее поставленных экспериментах на крысах с искусственно созданной формой анемии (Королев и др., 2004). Получены достоверные данные о наличии антижелезодефицитной эффективности творожной пасты, в рецептуру которой включена крапива, мед, мята, витамин С и порошок яичной скорлупы. Введение органического кальция способствовало

² ТУ 9222-365-00419785-05. Паста творожная "Витакальцин". М., 2005.

³ Донская Г. А. Теоретическое и экспериментальное обоснование создания функциональных многокомпонентных молочных продуктов, обогащенных природными нутрицевтиками лечебно-профилактической направленности, воздействующими на обменные остеотропные процессы различных возрастных групп населения : отчет по теме РАСХН / Г. А. Донская и др. ; ГНУ ВНИМИ. М., 2000. 35 с. ; Донская Г. А. Установление закономерности воздействия молочных компонентов в сочетании с природными наполнителями на систему кроветворения и костную ткань : отчет по теме РАСХН / Г. А. Донская и др. ; ГНУ ВНИМИ. М., 2001. 105 с.

усилению биоактивности железа⁴. Крапива – почти единственный природный продукт, содержащий витамин К, который, усиливает биоусвояемость кальция. Входящий в состав крапивы хлорофилл обладает выраженными радиопротекторными свойствами⁵.

Чеснок как лечебное средство известен человечеству со времен неолита. В чесноке содержатся десятки химических веществ. Его лечебные свойства обусловлены в основном серосодержащими соединениями. Главным из них является аллиин – производное серосодержащей аминокислоты. Он находится в нейтральном состоянии в целой дольке чеснока. При нарушении целостности дольки аллиин вступает во взаимодействие с ферментом аллииназой, образуя вещество аллицин. Аллицин является сильным антибиотиком широкого спектра действия. Чеснок содержит витамин А, витамины группы В, С, микроэлементы К, Na, Ca, P, Fe, Zn, Se, Ge. Благодаря серо-, селен-, германий-содержащим элементам чеснок является выраженным иммуномодулятором. За счет сульфидных соединений чеснок – сильнейший антиоксидант, защищающий организм от разрушающего действия свободных радикалов⁶. При изучении антиоксидантной активности чеснока амперометрическим методом с использованием прибора "Цвет-Яуза-01-АА" мы получили высокие значения суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (более 3 мг/г, в то время как антиоксидантная активность молока соответствует 0,015–0,018 мг/г).

Для оптимизации метаболизма Ca в рецептуру фитопасты творожной введена соль калия, регулирующая в комплексе с натрием водно-солевой баланс, и усиливающая утилизацию кальция костной тканью. Установлено соотношение щелочно-земельных элементов, обеспечивающих оптимальную биоусвояемость Ca из продукта.

Исследован переход Ca из творога и творожных паст, обогащенных различными источниками Ca, в растворы, имитирующие желудочно-кишечную среду человека (табл. 1).

Таблица 1. Переход Ca из творожных продуктов в растворы, имитирующие желудочно-кишечную среду человека
Table 1. Transfer of Ca from curd products into solutions simulating human gastrointestinal environment

№ п/п	Творожные продукты	Массовая доля кальция, мг %					Σ
		0,1н НСl (рН = 1,0)	0,05н НСl (рН = 1,5)	0,01н НСl (рН = 2,0)	1н уксус. аммоний (рН = 5,5)	0,005н NaOH (рН = 8,5)	
Ik	Творог полужирный	14 ± 1,12	13,84 ± 1,48	12,97 ± 0,87	12,83 ± 0,31	12,22 ± 0,43	65,86 ± 4,21
II	БУО + АБПД + ПЯС	34,84 ± 0,28	33,73 ± 0,42	34,4 ± 0,98	32,52 ± 0,23	31,08 ± 0,56	166,57 ± 2,47
III	БУО + СПД + альгинат Ca	19,75 ± 0,57	18,81 ± 1,07	15,81 ± 0,71	17,84 ± 0,25	12,35 ± 0,47	84,56 ± 2,82
IV	БУО + АБПД + альгинат Ca	19,93 ± 0,77	22,16 ± 0,68	17,04 ± 0,27	18,19 ± 0,47	14,89 ± 0,43	92,21 ± 2,62

Показано, что максимальное количество кальция переходит из пасты с ПЯС. Кальций, связанный с альгиновой кислотой, лучше переходит в диссоциированное состояние в кислой среде (рН = 1–1,5), чем в щелочной. Однако работая как ионообменник, альгинат будет обменивать кальций на стронций или катионы тяжелых металлов, образуя с ними нерастворимые комплексы и выводя их из организма.

