

Научная статья

УДК 637.3.04

DOI 10.46845/1997-3071-2025-76-74-87

**Исследования по совершенствованию рецептуры мягкого сыра
повышенной биологической ценности остеотропной направленности**

Олеся Сергеевна Федорова¹, Наталия Юрьевна Ключко²

^{1,2} Калининградский государственный технический университет, Калининград,
Россия

¹olesya.fedorova@klgtu.ru

²natalya.kluchko@klgtu.ru

Аннотация. Производство мягких сыров является перспективным и актуальным направлением, поскольку их технологию отличает эффективное использование сырья и короткие сроки созревания. Готовая продукция характеризуется повышенным содержанием кальция, витаминов А, В₂, В₁₂, РР и может быть рекомендована для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата. Известно, что витамин С и кальций оказывают ключевое влияние на процессы биосинтеза коллагена и костного метаболизма. Сочетание этих компонентов в комплексе с полноценными белками и жирами способствует наилучшему усвоению всех питательных веществ, поэтому обогащение мягких сыров низкомолекулярными коллагеновыми пептидами и витамином С позволяет создать из него комплексный продукт, обладающий остеотропной направленностью.

В статье представлена рецептура мягкого сыра повышенной биологической ценности для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата. Охарактеризовано состояние здоровья населения Российской Федерации, которое свидетельствует о распространенности остеопороза и остеопении среди жителей страны, а также о нарастающем дефиците потребления кальция и витамина С. Обосновано внесение в состав мягкого сыра обогащающих компонентов – гидролизованной кожи трески балтийской в качестве источника коллагена и плодов облепихи, которые богаты витамином С. Изучен процесс кислотного гидролиза коллагенсодержащего сырья на примере двух видов молочной сыворотки – творожной и подсырной. Проанализированы и определены параметры кислотного гидролиза кожи трески балтийской в творожной сыворотке. С применением метода математического планирования эксперимента подобрана рецептура обогащенного мягкого сыра и описаны рекомендации по его употреблению. Так, 70 г сыра в сутки удовлетворяет у человека суточную потребность (на основании теоретических расчетов) в кальции на 39,6 %, фосфоре – на 51,5 %, витамине А – на 24,5 %, витамине В₂ – на 15,5 %, коллагене – на 42 %.

Ключевые слова: мягкий сыр, обогащенные мягкие сыры, заболевания опорно-двигательного аппарата, коллаген, кислотный гидролиз.

Для цитирования: Федорова О. С., Ключко Н. Ю. Исследования по совершенствованию рецептуры мягкого сыра повышенной биологической ценности остеотропной направленности // Известия КГТУ. 2025. № 76. С. 74–87. DOI 10.46845/1997-3071-2025-76-74-87.

Original article

Study on the improvement of the recipe for soft cheese with increased biological value and osteotropic orientation

Olesya S. Fedorova¹, Nataliya Yu. Klyuchko²

^{1,2}Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹olesya.fedorova@klgtu.ru

²natalya.kluchko@klgtu.ru

Abstract. Production of soft cheeses is a promising and relevant direction, since their technology is distinguished by the efficient use of raw materials and short maturation periods. Finished products are characterized by an increased content of calcium, vitamins A, B2, B12, PP and can be recommended for the prevention of diseases of the musculoskeletal system. It is known that vitamin C and calcium have a key influence on the processes of collagen bio-synthesis and bone metabolism. Combination of these components when paired with complete proteins and fats contributes to the best absorption of all nutrients. Therefore, enrichment of soft cheeses with low-molecular-weight collagen peptides and vitamin C makes it possible to create a complex product with an osteotropic orientation from it.

The article presents a formulation of soft cheese of increased biological value for the prevention of diseases of the musculoskeletal system. The state of health of the population of the Russian Federation is characterized, which indicates the prevalence of osteoporosis and osteopenia among the inhabitants of the country, as well as an increasing shortage of calcium and vitamin C intake. The introduction has been substantiated of enriching components into the composition of soft cheese – hydrolyzed Baltic cod skin as a source of collagen and sea buckthorn fruits, which are rich in vitamin C. The process of acid hydrolysis of collagen-containing raw materials has been studied using the example of two types of whey - curd and cheese. The parameters of acid hydrolysis of Baltic cod skin in curd serum have been analyzed and determined. Using the method of mathematical planning of the experiment, the formulation of enriched soft cheese has been selected and recommendations for its use have been described. Thus, 70 g of cheese per day satisfies a person's daily need (based on theoretical calculations) for calcium by 39.6%, phosphorus by 51.5%, vitamin A by 24.5% and vitamin B2 by 15.5%, collagen by 42%.

Keywords: soft cheese, enriched soft cheeses, diseases of the musculoskeletal system, collagen, acid hydrolysis.

