

УДК 637.352

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ВИДА БЕЗЛАКТОЗНОГО МЯГКОГО СЫРА ИЗ ПАХТЫ, ОБОГАЩЁННОГО ПРОБИОТИЧЕСКОЙ МИКРОФЛОРОЙ И РАСТИТЕЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

О. И. Купцова, Ю. Ю. Чеканова, З. В. Василенко, А. В. Кобель

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Использование пахты, пробиотических культур и растительных ингредиентов в технологии мягких сыров открывает возможности расширения ассортимента функциональных белковых продуктов для здорового и сбалансированного питания, особенно для потребителей старших возрастных групп. Цель исследования – разработать и научно обосновать технологию безлактозного термокислотного мягкого сыра на основе пахты, обогащённого пробиотической микрофлорой и местными растительными компонентами, пригодного для регулярного употребления в составе сбалансированного рациона. Научная задача – установить влияние пробиотических культур и растительного сырья на структурно-механические, физико-химические и органолептические свойства термокислотного сыра из пахты и определить параметры, обеспечивающие формирование заданных потребительских свойств нового продукта.

Материалы и методы. В качестве опытных образцов исследовали безлактозный мягкий сыр, полученный термокислотной коагуляцией белков пахты и обогащённый пробиотической микрофлорой и растительными компонентами (тыквенные семечки, семена подсолнечника, клюква); контроль – традиционный термокислотный сыр из цельного молока.

Результаты. Показана целесообразность применения пробиотических заквасок и растительного сырья при создании нового вида безлактозного мягкого сыра из пахты. Разработана технологическая схема его производства с содержанием лактозы ниже 0,01 %, стабильными физико-химическими показателями при хранении, улучшенными органолептическими свойствами (более выраженный сливочный вкус, сладковатый привкус). Содержание незаменимых аминокислот в опытных образцах составило до 65,0 г/100 г белка, что свидетельствует о высокой биологической полноценности продукта. 100 г сыра из пахты обеспечивает суточную потребность взрослого организма в белке – на 35,1–39,3 %, в кальции – на 46,5 %.

Заключение. Разработана технология нового вида мягкого сыра из пахты, отличающегося высокой пищевой и биологической ценностью. Результаты обеспечивают практические рекомендации для молочной промышленности, а также способствуют развитию научного направления по использованию пахты, пробиотических культур и растительных ингредиентов в создании продуктов для сбалансированного питания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *сбалансированное питание; мягкий сыр; пахта; лактоза; пропионовокислые микроорганизмы; пробиотическая микрофлора; растительное сырьё.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Купцова, О. И. Научное обоснование технологии нового вида безлактозного мягкого сыра из пахты, обогащённого пробиотической микрофлорой и растительными компонентами / О. И. Купцова, Ю. Ю. Чеканова, З. В. Василенко, А. В. Кобель // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2025. – № 2 (39). – С. 26–36.

SCIENTIFIC RATIONALE FOR THE TECHNOLOGY OF A NEW TYPE OF LACTOSE-FREE SOFT BUTTERMILK CHEESE ENRICHED WITH PROBIOTIC MICRO-FLORA AND PLANT COMPONENTS

O. I. Kuptsova, Yu. Yu. Chekanowa, Z. V. Vasilenko, V. Kobel

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. The use of buttermilk, probiotic cultures and plant-derived ingredients in soft cheese production opens up opportunities for expanding the range of functional protein-rich products for balanced nutrition, particularly among consumers of older age groups. The purpose of the study is to provide a scientific rationale for the production of lactose-free thermoacid soft cheese based on buttermilk, enriched with probiotic microflora and local plant components, suitable for regular consumption as part of a balanced diet. The scientific task is to establish the impact of probiotic cultures and plant materials on the structural, mechanical, physicochemical and organoleptic properties of thermal acid buttermilk cheese, and determine the parameters that ensure targeted consumer attributes.

Materials and methods. Experimental lactose-free soft cheese samples were produced using thermal acid coagulation of buttermilk proteins, enriched with probiotic microflora and plant ingredients (pumpkin seeds, sunflower seeds, cranberries); control sample – traditional thermo-acid cheese made from whole milk.

Results. The study provides evidence supporting the use of probiotic ferments and vegetable raw materials in the development of a new type of lactose-free soft buttermilk cheese. A technological scheme of its production with lactose content below 0,01 %, stable physical and chemical indicators during storage, improved organoleptic properties (more pronounced creamy taste, slush taste) has been developed. The essential amino acids content in the test samples was up to 65,0 g/100 g of protein, indicating high biological value. A 100 g portion of buttermilk cheese provides 35,1–39,3 % of the daily adult protein requirement and 46,5 % of the calcium requirement.

Conclusions. A technology has been developed for a new type of soft buttermilk cheese, characterized by high nutritional and biological value. The results provide practical recommendations for the dairy industry, and also contribute to advancing scientific research on the use of buttermilk, pro-biotic cultures and plant ingredients for developing products that support a balanced diet.