Изучены сорбционные свойства альгината кальция относительно радионуклидов цезия и стронция при контакте с сывороткой, в которую *in vitro* вводили указанные выше нуклиды (табл. 2).

Таблица 2. Сорбционная емкость отдельных ингредиентов пасты творожной по отношению к радионуклидам
Table 2. Sorption capacity of individual ingredients of curd paste versus radionuclides

Исследуемые ингредиенты	Вводимый изотоп	Время контакта, ч	Исходная активность, Бк/г	Эффективность сорбции, %	Достоверность
АБПД + альгинат Ca + сыворотка	Sr-85	1	11,33 ± 0,69	85,41 ± 0,67	p < 0,01
	Cs-134	1	13,47 ± 0,71	11,83 ± 0,59	p < 0,01
СПД + альгинат Ca + сыворотка	Sr-85	1	9,86 ± 0,70	81,11 ± 0,26	p < 0,01
	Cs-134	1	13,47 ± 0,71	10,93 ± 0,52	p < 0,05

⁴ Донская Г. А. Установление закономерности воздействия молочных компонентов в сочетании с природными наполнителями на систему кроветворения и костную ткань : отчет по теме РАСХН / Г. А. Донская и др. : ГНУ ВНИМИ. М., 2001. 105 с.

⁵ Химический состав крапивы двудомной. URL: herbalfood.ru.

⁶ Биохимический состав чеснока. URL: fermoved.ru/chesnok/veshestva.

Как было показано нашими исследованиями, при соотношении альгинат/сыворотка, равном 1/37, из сыворотки извлекается до 85 % стронция-85 и до 11 % цезия-134.

Для большего усвоения кальция в кишечнике биообъекта в продукт вводили цитрат калия или лимонную кислоту, витамины Д₃ и С. В качестве пищевкусковых добавок использовали сахар, мед, соль, натуральные ароматизаторы в виде хрена, горчицы, пряных трав. Состав поликомпонентного творожного продукта, разработанного нами, представлен в табл. 3.

Таблица 3. Состав пасты творожной "Витакальцин"

Table 3. Composition of "Vitalcalcin" curd paste

Продукт с чесноком	Продукт с крапивой
Творог с массовой долей жира 9 %	
Сыворотка молочная	
ПЯС или альгинат кальция	
Цитрат калия или лимонная кислота	
Витамины С, Д ₃	
Ароматизатор	
Чеснок	Крапива
Сахар-песок	Мед
Соль	
Хрен, укроп, пряные травы	

Изучены санитарно-гигиенические показатели разработанных продуктов. Исследуемый нами аминокислотный состав продукта представлен в табл. 4.

Таблица 4. Аминокислотный состав пасты творожной "Витакальцин"

в сравнении с творогом полужирным

Table 4. Amino acid composition of curd paste "Vitalcalcin" compared with curd

Аминокислота, г/100г белка	Творог полужирный	Паста творожная "Витакальцин"		
		Рецептура I	Рецептура II	Рецептура III
Аспарагиновая к-та	5,46	7,21	6,21	6,35
Треонин	2,56	2,41	2,97	2,88
Серин	3,88	5,60	4,37	4,45
Глутаминовая к-та	16,11	19,43	18,94	19,54
Пролин	7,29	4,14	7,72	2,04
Глицин	1,51	1,89	1,82	3,23
Аланин	3,48	2,89	4,16	0,79
Цистин	0,63	1,06	0,83	5,76
Валин	4,80	5,19	5,27	0,75
Метионин	0,87	2,00	1,37	3,53
Изолейцин	4,20	4,72	4,47	7,20
Лейцин	8,32	8,91	8,73	5,11
Тирозин	5,66	4,20	5,28	5,74
Фенилаланин	5,13	5,27	6,21	8,15
Гистидин	9,84	4,21	2,97	6,72
Лизин	7,03	7,72	4,37	3,59
Аргинин	3,82	3,70	18,94	6,35

Примечание. Рецепттура I – паста + альгинат Са + СПД; II – паста + альгинат Са + АБПД; III – паста + ПЯС + СПД.