For citation: Fedorova O. S., Klyuchko N. Yu. Study on the improvement of the recipe for soft cheese with increased biological value and osteotropic orientation. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2025;(76):74–87. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2025-76-74-87.

ВВЕДЕНИЕ

Вследствие увеличения численности и старения населения быстро растет количество людей с нарушениями и болезнями опорно-двигательного аппарата. Главной причиной возникновения этих заболеваний является деградация коллагена – ключевого белка соединительной ткани человеческого организма, из-за чего развиваются остеопорозы, остеоартрозы и остеохондрозы. Общая заболеваемость остеопорозом среди жителей России составляет около 14 млн человек, одновременно с этим отмечается, что еще у 20 млн снижена минеральная плотность кости, что указывает на наличие остеопении. Установлено, что в России среди лиц в возрасте 50 лет и старше остеопороз выявлен у 34 % женщин и 27 % мужчин, а частота остеопении составляет 43 % и 44 % соответственно [1, 2].

С возрастом активность фибробластов (клеток, вырабатывающих коллаген) постепенно снижается и количество коллагена уменьшается. Так, уже после 25 лет производство собственного коллагена в нужном объеме сокращается, а после 40 лет синтез коллагена уменьшается на 1–3 % в год. Данный факт является основанием, позволяющим говорить об актуальности поступления коллагена в организм человека извне [3, 4, 5].

По источнику коллаген подразделяют на животный и получаемый из гидробионтов. В сравнении со свиным и говяжьим коллагеном рыбный коллаген более идентичен человеческому (на 96 %), чем животный, что позволяет ему эффективнее усваиваться в организме. При использовании данного вида коллагена отсутствует риск заражения прионами. Отличительной особенностью рыбного коллагена является более низкое содержание аминокислот и, как следствие, меньшее число поперечных связей, а также несколько иной аминокислотный состав одной из цепей [6, 7].

Установлено, что гидролизаты коллагена лучше усваиваются организмом человека [1, 8]. В связи с этим с целью обеспечения его аминокислотами для биосинтеза матрикса целесообразно применять коллаген, который предварительно подвергнулся гидролизу, то есть коллагеновые пептиды. Последние хорошо усваиваются организмом человека, поскольку они водорастворимы и в отличие от других белков имеют очень простую пептидную структуру.

Согласно результатам исследований ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» у значительной части населения РФ отмечается недостаток потребления и нарастающий дефицит витаминов (А, группы В, С, Е), макро- (кальций, магний) и микроэлементов (железо, цинк, йод). Наиболее тяжелая ситуация наблюдается с витамином С, недостаток которого по обобщенным данным выявляется у 80–90 % обследуемых, а дефицит достигает 50–80 % [9, 10].

Базовые меры профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата включают обеспечение полноценного питания. В рационе здорового питания важное место занимают сыры, которые обладают уникальными пищевыми и биологическими свойствами и отличаются повышенным содержанием белка и кальция. В настоящей работе предлагается обогащать мягкий сыр гидролизованной коллагеновыми пептидами морского происхождения, на усвояемость которых влияет их соотношение с другими микро- и макронутриентами, прежде всего с кальцием и витамином С [11, 12, 13]. В связи с этим в качестве обогащающего компонента дополнительно выступили плоды облепихи *Hippophae rhamnoides*,

которые отличаются повышенным содержанием витамина С и позволяют сформировать приятные органолептические характеристики готового продукта. Также плоды облепихи положительно влияют на качество вырабатываемого сырного зерна за счет повышения кислотности творожной сыворотки, где происходит образование сырного сгустка. Поэтому актуальным направлением становится разработка рецептуры мягкого сыра, обогащенного гидролизованной рыбьей кожей и плодами облепихи.

Целью работы является совершенствование рецептуры мягкого сыра и повышение его биологической ценности за счет введения в состав обогащающих компонентов – гидролизованной кожи трески балтийской и плодов облепихи. Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены основные задачи: изучить научную литературу для обоснования проблемы заболеваний опорно-двигательного аппарата; провести маркетинговые исследования для определения предпочтений потребителей при выборе мягких сыров; изучить процесс гидролиза кожи трески в творожной сыворотке и обосновать его параметры; разработать рецептуру мягкого сыра с применением методов математического планирования эксперимента; провести оценку качества разрабатываемого продукта по органолептическим и физико-химическим показателям, а также рассчитать его пищевую и биологическую ценность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является мягкий сыр, который произведен из коровьего молока, сыворотки творожной, гидролизованной кожи трески балтийской, плодов облепихи и соли пищевой. В качестве обогащающего компонента – источника коллагена – выступила кожа трески балтийской *Gadus morhua callarias*. Также в качестве обогащающего компонента предлагается использовать быстрозамороженные плоды облепихи *Hippophae rhamnoides*, которые позволяют сформировать приятные органолептические характеристики готового продукта, способствуют повышению кислотности используемой сыворотки и являются источником витамина С.

