

УДК 637.1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА СМЕТАНЫ ИЗ СЛИВОЧНО-ПАХТОВОЙ СМЕСИ

О. И. Купцова, Ю. Ю. Чеканова

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Применение пахты, вторичного продукта получения сливок, в составе сметаны позволит повысить ее конкурентоспособность. При этом важным является оптимальное количественное содержание сырьевых компонентов в составе сливочно-пахтовой смеси. Общая научная задача – установить влияние количественного соотношения сырьевых компонентов в составе сливочно-пахтовой смеси на органолептические, физико-химические показатели, структурно-механические свойства и биологическую ценность сметаны.

Материалы и методы. Сметана с массовой долей жира 10, 15 и 20 % на основе сливок, смеси сливок и пахты-сырья НСС, смеси сливок и ОБМ с количественным содержанием сырьевых компонентов пахты/ОБМ в составе смеси от 10 до 50 %.

Результаты. Установлены зависимости органолептических, физико-химических показателей, структурно-механических свойств и биологической ценности сметаны от количественного соотношения сырьевых компонентов в составе сливочно-пахтовой смеси, позволяющие установить возможность полной замены обезжиренного молока в составе сливочной смеси пахтой в количестве до 40 % и получить продукт с высокими показателями качества и полноценным аминокислотным составом.

Выводы. Рекомендовано в технологии производства сметаны использовать пахту, полученную способом сбивания сливок, в количестве до 40 % от массы смеси, а наиболее рациональным считать содержание – 20 %, что дает возможность получить продукт с высокой усвояемостью, сбалансированностью незаменимых аминокислот по отношению к эталонному белку ФАО/ВОЗ и отсутствием лимитирующих белковых составляющих, а также выраженными органолептическими показателями, приемлемыми структурно-механическими и стабильными физико-химическими свойствами в процессе хранения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сметана; пахта; сырьевой ресурс; количественное соотношение; сливочно-пахтовые смеси; пищевая и биологическая ценность; органолептические, физико-химические показатели; структурно-механические свойства.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Купцова, О. И. Технологические аспекты производства сметаны из сливочно-пахтовой смеси / О. И. Купцова, Ю. Ю. Чеканова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 2(35). – С. 114–127.

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF SOUR CREAM PRODUCTION FROM CREAM AND BUTTERMILK MIXTURE

O. I. Kuptsova, Yu. Yu. Chekanowa

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

ABSTRACT

Introduction. The use of buttermilk, a secondary product of cream production, in the composition of sour cream will increase its competitiveness. At the same time, the optimal quantitative content of raw materials in the composition of the cream-buttermilk mixture is important. The general scientific task is to establish the influence of the quantitative ratio of raw materials in the composition of cream-buttermilk mixture on organoleptic, physicochemical indicators, structural and mechanical properties and biological value of sour cream.

Materials and methods. Sour cream with mass fraction of fat 10, 15 and 20 % on the basis of cream, mixture of cream and buttermilk produced by churning cream, mixture of cream and fat-free milk with quantitative content of raw materials of buttermilk/fat-free milk in the mixture composition in an amount of from 10 to 50 %.

Results. Dependencies of organoleptic, physical and chemical indices, structural and mechanical properties as well as biological value of sour cream on the quantitative ratio of raw materials components in cream-buttermilk mixture were determined, thus making it possible to substitute completely fat-free milk in cream mixture with buttermilk in the amount of up to 40 % and to obtain a product with high quality indices and complete amino acids.

Conclusions. In the technology of sour cream the use of buttermilk obtained by churning cream is recommended in an amount of up to 40 % of the mass of the mixture, the most rational content being as high as 20 %. This approach allows us to obtain a product with high digestibility, balanced essential amino acids with respect to the FAO/WHO reference protein and absence of limiting protein components, as well as having pronounced organoleptic indices, acceptable structural-mechanical and stable physical-chemical properties during storage.

