



ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗОВАННОГО КОЛЛАГЕНА В ТЕХНОЛОГИИ ПЛАВЛЕНОГО СЫРА

Ольга Николаевна Мусина¹, Елена Михайловна Нагорных²,
Дарья Андреевна Усатюк³, Нина Ивановна Бондаренко⁴

^{1,3,4} ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий», г. Барнаул, Россия

² Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

¹ musinaolga@gmail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>

² elena_nagornikh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3051-1381>

³ d_usatyuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7852-1680>

⁴ bni-22@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9045-6834>

Аннотация. Изучена возможность расширения ассортимента плавленых сыров за счет внесения в рецептуру гидролизованного коллагена, подсолнечного лецитина, пшеничных отрубей. Гидролизированный коллаген представляет собой группу низкомолекулярных пептидов, которые обладают антиоксидантной и антимицробной активностью, способны присоединять ионы кальция, способствуя повышению его биодоступности. Пшеничные отруби являются источником пищевых волокон. Лецитин подсолнечный богат фосфолипидами, которые обладают доказанным антиоксидантным эффектом и относятся наряду с пищевыми волокнами к функциональным пищевым ингредиентам.

В статье приведен технологический процесс выработки экспериментальных образцов плавленого сыра с описанием основного сырья. Приведена подробная рецептура для составления смеси для плавления. Описаны показатели полученных экспериментальных образцов плавленого сыра.

Установлено, что добавление коллагена увеличило вязкость сыра, но практически не обеспечило прочностных свойств, при этом плавленый сыр с коллагеном отличается высокой адгезией.

В результате разработана технология плавленого пастообразного сыра, обогащенного натуральным коллагеном в легкой для усвоения гидролизованной форме, подсолнечным лецитином и пшеничными отрубями. Внесение гидролизованного коллагена способствует повышению содержания белка в готовом продукте практически в два раза по сравнению с контрольным образцом, пшеничные отруби обогащают сыр пищевыми волокнами, лецитин является источником фосфолипидов.

На новый сыр разработана и утверждена нормативная документация.

Ключевые слова: плавленый сыр, гидролизированный коллаген, лецитин подсолнечный, отруби пшеничные, обогащение, реология, технологический процесс, рецептура плавленого сыра.

Для цитирования: Мусина О. Н., Нагорных Е. М., Усатюк Д. А., Бондаренко Н. И. Исследование возможности использования гидролизованного коллагена в технологии плавленого сыра // Ползуновский вестник. 2023. № 2. С. 15–21. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.002. EDN: <https://elibrary.ru/YJGERO>.

Original article

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF USING HYDROLYZED COLLAGEN IN PROCESSED CHEESE TECHNOLOGY

Olga N. Musina¹, Elena M. Nagornyh², Daria A. Usatyuk³, Nina I. Bondarenko⁴

^{1,3,4} Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Barnaul, Russia,

² Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia,

¹ musinaolga@gmail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>

² elena_nagornikh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3051-1381>

³ d_usatyuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7852-1680>

⁴ bni-22@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9045-6834>

Abstract. *The possibility of expanding the range of processed cheeses by introducing hydrolyzed collagen, sunflower lecithin, wheat bran into the formulation has been studied. Hydrolyzed collagen is a group of low molecular weight peptides, which have antioxidant and antimicrobial activity, are able to attach calcium ions, contributing to an increase in its bioavailability. Wheat bran is a source of dietary fiber. Sunflower lecithin is rich in phospholipids, which have a proven antioxidant effect and are, along with dietary fibers, functional food ingredients.*

The article presents the technological process of producing experimental samples of processed cheese with a description of the main raw materials. A detailed recipe for making a mixture for melting is given. The indicators of the obtained experimental samples of processed cheese are described.

It was found that the addition of collagen increased the viscosity of the cheese, but practically did not provide strength properties, while processed cheese with collagen is characterized by high adhesion.