Используемое сырье должно соответствовать показателям качества, которые приведены в действующей нормативной документации: ГОСТ 31449, ГОСТ 33823, ГОСТ 34352, ГОСТ Р 51574 и СТО 78924478-001-2021.

Предпочтения жителей Калининградской области при выборе сыров определялись методом опроса. В опросе приняли участие 150 человек, среди которых 119 женщин и 31 мужчина в возрасте от 18 до 60 лет и более.

Органолептическая оценка мягкого сыра, обогащенного гидролизованной рыбьей кожей и плодами облепихи, проводилась с применением метода балльных шкал. Для исследования была разработана 20-балльная шкала с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей качества: 20,0–18,0 баллов – «отлично»; 17,9–16,0 – «хорошо»; 15,9–14,0 – «удовлетворительно»; ниже 14 баллов – «неудовлетворительно». Оцениваемыми показателями выступили внешний вид, цвет, запах, консистенция и вкус готового продукта.

Для определения показателя твердости мягкого сыра использовали анализатор текстуры Brookfield СТЗ. Под твердостью подразумевается определение кинетики изменения усилия нагружения (в граммах) на инденторе «Цилиндр Ø6»

при внедрении его в пробу со скоростью 0,5 мм/с на глубину 15 мм после касания и установлении твердости и однородности структуры пробы.

Физико-химические показатели готового мягкого сыра – массовая доля влаги и сухого вещества, хлористого натрия, жира, общего белка и золы – определяли согласно ГОСТ 3626, ГОСТ 3627, ГОСТ 5867, ГОСТ 34454 и ГОСТ Р 51463. Определение массовой доли витамина С в мягком сыре проводили методом йодометрического титрования, содержание аминного азота в творожной сыворотке (для установления степени гидролиза рыбьей кожи) – методом формольного титрования. Моделирование и оптимизацию рецептуры мягкого сыра, обогащенного гидролизованной рыбьей кожей и плодами облепихи, осуществляли методом математического планирования эксперимента с применением ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух факторов.

Обработка экспериментальных данных осуществлялась методами математической статистики с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Office (Microsoft Excel 2010) и Statistica 6.0 при 95 %-ном доверительном уровне. Повторность анализов при выполнении экспериментальных исследований была 3-кратная, количество параллельных определений – 3–5-кратное. Оптимизацию проводили с использованием методов математической статистики, применялись критерии Стьюдента и Кохрена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Анализ рынка сыров в России за период 2019–2023 гг. показал, что производство данной категории продукции увеличилось на 40 %, а именно с 540 до 758 тыс. т в год. Нарастание темпов производства сыра связано с действующим с 2014 г. эмбарго на определенные категории сельскохозяйственной продукции и, как следствие, переориентацией экономики на выработку отечественных продуктов питания.

Выработка мягких сыров является перспективным направлением, поскольку технологию их производства отличает эффективное использование сырья, короткие сроки созревания и высокая биологическая ценность готового продукта. Однако состав мягких сыров не позволяет в полном объеме удовлетворить потребности современного общества в витаминах, макро- и микроэлементах, поэтому основной задачей является разработка новых рецептур мягких сыров, которые предусматривают введение в их состав дополнительных компонентов для обогащения.

Первоначальным в исследовании по совершенствованию рецептуры мягких сыров стало проведение социологического опроса [14]. Его целью было выявление потребности в данном продукте среди населения, а также установление отношения потребителей к мягким сырам и продукции, обладающей повышенной биологической ценностью. По результатам социологического опроса установлено, что мягкие сыры пользуются спросом у населения и являются востребованным и популярным продуктом [14]. Также потребители положительно относятся к введению в состав мягкого сыра дополнительных компонентов, способствующих его обогащению. Кроме того, респонденты выразили положительное отношение к применению компонентов морского происхождения в технологии мягкого сыра. Полученные данные обусловлены увеличением осведомленности населения о

принципах здорового рациона и повышением компетентности в вопросах культуры питания [14].

В настоящей работе рассматривается способ переработки коллагенсодержащего сырья – кожи трески балтийской с использованием методов кислотного гидролиза. Кожа трески балтийской предварительно подвергалась гидролизу в молочной сыворотке, при выборе последней ориентировались на показатели ее кислотности. Исследовали два вида молочной сыворотки – творожную и подсырную. В промышленности при получении подсырной сыворотки ее кислотность составляет до 20 °Т, а при получении творожной сыворотки она колеблется от 50 до 70°Т [15]. Использование творожной сыворотки дает возможность сократить время выдерживания, необходимое для нарастания кислотности, что позволяет существенно интенсифицировать процесс выработки продукции.

