

Оценка нутриентного профиля сырного продукта при реализации новых ресурсосберегающих технологических решений

Алина А. Короткова	1	alina.cor@yandex.ru	 0000-0002-0705-5501
Валентина Н. Храмова	1	hramova_vn@mail.ru	 0000-0001-7630-7672
Светлана Е. Божкова	1	bozhkova@mail.ru	 0000-0001-9992-3515
Юлия Н. Картушина	1	kartysina@rambler.ru	 0000-0003-1325-9241

1 Волгоградский государственный технический университет, пр-т Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия

Аннотация. Развитие сыродельной отрасли в современных условиях определяют перспективные направления: медико-социальное – расширение ассортимента продукции с диетическими свойствами и пониженной калорийностью, технологическое – освоение новых способов формования для выпуска сложносоставных и комбинированных сырных продуктов, экономическое – снижение норм расхода молока за счет вовлечения вторичного сырья, экологическое – минимизация углеродного следа сыродельных заводов путем сокращения сбросов сыворотки. запатентованный способ получения комбинированного мягкого сырного продукта предлагает набор ресурсосберегающих технологических решений по введению в сырную головку агаризованной желейной «начинки» на основе возвратной соленой сыворотки с добавлением пряных растительных компонентов. Оригинальная конструкция формы образует сквозное отверстие по центру сырной головки и обеспечивает соотношение сырной части и «начинки» 4 : 1. Предлагаемый способ использования соленой подсырной сыворотки в производстве мягкого сырного продукта обоснован с точки зрения степени адекватности его макро- и микронутриентного состава физиологическим потребностям в пищевых веществах и энергии. Новый сырный продукт с желейной «начинкой» содержит 14,5% белка и 15,3% жира, что восполняет 17% потребности взрослого человека. Продукт отличается пониженной калорийностью 208 ккал при существенном 28% энергетическом вкладе белковой составляющей, что придает ему диетические свойства. Обеспеченность сырного продукта незаменимыми аминокислотами достигает 90% потребности в фенилаланине и тирозине, 87% в лизине, 74% в изолейцине и лейцине. Жирнокислотный профиль характеризуют благоприятные показатели относительного содержания линоленовой и олеиновой кислот. Низкомолекулярные летучие жирные кислоты формируют вкус и аромат сырного продукта без созревания. Витаминный состав продукта имеет функциональную обеспеченность по витаминам А – 40%, К – 31%, группы В и РР – 15-20% потребности. Технологические решения по выработке сырного продукта с «начинкой» сохраняют функциональность его нутриентного профиля, способствуют экономии до 20% молока и повышают экологичность производства.

Ключевые слова: мягкий сыр, формование, соленая сыворотка, начинка, аминокислоты, жирные кислоты, витамины

An assessment of the cheese product's nutrient profile in implementation the new resource-saving technological solutions

Alina A. Korotkova	1	alina.cor@yandex.ru	 0000-0002-0705-5501
Valentina N. Khramova	1	hramova_vn@mail.ru	 0000-0001-7630-7672
Svetlana E. Bozhkova	1	bozhkova@mail.ru	 0000-0001-9992-3515
Yuliya N. Kartushina	1	kartysina@rambler.ru	 0000-0003-1325-9241

1 Volgograd State Technical University, Lenin Av., 28 Volgograd, 400005, Russia

Abstract. In the current conditions the cheese industry development is determining by perspective trends: medical and social – expansion the products range with dietary properties and reduced a calorie content, technological – mastering a new moulding methods for the production of complex and combined cheese products, economic – reduction of a milk consumption rates due to involvement secondary raw materials, ecological – minimizing the carbon footprint of cheese factories by reducing whey's discharges. The patented method for producing the combined soft cheese product offers a set of resource-saving technological solutions for introducing into the cheese head an agarised jelly "filling" based on return salty whey with the spicy plant components addition. The original mold design forms a through hole in the center of the cheese head and provides the cheese part to the "filling" in a ratio as 4 : 1. The proposed method of the using salty sub-raw whey in soft cheese's production is justified from the point of view the adequacy level its macro- and micronutrient composition to physiological requirements in food nutrients and energy. The new cheese product with a jelly "filling" contains 14.5% protein and 15.3% fat, that makes up for 17% of the requirements for adult. The product has a reduced calorie content to 208 kcal with a significant 28% energy contribution by the protein component, that gives it dietary properties. The cheese product's provision by essential amino acids reaches 90% of the requirement in phenylalanine and tyrosine, 87% in lysine, 74% in isoleucine and leucine. The fatty acid profile is characterized by favorable a relative content values of linolenic and oleic acids. Low-molecular volatile fatty acids form the taste and aroma of cheese product without ripening. Its vitamin composition has functional availability for vitamins А - 40%, К - 31%, group В and РР - 15-20% of the requirement. The technological solutions for making of the cheese product with the "filling" maintain a functionality its nutrient profile, contribute to saving up to 20% of milk and increase the environmental friendliness of production.