As a result, the technology of processed pasty cheese enriched with natural collagen in an easy-to-digest hydrolyzed form, sunflower lecithin and wheat bran has been developed. The introduction of hydrolyzed collagen increases the protein content in the finished product almost twice as compared to the control sample, wheat bran enriches cheese with dietary fibers, lecithin is a source of phospholipids.

Regulatory documentation has been developed and approved for the new cheese.

Keywords: *processed cheese, hydrolyzed collagen, sunflower lecithin, wheat bran, enrichment, rheology, technological process, processed cheese recipe.*

For citation: Musina, O.N., Usatyuk, D.A., Nagornyh, E.M. & Bondarenko, N.I. (2023). Investigation of the possibility of using hydrolyzed collagen in processed cheese technology. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 15-21. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.002. EDN: <https://elibrary.ru/YJGERO>.

ВВЕДЕНИЕ

Продукты здорового питания не только удовлетворяют потребности организма в нутриентах и энергии, но и способствуют профилактике хронических неинфекционных заболеваний, сохранению высокого качества жизни и активного долголетия. К продукции здорового питания относятся и обогащенные пищевые продукты.

Согласно ТР ТС 021/2011 «обогащенная пищевая продукция – пищевая продукция, в которую добавлены одно или более пищевые и (или) биологически активные вещества и (или) пробиотические микроорганизмы, не присутствующие в ней изначально, либо присутствующие в недостаточном количестве или утраченные в процессе производства (изготовления); при этом гарантированное изготовителем содержание каждого пищевого или

биологически активного вещества, использованного для обогащения, доведено до уровня, соответствующего критериям для пищевой продукции – источника пищевого вещества или других отличительных признаков пищевой продукции, а максимальный уровень содержания пищевых и (или) биологически активных веществ в такой продукции не должен превышать верхний безопасный уровень потребления таких веществ при поступлении из всех возможных источников (при наличии таких уровней)». Определение, содержащиеся в ГОСТ Р 52349, более лаконично – «обогащенный пищевой продукт – это функциональный пищевой продукт, получаемый добавлением одного или нескольких функциональных пищевых ингредиентов к традиционным пищевым продуктам с целью предотвращения возникновения или исправления

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗОВАННОГО КОЛЛАГЕНА В ТЕХНОЛОГИИ ПЛАВЛЕНОГО СЫРА

имеющегося в организме человека дефицита питательных веществ».

Цель настоящей работы – изучить возможность использования гидролизованного коллагена для обогащения плавленого сыра.

В организме человека коллаген наиболее часто встречается в коже, сухожилиях, связках, костях, зубах, мышцах, сосудистой лигатуре, хрящевой ткани, волосах, базальной мембране и органах [1]. Роль коллагена в организме очень велика: он помогает развитию органов, заживлению ран и тканей, восстановлению костей, кровеносных сосудов, роговицы, десен и кожи. Коллаген важен для выполнения биологических функций клетки, таких как пролиферация и дифференцировка; поэтому коллаген присутствует в человеческом теле в целом – в костях, сухожилиях, связках, волосах, коже и мышцах [2–4].

При этом потеря коллагена в организме человека начинается уже в возрасте 18–29 лет, после 40 лет теряет около 1 % в год, а примерно в 80 лет выработка коллагена в организме может уменьшиться на 75 % в целом по сравнению с 18-летними [5, 6].

Гидролизированный коллаген представляет собой группу низкомолекулярных пептидов, которые могут быть получены ферментативным действием при определенной температуре инкубации в кислых или щелочных средах [1].

Современная наука рассматривает коллагеновые пептиды как перспективный ингредиент для функциональных пищевых продуктов, поскольку они обладают антиоксидантной и антимикробной активностью, способны присоединять ионы кальция, способствуя повышению его биодоступности при лечении минеральной недостаточности и, как показано в исследованиях *in vivo*, улучшают память [7–12]. Гидролизированный коллаген также оказывает благотворное действие на некоторые пробиотические культуры [13].