Показано, что в пасте, обогащенной альгинатом Са с серосодержащей пищевой добавкой (чесноком), на 7–12 % возросло содержание изолейцина, лейцина, фенилаланина, лизина, валина; в 2,3 раза – метионина в сравнении с творогом. По содержанию аминокислот, принимающих участие в построении глутатиона, разработанный продукт превосходит творог.

Жирнокислотный состав продукта по содержанию предельных и непредельных кислот не выходит за границы натуральности молочного жира.

Микробиологические показатели творожных паст в процессе длительного (более 40 суток) хранения соответствовали требованиям нормативной документации.

С целью оценки влияния функциональных пищевых добавок на состояние растущей костной ткани проведены эксперименты на биообъектах, в рацион которых на протяжении 28 суток вводили разработанные нами пасты на основе творога и молочной сыворотки с различными наполнителями профилактической направленности (Королев и др., 2004):

- I группа (контроль) – получала пасту из творога и сыворотки;
- II группа (опыт) – творог, сыворотка, крапива, мед, ПЯС, витамин Д₃;
- III группа (опыт) – творог, сыворотка, крапива, чеснок, ПЯС, витамин Д₃;
- IV группа (опыт) – творог, сыворотка, крапива, мед, SiO₂, топинамбур.

Морфологический и стереометрический анализ поперечного роста кости показал⁷, что во время роста во всех опытных группах животных, потреблявших разработанные пасты, усиливаются новообразования костной ткани. Более выраженные увеличения плотности кости и массы новообразованной костной ткани, а также замедление разрушения и уменьшение пористости кости, отмечены в IV группе. Позже рецептура пасты с крапивой, медом, топинамбуром, диоксидом кремния была включена в документацию на пасту творожную "Витакальцин".

В процессе предыдущих исследований выяснено, что при потреблении биообъектами творожных паст с двумя источниками Са, наблюдается усиленная перестройка кости, дисбаланс процессов резорбции и новообразования костной ткани. Установлено, что при концентрации кальция в продукте более 300 мг% происходит негативное влияние на структуру кости⁸.

Для определения биоусвояемости кальция, как было показано нашими исследованиями, теплокровным животным скармливали разработанные пасты в составе рациона на протяжении 28 суток. В качестве биологического маркера оценки эффективности биоусвояемости кальция была выбрана динамика развития костной системы животных. Контролем служил творог полужирный. Опытные образцы паст I и II содержали: творог, сыворотку, витамины С, Д; альгинат Са, цитрат К, АБПД или СПД соответственно. В результате потребления паст у животных опытных групп, в сравнении с контролем, относительная масса большеберцовой кости увеличилась на 3,4–4 %; концентрация кальция в сыворотке крови – на 4,1–5 %. Введение в пасту цитрата К привело к значительному (на 12–26 %) снижению Са в моче, что указывает на эффективную утилизацию кальция костной тканью животных (табл. 5) (Королев и др., 2004).