KEY WORDS: *sour cream; buttermilk; raw material source; quantitative ratio; cream and buttermilk mixtures; nutritional and biological value; organoleptic, physical and chemical parameters; structural and mechanical properties.*

FOR CITATION: Kuptsova O. I. Technological aspects of sour cream production from cream and buttermilk mixture / O. I. Kuptsova, Yu. Yu. Chekanova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – №. 2(35). – P. 114–127 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время основной стратегией устойчивого развития молочной промышленности Республики Беларусь является создание конкурентоспособных экспортоориентированных продуктов с высокой пищевой ценностью. Для достижения поставленной задачи важно использовать при производстве молочной продукции высококачественное натуральное сырье, которое будет позволять получать на выходе продукт с заданными качественными показателями, сохраняющимися на протяжении длительного времени.

На сегодняшний день сметана является одним из популярных продуктов в рационе потребителей Республики Беларусь и за рубежом. Сметана – кисломолочный продукт, характеризующийся высокой пищевой ценностью, обусловленной полноценностью аминокислотного и жирнокислотного состава, витаминами и минеральными веществами. В некоторых литературных источниках отмечается, что она особенно полезна для людей, постоянно находящихся в нервных перегрузках и переутомлении [1]. Согласно техническим нормативным правовым актам, действующим на территории Республики Беларусь, сметану вырабатывают из сливок натуральных, или нормализованных обезжиренным или цельным молоком^{1, 2}. Вместе с тем в СТБ 1888-2016 «Сметана. Общие технические условия» указана возможность использования сырья, не уступающего по показателям безопасности и качеству традиционному молочному сырью в технологии сметаны.

В связи с чем отмечается высокая пищевая, в том числе биологическая ценность вторичного молочного сырьевого ресурса пахты, полученной от производства сладкосливочного масла. Наиболее ценными компонентами в пахте являются белки, молочный жир, углеводы, минеральные вещества, витамины³. Пахта характеризуется высоким содержанием

¹О безопасности молока и молочной продукции: нормативный документ: ТР ТС 033/2013. – Введ. 01.05.14. – Минск: Евразийская экономическая комиссия: Госстандарт, 2013. – 92 с.

²Сметана. Общие технические условия: СТБ 1888-2016. – Введ. 01.07.17. – Минск: Госстандарт, 2017. – 12 с.

³Этюды о масле, маслоделии и маслоделах: научно-производственное издание / Вышемирский Ф. А. – М.: АНО «Молочная промышленность», 2008. – 368 с.

незаменимых аминокислот, обладающих выраженными липотропными свойствами¹. Кроме того, пахта является источником фосфолипидов. Известно, что «фосфолипиды обладают выраженными биологическими свойствами и играют важную роль в нормализации жирового и холестерина обмена, задерживают развитие болезни Альцгеймера, подавляют развитие патогенных микроорганизмов в кишечнике» [2, 3]. Основная роль углеводов пахты заключается в нормализации в кишечнике процессов брожения и предупреждении интенсивного развития гнилостных процессов. Минеральный состав пахты содержит около 75 % минеральных веществ молока, которые необходимы для человека, поскольку при недостатке их в рационе питания снижается деятельность организма взрослых и детей, а также сопротивляемость и способность к адаптации [4]. Витаминный состав пахты в большей степени представлен водорастворимыми витаминами, которые играют важную роль в формировании пищевых свойств продукции. Особое место выделено витаминоподобному азотсодержащему соединению – холину, который обладает выраженными антисклеротическими свойствами.

В Республике Беларусь и Российской Федерации известны способы промышленной переработки пахты для получения различных молочных продуктов: пахта питьевая пастеризованная, молоко питьевое, жидкие кисломолочные напитки, белковые продукты, мороженое. Кроме того, российские ученые активно занимаются созданием кисломолочной продукции на основе сухой и концентрированной пахты, полученной методами ультра- и нанофильтрации и обратным осмосом [5–12].

В Белорусском государственном университете пищевых и химических технологий проводятся собственные исследования по применению пахты при получении сметаны [13, 14], по результатам которых научно обоснована возможность применения пахты в составе сливочной смеси в технологии производства сметаны высокого качества. Однако, стоит отметить, что для получения конкурентоспособного продукта с высокой пищевой ценностью помимо использования высококачественного молочного сырья, также важным является оптимальное количественное содержание сырьевых компонентов в составе сливочной смеси. Поэтому представляло интерес установить оптимальные соотношения сырьевых компонентов сливок и пахты в составе смеси в технологии производства сметаны.