В научно-технической литературе описана возможность использования коллагена для обогащения жидких молочных продуктов (йогурт, сывороточный напиток, пробиотический напиток), однако данные по плавленому сыру отсутствуют [13–15].

Известно, что гидролизированный коллаген действует как антимикробное средство в составе сывороточного напитка [15], что позволяет ожидать схожий эффект и в плавленом сыре.

Коллаген обладает хорошей растворимостью и термостабильностью, что позволяет прогнозировать его высокую технологическую совместимость с остальными рецептурными

ингредиентами плавленого сыра. Ожидается, что внесение коллагена в рецептуру плавленого сыра не будет искажать его органолептические характеристики (вкус, запах).

МЕТОДЫ

Плавленый сыр в ходе экспериментов вырабатывали из сычужных сыров, творога, масла сливочного, сливок, сухого обезжиренного молока и гидролизованного коллагена и/или лецитина подсолнечного и/или отрубей пшеничных, с добавлением солей-плавителей, регуляторов кислотности, соли и воды. Сыр вырабатывался путем измельчения, смешивания и плавления подготовленного сырья с использованием солей-плавителей.

В качестве основного сырья в работе использованы: сыры сычужные полутвердые по ГОСТ 32260; сыры сычужные мягкие по ГОСТ 32263; творог по ГОСТ 31453; масло сливочное по ГОСТ 32261; сливки по ГОСТ 34355; молоко сухое обезжиренное по ГОСТ Р 52791; соль пищевая по ГОСТ Р 51574 первого сорта, молотая, нейодированная либо соль морская пищевая садовая по ТУ 9192-006-9107000793; кислота лимонная моногидрат пищевая по ГОСТ 908; вода питьевая по ГОСТ Р 51232, СанПиН 1.2.3685, СанПиН 2.1.3684.

Гидролизированный говяжий коллаген – натуральный продукт, полученный ферментным гидролизом. В экспериментах использован коллаген марки «Athletic Food», соответствует требованиям технических регламентов ТР ТС 021/2011, ТР ТС 029/2012, изготовитель ООО «СМТ-Групп», ТУ 10.89.19-003-0160057957-2021.

В предварительных экспериментах [16] была показана хорошая совместимость плавленого сыра с подсолнечным лецитином и пшеничными отрубями, поэтому они также включены в состав рецептуры сыра, обогащенного коллагеном. Использован лецитин подсолнечный по ГОСТ 32052; отруби пшеничные по ГОСТ 7169.

Пшеничные отруби являются эффективным и недорогим источником пищевых волокон. Лецитин подсолнечный представляет собой смесь жироподобных веществ, главным образом фосфолипидов и триглицеридов. Основная задача внесения лецитина в состав плавленого сыра – это обогащение его фосфолипидами, которые обладают доказанным антиоксидантным эффектом и относятся к функциональным пищевым ингредиентам согласно ГОСТ Р 54059.

Соли-плавители подобраны с учетом получения пластичной консистенции и активной кислотности от 6,20 до 5,80 ед.рН:

- ортофосфат натрия по ГОСТ 31725;
- пирофосфат натрия по ГОСТ Р 55054;
- трифосфат натрия по ГОСТ 31638;
- полифосфат натрия по ГОСТ 31686.

Органолептическую оценку сыра проводили по ГОСТ 33630, при температуре воздуха в помещении (20±2) °С и температуре анализируемого сыра (18±2) °С.

Массовую долю жира определяли по ГОСТ 5867; массовую долю влаги по ГОСТ Р 55063; массовую долю хлористого натрия по ГОСТ Р 55063; активную кислотность по ГОСТ 32892.

Плавление сырной массы осуществляли на приборе «Термомикс ТМ5», который позволяет регулировать скорость вращения ножей и температуру нагрева, что важно для правильного ведения технологического процесса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По ТР ТС 033/2013 плавленый сыр – это молочный продукт или молочный составной продукт, произведенный из сыра и (или) творога с использованием молочных продуктов и (или) побочных продуктов переработки молока, эмульгирующих солей или структурообразователей путем измельчения, перемешивания, плавления и эмульгирования смеси для плавления с добавлением или без добавления немолочных компонентов, вводимых не в целях замены составных частей молока [17].