Таблица 5. Влияние пасты "Витакальцин" на остеопластические процессы в организме биообъектов
Table 5. Impact of "Vitalcalcin" paste on osteoplastic processes in biological objects

Показатели	Группа сравнения	"Витакальцин"	
		Рецептура I	Рецептура II
Коэффициент эффективности белка (КЭБ)	3,15 ± 0,9	3,38 ± 0,7	3,33 ± 0,7
Отн. масса б/берц. кости (в % к массе тела)	0,148 ± 0,0004	0,153 ± 0,008	0,154 ± 0,0007
Щелочная фосфатаза, ммоль/л	633,8 ± 17,97	656,8 ± 10,31	659,8 ± 7,0
Уровень диуреза, мл/сут	5,79 ± 3,57	4,28 ± 3,96	5,10 ± 3,85

Включение в рецептуру творожных паст функциональных пищевых добавок и витаминов обеспечило биоэффективность кальция, а их композиционный состав определил более высокую пищевую и биологическую ценность в сравнении с традиционным творогом. Введение в рецептуру паст цитрата калия или лимонной кислоты, снижающих диурез и тормозящих резорбцию костной ткани, позволило усилить биоабсорбцию кальция.

Проведенными исследованиями установлено, что разработанные творожные пасты оказывают благоприятное влияние на работу антиоксидантной защиты биообъекта и имеют значительные преимущества относительно контроля (Королев и др., 2004). При потреблении этих паст концентрация малонового диальдегида (маркер антиоксидантного статуса животных) в эритроцитах крови опытных животных характеризуются более низкими показателями: 6,59 и 8,49 нм/мл против 10,18 нм/мл в эритроцитах крови животных, потреблявших творог полужирный (рис.).

⁷ Морфологический и стереометрический анализ поперечного роста кости проведен в НИИ морфологии человека канд. биол. наук Большаковой Г. Б.

⁸ Донская Г. А. Установление закономерности воздействия молочных компонентов в сочетании с природными наполнителями на систему кроветворения и костную ткань : отчет по теме РАСХН / Г. А. Донская и др. ; ГНУ ВНИМИ. М., 2001. 105 с.

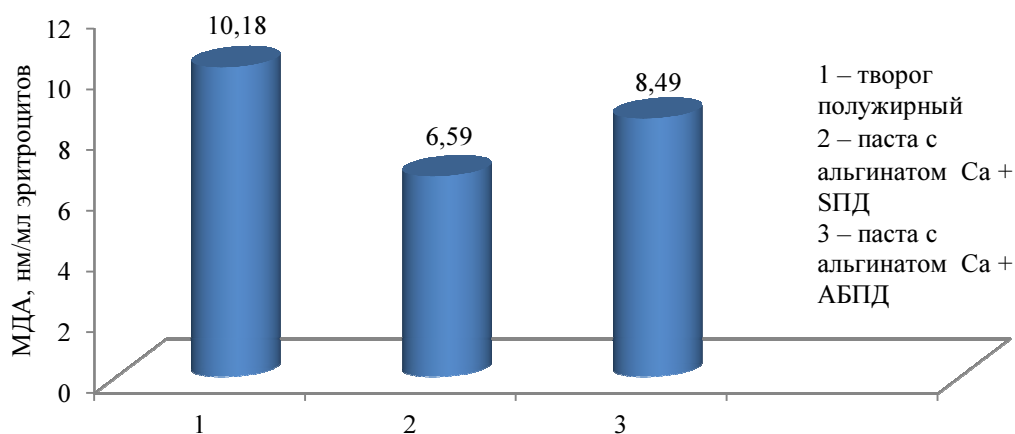


Рис. Концентрация МДА в сыворотке крови животных, потреблявших пасты творожные
 Fig. MDA concentration in serum of animals followed by curd paste consumption

Изучены особенности влияния творожных паст на гемопозитическую функцию лабораторных животных. Показано увеличение гемоглобина в крови на 1,7–3,5 %, снижение глюкозы и холестерина в сыворотке крови на 4,7–13,3 % и 4 % соответственно (Королев и др., 2004).

Совместно с сотрудниками ЦИТО проведены клинические исследования пасты творожной на пациентах с диагнозом первичный остеопороз (Донская и др., 2004). В течение 30 суток пациенты потребляли пасту "Витакальцин" с дополнительным источником Ca в виде ПЯС и антибактериальной пищевой добавкой или серосодержащей ПД. Ежедневное потребление пасты соответствовало 200 г. Исследование сыворотки крови по окончании эксперимента показало увеличение Ca, особенно выраженное у пациентов с более тяжелой формой остеопороза. Больше увеличение кальция в сыворотке крови пациентов отмечено при потреблении пасты с серосодержащей добавкой (Донская и др., 2004).