Keywords: soft cheese, moulding, salty whey, filling, amino acids, fatty acids, vitamins

Для цитирования

Короткова А.А., Храмова В.Н., Божкова С.Е., Картушина Ю.Н. Оценка нутриентного профиля сырного продукта при реализации новых ресурсосберегающих технологических решений // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 1. С. 131–139. doi:10.20914/2310-1202-2022-1-131-139

For citation

Korotkova A.A., Khramova V.N., Bozhkova S.E., Kartushina Yu.N. An assessment of the cheese product's nutrient profile in implementation the new resource-saving technological solutions. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 1. pp. 131–139. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-1-131-139

Введение

В формировании пищевого статуса населения сыр и сырные продукты массового потребления выступают значимым источником основных нутриентов: животного белка, жира, кальция и фосфора в легкоусвояемых формах. В свете распространенности белковой недостаточности, обменных нарушений, избыточного веса, сердечно-сосудистых заболеваний, атеросклероза становится актуальным производство сыров с диетическими свойствами. В этом ключе одним из перспективных направлений развития сыродельной отрасли является снижение калорийности, повышение сбалансированности по аминокислотному и жирокислотному составу, расширение микронутриентного спектра сыров [1–3]. В то же время растущая конкуренция на рынке мягких свежих сыров задает тренд на новые формы выпуска сырных продуктов, например, в виде рулетов или многослойных композиций, сочетающих слои разного происхождения, консистенции и структурно-механических свойств, с разнородными включениями, что формирует оригинальные вкусовые свойства, увеличивает потребительскую привлекательность и повышает спрос.

Многочисленные технологии сыроделия предусматривают свертывание белков молока с последующим отделением сыворотки от сырной массы с помощью различных приемов. В производстве мягких несозревающих сыров в результате удаления излишней влаги при обработке сырного зерна, прессовании, посоле и обсушке происходит концентрирование молочного белка и жира в сырном сгустке [3, 4]. В сыр из молока практически полностью переходит казеин, кальций, фосфор, молочный жир, часть органических кислот, витаминов и микроэлементов. В то же время 52% сухих веществ молока, в том числе 95% особо ценных сывороточных белков молока, а также 96% веществ в истинно-растворимом ионно-молекулярном состоянии – лактоза, минеральные вещества, водорастворимые витамины, – остаются в сыворотке [5, 6]. В результате, средний выход мягкого сыра не превышает 25%, что в современных условиях угрозы дефицита животного белка не оправдывает высокие нормы расхода молока и создает необходимость их рационализации. В числе наилучших доступных технологий [7] в сыроделии обозначено повышение степени использования всех составных частей молока для производства сыра за счет привлечения подсырной сыворотки, что пополняет ресурсные возможности предприятия без дополнительных затрат и позволяет экономить основное сырье. Высокая пищевая

и биологическая ценность сыворотки при низкой калорийности обосновывают ее пригодность для производства диетических продуктов.

С другой стороны, большой отход сыворотки как побочного продукта – от 75 до 80%, – повышает степень загрязнения сточных вод сыродельных предприятий органическими веществами и существенно увеличивает показатель биохимической потребности в кислороде (БПК), что в настоящее время представляет основную экологическую проблему сыродельного производства [7–10]. Сокращение и прекращение сбросов сыворотки снижает экологическую нагрузку на окружающую среду в промышленной зоне сыродельных заводов. Однако, наиболее эффективные из существующих способов решения этой проблемы – концентрирование всех компонентов сыворотки сгущением и сушкой, предварительная деминерализация электродиализом, выделение сывороточных белков тепловой денатурацией и коагуляцией, а также ультрафильтрацией, производство молочного сахара, – предполагают дополнительные производственные мощности, специфическое оборудование и высокий расход энергоносителей [11–14]. Введение современных требований экологического законодательства по ограничению выбросов парниковых газов и минимизации углеродного следа диктует острую потребность в разработке новых ресурсо- и энергосберегающих технологических решений для предприятий сыродельной отрасли.

В связи с этим вызывает интерес научно-практическое обоснование ресурсосберегающего способа использования соленой подсырной сыворотки без предшествующего обессоливания в производстве продуктов сыроделия. Предлагаемое технологическое решение состоит в возврате части соленой сыворотки, выделенной при самопрессовании, в сырную головку в составе агаризованной желеиной «начинки», что позволяет получить оригинально сформированный сложносоставной комбинированный сырный продукт [15]. Для устранения специфического сывороточного привкуса и придания «начинке» привлекательного зеленого цвета в рецептурную композицию вводят травы и пряности: зелень укропа, петрушки и чеснок. Эфирные масла в составе зелени и чеснока формируют гармоничный пикантный вкус и аромат продукта, что также стимулирует секрецию пищеварительных желез и способствует усвоению пищи, растительный пигмент хлорофилл семейства магнийпорфиринов выступает структурным аналогом животного гемоглобина, а флавоноиды и фитонциды оказывают бактерицидный иммунобарьерный эффект.