Разработано два варианта рецептур плавленого сыра – с массовой долей жира в сухом веществе 55 % и 60 % (таблица 1).

На базе сектора процессов и оборудования (руководитель – д.т.н. проф. А.А. Майоров) «Сибирского НИИ сыроделия» проведена оценка реологических свойств плавленых сыров (контрольный образец и образец с добавлением коллагена по рецептуре). Полученный график приведен на рисунке 1. Отруби и лецитин в этом эксперименте не использовались.

Установлено, что внесение коллагена в смесь для плавления увеличило вязкость продукта, но практически не обеспечило прочностных свойств – характерных пиков предела прочности в экспериментальном сыре не наблюдалось. Контрольный образец сыра (без коллагена) имел слабовыраженный максимум на уровне 23 г. При этом плавленый сыр с коллагеном отличался высокой адгезией.

Таблица 1 – Рецептуры сыра плавленого в зависимости от массовой доли жира в сухом веществе готового продукта

Table 1 - Composition of the melting mixture depending on the mass fraction of fat in the dry matter of processed cheese

Наименование сырья	Масса, кг	
	массовая доля жира в сухом веществе сыра 55 %	массовая доля жира в сухом веществе сыра 60 %
Сыр сычужный полутвердый с массовой долей сухого вещества 56 %, жира в сухом веществе 45 %	306,0	357,0
Творог с массовой долей сухого вещества 25 %, жира 5 %	102,0	102,0
Масло крестьянское сладко-сливочное с массовой долей сухого вещества 75 %, жира 72,5 %	239,1	284,1
Сливки с массовой долей сухого вещества 41 %, жира 35 %	122,4	61,2
Сухое обезжиренное молоко с массовой долей сухого вещества 96 %	10,6	21,8
Соль пищевая	1,0	1,0
Солеплавитель	20,4	20,4
Лимонная кислота	1,0	1,0
Коллаген и/или лецитин и/или отруби	30,6	3,1
Вода питьевая	186,9	168,4
Всего	1020,0	1020,0
Выход	1000,0	1000,0

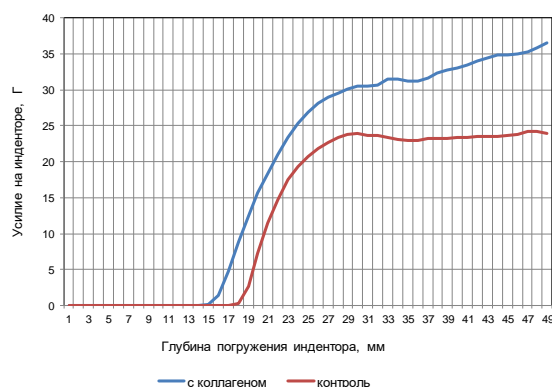


Рисунок 1 – Реограмма плавленого сыра

Figure 1 - Rheogram of processed cheese

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗОВАННОГО КОЛЛАГЕНА В ТЕХНОЛОГИИ ПЛАВЛЕНОГО СЫРА

На рисунке 2 представлена технологическая схема получения плавленного пастообразного сыра, обогащенного коллагеном.