Заключение

В результате проведенных исследований:

- научно обосновано использование творога и сыворотки в качестве молочной основы при разработке поликомпонентного продукта, дополнительных источников Ca в виде порошка яичной скорлупы или альгината Ca;
- установлено, что натуральные пищевые добавки – крапива и чеснок – стимулируют остеотропные процессы в биообъектах, увеличивают минеральную плотность кости;
- показано, что максимальная биоусвояемость Ca наблюдается при потреблении пасты творожной с дополнительным источником кальция в виде порошка яичной скорлупы с серосодержащей добавкой;
- оценено влияние различных источников Ca, витаминов и фитодобавок, содержащихся в разрабатываемых продуктах, на усиление биоабсорбции Ca;
- впервые показано, что обогащение творожных паст компонентами, снижающими диурез, усиливает биоусвояемость Ca костной тканью;
- определено, что избыток Ca – более 300 мг% – в продукте вызывает усиленную перестройку кости биообъекта, приводит к дисбалансу процессов резорбции и новообразований костной ткани;
- выявлена зависимость между динамикой показателей кальциевого обмена и исходными показателями у пациентов с первичной формой остеопороза. Наибольшая эффективность применения творожных паст отмечена у пациентов с максимальными нарушениями гомеостаза Ca и, следовательно, высоким риском быстрого прогрессирования заболевания;
- установлено, что разработанные продукты обладают выраженными радиопротекторными свойствами, так как дополнительные источники кальция и калия в продукте, являющиеся аналогами стронция и цезия, способствуют снижению усвояемости радионуклидов;
- установлена рекомендуемая доза Ca в пасте с порошком яичной скорлупы – не менее 290 мг%, а в пасте с альгинатом Ca – не менее 220 мг% (разработаны ТУ на продукт);
- технологический процесс производства пасты творожной "Витакальцин" может быть осуществлен на любом молочном предприятии, вырабатывающем творог и творожные изделия;
- выработку продукта можно проводить с использованием роторно-пульсационного аппарата, или котла-плавителя, что апробировано в условиях ВНИМИ, либо с использованием гидродинамических устройств роторного типа (имеется ТИ на продукт);

– использование в составе пасты молочной сыворотки способствует повышению антиоксидантной активности продукта, увеличению срока его годности;
– введение в молочно-белковую основу органических пищевых добавок повышает биологическую и питательную ценность продукта. Потребление творожных паст способствует снижению риска заболевания остеопорозом, нормализации микрофлоры кишечника, повышению антиоксидантной защиты организма, уменьшению всасываемости радионуклидов.