Для выбора сыворотки были поставлены на изучение органолептических характеристик два варианта гидролиза кожи – в подсырной сыворотке (образец № 1) и в творожной сыворотке (образец № 2). Для исследования образцы кожи предварительно нарезали на кусочки размером 1*1 см.

Образцы выдерживались при температуре 4±2 °С в течение 72 ч и соотношении кожи рыбы и сыворотки 1:2. В табл. 1 представлены результаты органолептической оценки кожи трески после гидролиза в подсырной и творожной сыворотке.

Таблица 1. Результаты органолептической оценки кожи трески после гидролиза в подсырной и творожной сыворотке

Table 1. Results of organoleptic evaluation of cod skin after hydrolysis in subcutaneous and curd serum

Наименование показателя	Наименование образца	
	Образец № 1	Образец № 2
Внешний вид	Кожа рыбы сероватого цвета, ровная, отмечается обильное ослизнение поверхности	Кожа рыбы сероватого цвета, ровная, отмечается легкое ослизнение поверхности
Консистенция	Плотная, твердая	Мягкая, нежная
Запах	Неприятный, кислый, выраженный рыбный запах	Слегка кислый и рыбный, без посторонних запахов

Эксперименты показали, что подсырная сыворотка не приводит к желаемому уровню размягчения кожи и снижает органолептические характеристики сырья. Наилучшие показатели наблюдались при использовании творожной сыворотки. В качестве среды для выдерживания кожи трески выбрана творожная сыворотка кислотностью 80±2 °Т. В ходе ряда экспериментов были подобраны параметры выдерживания кожи в творожной сыворотке: продолжительность выдерживания 48 ч, температура 4–6 °С, соотношение рыбьей кожи и сыворотки 1:3.

Процесс гидролиза кожи трески изучали по накоплению аминного азота в творожной сыворотке, который определяли методом формольного титрования. На рисунке представлен график накопления аминного азота в творожной сыворотке.

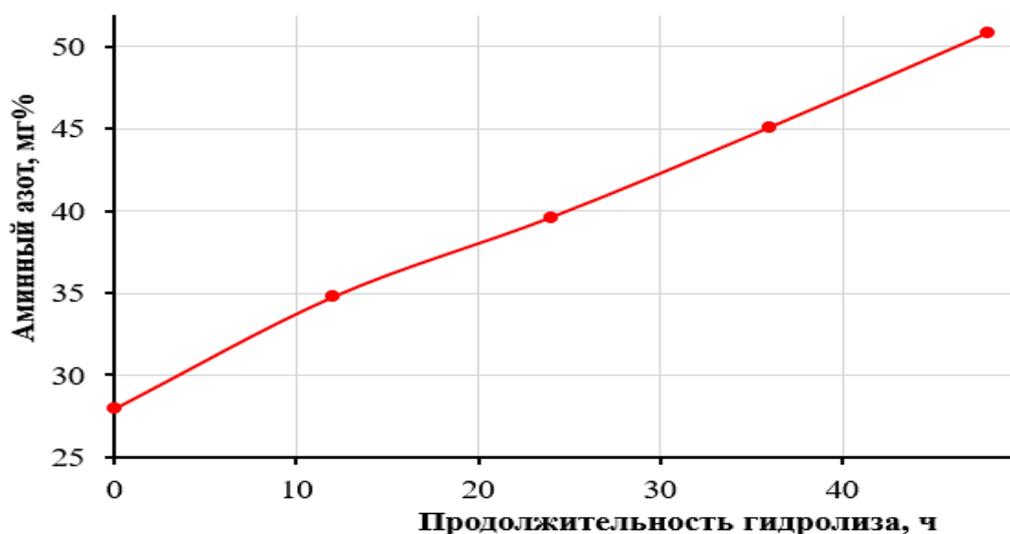


Рис. Динамика накопления аминного азота в творожной сыворотке
 Fig. Dynamics of amine nitrogen accumulation in curd whey

Содержание коллагена в коже рыб достигает 85–90 % от общего содержания азотистых веществ [4]. Из графика видно, что в творожной сыворотке идет накопление аминного азота, это подтверждает протекание процесса гидролиза коллагена, входящего в состав кожи трески.

Моделирование и оптимизацию рецептуры мягкого сыра, обогащенного гидролизованной рыбьей кожей и плодами облепихи, осуществляли методом математического планирования эксперимента с применением ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух факторов. В табл. 2 представлен выбор основных изменяемых факторов и интервалы их варьирования. В качестве изменяемых факторов были выбраны содержание гидролизованной кожи и содержание облепихи в рецептуре на 100 г смеси, необходимой для изготовления сыра, так как именно данные факторы оказывают наибольшее влияние на органолептические и реологические характеристики готового продукта.