Технологический процесс	Параметры и показатели
Выбор сыров для плавления Камеры для хранения и созревания	$t = (-4 \dots -8) ^\circ\text{C}$, либо при $t = (10-12) ^\circ\text{C}$ $\text{pH}_{\text{сыра}} = (5,7-5,3) \text{ ед.}$
Предварительная обработка сыров Машина для снятия парафина и мойки сыра	Темп. для парафина = $(90-95) ^\circ\text{C}$ Темп. для обезжиривания = $(40-45) ^\circ\text{C}$ Темп. для мытья сыра = $(40-45) ^\circ\text{C}$ Т. обезжиривания = $(1,5-2,0) \text{ ч}$ Т. выдержки для обезжиривания = $(18-20) ^\circ\text{C}$ Т. выдержки для обезжиривания = $(18-20) ^\circ\text{C}$ в течение 8-15 часов $M_{\text{сыра}} = (2-3) \text{ кг}$
Измельчение сыров Волчок, вальцовка, вилки-наконечники	$M_{\text{сыра}} = \text{до } 1 \text{ кг}$
Выбор и приготовление солей-плавителей Весы, сосуды из химически стойких материалов	$M_{\text{соли}} = \text{до } 2 \text{ кг} / 100 \text{ кг}$ $V_{20\% \text{ р-ра соли}} = 3,4 \text{ л} / 100 \text{ кг}$ $T_{\text{варки р-ра}} = (80-90) ^\circ\text{C}$ $T_{\text{плавления р-ра}} = (18-20) ^\circ\text{C}$
Смешивание сырной смеси Загрузочный конвейер	В соответствии с рецептурой
Плавление сырной смеси Аппарат для плавления сырной смеси	$T_{\text{плавления}} = (65-70) ^\circ\text{C}$ $T_{\text{плавления}} = (85-90) ^\circ\text{C}$ $t_{\text{плавления}} = (15-20) \text{ мин}$
Фасование и охлаждение Автомат фасовочно-упаковочный, холодильная камера	Темп. массы = $(70-80) ^\circ\text{C}$ Темп. для охлаждения = $(-4 \dots -6) ^\circ\text{C}$ Темп. от 30 мин до 12-16 ч Темп. сыра = $(8-15) ^\circ\text{C}$

Рисунок 2 – Технологическая схема выработки плавленного сыра

Figure 2 - Technological scheme of processed cheese production

В таблице 2 представлены органолептические показатели экспериментальных образцов пастообразного сыра, полученных по рецептурам, приведенным в табл. 1. Вносимые наполнители (коллаген, отруби, лецитин) слабо влияют на органолептические характеристики конечного продукта, за исключением консистенции и отчасти цвета.

Таблица 2 – Органолептические показатели

Table 2 - Organoleptic indicators

Наименование показателя	Характеристика показателей	
	Массовая доля жира в сухом веществе, %	
	55,0	60,0
Вкус и запах	Сырный, кислomолочный	Сырный, сливочный, пресноватый
Консистенция	Нежная, пластичная	Нежная, кремообразная
Вид на разрезе	Рисунок отсутствует	
Цвет	От белого до желтого	

Физико-химические показатели сыра приведены в таблице 3. Установлено, что по регламентируемым в нормативной документации характеристикам (массовая доля жира в сухом веществе сыра, массовая доля влаги,

содержание хлорида натрия, активная кислотность) сыр с добавлением гидролизованного коллагена не отличается от аналогичных образцов сыра без добавок.

Таблица 3 – Физико-химические показатели сыра плавленного пастообразного, обогащенного коллагеном

Table 3 - Physico-chemical parameters of processed pasty cheese enriched with collagen

Наименование показателя	Значение показателя	
Массовая доля жира в сухом веществе, %	55,0±0,2	60,0±0,1
Массовая доля влаги, %	52,0±0,1	50,0±0,2
Массовая доля пищевой соли, %	0,20±0,05	
Активная кислотность, ед. pH	6,1±0,1	

При этом пищевая ценность сыра с коллагеном выше, чем у аналогов. Внесение гидролизованного коллагена способствует повышению содержания белка в готовом продукте, пшеничные отруби обогащают сыр углеводами, в том числе нерастворимыми пищевыми волокнами, лецитин подсолнечный является источником фосфолипидов.