Библиографический список

- Аврунин А. С., Корнилов Н. В., Аболин А. Б. Взаимосвязь структуры костной ткани и ее метаболизма с диагностикой и лечением остеопороза // II конф. с междунар. участием "Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии". Москва, 12–13 февраля 2003 г. М. : ГУН ЦНИИТО им. Н. Н. Приорова, 2003. С. 25–27.
- Дзеранова Л. К., Молитвослова Н. Н., Рожинская Л. Я., Сергеева Н. И. [и др.]. Опыт применения витрум остеоба при остеопении у женщин в постменопаузе // II конф. с междунар. участием "Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии". Москва, 12–13 февраля 2003 г. М. : ГУН ЦНИИТО им. Н. Н. Приорова, 2003. С. 93–94.
- Донская Г. А. Творожная паста профилактического назначения // Переработка молока. 2012. № 5(151). С. 6–9.
- Донская Г. А. Теоретические и практические основы переработки и деконтаминации загрязненного радионуклидами молока // Молоко. Переработка и хранение : коллективная монография. М. : Издательский дом "Типография" РАН, 2015. С. 350–376.
- Донская Г. А., Захарова Е. В. Антиоксидантные свойства молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2010. № 9. С. 72–73.
- Донская Г. А., Кулик М. В. Творожная паста "Витакальцин" вместо препаратов кальция // Переработка молока. 2013. № 1(159). С. 24–25.
- Донская Г. А. Молочная сыворотка и функциональные пищевые добавки в составе творожных паст // Продовольственный торгово-промышленный журнал Продукт ВУ. 2013. № 3(107). С. 62–63.
- Донская Г. А., Ишмаматьева М. В., Донская Е. В., Родионова С. С. [и др.]. Многокомпонентный продукт на молочной основе влияет на гомеостаз кальция у людей с остеопорозом // тез. докл. междунар. конф. "9th European Nutrition Conference". Рим, 1–4 октября. 2004.
- Зборовский А. Б., Заводовский Б. В., Никитина Н. В. Опыт лечения остеопороза альфа-кальцидолом у ликвидаторов чернобыльской АЭС // II конф. с междунар. участием "Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии". Москва, 12–13 февраля 2003 г. М. : ГУН ЦНИИТО им. Н. Н. Приорова, 2003. С. 94–95.
- Зобкова З. С. Функциональные цельномолочные продукты // Молочная промышленность. 2006. № 3. С. 46–52.
- Королев А. А. Эколого-гигиенические проблемы разработки и оценки новых профилактических продуктов и оптимизации питания населения : дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.07. М., 1997. 230 с.
- Королев А. А., Никитенко Е. И., Донская Г. А., Ишмаматьева М. В. [и др.]. Изучение эффективности обогащения кальцием и витамином Д творожно-растительных пищевых композиций // Научные труды Федер. научного центра гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, 2004. Вып. 10 : Региональные гигиенические проблемы и стратегия охраны здоровья населения. С. 10.
- Лучкина М. В. Разработка полифункционального творожного продукта с повышенной биоусвояемостью кальция : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04. Москва, 2006. 167 с.
- Миронов С. П., Родионова С. С. Современное состояние проблемы остеопороза // II конф. с междунар. участием "Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии". Москва, 12–13 февраля 2003 г. М. : ГУН ЦНИИТО им. Н. Н. Приорова, 2003. С. 3–4.
- Паста творожная : пат. 2337563 Рос. Федерация / Донская Г. А., Лучкина М. В., Донская Е. В. № 2005131759/13 ; заявл. 14.10.2005 ; опубл. 10.11.2008, Бюл. № 31а.
- Паста творожная : пат. 2338383 Рос. Федерация / Донская Г. А., Лучкина М. В., Донская Е. В. № 2005131760 ; заявл. 14.10.2005 ; опубл. 20.11.2008, Бюл. № 32б.
- Плеханов Л. Г., Плеханов И. Л., Астапенков Д. С. Опыт лечения больных остеопорозом // II конф. с междунар. участием "Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии". Москва, 12–13 февраля 2003 г. М. : ГУН ЦНИИТО им. Н. Н. Приорова, 2003. С. 101–102.
- Решетник Л. А. Топинамбур в оздоровительном и лечебном питании // Топинамбур – многофункциональная биотехнологическая культура 21 века : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Москва, 23–26 ноября 2011 г. М. : Современная гуманитарная академия Ассоциация "Топинамбур", 2011. С. 78–85.
- Родионова С. С., Колондаев А. Ф., Шишкина Т. Н. Влияние фитазы на гомеостаз Са у больных остеопорозом // II конф. с междунар. участием "Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии". Москва, 12–13 февраля 2003 г. М. : ГУН ЦНИИТО им. Н. Н. Приорова, 2003. С. 107.
- Спиричев В. Б., Шатнюк Л. Н. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: современные медико-биологические аспекты // Пищевая промышленность. 2000. № 7. С. 98–101.