KEY WORDS: *balanced nutrition; soft cheese; buttermilk; lactose; propionic acid microorganisms; probiotic microflora; vegetable raw materials.*

FOR CITATION: Kuptsova, O. I. Scientific rationale for the technology of a new type of lactose-free soft buttermilk cheese enriched with probiotic microflora and plant components / O. I. Kuptsova, Yu. Yu. Chekanowa, Z. V. Vasilenko, A. V. Kobel // Bulletin of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2025. – № 2 (39). – P. 26–36.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ввиду неблагоприятного влияния окружающей среды у большинства населения наблюдаются различные хронические и соматические заболевания неинфекционного типа, приносящие серьезный ущерб здоровью и социально-экономические потери [1]. При этом для профилактики этих заболеваний все чаще стремятся прибегать к немедикаментозному вмешательству за счет коррекции рациона питания [2, 3].

В основе современных представлений о здоровье людей всех возрастных категорий лежит концепция сбалансированного питания, предусматривающая наличие в продуктах необходимых эссенциальных макро- и микронутриентов, причем крайне важно соблюдение количественного соотношения этих компонентов в рационе [4–6]. Это, в свою очередь, влечет необходимость разработки новых видов продукции, направленных на поддержание жизнедеятельности, укрепления здоровья, оптимального развития организма и профилактики неинфекционных заболеваний.

Особый интерес в области здорового и сбалансированного питания представляют мягкие сыры, изготовленные термокислотным способом коагуляции белковых компонентов, что связано с их высокой пищевой и биологической ценностью, обусловленной максимальной степенью использования сывороточных белков и казеина [7].

При разработке новых видов мягких сыров на основе термокислотной коагуляции белков молока в основном ориентируются на изменение сырьевого состава, видов коагулянта, кроме того, исследуют различные способы повышения качественных показателей, в том числе биологической и пищевой ценности готового продукта. Например, российскими

исследователями в период 2000-х годов в научных литературных источниках были представлены исследования по разработке способа ферментации мягкого термокислотного сыра в среде кислой сыворотки, заквашенной чистыми культурами *Str. thermophilus* и *L. bulgaricum* в соотношении 1:1, что позволило повысить пищевую и биологическую ценность сыра, улучшить его консистенцию, увеличить срок хранения. Также предложено использовать для нормализации обезжиренного молока подсырные сливки и проводить выработку термокислотных сыров из смеси обезжиренного молока и пахты в количестве от 20,0 до 30,0 % от массы нормализованной смеси, что способствовало получению готового продукта хорошей консистенции и пониженной энергетической ценности, обладающий высокими диетическими свойствами. Кроме того, разработаны технологические основы производства комбинированных термокислотных сыров за счет использования нетрадиционного растительного сырья продуктов переработки сои и пшеничных зародышевых хлопьев¹. Однако с учетом давности описанных выше исследований, на сегодняшний день остается актуальной разработка новых видов термокислотных сыров, что может позволить расширить ассортимент белковых продуктов в области здорового питания.

Так, на кафедре технологии молока и молочных продуктов проводятся собственные экспериментальные исследования, направленные на создание нового вида мягкого сыра, изготовленного термокислотным способом коагуляции белковых компонентов [8, 9]. Получены новые научные данные, обосновывающие применение вторичного молочного сырьевого ресурса пахты при производстве термокислотного сыра с пониженным содержанием лактозы, установлены основные технологические параметры его производства для расширения ассортимента мягких сыров и возможности его применения в здоровом питании. При этом исследования в этой области продолжаются и направлены на обогащение мягкого сыра пробиотическими бактериями и растительными компонентами белорусского производства.

Цель исследования – разработать и научно обосновать технологию безлактозного термокислотного мягкого сыра на основе пахты, обогащённого пробиотической микрофлорой и местными растительными компонентами, пригодного для регулярного употребления в составе сбалансированного рациона потребителей старших возрастных групп, нуждающихся в пониженном содержании лактозы и повышенной пищевой ценности.

Научная задача – установить влияние пробиотических культур и растительного сырья на структурно-механические, физико-химические и органолептические свойства термокислотного сыра из пахты и определить параметры, обеспечивающие формирование заданных потребительских свойств нового продукта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Мягкий сыр вырабатывали по промышленной технологии сыра «Адыгейский», адаптированной к лабораторным условиям и основанной на термокислотной коагуляции белков молока².

Согласно ранее проведенным рекогностировочным исследованиям установлена и научно обоснована эффективность применения вторичного молочного сырьевого ресурса пахты в технологии производства мягкого сыра для здорового питания людей старших возрастных категорий [8, 9]. Установлено, что мягкий сыр на основе термокислотной коагуляции белков

¹ Смирнова, И. А. Теоретическое обоснование и исследование закономерностей формирования сыров с термокислотной коагуляцией белков молока: автореф. дис. ... д-ра. технич. наук: 05.18.04 / Смирнова Ирина Анатольевна ; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2003. – 44 л.

² Шингарева, Т. И. Производство сыра: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» / Т. И. Шингарева, Р. И. Раманаускас. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.