Присутствие растительных ингредиентов только в «начинке», где активность воды понижена за счет студнеобразования, замедляет микробиологическую порчу сырного продукта [16].

При таком сочетании сырная составляющая комбинированного продукта выступает источником белка, липидов, жирорастворимых витаминов, кальция и фосфора, а сывороточная «начинка» дополняет продукт водорастворимыми витаминами, минеральными солями и сывороточными белками, которые, в отличие от казеина, формирующего сырный сгусток, сбалансированы по серосодержащим аминокислотам. Использование же соленой сыворотки, отделяющейся при самопрессовании, способствует экологизации производства, исключает затраты на обессоливание и повышает биологическую ценность продукта.

В приоритете алиментарного подхода к обоснованию технологий продуктов адекватного питания, цель исследований составила оценка макро- и микронутриентного профиля нового сырного продукта, комбинированного с соленой подсырной сывороткой оригинальным способом, разработанным с учетом тенденции внедрения ресурсосберегающих технологических решений в сыродельную отрасль.

Материалы и методы

Исследования выполняли в лаборатории кафедры технологии пищевых производств Волгоградского государственного технического университета (ВолгГТУ), а также в комплексной аналитической лаборатории Поволжского научно-исследовательского института производства и переработки мясомолочной продукции (ГНУ НИИММП, г. Волгоград) и в ФБУ «Волгоградский ЦСМ». Материал исследований составил образец комбинированного сырного продукта, выработанный в условиях лаборатории кафедры технологии пищевых производств ВолгГТУ по запатентованной технологии [15] из коровьего молока от частного сдатчика с использованием хлорида кальция ООО «Хим-продукт-Волгоград», молокосвертывающего ферментного препарата марки «СНУ-МАХ» (Дания, Chr. Hansen), бактериальной закваски прямого внесения DCC-260 (Дания, Chr. Hansen), представляющей собой смесь мезофильных *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, *Lactobacterium casei* и термофильных *Lactobacterium helveticum*, *Streptococcus thermophilum* молочнокислых бактерий, поваренной соли ООО «РуссоЛЬ», возвратной

соленой подсырной сыворотки от опытной выработки, пищевого агара ООО «Международная сырьевая компания», растительного сырья регионального происхождения: зелени укропа, петрушки и чеснока.

Согласно предлагаемой технологии [15], выработка образца комбинированного сырного продукта предусматривала несколько этапов: получение сырной головки, подготовка сывороточно-растительной «начинки», формование готового продукта и структурообразование. На первом этапе сырную массу, полученную по традиционной технологии мягкого несозревающего сыра путем кислотно-сычужной коагуляции белков молока с посолкой в зерне, заливали в перфорированную закрывающуюся форму в виде полого цилиндра с наружным диаметром 85 мм и внутренним диаметром 38 мм и проводили самопрессование сырной головки, периодически переворачивая формы, в течение 6 ч при температуре 18 °С со сбором соленой сыворотки. Оригинальная конструкция формы обеспечила образование сквозного отверстия по центру сырной головки. Для подготовки желаемой «начинки» измельченные до однородной массы растительные компоненты – зелень укропа, петрушки и чеснок, – вместе с пищевым агаром вносили в горячую соленую сыворотку температурой 80 °С, после чего смесь нагревали до температуры 100 °С, выдерживали в течение 2–3 минут для активации гелеобразователя и охлаждали до 65–70 °С с сохранением текучести. На заключительном этапе отверстие, сформированное внутренним диаметром сырной головки, заполняли агаризованной сывороточно-растительной смесью, после чего продукт охлаждали до температуры 7 °С в течение 30 минут для структурообразования и застудневания «начинки». Предлагаемые технологические решения обеспечивают получение комбинированного продукта с содержанием сырной части и агаризованной «начинки» в объемном отношении 4 : 1.

Нутриентный профиль исследуемого объекта оценивали по уровню адекватности его качественного и количественного состава физиологическим потребностям организма взрослого человека в основных и эссенциальных пищевых веществах и энергии с учетом обновленных медико-биологических норм и рекомендаций МР 2.3.1.0253–21 [17].

Показатели, необходимые для оценки макронутриентной обеспеченности нового сырного продукта, определяли общепринятыми методами: массовую долю белка – методом Кьельдаля по ГОСТ 23327–98, жира – кислотным методом по ГОСТ 5867–90, углеводов –

расчетом по правилу аддитивности. Энергетическую ценность установили согласно МР 2.3.1.0253–21, исходя из того, что 1 г белка обеспечивает 4,0 ккал, 1 г жира – 9,0 ккал, 1 г углеводов – 4 ккал, в т. ч. моно- и дисахаридов – 3,8 ккал, пищевых волокон – 2 ккал [17].