- Суханов Б. П. Медико-биологическое обоснование рационального использования сырья при выработке продуктов питания повышенной пищевой ценности : дис. ... д-ра мед. наук. М., 1987. 340 с.
- Филиппова И. А. Кальций – ионы здоровья. СПб. : Весь, 2003. 112 с.
- Чумакова И. В., Фатеева Н. В. Продукты геродиетического питания // Молочная промышленность. 2009. № 7. С. 26.
- Чумакова И. В., Фатеева Н. В., Блехер Б. М., Горин Е. А. Кисломолочные продукты для детей раннего возраста // Пищевая промышленность. 2008. № 2. С. 20–21.
- Чумакова И. В., Фатеева Н. В., Пивоваров А. О., Полежаева О. А. Обогащенные молочные продукты для питания детей дошкольного и школьного возраста // Переработка молока. 2013. № 2(160). С. 60–62.
- Rovenský J., Stancíková M., Masaryk P., Svík K. [et al.]. Eggshell calcium in the prevention and treatment of osteoporosis // International Journal of Clinical Pharmacology Research. 2003. Vol. 23, Iss. 2–3. P. 83–92.
- Sellmeyer D. E., Schloetter M., Sebastian A. Potassium citrate prevents increased urine calcium excretion and bone resorption induced by a high sodium chloride diet // The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2002. Vol. 87, Iss. 5. P. 2008–2012. DOI: <https://doi.org/10.1210/jcem.87.5.8470>.

References

- Avrunin, A. S., Kornilov, N. V., Abolin, A. B. 2003. Correlation between bone tissue structure and its metabolism with diagnostics and osteoporosis treatment. Proceedings of II Intern. conf. *Osteoporosis in traumatology and orthopedics*. Moscow, 12–13 February, 2003. Moscow, pp. 25–27. (In Russ.)
- Dzeranova, L. K., Molitvoslovova, N. N., Rozhinskaya, L. Y., Sergeeva, N. I. et al. 2003. Application of vitrum osteomag in osteopenia in postmenopause women. Proceedings of II Intern. conf. *Osteoporosis in traumatology and orthopedics*. Moscow, 12–13 February, 2003. Moscow, pp. 93–94. (In Russ.)
- Donskaya, G. A. 2012. Functional curd paste. *Pererabotka moloka*, 5(151), pp. 6–9. (In Russ.)
- Donskaya, G. A. 2015. Theoretical and practical aspects of processing and decontamination of milk contaminated with radionuclides. In *Milk. Processing and Storage. Monography*. Moscow, pp. 350–376. (In Russ.)
- Donskaya, G. A., Zakharova, E. V. 2010. Antioxidant properties of milk whey. *Dairy Industry*, 9, pp. 72–73. (In Russ.)
- Donskaya, G. A., Kulik, M. V. 2013. Substitution of calcium supplements with curd paste, Vitacalcin. *Pererabotka moloka*, 1(159), pp. 24–25. (In Russ.)
- Donskaya, G. A. 2013. Milk whey and functional food additives as ingredients for curd paste. *Prodovol'stvennyy trgovno-promyshlennyy zhurnal Produkt BY*, 3(107), pp. 62–63. (In Russ.)
- Donskaya, G. A., Ishmametjeva, M. V., Donskaya, E. V., Rodionova, S. S. et al. 2004. Multicomponent dairy-based products modulate calcium homeostasis in osteoporotic humans. Abstract of reports 9th *European Nutrition Conference*, Rome, October 1–4. 2004. (In Russ.)
- Zborovsky, A. B., Zavadovsky, B. V., Nikitina N. V. 2003. Usage of alfa-calcidole in osteoporosis treatment of Chernobyl liquidators. Proceedings of II Intern. conf. *Osteoporosis in traumatology and orthopedics*. Moscow, 12–13 February, 2003. Moscow, pp. 94–95. (In Russ.)
- Zobkova, Z. S. 2006. Functional non-fermented dairy products. *Dairy Industry*, 3, pp. 46–52. (In Russ.)
- Korolev, A. A. 1997. Ecologo-hygenic aspects of development and evaluation of new functional products and optimization of feeding population. Ph.D. Thesis. Moscow. (In Russ.)
- Korolev, A. A., Nikotenko, E. I., Donskaya G. A., Ishmametjeva, M. V. et al. 2004. Study of the effectiveness of calcium and vitamin D supplementation of curd and plant food compositions. In coll. articles *Regional hygienic problems and strategy of population health status*. Erisman Federal Scientific Centre of Hygiene, pp. 10. (In Russ.)
- Luchkina, M. V. 2006. Development of polyfunctional curd product with increased bioavailability of calcium. Ph.D. Thesis. Moscow. (In Russ.)
- Mironov, S. P., Rodionova, S. S. 2003. Current situation with osteoporosis. Proceedings of II Intern. conf. *Osteoporosis in traumatology and orthopedics*. Moscow, 12–13 February, 2003. Moscow, pp. 3–4. (In Russ.)
- Donskaya, G. A., Luchkina, M. V., Donskaya, E. V. All-Russian Dairy Research Institute. 2008a. Curd paste. Russian Federation, Pat. 2337563. (In Russ.)
- Donskaya, G. A., Luchkina, M. V., Donskaya, E. V. All-Russian Dairy Research Institute. 2008b. Curd paste. Russian Federation, Pat. 2338383. (In Russ.)
- Plekhanov, L. G., Plekhanov, I. L., Astapenkov, D. S. 2003. Experience in osteoporosis treatment. Proceedings of II Intern. conf. *Osteoporosis in traumatology and orthopedics*. Moscow, 12–13 February, 2003. Moscow, pp. 101–102. (In Russ.)
- Reshetnik, L. A. 2011. Jerusalem artichoke in diet and nutritional therapy. Proceedings of Intern. conf. *Jerusalem artichoke – a polyfunctional biotechnological culture of XXI century*. Moscow, 23–26 November, 2011. Moscow, pp. 78–85. (In Russ.)