пахты характеризуется улучшенными органолептическими и стабильными физико-химическими показателями по сравнению с существующими сырами на основе термокислотной коагуляции белков молока и может быть рекомендован для питания людей пожилого и старческого возраста с высокой биологической ценностью, обусловленной наличием натуральных компонентов молочного жира пахты.

Также определено, что при производстве мягкого сыра из пахты снижение лактозы в готовом продукте ниже 0,1 % возможно достигнуть путем проведения ферментативного гидролиза молочного сахара в сырье при температуре (4 ± 2) °С свыше 12 ч, при этом степень гидролиза лактозы будет составлять не менее 95 %, что способствует формированию в готовом продукте высоких физико-химических показателей и органолептических характеристик с проявлением сладковатого привкуса [9]. Для ферментативного гидролиза лактозы в пахте применяли ферментный препарат β -галактозидаза NolaFit 5500, производитель Chr.Hansen (Дания), микроорганизм-продуцент *Kluyveromyces lactis*, активность 5500 BLU/мл.

Кроме того, ранее были изучены особенности и установлены оптимальные параметры проведения процесса термокислотной коагуляции белков молочного сырья в технологии производства низко- и безлактозного мягкого сыра. Установлено, что для получения мягкого сыра с пониженным содержанием лактозы необходимо применять температурные режимы термокислотной коагуляции белков пахты не ниже 85 °С в течение 3–5 мин, что способствует более полному осаждению белково-жировой фракции смеси и получению готового продукта с высокими органолептическими характеристиками, хорошим влагоудержанием и стабильными физико-химическими показателями в процессе хранения [9].

В данной научной работе в качестве опытных образцов выступал безлактозный мягкий сыр, изготовленный термокислотным способом коагуляции белков пахты, обогащенный пробиотической культурой и растительными компонентами, в качестве контрольных – термокислотный мягкий сыр из молока цельного.

Для производства мягкого сыра применяли пахту, полученную от производства сладкосливочного масла способом сбивания сливок, с массовой долей жира (далее м.д.ж.) 0,4–0,7 %, белка – не менее 2,8 %, сухого обезжиренного молочного остатка – не менее 8,5 %, титруемой кислотностью не более 19 °Т, плотностью не менее 1027 кг/м³, цельное молоко с м.д.ж. не более 3,6 %, белка – не менее 3,2 %, сухого обезжиренного молочного остатка – не менее 8,2 %, кислотностью – 16–18 °Т, плотностью – не менее 1027 кг/м³.

На первом этапе работы проведен подбор бактериальных заквасок (далее БЗ) для придания безлактозным мягким сырам, изготовленным термокислотным способом, пробиотических свойств.

В качестве обогащающей пробиотической микрофлоры применяли БЗ, состав и свойства которых представлены в таблице 1.

Табл. 1. Применяемая пробиотическая микрофлора

Table 1. Probiotic microflora used

Наименование БЗ	Состав БЗ	Производитель БЗ	Активность БЗ
Закваска глубокозамороженная F-DVS PS-50	<i>Propionibacterium freudenreichii ssp.</i>	Chr. Hansen A/S, Дания	500 U на 5000–25000 л смеси
Закваска глубокозамороженная F-DVS CR-BUTTERY02	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>		750 U на 10000–20000 л смеси

³ Пахта-сырье. Технические условия: 192762412.065-2022. – Введ. 02.11.2022 (зарегистрирован). – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации. – 2022. – 16 с.

⁴ Молоко коровье сырое. Технические условия: СТБ 1598-2006. – Введ. 01.08.2006. – с изм. № 3. – Минск: Госстандарт. – 2006. – 17 с.

Процесс ферментации мягкого сыра осуществляли следующим способом: полученный безлактозный мягкий сыр на основе термокислотной коагуляции белков пахты после процесса самопрессования ферментировали в специально созданной среде, основу которой составила термокислотная сыворотка титруемой кислотностью не более 26 °Т, заквашенная чистыми культурами молочнокислых пробиотических бактерий. При этом кислотность среды ферментации после внесения обогащающих микроорганизмов находилась в диапазоне (100–110) °Т. Известно, что пропионовокислые бактерии растут в пределах температуры (15–40) °С, хотя есть данные, что рост этих микроорганизмов может происходить и при более низкой температуре (до минус 10 °С). Оптимальная температура развития пропионовокислых бактерий составляет (30±1) °С [10]. Оптимальный рост лактобацилл наблюдается при температуре 30 °С, однако могут развиваться и при температуре ниже 15 °С [11]. Поэтому процесс ферментации осуществляли при температурах (4±1) °С, (10±1) °С, (20±1) °С в течение (24±1) ч.

В процессе исследований в готовых ферментированных белковых продуктах оценивали количество пробиотической микрофлоры и органолептические показатели исследуемых образцов в течение 60 суток при температуре (4±2) °С. Данный срок хранения был определен с учетом коэффициента запаса в 2 раза и срока годности термокислотных сыров, изготавливаемых в настоящее время в промышленных условиях на предприятиях молочной отрасли Республики Беларусь, который составляет 25–30 сут.