Цель работы – разработать рациональные технологические параметры производства сметаны с высокой пищевой ценностью из сливочно-пахтовых смесей.

Общая научная задача – установить влияние количественного соотношения сырьевых компонентов в составе сливочно-пахтовой смеси на органолептические, физико-химические показатели, структурно-механические свойства и биологическую ценность сметаны.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований в работе явились различные виды сметаны по массовой доле жира (далее м.д.ж.) – 10, 15 и 20 %, как наиболее широко востребованные среди потребителей различных возрастных категорий.

Традиционная технология производства сметаны, реализуемая сегодня на предприятиях молочной промышленности Республики Беларусь, предусматривает применение в качестве молочного сырья сливок натуральных, или нормализованных смешением или в потоке обезжиренным молоком (далее ОБМ) в количестве до 40 % от массы смеси. Поэтому в качестве опытных образцов сметаны выступали образцы из сливочно-пахтовой смеси с применением пахты, полученной способом сбивания сливок (пахта-сырье НСС). В качестве

¹Боброва А. В. Разработка технологии функциональных кисломолочных продуктов на основе концентратов пахты и молочной сыворотки, полученных нанофильтрацией: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. – Вологда-Молочное, 2019. – 182 с.

контрольных образцов выступала сметана из сливок натуральных и нормализованных ОБМ.

Согласно предварительным исследованиям, было установлено, что применение пахты-сырья НСС в количестве до 10 % от массы сливочной смеси способствует получению продукта с невыраженными вкусовыми и ароматическими показателями. Поэтому для исследований было выбрано следующее количественное содержание пахты-сырья НСС/ОБМ в составе сливочной смеси опытных и контрольных образцов сметаны: 10, 20, 30 и 40 %, а также для более широкого анализа качественных показателей продукта – 50 % от массы сливочной смеси.

Для производства сметаны из сливочно-пахтовых смесей применяли промышленную технологию получения продукта из натуральных сливок термостатным способом, адаптированную к лабораторным условиям по технологической инструкции ТИ ВУ 192762412.066-2022 на сметану «На здоровье». Технологический процесс включает выполнение следующих операций: первоначально осуществляли составление смесей из сливок и пахты-сырья НСС/ОБМ. Далее проводили процесс гомогенизации натуральных сливок или смесей при температуре 50–70 °С и давлении 12–15 Мпа, после чего исследуемые образцы подвергали тепловой обработке при температуре 90–92 °С с выдержкой 15–20 с, затем охлаждали до температуры сквашивания 30–33 °С и вносили бактериальную закваску лиофилизированную концентрированную белорусского производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» СМ-МТв (*Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*, *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*) прямым способом непосредственно в смесь из расчета 10 Е. А. на 1000 кг смеси. Далее заквашенные сливочно-пахтовые смеси расфасовывали в потребительскую тару и проводили процесс сквашивания при температуре 30–33 °С в течение 10–12 ч согласно рекомендациям производителя. По достижении активной кислотности сгустка 4,7–4,8 ед. рН процесс сквашивания считали законченным. Затем образцы, сквашенные в упаковке, охлаждали до (17±1) °С в хладостатной камере, после чего их направляли в холодильную камеру с температурой (4±2) °С для созревания сметаны в течение 6–12 ч.

При проведении эксперимента для всех исследуемых образцов сыворотки отбор проб и подготовку их к анализу осуществляли по ГОСТ 26809.1–2014, эффективную вязкость – с применением ротационного вискозиметра; влагоудерживающую способность – методом центрифугирования; органолептические показатели – сенсорным методом; титруемую кислотность – по ГОСТ 3624-92; биологическую ценность – расчетным методом по критериям, разработанными академиками Н. Н. Липатовым и И. А. Роговым, основанных на развитии принципа Митчелла – Блока [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изменение эффективной вязкости неразрушенных сгустков сметаны с м.д.ж. 10, 15 и 20 % из сырья разного компонентного состава с температурой (4±2) °С в процессе хранения в течение 14-ти суток при стандартной температуре до 6 °С представлено на рис. 1.