Таблица 4 – Пищевая ценность 100 г сыра плавленного пастообразного, обогащенного коллагеном

Table 4 - Nutritional value of 100 g of processed pasty cheese enriched with collagen

Наименование показателя	Массовая доля жира в сухом веществе, %	
		55,0±0,2
Жир, г	26,4±0,1	30,0±0,1
Белок, г	17,6±0,2	16,0±0,1
Углеводы, г	1,85±0,05	2,00±0,05
Энергетическая ценность, кКал	316,0±1,5	342,0±1,7

В контрольном образце плавленного пастообразного сыра с массовой долей жира в сухом веществе 55–60 % массовая доля белка составляет 7,5–9,8 г, а в сыре, обогащенном гидролизанным легким для усвоения коллагеном, – от 16 до 17,8 г. Таким образом, достигнуто повышение массовой доли белка в 100 г плавленного сыра на 7,8–8,5 г, что составляет прирост практически вдвое.

На новый плавленный сыр разработана и утверждена в установленном порядке нормативная документация – СТО 02067824-006-2023. Сыр плавленный пастообразный, обогащенный «Сырте».

ВЫВОДЫ

Изучена возможность расширения ассортимента плавящихся сыров за счет внесения в рецептуру гидролизованного коллагена, лецитина, отрубей.

Установлено, что добавление коллагена увеличило вязкость сыра, но практически не обеспечило прочностных свойств, характерных пиков предела прочности в экспериментальном сыре не наблюдалось. При этом плавящийся сыр с коллагеном отличается высокой адгезией.

Разработана технология плавленого пастообразного сыра, обогащенного натуральным коллагеном в легкой для усвоения гидролизованной форме, подсолнечным лецитином и пшеничными отрубями, что позволяет отнести его к продуктам функционального назначения. Внесение гидролизованного коллагена способствует повышению содержания белка в готовом продукте, пшеничные отруби обогащают сыр углеводами, в том числе нерастворимыми пищевыми волокнами, лецитин подсолнечный является источником фосфолипидов.

Сыр получил фантазийное название «Сырте», чистота товарного знака проверена на декабрь 2022 г.

Разработана и утверждена в установленном порядке нормативная документация на новый сыр – СТО 02067824-006-2023. Технология готова к внедрению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. León-López A., Morales-Peñaloza A., Martínez-Juárez V.M., Vargas-Torres A., Zeugolis D.I., Aguirre-Álvarez G. Hydrolyzed Collagen – Sources and Applications // *Molecules*. – 2019. – 24(22): 4031. <https://doi.org/10.3390/molecules24224031>.
2. Gelse K., Pöschl E., Aigner T. Collagens – structure, function, and biosynthesis // *Advanced drug delivery reviews*. – 2003. – Т. 55. – № 12. – С. 1531–1546. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2003.08.002>.
3. Hays N. P. [et al]. Effects of whey and fortified collagen hydrolysate protein supplements on nitrogen balance and body composition in older women // *Journal of the American dietetic association*. – 2009. – Т. 109. – № 6. – С. 1082–1087. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.03.003>.
4. Zorrilla García A. E. El envejecimiento y el estrés oxidativo // *Revistacubana de investigaciones Biomédicas*. – 2002. – Т. 21. – № 3. – С. 178–185.
5. Varani J. [et al]. Decreased collagen production in chronologically aged skin: roles of age-dependent alteration in fibroblast function and defective mechanical stimulation // *The American journal of pathology*. – 2006. – Т. 168. – № 6. – С. 1861–1868. <https://doi.org/10.2353/ajpath.2006.051302>.

6. Baumann L. Skin ageing and its treatment // *The Journal of Pathology: A Journal of the Pathological Society of Great Britain and Ireland*. – 2007. – Т. 211. – № 2. – С. 241–251. <https://doi.org/10.1002/path.2098>.

7. Gómez-Guillén M. C. [et al]. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review // *Food hydrocolloids*. – 2011. – Т. 25. – № 8. – С. 1813–1827. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.007>.