На втором этапе работы проведены анализ и подбор растительных компонентов при производстве безлактозных термокислотных мягких сыров из пахты для придания им функциональной направленности.

На сегодняшний день в Республике Беларусь можно выделить большое количество различных видов растительных компонентов, которые возможно применять в качестве обогащающих ингредиентов для производств молочных продуктов. Изучив множество имеющегося местного растительного сырья для обогащения белковых продуктов, с учетом их органолептических и потребительских свойств, были выбраны тыквенные семечки, семечки подсолнечника, сушеная клюква, которые вносили в мягкий сыр в количестве 4–6 % от массы продукта для достижения оптимальных органолептических свойств по вкусовым характеристикам и внешнему виду.

В готовых образцах безлактозного мягкого сыра из пахты, обогащенного пробиотической микрофлорой и растительными компонентами, контролировали органолептические и физико-химические показатели в течение 60 суток при температуре (4±2) °С.

На третьем этапе работы определена пищевая, в том числе биологическая и энергетическая ценность и разработана технологическая схема производства безлактозного мягкого сыра, изготовленного термокислотным способом коагуляции белков пахты, обогащенного пробиотической микрофлорой, с добавлением нетрадиционного сырья растительного происхождения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что содержание пробиотических микроорганизмов в молочных продуктах на начало и конец срока годности должно составлять не менее 10^6 КОЕ/г.⁵ Согласно полученным результатам установлено, что содержание пробиотических микроорганизмов в зависимости от условий ферментации мягких сыров коррелирует с оптимальными температурными условиями развития *Propionibacterium freudenreichii ssp.* и *Lactobacillus rhamnosus*.

Так выявлено, что, независимо от температурных режимов ферментации ((4±1) °С,

⁵ ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции: нормативный документ / Евразийская экономическая комиссия. – Введ. С 2014-05-01. – Минск: Госстандарт, 2013. – 92 с.

(10 ± 1) °C, (20 ± 1) °C в течение (24 ± 1) ч) опытных образцов, безлактозный мягкий сыр из пахты (опыт) в начале и конце хранения на 60 сутки характеризовался количеством *Propionibacterium freudenreichii ssp.* и *Lactobacillus rhamnosus* не менее 10^6 КОЕ/г, что соответствует пробиотической группе ферментированных молочных продуктов. При этом с увеличением температуры ферментации содержание пропионовокислых бактерий и лактобактерий возрастало до количества не менее 10^7 КОЕ/г.

Анализ органолептических показателей показал, что ферментированные образцы мягких сыров из пахты (опыт) обладали улучшенными органолептическими свойствами в сравнении с традиционным сыром, изготовленным термокислотным способом, без применения пробиотической микрофлоры (контроль).

Проведение процесса ферментации безлактозных термокислотных мягких сыров из пахты (опыт) при температуре (4 ± 1) °C в течение 24 ч БЗ на основе *Lactobacillus rhamnosus* не оказывало влияние на вкусовые и ароматические свойства продуктов, при температуре (10 ± 1) °C – для исследуемых образцов было характерно наличие несколько сливочного вкуса, однако не такого выраженного в сравнении с образцами безлактозного мягкого сыра, процесс ферментации которого проводили при температуре (20 ± 1) °C и (30 ± 1) °C.

Вместе с тем обогащение исследуемых опытных образцов безлактозного мягкого сыра на основе термокислотной коагуляции белков пахты *Propionibacterium freudenreichii ssp.*, независимо от температуры ферментации, способствовало проявлению в готовых сырах сливочного вкуса и аромата, усиливающих с повышением температуры ферментации.

Выявлено, что опытные образцы безлактозного термокислотного мягкого сыра, ферментированные при температуре до (20 ± 1) °C в течение 24 ч, в процессе хранения в лабораторных условиях в течение 50 суток при (4 ± 2) °C характеризовались незначительными изменениями, что не уступало контрольным образцам на основе молока цельного. На 60 сутки хранения исследуемые образцы мягкого сыра из пахты с пониженным содержанием лактозы (опыт) характеризовались кислым вкусом и ароматом, и значительным отделением сыворотки в упаковке.

Для мягких сыров, полученных путем ферментации при температуре (30 ± 1) °C в течение 24 ч, было характерно ухудшение вкусовых и ароматических показателей, начиная с 25 суток хранения. При этом в исследуемых опытных образцах проявлялся привкус горечи, что, возможно, обосновано протеолизом белковых составляющих, а также наблюдалось выраженное отделение сыворотки в упаковке.

Установлено, что при производстве безлактозного мягкого сыра, изготовленного термокислотным способом коагуляции белков пахты, целесообразно проводить процесс ферментации пробиотическими микроорганизмами *Propionibacterium freudenreichii ssp.* и *Lactobacillus rhamnosus* при температуре (20 ± 1) °C в течение 24 ч, что будет способствовать формированию в готовом продукте улучшенных в сравнении с традиционными термокислотными сырами органолептических показателей, сохраняющихся в течение длительного периода времени. При этом наиболее эффективным явилось обогащение низколактозных мягких сыров *Propionibacterium freudenreichii ssp.*, что обосновано проявлением в белковых продуктах выраженного сливочного и сырного вкуса и аромата.