Микронутриентный профиль исследуемого образца оценивали по результатам анализа его аминокислотного, жирнокислотного и витаминного составов. Аминокислотный состав комбинированного сырного продукта исследовали на кафедре технологии пищевых производств ВолгГТУ совместно с комплексной аналитической лабораторией ГНУ НИИММП методом ионообменной хроматографии с помощью системы аминокислотного анализа ARACUS (Германия, RMA GmbH). Биологическую ценность белков сырного продукта как характеристику степени соответствия его аминокислотного состава «идеальному» белку оценивали химическим методом по величине аминокислотного сора незаменимых аминокислот, рассчитанной по общепринятой методике. Жирнокислотный состав образца определяли методом газовой хроматографии по ГОСТ 32915–2014 в лаборатории ФБУ «Волгоградский ЦСМ». Витаминный

состав объекта исследования как многокомпонентной пищевой системы со сложной рецептурной композицией идентифицировали по принципу аддитивности, широко применяемому в математическом аппарате пищевой комбинаторики.

Результаты

Важным аспектом, подтверждающим потребительскую адекватность разработанной ресурсосберегающей рецептуры и технологии сырного продукта, выступают его нутриентная и энергетическая обеспеченности, обусловленные показателями состава (таблица 1).

Биологическая ценность белков сырного продукта характеризует степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка (таблица 2).

Качество жировой составляющей сырного продукта зависит от содержания в нем различных фракций жирных кислот и их соотношения (таблица 3).

Витаминный состав комбинированного сырного продукта характеризует разнообразие, что увеличивает его ценность в физиологическом отношении (таблица 4).

Таблица 1.
Макронутриентная и энергетическая обеспеченности сырного продукта

Table 1.

Provision of the cheese product by macronutrients and energy

Показатель Indicator	Значение Value	% НФП % PhRN
Белки, % Proteins, %	14,5	17
Жир, % Fat, %	15,3	17
Углеводы, % Carbohydrates, %	3,14	0,8
Энергетическая ценность, ккал Energy value, kcal	208	8

Примечание: норма физиологической потребности (НФП)

Note: physiological requirement norm (PhRN)

Таблица 2.
Биологическая ценность белков сырного продукта

Table 2.

Biological value of the cheese product proteins

Аминокислота Amino acid	Эталон ФАО/ВОЗ, г/100 г. Standard FAO/WHO, g/100 g	Содержание, г/100 г. Content, g/100 g	Аминокислотный скор, % Amino acid score, %
Валин Valine	5	3,03	61
Изолейцин + лейцин Isoleucine + leucine	11	7,93	72
Лизин Lysine	5,5	4,68	85
Метионин + цистеин Methionine + cysteine	3,5	2,22	63
Треонин Threonine	4	1,76	44
Триптофан Tryptophan	1	0,81	81
Фенилаланин + тирозин Phenylalanine + tyrosine	6	5,65	89

Таблица 3.

Жирнокислотный состав сырного продукта

Table 3.

Fatty acid composition of the cheese product

Наименование Name	Условное обозначение Symbol	Содержание, % Content, %
Насыщенные жирные кислоты Saturated fatty acids:	–	61,7
масляная butyric	C _{4:0}	2,6
капроновая caproic	C _{6:0}	1,7
каприловая caprylic	C _{8:0}	1,0
каприновая capric	C _{10:0}	2,1
лауриновая lauric	C _{12:0}	2,7
миристиновая myristic	C _{14:0}	10,5
пальмитиновая palmitic	C _{16:0}	30,3
стеариновая stearic	C _{18:0}	10,8
Мононенасыщенные жирные кислоты Monounsaturated fatty acids:	–	28,1
миристолеиновая myristoleic	C _{14:1}	0,7
пальмитолеиновая palmitoleic	C _{16:1}	2,0
олеиновая oleic	C _{18:1}	25,4
Полиненасыщенные жирные кислоты Polyunsaturated fatty acids:	–	4,4
линолевая linoleic	C _{18:2}	3,4
линоленовая linolenic	C _{18:3}	1

Таблица 4.

Витаминная обеспеченность сырного продукта

Table 4.

Vitamin provision of the cheese product

Витамин Vitamin	НФП по МР 2.3.1.0253–21, мг в сутки PhRN for MR 2.3.1.0253–21, mg per day	Содержание, мг/100 г. Content, mg/100 g	% НФП% PhRN
жирорастворимые витамины fat-soluble vitamins:			
А	0,85	0,36	40
Е	15	0,37	2
К	0,12	0,04	31
водорастворимые витамины water-soluble vitamins:			
β -каротин β -carotene	5	0,23	5
В ₁	1,5	0,25	17
В ₂	1,8	0,34	19
В ₅	5	1,02	20
В ₆	2	0,19	9
В ₉	0,4	0,03	9
В ₁₂	0,003	0,0005	17
С	100	7,35	7
Н	0,05	0,004	8
РР	20	3	15

Обсуждение

Как известно, пищевая ценность сыров, прежде всего, обусловлена высоким содержанием белка и жира. По данным анализа макронутриентной обеспеченности, 100 г. разработанного сырного продукта восполняют 17% физиологической потребности среднего взрослого человека в белке и жире, что позволяет считать его функциональным источником этих

пищевых веществ в рационе (таблица 1). На фоне пониженной общей калорийности 208 ккал, энергетический запас сырного продукта отличается незначительный – около 6%, – вклад углеводов и существенный – 28%, – удельный энергетический вес белковой составляющей, что придает новому продукту диетические свойства (рисунок 1).