Анализируя представленные данные на рис. 1, установлено, что все исследуемые образцы сметаны различной жирности, независимо от компонентного состава, характеризовались увеличением показателей эффективной вязкости в процессе хранения в течение 14-ти суток при температуре (4±2) °С, что связано с отвердеванием и кристаллизацией молочного жира, образованием новых жировых скоплений в процессе созревания и хранения продукта, а также с белками, которые, благодаря своей способности связывать влагу, также улучшают консистенцию сгустков¹.

В зависимости от жирности опытных и контрольных образцов сметаны отмечено, что с увеличением м.д.ж. продукта от 10 до 20 % показатели эффективной вязкости пропорционально возрастали.

¹Химия и физика молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова, П. И. Гунькова – СПб.: ГИОРД, 2012. – 336 с.

В зависимости от сырьевого состава сливочных смесей, в том числе количественного соотношения сырьевых компонентов сметаны с м.д.ж. 10, 15 и 20 % установлено, что по мере увеличения количества пахты-сырья НСС или ОБМ до 50 % в составе продукта наблюдалось снижение показателей эффективной вязкости неразрушенных сгустков. При этом использование пахты-сырья НСС в количестве до 40 % от массы смеси позволило получить продукт, характеризующийся приемлемой консистенцией в процессе хранения в течение 14-ти суток при температуре (4 ± 2) °С, не уступающей сметане на основе натуральных сливок и смеси сливок и ОБМ. При этом наиболее приближенными по показателям эффективной вязкости сметане из традиционного сырья, а также ярко выраженными вкусовыми и ароматическими характеристиками обладали образцы сметаны из сливок и пахты-сырья НСС в количестве 20 % от массы смеси. Напротив, использование пахты в количестве 50 % в составе смеси способствовало формированию жидкой консистенции сгустков.

Изменение влагоудерживающей способности сметаны с м.д.ж. 10, 15 и 20 % из сырья разного компонентного состава в процессе хранения в течение 14-ти суток при температуре (4 ± 2) °С представлено на рис. 2.

Согласно представленным данным на рис. 2, отмечена тенденция улучшения влагоудерживающей способности всех исследуемых образцов сметаны различной жирности, независимо от компонентного состава, в процессе хранения в течение 14-ти суток при температуре (4 ± 2) °С, что связано с дальнейшим отвердеванием молочного жира и уплотнением структуры продукта.

В зависимости от массовой доли жира готового продукта установлено, что с увеличением жирности сметаны от 10 до 20 % количество выделившейся сыворотки в исследуемых опытных и контрольных образцах в процессе центрифугирования увеличивалось.

В зависимости от компонентного состава и количественных соотношений сырьевых компонентов сливочных смесей сметаны с м.д.ж. 10, 15 и 20 % определено, что опытные образцы сметаны из сливочно-пахтовых смесей, независимо от количественного содержания пахты-сырья НСС в составе продукта, характеризовались лучшей влагоудерживающей способностью по сравнению с контрольными образцами из натуральных сливок и сливок, нормализованных ОБМ с соответствующим соотношением молочного сырья.

При этом опытные образцы сметаны из сливок и пахты-сырья НСС в количестве до 40 % от массы смеси характеризовались влагоудерживающей способностью в среднем на 3–4 % выше по сравнению с контрольными образцами продукта из традиционного молочного сырья, а в количестве 50 % от массы смеси – напротив, в среднем ниже на 15 %.

Полученные данные реологических и синергических свойств сметаны с м.д.ж. 10, 15 и 20 % из сырья разного компонентного состава можно объяснить мелкодисперсностью жировых шариков пахты-сырья НСС, что отражено на рис. 3.