В настоящее время анализ потребительских предпочтений современного покупателя показывает, что для потребителя важным критерием в выборе того или иного продукта питания является та продукция, которая соответствует концепции сбалансированного питания и критериям, например, «обогащенный». Актуальным является обогащение продуктов питания за счет применения комбинированного сырья, например, растительного происхождения. При этом зачастую можно встретить продукты, обогащенные импортными растительными компонентами. В свою очередь, в Республике Беларусь в довольно широком ассортименте представлены отечественные растительные компоненты, характеризующиеся высоким качеством и пищевой ценностью.

Используемое в работе растительное сырье (тыквенные семечки, семечки подсолнечника, сушеная клюква) отличается между собой тем, что помимо удовлетворительных вкусовых свойств обладает и значительным потенциалом по улучшению питательной ценности за счёт содержащихся в нем полезных компонентов.

Тыквенные семечки обладают высокими биологическими свойствами и богаты маслами, содержащими как насыщенные, так и ненасыщенные жирные кислоты, незаменимыми аминокислотами, микроэлементами, фосфолипидами, фитостеролами, флавоноидами, витаминами группы В, витамином Е. Помимо комплекса биологических эффектов, типичных для тыквы, особое значение придаётся высокому содержанию цинка, который играет ключевую роль в регуляции иммунологических и метаболических процессов в организме человека [12].

Подсолнечные семечки представляют собой ценный источник биоактивных компонентов и являются источником магния и других важных микроэлементов, а также витамина Е, полиненасыщенных жирных кислот, которые в совокупности участвуют в регуляции обменных процессов, поддерживают функцию нервной системы, обеспечивают мощную антиоксидантную защиту [13].

Клюква богата на витамины С, Е, К₁, РР, и на все витамины группы В. Она также содержит много кислот, среди которых лимонная, яблочная, бензойная, щавелевая. Содержит клюква пектиновые вещества, биофлавоноиды, бетаин. Клюква помогает бороться с инфекциями в мочевых путях, циститами и камнями в почках. Она способна усилить антибиотическое действие и действие сульфамидных препаратов, изменить состав мочи, предотвращая размножение бактерий [14].

Согласно проведенным исследованиям органолептических свойств безлактозного мягкого сыра из пахты, обогащенного *Propionibacterium freudenreichii ssp.* и растительными компонентами, в сравнении с традиционным термокислотным сыром из молока цельного установлено, что в процессе хранения при температуре (4±2) °С опытные образцы характеризовались улучшенными органолептическими показателями. При этом применение компонентов растительного происхождения позволило получить готовые продукты с более выраженными вкусовыми и ароматическими характеристиками, обусловленные непосредственно свойствами самих растительных ингредиентов.

Результаты изучения физико-химических показателей (титруемой кислотности, массовой доли влаги) в процессе хранения в течение 60 суток при температуре (4±2) °С представлены в таблице 2.

Установлено (таблица 2), что опытные образцы, независимо от применяемых компонентов растительного происхождения сырьевой базы Республики Беларусь, характеризовались одинаковыми показателями титруемой кислотности и массовой доли влаги в рамках погрешностей. При этом в большей степени на различия в физико-химических свойствах оказывало влияние молочное сырье, применяемое для производства термокислотных сыров.

Так, опытные образцы безлактозного мягкого сыра из пахты (опыт) характеризовались более высокими показателями титруемой кислотности в сравнении с контрольными образцами на основе цельного молока (контроль).

Анализируя полученные данные по содержанию влаги в готовом продукте, можно отметить, что опытные образцы обогащенного безлактозного мягкого сыра, независимо от вида применяемого растительного сырья, характеризовались более высокими показателями массовой доли влаги относительно контрольных образцов, выработанных из цельного молока (контроль), что можно обосновать, в первую очередь, хорошей влагоудерживающей и термопластифицирующей способностью вторичного молочного сырья.

Табл. 2. Физико-химические показатели мягких сыров в течение 60 суток хранения при температуре (4±2) °С**Table 2.** Physical and chemical parameters of soft cheeses during 60 days of storage at (4 ± 2) °C

Исследуемый показатель	Продолжительность хранения, сут			
	Свежевыработанные образцы	25-е сутки	50-е сутки	60-е сутки
Опыт (Безлактозный мягкий сыр из пахты, обогащенный пробиотиками и растительными компонентами) с м.д.ж. в СВ не более 35 %				
Титруемая кислотность, °Т, (±0,5 °Т)	56	67	76	96
Массовая доля влаги, %, (±0,5 %)	70,97	73,53	72,04	71,33
Контроль (Мягкий сыр из цельного молока) с м.д.ж. в СВ не более 56 %				
Титруемая кислотность, °Т, (±0,5 °Т)	53	64	70	90
Массовая доля влаги, %, (±0,5 %)	56,65	61,12	59,46	57,49

Согласно проведенным собственным исследованиям при изучении органолептических и физико-химических свойств обогащенных белковых продуктов, установлена возможность применения белорусского растительного сырья, что позволит получить готовые продукты функциональной направленности с высокими потребительскими свойствами.