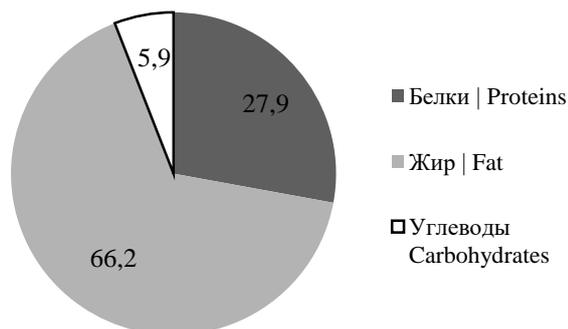


Рисунок 1. Калорийность сырного продукта, %
Figure 1. Calorie content of the cheese product, %

В свою очередь, преобладание белков и жиров в нутриентном профиле сырного продукта и их значительный вклад в калорийность, вызывает интерес в отношении полноценности аминокислотного и жирнокислотного составов, которую отражают показатели биологической ценности и эффективности.

Несмотря на то, что по полученным значениям скоров все незаменимые аминокислоты в составе белков сырного продукта являются лимитирующими, содержание некоторых аминокислот, в частности, фенилаланина и тирозина,

в сумме приближено к «идеальному» белку (таблица 2). Оценка обеспеченности сырного продукта незаменимыми аминокислотами, проведенная с учетом рекомендуемой приказом № 614 Минздрав России от 19.08.2016 г. суточной нормы потребления сыра, составляющей, в среднем, 20 г., выявляет его функциональность (таблица 5).

Так, ежедневное употребление сырного продукта в рекомендованном количестве восполняет физиологическую потребность организма в фенилаланине и тирозине на 18%, в лизине – на 17%, в изолейцине и лейцине – на 15%, что, согласно требованиям ГОСТ Р 52349–2005, подтверждает функциональные свойства продукта по перечисленным аминокислотам. Поскольку рациональная норма потребления сыра колеблется в зависимости от пола, возраста, характера трудовой деятельности и других факторов, целесообразно отметить, что 100 г. сырного продукта содержат 90% суммарной НФП в фенилаланине и тирозине, 87% в лизине, 74% в изолейцине и лейцине, тем самым, способны практически полностью обеспечить организм этими аминокислотами.

Таблица 5.

Обеспеченность сырного продукта незаменимыми аминокислотами

Table 5.

Provision of the cheese product by essential amino acids

Аминокислота Amino acid	НФП ФАО/ВОЗ, мг в сутки PhRN FAO/WHO, mg per day	% НФП % PhRN	
		в расчете на 100 г. per 100 g	в расчете на норму потребления per consumption rate
Валин Valine	650	68	14
Изолейцин + лейцин Isoleucine + leucine	1560	74	15
Лизин Lysine	780	87	17
Метионин + цистеин Methionine + cysteine	845	38	8
Треонин Threonine	455	56	11
Триптофан Tryptophan	228	52	10
Фенилаланин + тирозин Phenylalanine + tyrosine	910	90	18

Одним из важных аспектов биологической ценности пищевого белка выступает степень усвояемости. В технологии сыра протеолиз белков молока под действием молокосвертывающего фермента и, частично, заквасочной микрофлоры в процессе свертывания и при последующем развитии молочнокислого процесса облегчает их усвоение [4]. Комплексный анализ белковой составляющей позволяет рекомендовать новый сырный продукт в качестве источника биологически ценного легкоусвояемого белка.

Количественным выражением биологической эффективности сырного продукта является его соответствие формуле гипотетически идеального жира, разработанной Институтом питания РАМН и ВНИИМС [18–20]. Виду доминирования насыщенной фракции в жирнокислотном составе комбинированного сырного продукта, значение индекса насыщенности 0,53 приближено к нижней границе в формуле идеального жира 0,6–0,9. Значительную долю 49% насыщенных жирных кислот составляет пальмитиновая кислота, известная своей

способностью оказывать стимулирующее воздействие на процессы обновления дермы и межклеточного вещества [17]. Помимо высших жирных кислот предельная фракция содержит 12% низкомолекулярных летучих жирных кислот состава $C_4:0 - C_{10:0}$ – масляную, капроновую, каприловую, каприновую, – которые участвуют в образовании специфического сырного аромата и вкуса, что приобретает особое значение ввиду отсутствия стадии созревания в разработанной технологии сырного продукта и предотвращает появление порока невыраженного вкуса. Аппетитный вкус и аромат стимулируют секрецию желудочного сока, что ускоряет пищеварительный процесс и повышает усвояемость продукта. В составе мононенасыщенной фракции преобладает олеиновая кислота, на долю которой приходится 90,4%. Детальный анализ жирнокислотного состава сырного продукта выявил соответствие относительного содержания линоленовой кислоты 0,01 верхней границе формулы идеального жира 0,005–0,01. В то же время, относительное содержание ценных линолевой и олеиновой кислот в 2,7 раза превышает нежелательную стеариновую, что является благоприятным аспектом жирнокислотного состава сырного продукта.