Согласно результатам микроскопирования исследуемых образцов (рис. 3), жировые шарики гомогенизированных сливочно-пахтовых смесей мелкодиспергированы, основная масса которых не превышает размеры 1,0 мкм. При этом в гомогенизированной сливочной смеси и смеси из сливок, нормализованных ОБМ, диаметр жировых шариков в среднем больше в 1,5–2 раза по сравнению с образцами из сливок и пахты-сырья НСС.

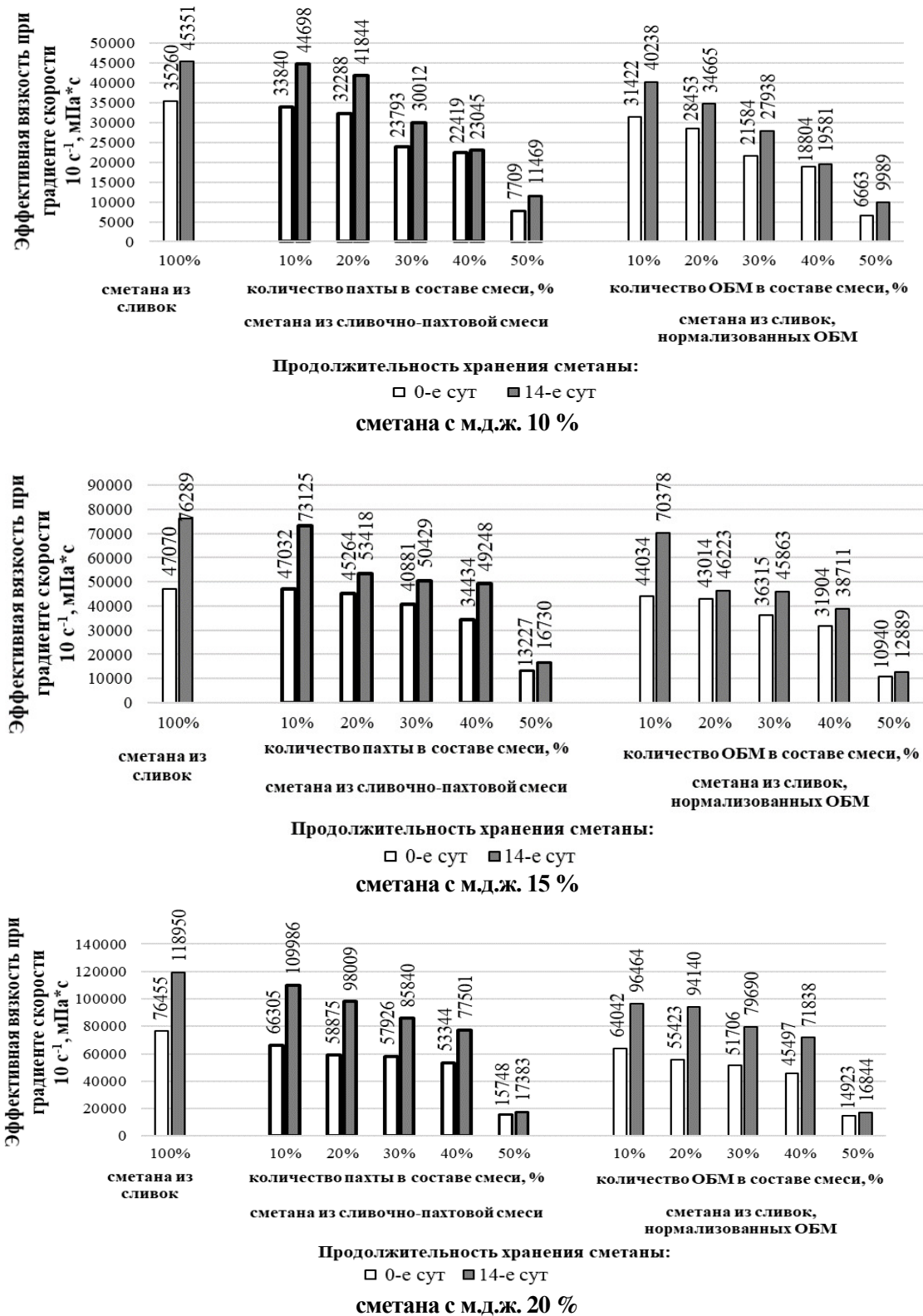


Рис. 1. Зависимость эффективной вязкости сметаны от количественного содержания сырьевых компонентов в составе сливочной смеси