8. Najafian L., Babji A. S. A review of fish-derived antioxidant and antimicrobial peptides: Their production, assessment, and applications // *Peptides*. – 2012. – Т. 33. – № 1. – С. 178–185. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2011.11.013>.

9. Santana R. C. [et al]. Emulsifying properties of collagen fibers: Effect of pH, protein concentration and homogenization pressure // *Food Hydrocolloids*. – 2011. – Т. 25. – № 4. – С. 604–612. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.07.018>.

10. Guo L. [et al]. In vitro assessment of the multifunctional bioactive potential of Alaska pollock skin collagen following simulated gastrointestinal digestion // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2015. – Т. 95. – № 7. – С. 1514–1520. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6854>.

11. Pal G. K., Suresh P. V. Sustainable valorisation of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients // *Innovative food science & emerging technologies*. – 2016. – Т. 37. – С. 201–215. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.03.015>.

12. Pei X. [et al]. Marine collagen peptide isolated from Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) skin facilitates learning and memory in aged C57BL/6J mice // *Food Chemistry*. – 2010. – Т. 118. – № 2. – С. 333–340. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.120>.

13. Znamirska A., Szajnar K., Pawlos M. Probiotic Fermented Milk with Collagen // *Dairy*. – 2020. № 1. – С. 126–134. <https://doi.org/10.3390/dairy1020008>.

14. Walrand S., Chiotelli E., Noirt F., Mwewa S., Lassel T. Consumption of a functional fermented milk containing collagen hydrolysate improves the concentration of collagen-specific amino acids in plasma // *J Agric Food Chem*. – 2008. – № 56(17):7790-5. <https://doi.org/10.1021/jf800691f>.

15. León-López A., Pérez-Marroquín X.A., Campos-Lozada G., Campos-Montiel R.G., Aguirre-Álvarez G. Characterization of Whey-Based Fermented Beverages Supplemented with Hydrolyzed Collagen: Antioxidant Activity and Bioavailability // *Foods*. – 2020. – Т. 12. – № 9(8):1106. <https://doi.org/10.3390/foods9081106>.

16. Мусина О. Н., Усатюк Д. А., Нагорных, Е. М. Исследование возможности расширения ассортимента обогащенных плавящихся сыров // *Ползуновский вестник*. 2022. – № 1(4). – С. 121–125. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-921.2022.04.015>.

17. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050562/> (дата обращения: 14.01.2023).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗОВАННОГО КОЛЛАГЕНА В ТЕХНОЛОГИИ ПЛАВЛЕНОГО СЫРА

Информация об авторах

О.Н. Мусина – д-р техн. наук, гл. науч. сотр., руководитель «Сибирского НИИ сыроделия» ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий ФАНЦА, гл. науч. сотр. ЦКИ «АлтайБиоЛакт» ФГБОУ ВО АлтГТУ;

Е.М. Нагорных – науч. сотр. ЦКИ «АлтайБиоЛакт» ФГБОУ ВО АлтГТУ, аспирант ФГБОУ ВО АлтГТУ;

Д.А. Усатюк – науч. сотр. лаб. научно-прикладных технологических разработок «Сибирского НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

Н.И. Бондаренко – зав. лаб. научно-прикладных и технологических разработок «Сибирского НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