Комбинирование мягкого сыра с сывороточно-растительным студнем обеспечивает сбалансированность витаминного состава продукта. В большей степени сырный продукт обеспечен жирорастворимыми витаминами, что закономерно ввиду преобладания липидов в его составе. В частности, 100 г. сырного продукта содержат 40% НФП в витамине А, улучшающего состояние кожи и укрепляющего иммунную систему, и 31% НФП в витамине К, участвующем в механизме свертывания крови. Основным источником витамина К в рецептуре сырного продукта выступает укроп в составе «начинки». Обеспеченность продукта водорастворимыми витаминами B_1, B_2, B_5, B_{12} и РР, содержащимися, главным образом, в сывороточной части, составляет 15–20% НФП (таблица 4). Следует отметить участие этих витаминов в процессах обмена, в том числе белка, окислительно-восстановительных реакциях, направленное действие на улучшение состояния кожных покровов.

Заключение

Использование в технологии сырного продукта возвратной соленой подсырной сыворотки без предварительного обессоливания и осветления получило научное и практическое обоснование. Комбинированный мягкий сырный продукт с пряной «начинкой» в виде сывороточно-растительного студня сохраняет высокую пищевую ценность нутриентного профиля, может выступать низкокалорийным источником усвояемого белка и жира, а также отличается функциональной обеспеченностью витаминами А, К, группы В и РР. При этом биологическая ценность белков по незаменимым аминокислотам и эффективность жирнокислотного состава позволяют рекомендовать новый сырный продукт для систематического употребления в составе ежедневного рациона взрослого здорового человека.

Наряду с расширением ассортимента продуктов сыроделия и оптимизацией их нутриентного профиля, набор оригинальных технологических решений по замене части сырной головки агаризованным студнем на основе соленой подсырной сыворотки с растительными наполнителями – рецептурная композиция, способ формования и конструкция формы, режимы подготовки и обработки сырья и промежуточных продуктов, – способствует рациональному сбережению молочного сырья, позволяет увеличить выход продукта, сократить энергетические и материальные затраты. Потенциал развития предлагаемой технологии составляет не только возможность варьирования рецептуры студневой начинки путем введения различных вкусовых ингредиентов натурального происхождения, например, пряных трав, болгарского перца, тыквы и других, но и адаптация к особенностям молокоемкого производства созревающих сыров. Ресурсосберегающий эффект от выработки сырных продуктов с «начинкой» на основе подсырной сыворотки позволяет достигнуть экономии до 20% молочного сырья, т. е. до 2 т молока в расчете на выработку 1 т сыра, что одновременно повышает экологичность сыродельного производства за счет сокращения углеродного следа.

Литература

- 1 Батурин А.К., Мартинчик А.Н., Камбаров А.О. Структура питания населения России на рубеже XX и XXI столетий // Вопросы питания. 2020. № 4. С. 60–70. doi:10.24411/0042-8833-2020-10042
- 2 Делицкая И.Н., Мордвинова В.А., Свириденко Ю.Я. Новый тренд в сыроделии: полутвердые сыры с редуцированной калорийностью // Переработка молока. 2018. № 10. С. 52–53.
- 3 Дерканосова А.А., Курчаева Е.Е., Востроилов А.В., Баженова Е.В. и др. Научные подходы к использованию молока коров красно-пестрой породы в производстве мягких сыров комбинированного состава // Вестник ВГУИТ. 2021. № 1 (83). С. 146–154. doi: 10.20914/2310-1202-2021-1-146-154