- Rodionova, S. S., Kolondaev, A. F., Shishkina, T. N. 2003. Fitase impact on Ca homeostasis in osteoporotic patients. Proceedings of II Intern. conf. *Osteoporosis in traumatology and orthopedics*. Moscow, 12–13 February, 2003. Moscow, pp. 107. (In Russ.)
- Spirichev, V. B., Shatnyuk, L. N. 2000. Micronutrient enrichment of food: Modern medico-biological aspects. *Pishchevaya promyshlennost'*, 7, pp. 98–101. (In Russ.)
- Sukhanov, B. P. 1987. Medico-biological justification of correct usage of raw materials in functional product development. Ph.D. Thesis. Moscow. (In Russ.)
- Phillipova, I. A. 2003. Calcium – ions of health. Saint Petersburg. (In Russ.)
- Chumakova, I. V., Fateeva, N. V. 2009. Products for seniors. *Dairy Industry*, 7, pp. 26. (In Russ.)
- Chumakova, I. V., Fateeva, N. V., Blekher, B. M., Gorin, E. A. 2008. Fermented dairy products for children of early age. *Food Industry*, 2, pp. 20–21. (In Russ.)
- Chumakova, I. V., Fateeva, N. V., Pivovarov, A. O., Polezhaeva, O. A. 2013. Supplemented dairy products for kids of preschool and school age. *Pererabotka moloka*, 2(160), pp. 60–62. (In Russ.)
- Rovenský, J., Stancíková, M., Masaryk, P., Svík, K. et al. 2003. Eggshell calcium in the prevention and treatment of osteoporosis. *International journal of clinical pharmacology research*, 23(2–3), pp. 83–92.
- Sellmeyer, D. E., Schloetter, M., Sebastian, A. 2002. Potassium citrate prevents increased urine calcium excretion and bone resorption induced by a high sodium chloride diet. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 87(5), pp. 2008–2012. DOI: <https://doi.org/10.1210/jcem.87.5.8470>.

Сведения об авторе

Донская Галина Андреевна – ул. Люсиновская, 35, корп. 7, г. Москва, Россия, 115093; Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, д-р биол. наук, ст. науч. сотрудник; e-mail: vnimi@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6270-7579>

Galina A. Donskaya – 35, Lyusinovskaya Str., blok 7, Moscow, Russia, 115093; All-Russian Dairy Research Institute, Dr Sci. (Biology), Professor, Senior Researcher; e-mail: vnimi@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6270-7579>