Fig. 1. Dependence of the effective viscosity of sour cream on the quantitative content of raw components in the composition of cream mixture

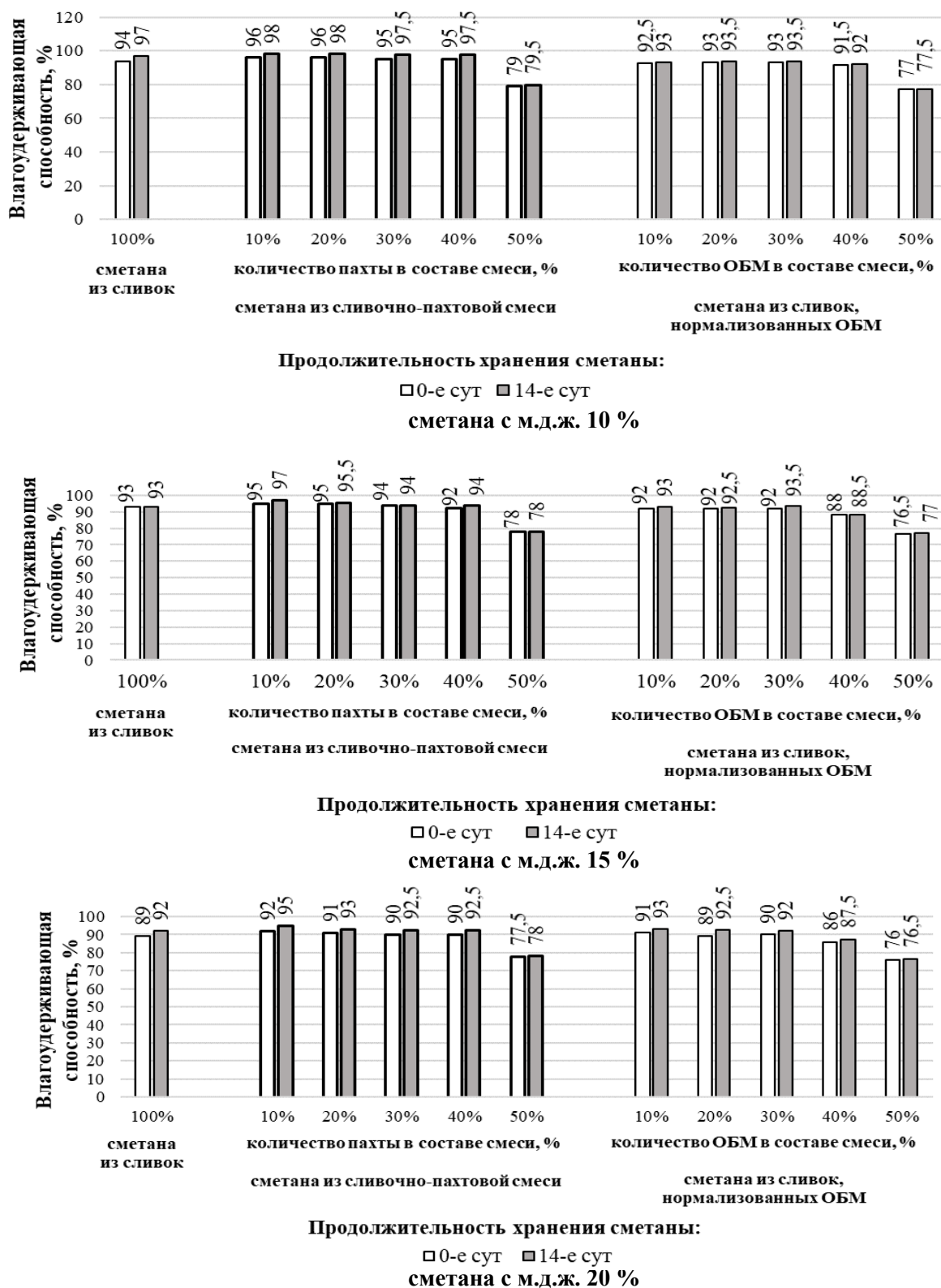


Рис. 2. Зависимость влагоудерживающей способности сметаны от количественного содержания сырьевых компонентов в составе сливочной смеси