- 4 Мордвинова В.А., Остроухова И.Л., Остроухов Д.В., Ильина С.Г. Особенности производства кисломолочных сыров // Сыроделие и маслоделие. 2019. № 1. С. 18–20.
- 5 Волкова Т.А. Побочное молочное сырье – ресурс для производства продуктов сыроделия и маслоделия // Молочная промышленность. 2021. № 5. С. 35–37. doi: 10.31515/1019-8946-2021-05-35-37
- 6 Храмов А.Г. Прогностический взгляд на перспективы переработки молочной сыворотки // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 2–3 (362–363). С. 9–12. doi: 10.26297/0579-3009.2018.2-3.2
- 7 Кузин А.А., Грунская В.А., Острцова Н.Г., Буйлова Л.А. и др. Перспективы перехода на принципы наилучших доступных технологий // Молочная промышленность. 2017. № 10. С. 29–31.
- 8 Карякин М.А. Очистка сточных вод, содержащих молочную сыворотку. Дорожная карта по выбору технологии // Молочная промышленность. 2021. № 7. С. 20–22.
- 9 Uctug F.G. The environmental life cycle assessment of dairy products // Food Engineering Reviews. 2019. V. 11. №. 2. P. 104–121. doi: 10.1007/s12393-019-9187-4
- 10 Sahu R., Agarwal T. Carbon footprint of raw milk and other dairy products // Challenges and opportunities of circular economy in agri-food sector. Springer, Singapore, 2021. P. 177-189. doi: 10.1007/978-981-16-3791-9_10
- 11 Волкова Т.А. Оценка технологического уровня отрасли в области переработки молочной сыворотки // Пищевая промышленность. 2021. № 7 (261). С. 14–18.
- 12 Вихарева, Е.А., Ходяшев Н.Б. Основные направления переработки молочной сыворотки // Химия. Экология. Урбанистика. 2017. Т. 1. С. 346–349.
- 13 Lappa, I.K., Papadaki, A., Kachrimanidou, V., Terpou et al. Cheese whey processing: Integrated biorefinery concepts and emerging food applications // Foods. 2019. V. 8. №. 8. doi: 10.3390/foods8080347
- 14 Benoit S., Chamberland J., Doyen A., Margni M. et al. Integrating pressure-driven membrane separation processes to improve eco-efficiency in cheese manufacture: a preliminary case study // Membranes. 2020. V. 10. №. 10. doi: 10.3390/membranes10100287
- 15 Пат. № 2654594, RU, А23С19/02, 19/032, 19/068. Способ получения комбинированного сырного продукта/А.А. Короткова, Е.А. Горте, И.В. Мгебришвили, Е.А. Селезнева, И.Ф. Горлов, В.Н. Храмова, Л.Ф. Григорян, О.П. Серова; ВолгГТУ. № 2017108006; Заявл. 10.03.2017; Оpubл. 21.05.2018. Бюл. № 15.
- 16 Горлов И.Ф., Короткова А.А., Горте Е.А., Храмова В.Н. и др. Повышение потребительской адекватности мягких свежих сыров // Аграрно-пищевые инновации. 2018. № 4 (4). С. 92–99. doi: 10.31208/2618-7353-2018-4-92-99
- 17 Попова А.Ю., Тутельян В.А., Никитюк Д.Б. О новых (2021) нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации/Вопросы питания. 2021. № 4 (536). С. 6–19. doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19
- 18 Донскова Л.А., Беляев Н.М., Лейберова Н.В. Жирнокислотный состав липидов как показатель функционального назначения продуктов из мяса птицы: теоретические и практические аспекты // Индустрия питания | Food Industry. 2018. Т. 3. № 1. С. 4–10. doi: 10.29141/2500-1922-2018-6-1-1.
- 19 Johler S., Weder D., Bridy C., Huguenin M.C. et al. Outbreak of staphylococcal food poisoning among children and staff at a Swiss boarding school due to soft cheese made from raw milk // Journal of dairy science. 2015. V. 98. №. 5. P. 2944-2948. doi: 10.3168/jds.2014-9123
- 20 El-Sayed S.M. Use of spinach powder as functional ingredient in the manufacture of UF-Soft cheese // Heliyon. 2020. V. 6. №. 1. P. e03278. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03278

References

- 1 Baturin A.K., Martinchik A.N., Kambarov A.O. The transit of Russian nation nutrition at the turn of the 20th and 21st centuries. Problems of nutrition. 2020. no. 4. pp. 60–70. doi:10.24411/0042-8833-2020-10042 (in Russian).
- 2 Delitskaya I.N., Mordvinova V.A., Sviridenko G.M. A new trend in cheese making: semi-solid cheeses with reduced calorie content. Milk processing. 2018. no. 10. pp. 52–53. (in Russian).
- 3 Derkanosova A.A., Kurchaeva E.E., Vostroilov A.V., Bazhenova E.V. et al. Scientific approaches to the application of red-and-white cows milk in the production of combined composition soft cheeses. Proceedings of VSUET. 2021. vol. 83. no. 1. pp. 146–154. doi:10.20914/2310-1202-2021-1-146-154 (in Russian).
- 4 Mordvinova V.A., Ostrouhova I.L., Ostrouhov D.V., Il'ina S.G. Special issues of the fermented cheese production. Cheese and butter making. 2019. no. 1. pp. 18–20. (in Russian).
- 5 Volkova T.A. By-Product dairy raw materials – a resource for the production of cheese and butter products. Dairy industry. 2021. no. 5. pp. 35–37. doi: 10.31515/1019-8946-2021-05-35-37 (in Russian).
- 6 Khramtsov A.G. Prognostic view on the prospects of processing whey. Izvestiya vuzov. Food technology. 2018. vol. 362–363. no. 2–3. pp. 9–12. doi: 10.26297/0579-3009.2018.2-3.2 (in Russian).
- 7 Kuzin A.A., Grunskaya V.A., Ostretsova N.G., Builova L.A. et al. Perspectives of transition on the principles of the best available technologies. Dairy industry. 2017. no. 10. pp. 29–31. (in Russian).
- 8 Karjakin M.A. Treatment of waste water containing milk whey. Technology roadmap. Dairy industry. 2021. no. 7. pp. 20–22. doi: 10.31515/1019-8946 (in Russian).
- 9 Uctug F.G. The environmental life cycle assessment of dairy products. Food Engineering Reviews. 2019. vol. 11. no. 2. pp. 104–121. doi: 10.1007/s12393-019-9187-4
- 10 Sahu R., Agarwal T. Carbon footprint of raw milk and other dairy products. Challenges and opportunities of circular economy in agri-food sector. Springer, Singapore, 2021. pp. 177-189. doi: 10.1007/978-981-16-3791-9_10
- 11 Volkova T.A. Assessment of the industry technological level in the whey processing field/Milk processing. 2021. vol. 261. no. 7. pp. 14–18 (in Russian).