Таблица 2. Значения изменяемых факторов рецептуры мягкого сыра, их интервалы и пределы варьирования

Table 2. Values of the variable factors of the soft cheese formulation, their intervals and limits of variation

Фактор	-1	0	+1	Интервал варьирования
Содержание гидролизованной кожи трески, г/100 г смеси	16	24	32	8
Содержание облепихи, г/100 г смеси	40	60	80	20

В табл. 3 представлены частные отклики, в качестве которых выступили органолептическая оценка в баллах и твердость сыра в граммах, а также их идеальные значения. Для показателя твердости «идеальным» значением являлось

значение твердости для производственного образца мягкого сыра из коровьего молока торговой марки «Свежий ряд» жирностью 40 % – 360 грамм.

Таблица 3. Частные отклики и их «идеальные» значения рецептуры мягкого сыра
 Table 3. Private responses and their "ideal" values of the soft cheese recipe

Наименование частного отклика	Размерность измерения	«Идеальные» значения частного отклика
Органолептическая оценка	баллы	20
Твердость сыра	граммы	360

Далее была получена математическая модель в кодированном (1) и натуральном виде (2). Математическая модель рецептуры мягкого сыра в кодированном виде:

$$Y = 0,0215 + 0,0037x_1 + 0,0027x_2 + 0,0037x_1x_2 - 0,0072(x_1^2 - 2/3) + 0,0176(x_2^2 - 2/3), \quad (1)$$

где X_1 – содержание гидролизованной кожи трески, г/100 г смеси;
 X_2 – содержание облепихи, г/100 г смеси;
 Y – обобщенный параметр оптимизации.

После приведения подобных членов представлен общий вид кодированной модели рецептуры мягкого сыра:

$$Y = 0,0145 + 0,0037x_1 + 0,0027x_2 + 0,0037x_1x_2 - 0,0072x_1^2 + 0,0176x_2^2 \quad (2)$$

Далее осуществляли переход кодированной модели к модели в натуральном виде. Для этого в полученное кодированное уравнение были подставлены натуральные значения факторов:

$$x_1 = (M_{2к} - 24) / 8 \quad (3)$$

$$x_2 = (M_{об} - 60) / 20, \quad (4)$$

где $M_{2к}$ – масса гидролизованной кожи трески г/100 г смеси;
 $M_{об}$ – масса облепихи г/100 г смеси.

После приведения подобной искомая математическая модель рецептуры мягкого сыра в натуральном выражении может быть записана в следующем виде:

$$Y = 0,1222 + 0,004475M_{2к} - 0,0057M_{об} + 0,00002312M_{2к}M_{об} - 0,0001125M_{2к}^2 + 0,0000447M_{об}^2. \quad (5)$$

После дифференцирования и решения системы уравнений были найдены значения варьируемых факторов: содержание гидролизованной кожи трески – 25,8 г/100 г смеси, содержание плодов облепихи – 57,9 г/100 г смеси.

Основываясь на результатах социологического опроса, органолептического анализа, реологических исследований и данных математического моделирования

ния была подобрана рецептура мягкого сыра, которая включает в себя следующие компоненты: молоко коровье сырое, кожу трески гидролизованную, плоды облепихи, сыворотку творожную, пищевую соль и воду питьевую для посола. Рецептура мягкого сыра, обогащенного гидролизованной рыбьей кожей и плодами облепихи, представлена в табл. 4.

Таблица 4. Рецептура мягкого сыра, обогащенного гидролизованной рыбьей кожей и плодами облепихи

Table 4. The recipe of soft cheese enriched with hydrolyzed fish skin and sea buckthorn fruits

Наименование сырья	Расход сырья, кг/100 кг готовой продукции
Молоко коровье сырое	750,0
Кожа трески замороженная	27,7
Плоды облепихи быстрозамороженные	65,62
Сыворотка творожная	198,0
Соль пищевая	91,05
Вода питьевая	364,0

Технология производства мягкого сыра, обогащенного гидролизованной рыбьей кожей и плодами облепихи, включает в себя следующие основные технологические этапы: прием сырья, его подготовку, составления смеси для свертывания молока, нормализацию, пастеризацию и свертывание молока, формование и самопрессование сыра, его посол, обсушивание и выдерживание, а также процессы упаковывания, маркирования и хранения готовой продукции.

Далее были определены органолептические показатели мягкого сыра, обогащенного гидролизованной рыбьей кожей и плодами облепихи, которые представлены в табл. 5.