Анализ пищевой, в том числе биологической и энергетической ценности проанализирован на примере безлактозного мягкого сыра из пахты, обогащенного *Propionibacterium freudenreichii ssp.* и клюквой, в сравнении с традиционным термокислотным сыром из молока цельного, что представлено в таблице 3.

Из представленных данных в таблице 3 следует, что безлактозный мягкий сыр из пахты, обогащенный пробиотической микрофлорой и растительными компонентами, по показателям пищевой, в том числе энергетической и биологической ценности не уступает мягкому сыру, изготовленному термокислотным способом коагуляции белков молока цельного. По энергетической ценности опытные образцы характеризуются меньшей калорийностью относительно мягкого сыра из цельного молока (контроль), что обосновано более низкой жирностью пахты, которая, в свою очередь, характеризуется диетическими свойствами.

Определено, что для исследуемых образцов ферментированного безлактозного мягкого сыра из пахты было характерно количество незаменимых аминокислот до 64,99 г/100 г белка, что превысило содержание белковых компонентов в контрольных образцах термокислотного сыра из молока цельного в 1,3 раза и эталонном белке ФАО/ВОЗ (27,46 г/100 г белка) в 2,4 раза, что может свидетельствовать о биологической полноценности опытных образцов.

Кроме того, определено, что 100 г безлактозного мягкого сыра из пахты (опыт) обеспечивает суточную потребность организма взрослых людей в энергетической ценности в среднем на 5,4–6,3 %, в белках – на 35,1–39,3 %, в жирах – на 2,1–2,5 %, углеводах – на 0,8–1,0 %. Кроме того, в витаминах В₂ – на 27,8 %, В₁₂ – на 58,3 %, А – на 14,3 %, кальция – на 46,5 %.

Табл. 3. Пищевая ценность 100 г мягкого сыра**Table 3.** Nutritional value 100g soft cheese

Пищевые вещества	Контроль (Мягкий сыр из цельного молока)	Опыт (Безлактозный мягкий сыр из пахты, обогащенный пробиотиками и клюквой)
Белки, г	18,0	16,8
Жиры, г	18,0	6,0
Углеводы, г	1,5	5,8

Продолжение табл. 3.

Витамин В ₂ , мг	0,3	0,3
Витамин В ₁₂ , мкг	0,6	1,1
Витамин А, мг	0,2	0,1
Кальций, мг	520,0	463,7
Незаменимые аминокислоты, г/100 г белка	47,37	64,99
Энергетическая ценность, ккал	240,0	144,4

В результате собственных научных исследований разработана технологическая схема производства безлактозного мягкого сыра на основе термокислотной коагуляции белков пахты, обогащенного пробиотическими микроорганизмами и растительными компонентами, для сбалансированного питания взрослых людей. Технологическая схема производства мягкого сыра представлена на рисунке 1.