- 12 Vkhareva E.A., Khodyashev N.B. The main directions of processing milk whey. *Chemistry. Ecology. Urbanistics*. 2017. vol. 1. pp. 346–349 (in Russian).
- 13 Lappa, I.K., Papadaki, A., Kachrimanidou, V., Terpou et al. Cheese whey processing: Integrated biorefinery concepts and emerging food applications. *Foods*. 2019. vol. 8, no. 8. doi: 10.3390/foods8080347
- 14 Benoit S., Chamberland J., Doyen A., Margni M. et al. Integrating pressure-driven membrane separation processes to improve eco-efficiency in cheese manufacture: a preliminary case study. *Membranes*. 2020. vol. 10. no. 10. doi: 10.3390/membranes10100287
- 15 Korotkova A.A., Gorte E.A., Mgebrishvili I.V., Selezneva E.A. et al. Method for obtaining combined analogue cheese. Patent RF, no. 2654594, 2018.
- 16 Gorlov I.F., Korotkova A.A., Gorte E.A., Hramova V.N. et al. Increase in consumer adequacy soft fresh cheeses. *Agrarian-and-food innovations*. 2018. vol. 4. no. 4. pp. 92–99. doi: 10.31208/2618–7353–2018–4–92–99 (in Russian).
- 17 Popova A. Yu., Tutelyan V.A., Nikityuk D.B. On the new (2021) norms of physiological requirements in energy and nutrients of various groups of the population of the Russian Federation. *Problems of nutrition*. 2021. vol. 536. no. 4. pp. 6–19. doi: 10.33029/0042–8833–2021–90–4–6–19 (in Russian).
- 18 Donskova L.A., Belyaev N.M., Leiberova N.V. Fatty-acid composition of lipids as functional purpose indicator of poultry meat products from: theoretical and practical aspects. *Food Industry*. 2018. vol. 3. no. 1. pp. 4–10. doi: 10.29141/2500–1922–2018–6–1–1 (in Russian).
- 19 Johler S., Weder D., Bridy C., Huguenin M.C. et al. Outbreak of staphylococcal food poisoning among children and staff at a Swiss boarding school due to soft cheese made from raw milk. *Journal of dairy science*. 2015. vol. 98. no. 5. pp. 2944–2948. doi: 10.3168/jds.2014-9123
- 20 El-Sayed S.M. Use of spinach powder as functional ingredient in the manufacture of UF-Soft cheese. *Heliyon*. 2020. vol. 6. no. 1. pp. e03278. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03278

Сведения об авторах**Information about authors**

Алина А. Короткова к.б.н., доцент, кафедра технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет, пр-т Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, alina.cor@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0705-5501>

Валентина Н. Храмова д.б.н., профессор, кафедра технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет, пр-т Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, hramova_vn@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7630-7672>

Светлана Е. Божкова к.б.н., доцент, кафедра технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет, пр-т Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, bozhkova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9992-3515>

Юлия Н. Картушина к.г.-м.н., доцент, кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, Волгоградский государственный технический университет, пр-т Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, kartysina@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1325-9241>

Alina A. Korotkova Cand. Sci. (Biol.), associate professor, food technology industries department, Volgograd State Technical University, Lenin Av., 28 Volgograd, 400005, Russia, alina.cor@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0705-5501>

Valentina N. Khranova Dr. Sci. (Biol.), professor, food technology industries department, Volgograd State Technical University, Lenin Av., 28, Volgograd, 400005, Russia, hramova_vn@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7630-7672>

Svetlana E. Bozhkova Cand. Sci. (Biol.), associate professor, food technology industries department, Volgograd State Technical University, Lenin Av., 28, Volgograd, 400005, Russia, bozhkova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9992-3515>

Yuliya N. Kartushina Cand. Sci. (Geol.-Min.), associate professor, industrial ecology and life safety department, Volgograd State Technical University, Lenin Av., 28, Volgograd, 400005, Russia, kartysina@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1325-9241>

Вклад авторов**Contribution**

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Конфликт интересов**Conflict of interest**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/01/2022

После редакции 09/02/2022

Принята в печать 02/03/2022

Received 20/01/2022

Accepted in revised 09/02/2022

Accepted 02/03/2022