Таблица 5. Органолептические показатели мягкого сыра, обогащенного гидролизованной рыбьей кожей и плодами облепихи

Table 5. Organoleptic characteristics of soft cheese enriched with hydrolyzed fish skin and sea buckthorn fruits

Наименование показателя	Характеристика показателя
Внешний вид	Сыр корки не имеет. Поверхность ровная или морщинистая, увлажненная, без ослизнения. Допускается наличие небольших включений облепихи и кожи рыбы на поверхности сыра
Вкус и запах	Чистый, с выраженным вкусом и запахом облепихи. Допускается слегка кисловатый со слабовыраженным вкусом и запахом рыбы
Консистенция	Нежная, однородная, в меру плотная, некрошливая
Рисунок	Рисунок отсутствует. Допускается наличие мелких глазков круглой, овальной или угловатой формы
Цвет	От светло-желтого до оранжевого. Допускается наличие мелких включений кожи рыбы и облепихи в массе сыра

В табл. 6 указаны физико-химические показатели идентификации мягкого сыра, обогащенного гидролизованной рыбьей кожей и плодами облепихи.

Таблица 6. Физико-химические показатели мягкого сыра, обогащенного гидролизованной рыбьей кожей и плодами облепихи

Table 6. Physico-chemical parameters of soft cheese enriched with hydrolyzed fish skin and sea buckthorn fruits

Наименование показателя	Норма
Массовая доля влаги, %, не более	60,0
Массовая доля жира в перерасчете на абсолютно сухое вещество, %, не менее	40,0
Массовая доля витамина С, мг%, не менее	8,0
Массовая доля хлористого натрия, %, не более	2,0

В табл. 7 представлен общий химический состав разработанного мягкого сыра.

Таблица 7. Общий химический состав мягкого сыра, обогащенного гидролизованной кожей трески и плодами облепихи

Table 7. General chemical composition of soft cheese enriched with hydrolyzed cod skin and sea buckthorn fruits

Наименование образца	Значение показателя, г			Энергетическая ценность, ккал
	белки	жиры	углеводы	
Мягкий сыр с добавлением гидролизованной кожи трески и плодов облепихи	17,4±0,6	16,1±0,6	1,5±0,4	220,5

В табл. 8 представлены показатели биологической ценности разработанного мягкого сыра, которые были определены расчетным методом.

Таблица 8. Показатели биологической ценности мягкого сыра из коровьего молока, обогащенного гидролизованной кожей трески и плодами облепихи [16]

Table 8. Indicators of the biological value of soft cow's milk cheese enriched with hydrolyzed cod skin and sea buckthorn fruits [16]

Наименование вещества	Суточная потребность согласно МР 2.3.1.0253-21	Содержание в 100 г сыра	% удовлетворения суточной потребности для мужчин старше 18 лет (~ 70 г сыра)	Функциональность продукта по данному компоненту
Кальций	1200 мг	680 мг	39,6	функциональный
Фосфор	700 мг	515 мг	51,5	функциональный
Калий	3500 мг	210 мг	4,2	не функциональный
Магний	420 мг	40 мг	6,6	не функциональный

Железо	18 мг	0,8 мг	3,1	не функциональный
Витамин А	900 мкг	315 мг	24,5	функциональный
Витамин В ₂	1,8 мг	0,40 мг	15,5	функциональный
Витамин С*	100 мг	8,07 мг	5,6	не функциональный

Примечание. * – экспериментальные данные.

Суточная потребность организма в коллагене зависит от того, насколько активный образ жизни ведет человек. Для взрослого человека при умеренных физических нагрузках в сутки требуется 5–7 г коллагена [3, 7], поэтому разрабатываемый продукт следует рекомендовать к употреблению всем категориям взрослого населения в качестве источника коллагена, который содержит уникальные аминокислоты – гидроксипролин и гидроксизин. Также разрабатываемый продукт богат витаминами и минеральными веществами, которые совместно с коллагеном формируют комплексный продукт, направленный на профилактику заболеваний и укрепление опорно-двигательного аппарата. Гидроксипролин и гидроксизин, входящие в состав коллагена кожи трески, принимают участие в построении собственного коллагена человеческого организма, тем самым способствуя формированию костей, хрящей, суставов, сухожилий и связок. Рекомендуемое потребление сыра составляет 70 г в сутки. Употребив такое количество обогащенного мягкого сыра, можно удовлетворить суточную потребность организма в Са на 39,6 %, Р на 51,5 %, витамине А на 24,5 % и витамине В₂ на 15,5 %. На основании теоретических расчетов было установлено, что содержание коллагена в 70 г мягкого сыра составляет 2,5 г – 42 % от рекомендуемой суточной потребности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ научной литературы показал, что заболевания опорно-двигательного аппарата распространены во всем мире и являются главной причиной инвалидизации населения. По результатам социологического опроса было установлено, что мягкие сыры пользуются спросом у населения и являются востребованным и популярным продуктом. Также потребители положительно относятся к введению в состав мягкого сыра дополнительных компонентов, способствующих его обогащению.