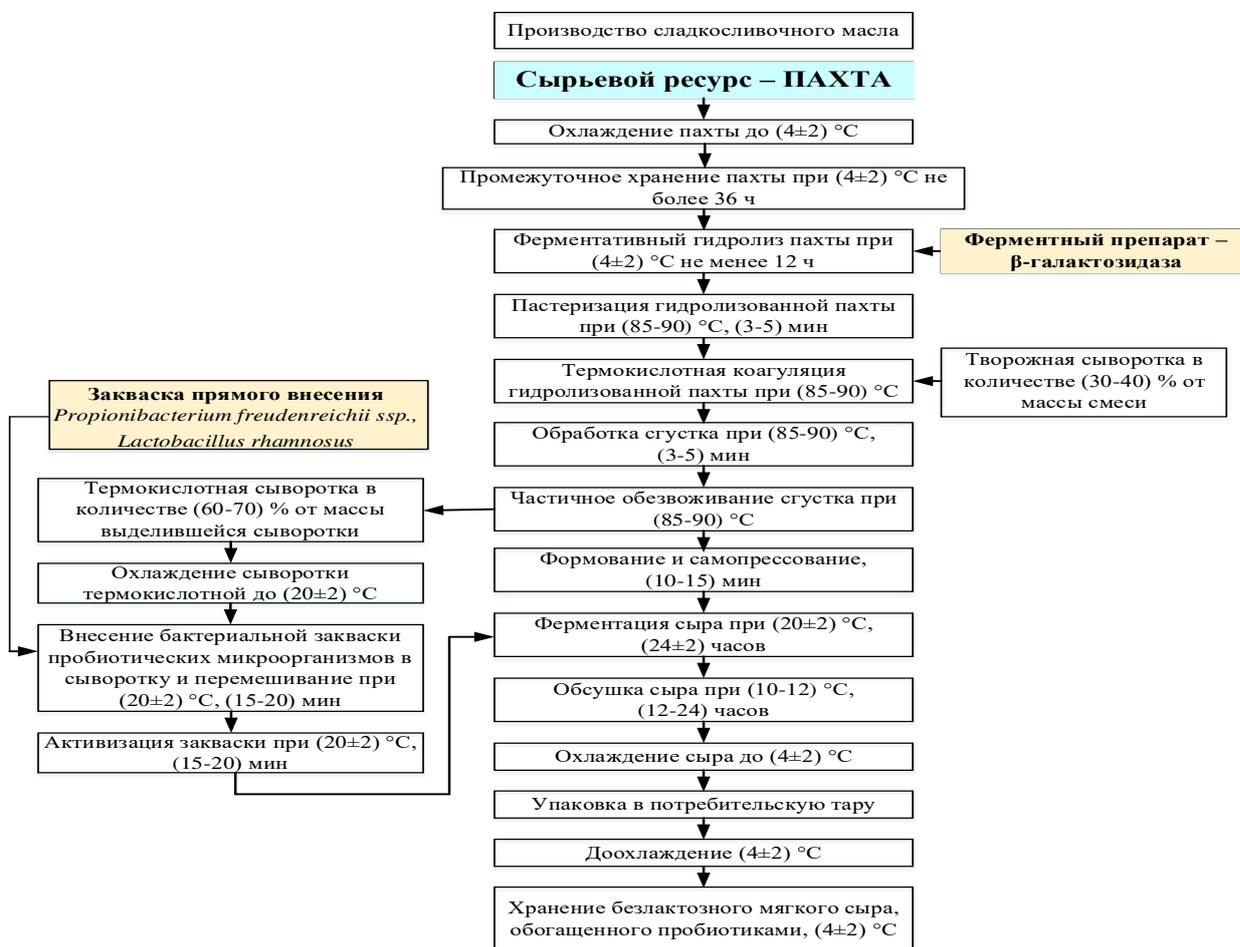


Рис. 1. Диаграмма технологического процесса производства безлактозного мягкого сыра из пахты, обогащенного пробиотическими микроорганизмами и растительными компонентами

Fig. 1. Flowchart of the production process of lactose-free soft buttermilk cheese enriched with probiotic microorganisms and plant components

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые исследования позволили научно обосновать технологические параметры ферментации безлактозных мягких сыров на основе термокислотной коагуляции белков пахты с использованием пробиотических микроорганизмов. Установлены особенности обогащения продукта культурами *Propionibacterium freudenreichii* и *Lactobacillus rhamnosus* и определено влияние режимов ферментации на формирование целевого комплекса свойств. Оптимальной признана температура ферментации (20 ± 1) °С в течение 24 часов, обеспечивающая активное развитие пробиотической микрофлоры и формирование улучшенных органолептических характеристик.

Показано, что использование *Propionibacterium freudenreichii* способствует формированию более выраженных вкусо-ароматических характеристик, устойчивых в динамике хранения, а титруемая кислотность опытных образцов была выше, чем у контрольных образцов из цельного молока, что подтверждает интенсивное развитие пробиотической микрофлоры.

Установлено, что опытные образцы характеризовались более высокой массовой долей влаги в сравнении с контролем, что обусловлено повышенной влагоудерживающей и термопластифицирующей способностью белков пахты. Это подтверждает технологическую целесообразность её применения при производстве функциональных мягких сыров.

Применение растительных ингредиентов белорусского происхождения (тыквенные семечки, семена подсолнечника, клюква) показало высокую эффективность: в результате получены продукты с улучшенными сенсорными свойствами, обогащённые витаминами, минералами, антиоксидантами, клетчаткой и флавоноидами, что подтверждает их функциональную направленность и обеспечивает возможность импортозамещения растительных компонентов.

Пищевая, биологическая и энергетическая ценность безлактозного мягкого сыра из пахты, обогащённого культурой *Propionibacterium freudenreichii* и клюквой, не уступает традиционному термокислотному сыру из цельного молока. Так, содержание незаменимых аминокислот в опытных образцах составило до 64,99 г/100 г белка, что превышает аналогичный показатель контрольного сыра в 1,3 раза и эталонного белка ФАО/ВОЗ (27,46 г/100 г белка) – в 2,4 раза, что свидетельствует о высокой биологической полноценности продукта. Определено, что 100 г безлактозного мягкого сыра из пахты обеспечивает суточную потребность взрослого организма в белке – на 35,1–39,3 %, в кальции – на 46,5 %.

Разработанная технологическая схема производства нового вида безлактозного мягкого сыра из пахты, обогащённого культурой *Propionibacterium freudenreichii* и растительными ингредиентами, обеспечивает продукт с высокой усвояемостью, улучшенным аминокислотным профилем и выраженной функциональной ценностью.

Практическая значимость исследования заключается в разработке научно обоснованной технологии производства функционального безлактозного мягкого сыра, пригодного для промышленного внедрения и формирования сбалансированного рациона питания.

Научный вклад исследования состоит в уточнении влияния пробиотических культур и растительных нутриентов на биохимические процессы ферментации и формирование свойств безлактозных мягких сыров, а также в обосновании технологических параметров получения продуктов с прогнозируемым комплексом функциональных характеристик.