REFERENCES

1. León-López A., Morales-Peñaloza A., Martínez-Juárez V.M., Vargas-Torres A., Zeugolis D.I., Aguirre-Álvarez G. (2019). Hydrolyzed Collagen - Sources and Applications. *Molecules*. 24(22):4031. <https://doi.org/10.3390/molecules24224031>.
2. Gelse K., Pöschl E., Aigner T. (2003). Collagens - structure, function, and biosynthesis. *Advanced drug delivery reviews*. 55(12). 1531-1546. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2003.08.002>.
3. Hays N. P. [et al]. (2009). Effects of whey and fortified collagen hydrolysate protein supplements on nitrogen balance and body composition in older women. *Journal of the American dietetic association*. 109(6). 1082-1087. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.03.003>.
4. Zorrilla García A. E. (2002). El envejecimiento y el estrés oxidativo. *Revista cubana de investigaciones Biomédicas*. 21(3). 178-185.
5. Varani J. [et al]. (2006). Decreased collagen production in chronologically aged skin: roles of age-dependent alteration in fibroblast function and defective mechanical stimulation. *The American journal of pathology*. 168(6). 1861-1868. <https://doi.org/10.2353/ajpath.2006.051302>.
6. Baumann L. (2007). Skin ageing and its treatment. *The Journal of Pathology: A Journal of the Pathological Society of Great Britain and Ireland*. 211(2). 241-251. <https://doi.org/10.1002/path.2098>.
7. Gómez-Guillén M. C. [et al]. (2011). Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food hydrocolloids*. 25(8). 1813-1827. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.007>.
8. Najafian L., Babji A. S. (2012). A review of fish-derived antioxidant and antimicrobial peptides: Their production, assessment, and applications. *Peptides*. 33(1). 178-185. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2011.11.013>.
9. Santana R. C. [et al]. (2011). Emulsifying properties of collagen fibers: Effect of pH, protein concentration and

homogenization pressure. *Food Hydrocolloids*. 25(4). 604-612. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.07.018>.

10. Guo L. [et al]. In vitro assessment of the multifunctional bioactive potential of Alaska pollock skin collagen following simulated gastrointestinal digestion // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2015. T. 95. №. 7. С. 1514-1520. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6854>.

11. Pal G. K., Suresh P. V. (2016). Sustainable valorisation of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients. *Innovative food science & emerging technologies*. (37). 201-215. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.03.015>.

12. Pei X. [et al]. (2010). Marine collagen peptide isolated from Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) skin facilitates learning and memory in aged C57BL/6J mice. *Food Chemistry*. 118(2). 333-340. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.120>.

13. Znamirowska A., Szajnar K., Pawlos M. (2020). Probiotic Fermented Milk with Collagen. *Dairy*. (1). 126-134 <https://doi.org/10.3390/dairy1020008>.

14. Walrand S., Chiotelli E., Noirt F., Mwewa S., Lassel T. (2008). Consumption of a functional fermented milk containing collagen hydrolysate improves the concentration of collagen-specific amino acids in plasma. *J Agric Food Chem*. 56(17):7790-5. <https://doi.org/10.1021/jf800691f>.

15. León-López A., Pérez-Marroquín X.A., Campos-Lozada G., Campos-Montiel R.G., Aguirre-Álvarez G. (2020). Characterization of Whey-Based Fermented Beverages Supplemented with Hydrolyzed Collagen: Antioxidant Activity and Bioavailability. *Foods*. 12(9(8)):1106. <https://doi.org/10.3390/foods9081106>.

16. Musina O.N., Usatyuk D.A. & Nagornykh E.M. (2022). Research of the possibility of expanding the range of enriched processed cheeses. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 121-125. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.015.

17. Technical Regulations of the Customs Union "On the safety of milk and dairy products" (TR CU 033/2013) Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/499050562>. (In Russ.).

Information about the authors

O.N. Musina - D.Sc., Head of the «Siberian Research Institute of Cheese-Making» Federal Altai Scientific Centre of Agro-Bio Technologies (FASCA), Professor of the Institute for Biotechnology, Food and Chemical Engineering, Polzunov Altai State Technical University.

E.M. Nagornykh - PhD student, Polzunov Altai State Technical University.

D.A. Usatiuk - research scientist, lab. of scientific and applied technological developments of the «Siberian Research Institute of Cheese-Making», FASCA.

N.I. Bondarenko - Head of the lab. of scientific and applied technological developments of the «Siberian Research Institute of Cheese-Making», FASCA.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 28.02.2023; одобрена после рецензирования 13.05.2023; принята к публикации 11.06.2023.

The article was received by the editorial board on 28 Feb 2023; approved after editing on 13 May 2023; accepted for publication on 11 June 2023.