В ходе исследований были определены параметры выдерживания кожи трески в творожной сыворотке: продолжительность выдерживания 48 ч, температура 4–6 °С, соотношение рыбьей кожи и сыворотки 1:3, кислотность творожной сыворотки 80±2 °Т. Результаты изучения процесса гидролиза кожи показали динамику роста аминного азота в творожной сыворотке, что подтверждает протекание процесса гидролиза коллагена, входящего в состав кожи трески.

С помощью методов математического моделирования была получена математическая модель рецептуры мягкого сыра, обогащенного гидролизованной кожей трески и плодами облепихи, и рассчитаны значения дозировок гидролизованной кожи трески – 25,8 г/100 г смеси и плодов облепихи – 57,9 г/100 г смеси, используемой при изготовлении сыра. Далее разработана рецептура мягкого сыра,

в готовом продукте определены органолептические и физико-химические показатели. Также расчетным методом была определена функциональность проектируемого сыра.

Описаны рекомендации по употреблению обогащенного мягкого сыра, направленные на профилактику заболеваний опорно-двигательного аппарата за счет содержания в своем составе уникальных аминокислот – гидроксипролина и гидроксизина, а также витаминов и минеральных веществ.

Список источников

1. Leon-Lopez A., Morales-Penalosa A., Martinez-Juarez V., Vargas-Torres A., Zeugolis D. Hydrolyzed Collagen-Sources and Applications // *Molecules*. 2019. N 24. P. 1–16.
2. Яременко О. Б., Анохина Г. А., Бурьянов А. А. Сустав. Хрящ. Коллаген // *Травма*. 2020. № 4. С. 6–12.
3. Paul C., Leser S., Oesser S. Significant Amounts of Functional Collagen Peptides Can Be Incorporated in the Diet While Maintaining Indispensable Amino Acid Balance // *Nutrients*. 2019. N 4. P. 1–9.
4. Болгова С. Б. Рыбные коллагены: получение, свойства и применение: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.07. Воронеж, 2015. 20 с.
5. Соколов А. Ю. Изучение свойств коллагенсодержащего сырья и научное обоснование возможности его использования в пищевых целях: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.15: утв. 04.09.02. Москва, 2002. 199 с.
6. Исследование по совершенствованию мягких сыров / Н. Ю. Ключко, А. Л. Фартышева, Д. В. Филиппова, Д. А. Позднякова // IX междунар. науч.-практ. конф. «Пищевая и морская биотехнология» (5 окт. 2020): материалы. Калининград, 2021. С. 58–63.
7. Song H., Li B. Beneficial Effects of Collagen Hydrolysate: A Review on Recent Developments // *Biomedical*. 2020. N 3. P. 458–461.
8. Канбеков С. Ш. Коллаген – основной белок, образующий соединительную ткань // *Травма*. 2021. № 2. С. 10–15.
9. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, Д. В. Рисник, Д. Б. Никитюк, В. А. Тутельян // *Вопросы питания*. 2017. № 4. С. 113–124.
10. Олейникова Т. А., Пожидаева Д. Н., Орешко А. Ю. Мониторинг заболеваемости патологиями костно-мышечной системы и соединительной ткани в Российской Федерации // *Фармакоэкономика*. 2019. № 12. С. 5–13.
11. Роль и место препаратов кальция и витамина D для профилактики и лечения остеопороза / А. С. Луценко, Л. Я. Рожинская, Н. В. Торопцова, Ж. Е. Белая // *Остеопороз и остеопатии*. 2019. № 2. С. 69–75.
12. Халимов Ю., Власенко А., Цепкова Г. Профессиональные заболевания, обусловленные функциональным перенапряжением опорно-двигательного аппарата // *Врач*. 2020. № 3. С. 3–9.
13. Витамины как основа иммунометаболической терапии / А. А. Савченко [и др]. Красноярск: Издательство КрасГМУ, 2011. 213 с.

14. Федорова О. С., Ключко Н. Ю. Анализ рынка мягких сыров Калининградской области и пути повышения их биологической ценности // Вестник молодежной науки. 2024. № 1 (43). 8 с.
15. Бережная Е. А. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки // Вестник науки. 2021. № 1. С. 131–135.
16. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. Москва: ДеЛи принт, 2002. 237 с.