Перспективы дальнейших исследований включают изучение биодоступности нутриентов, стабильности пробиотической активности при длительном хранении и разработку специализированных продуктов для различных групп населения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ибраева, Л. К. Влияние экологических факторов окружающей среды на развитие заболеваний у населения (обзор литературы) / Л. К. Ибраева // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 8. С. 38–43.
- 2 Мельникова, Н. А. Роль питания в профилактике и лечении хронических заболеваний системы пищеварения

- (обзор литературы) / Н. А. Мельникова, Д. В. Пузакова, Т. И. Власова, Д. Г. Седова, А. М. Кудашкина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2025. – № 1. – С. 76–88.
- 3 Monsalves-Álvarez, M. Community strategies for health promotion and prevention of chronic non-communicable diseases with a focus on physical activity and nutrition: the URO/FOCOS study protocol / M. Monsalves-Álvarez [et al.] // Frontiers in Public Health. – 2024. – Vol. 11. – P. 1268322.
- 4 Герасименко, Н. Ф. Здоровое питание и его роль в обеспечении качества жизни / Н. Ф. Герасименко, В. М. Позняковский, Н. Г. Челнакова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности. АПК-продукты здорового питания. – 2016. – № 4. – С. 52–57.
- 5 Шарафетдинов, Х. Х. Ожирение как глобальный вызов XXI века: лечебное питание, профилактика и терапия / Х. Х. Шарафетдинов, О. А. Плотнокова // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89. – № 4. – С. 161–171.
- 6 Тутельян, В. А. Нуриум как направление «главного удара»: определение физиологических потребностей в макро- и микронутриентах, минорных биологически активных веществах пищи / В. А. Тутельян [и др.] // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89. – № 4. – С. 24–34.
- 7 Мироненко, И. М. Особенности технологии производства термокислотных натуральных сычужных сыров / И. М. Мироненко // Наука и техника Казахстана. – 2021. – № 2. – С. 101–108.
- 8 Купцова, О. И. Изучение эффективности применения пахты при создании низколактозного мягкого сыра геронтологической направленности / О. И. Купцова, Ю. Ю. Чеканова, А. В. Кобель // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр., 2023 / РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: Г.В. Гусаков (отв.ред.) [и др.]. – Минск, 2024. – № 18. – С. 165–174.
- 9 Чеканова, Ю. Ю. Эффективность использования пахты для получения низколактозного мягкого сыра и технологические параметры его производства способом термокислотной коагуляции белков / Ю. Ю. Чеканова, З. В. Василенко, М. А. Глушаков, А. В. Кобель // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2025. – № 1. (38). – С. 3–12.
- 10 Бегунова, А. В. Молочнокислые и пропионовокислые бактерии: формирование сообщества для получения функциональных продуктов с бифидогенными и гипотензивными свойствами / А. В. Бегунова, И. В. Рожкова, Е. А. Зверева, О. А. Глазунова, Т. В. Фёдорова // Прикладная биохимия и микробиология. – 2019. – Т. 55 – № 6. – С. 1–12.
- 11 Анискина, М. В. Изучение особенностей культивирования и подбор оптимальной питательной среды для *Lactobacillus* sp. / М. В. Анискина, Е. С. Волобуева, А. И. Петенко, С. А. Волкова // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 114 (10). – С. 1–14.
- 12 Васильева, А. Г. Химический состав и потенциальная биологическая ценность семян тыквы различных сортов / А. Г. Васильева, И. А. Круглова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 30–33.
- 13 Бердина, А. Н. Биологическая ценность семян подсолнечника и продуктов их переработки / А. Н. Бердина, Н. В. Ильчишина, Н. С. Безверхая // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 5–6. – С. 44–45.
- 14 Лютикова, М. Н. Химический состав и практическое применение ягод брусники и клюквы / М. Н. Лютикова, Э. Х. Ботиров // Химия растительного сырья. – 2015. – № 2. – С. 5–27.

Поступила в редакцию 03.12.2025 г.

ОБ АВТОРАХ:

Ольга Ивановна Купцова, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии молока и молочных продуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: ol.skokowa@yandex.by.

Юлия Юрьевна Чеканова, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: chekanowa_07@mail.ru.

Зоя Васильевна Василенко, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, профессор кафедры технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: vzv0003@rambler.ru.

Анастасия Васильевна Кобель, студент, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: kobel16@bk.ru.

ABOUT AUTHORS:

Olga I. Kuptsova, Ph.D., associate professor, department, head of the department of milk and dairy products technology, Belarusian state university of food and chemical technologies, e-mail: ol.skokowa@yandex.by.

Yulia Yu. Chekanowa, Ph.D., associate professor, department of milk and dairy products technology, Belarusian state university of food and chemical technologies, e-mail: chekanowa_07@mail.ru.

Zoja V. Vasilenko, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of the National Academy of sciences of the Republic of Belarus, professor of the department of the technology of food processing and meat products, Belarusian state university of food and chemical technologies, e-mail: vzv0003@rambler.ru.

Anastasia V. Kobel, student, Belarusian state university of food and chemical technologies, e-mail: kobel16@bk.ru.