Fig. 2. Dependence of sour cream water retention capacity on the quantitative content of raw components in the composition of cream mixture



Рис. 3. Микроскопические картины смесей на основе сырья разного компонентного состава

Fig. 3. Microscopic images of mixtures based on raw materials with different component composition

Изменение титруемой и активной кислотности сметаны с м.д.ж. 10, 15 и 20 % из сырья разного компонентного состава в процессе хранения в течение 14-ти суток при температуре (4 ± 2) °С представлено на рис. 4.

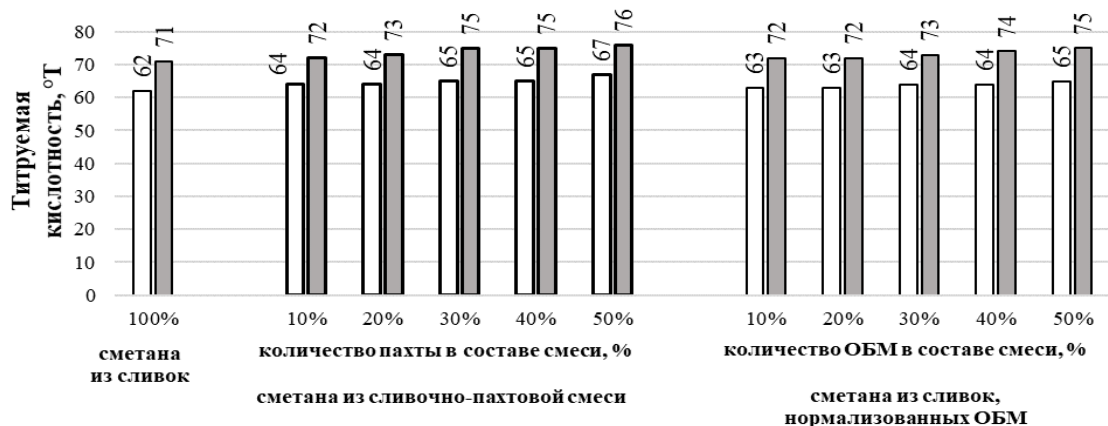
Установлено (рис. 4), что в течение 14-ти суток хранения при температуре (4 ± 2) °С показатели титруемой кислотности всех исследуемых образцов сметаны с м.д.ж. 10, 15 и 20 % возросли и не превышали нормативные значения 90–100 °Т согласно ТНПА.

В зависимости от жирности сметаны из сырья разного компонентного состава отмечено, что с увеличением м.д.ж. исследуемых образцов от 10 до 20 % показатели титруемой кислотности становились несколько ниже.

Установлено, что опытные образцы сметаны из сливок и пахты-сырья НСС, независимо от количественного содержания сырьевых компонентов в составе сливочной смеси, не имели существенных отличий в динамике изменения титруемой кислотности в процессе хранения по сравнению с контрольными образцами из традиционного молочного сырья.

Одним из наиболее значимых показателей, оказывающих влияние на потребительские характеристики сметаны, является органолептическая оценка вкуса и запаха, консистенции и внешнего вида готового продукта.