References

1. Leon-Lopez A., Morales-Penalosa A., Martinez-Juarez V., Vargas-Torres A., Zeugolis D. Hydrolyzed Collagen-Sources and Applications. *Molecules*. 2019. N 24. P. 1–16.
2. Yaremenko O. B., Anokhina G. A., Bur'yanov A. A. Sustav. Khryashch. Kollagen [Joint. Cartilage. Kollagen]. *Travma*, 2020, no. 4, pp. 6–12.
3. Paul C., Leser S., Oesser S. Significant Amounts of Functional Collagen Peptides Can Be Incorporated in the Diet While Maintaining Indispensable Amino Acid Balance. *Nutrients*. 2019. N 4. P. 1–9.
4. Bolgova S. B. *Rybnye kollageny: poluchenie, svoystva i primeneniye. Avtoreferat diss. kand. tekhn. nauk* [Fish collagens: Preparation, properties and application. Abstract of dis.ph.d. in engineering sci]. Voronezh, 2015, 20 p.
5. Sokolov A. Yu. *Izuchenie svoystv kollagensoderzhashchego syr'ya i nauchnoe obosnovanie vozmozhnosti ego ispol'zovaniya v pishchevykh tselyakh. Diss. kand. tekhn. nauk* [Study of the properties of collagen-containing raw materials and scientific justification of the possibility of its use for food purposes. Dis. Ph.D. in Engineering]. Moscow, 2002. 199 p.
6. Klyuchko N. Yu., Fartysheva A. L., Filippova D. V., Pozdnyakova D. A. Issledovanie po sovershenstvovaniyu myagkikh syrov [Research on the improvement of soft cheeses]. *Materialy IX mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Pishchevaya i morskaya biotekhnologiya» (5 okt. 2020)* [Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference "Food and Marine Biotechnology (October 5, 2020)]. Kaliningrad, 2021, pp. 58–63.
7. Song H., Li B. Beneficial Effects of Collagen Hydrolysate: A Review on Recent Developments. *Biomedical*. 2020. N 3. P. 458–461.
8. Kanbekov S. Sh. Kollagen – osnovnoy belok, obrazuyushchiy soedinitel'nyuyu tkan' [Collagen is the main protein that forms connective tissue]. *Travma*, 2021, no. 2, pp. 10–15.
9. Kodentsova V. M., Vrzhesinskaya O. A., Risnik D. V., Nikityuk D. B., Tutel'-yan V. A. Obespechennost' naseleniya Rossii mikronutrientami i vozmozhnosti ee korrektsii. Sostoyanie problemy [Provision of micronutrients to the Russian population and the possibility of its correction. The state of the problem]. *Voprosy pitaniya*, 2017, no. 4, pp. 113–124.
10. Oleynikova T. A., Pozhidaeva D. N., Oreshko A. Yu. Monitoring zabolevaemosti patologiyami kostno-myshechnoy sistemy i soedinitel'noy tkani v Rossiyskoy Federatsii [Monitoring of the incidence of pathologies of the musculoskeletal system and connective tissue in the Russian Federation]. *Farmakoekonomika*, 2019, no. 12, pp. 5–13.

11. Lutsenko A. S., Rozhinskaya L. Ya., Toroptsova N. V., Belaya Zh. E. Rol' i mesto preparatov kal'tsiya i vitamina D dlya profilaktiki i lecheniya osteoporoza [The role and place of calcium and vitamin D preparations for the prevention and treatment of osteoporosis]. *Osteoporoz i osteopatii*, 2019, no. 2, pp. 69–75.
12. Khalimov Yu., Vlasenko A., Tsepkova G. Professional'nye zabolevaniya, obuslovlennye funktsional'nym perenapryazheniem oporno-dvigatel'nogo apparata [Occupational diseases caused by functional overstrain of the musculoskeletal system]. *Vrach*, 2020, no. 3, pp. 3–9.
13. Savchenko A. A., Anisimova E. N., Borisov A. G., Kondakov A. E. *Vitaminy kak osnova immunometabolicheskoy terapii* [Vitamins as the basis of immunometabolic therapy]. Krasnoyarsk, KrasGMU Publ., 2011, 213 p.
14. Fedorova O. S., Klyuchko N. Yu. Analiz rynka myagkikh syrov Kalininskoy oblasti i puti povysheniya ikh biologicheskoy tsennosti. *Vestnik molodezhnoy nauki*, 2024, № 1 (43), 8 p.
15. Berezhnaya E. A. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy pererabotki molochnoy syvorotki [Current state and prospects of whey processing]. *Vestnik nauki*, 2021, no. 1, pp. 131–135.
16. Skurikhin I. M., Tutel'yan V. A. *Khimicheskiy sostav rossiyskikh pishchevykh produktov* [Chemical composition of Russian food products]. Moscow, DeLi print Publ., 2002, 237 p.

Информация об авторах

О. С. Федорова – магистрант кафедры пищевой биотехнологии

Н. Ю. Ключко – кандидат технических наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии

Information about the authors

O. S. Fedorova – student at the Department of Food Biotechnology

N. Yu. Klyuchko – PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Food Biotechnology

Статья поступила в редакцию 21.11.2024; одобрена после рецензирования 04.12.2024; принята к публикации 13.12.2024.

The article was submitted 21.11.2024; approved after reviewing 04.12.2024; accepted for publication 13.12.2024.