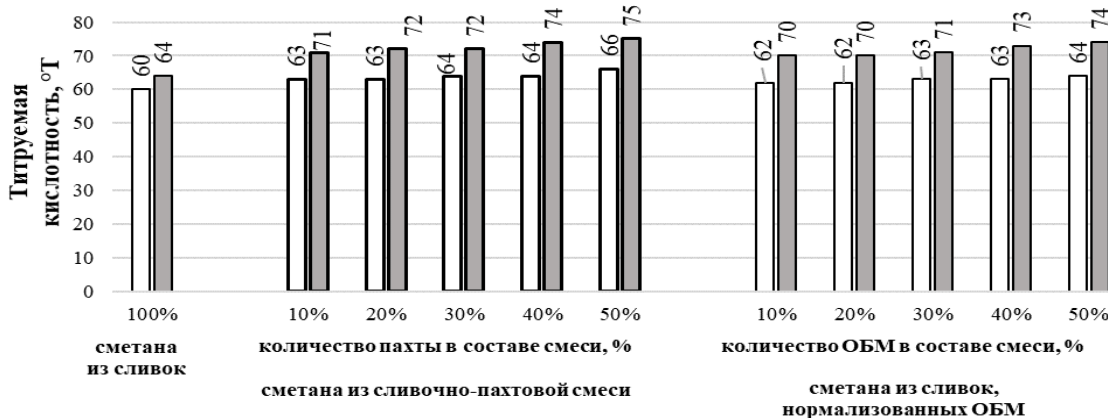
Установлено, что увеличение количества пахты-сырья НСС в составе сливочной смеси способствовало усилению сливочного и кисломолочного вкуса и аромата, однако консистенция продукта становилась менее вязкой. В свою очередь, контрольные образцы сметаны из натуральных сливок и сливок, нормализованных ОБМ, преимущественно характеризовались кисломолочным вкусом и ароматом. Наиболее ярко выраженными вкусовыми и ароматическими характеристиками обладали опытные образцы сметаны из сливочно-пахтовой смеси с содержанием пахты-сырья НСС в количестве 20 % от массы смеси. Увеличение содержания пахты-сырья НСС или ОБМ как в опытных, так и контрольных образцах, соответственно, до 50 % от массы смеси способствовало формированию жидкой консистенции сгустков, что отрицательно сказалось на потребительских характеристиках готовой продукции и подтверждено ранее представленными результатами эффективной вязкости сметаны.



Продолжительность хранения сметаны:

□ на 0-е сут ■ на 14-е сут

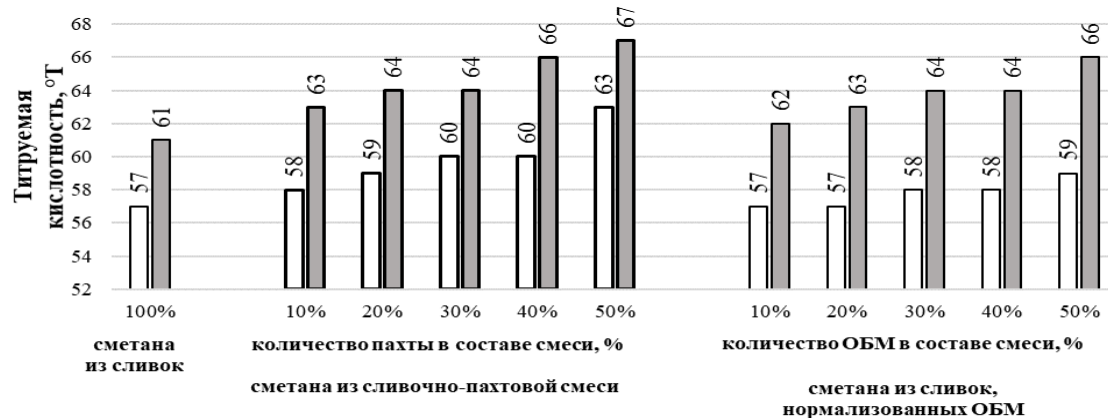
Сметана с м.д.ж. 10 %



Продолжительность хранения сметаны, сут

□ на 0-е сут ■ на 14-е сут

Сметана с м.д.ж. 15 %



Продолжительность хранения сметаны, сут

□ на 0-е сут ■ на 14-е сут

Сметана с м.д.ж. 20 %

Рис. 4. Зависимость титруемой кислотности сметаны от количественного содержания сырьевых компонентов в составе сливочной смеси

Fig. 4. Dependence of titrated sour cream on the quantitative content of raw components in the composition of the cream mixture

С учетом вышепредставленных исследований структурно-механических, органолептических и физико-химических показателей рациональным является применение пахты-сырья НСС в составе сливочной смеси при производстве сметаны в количестве до 40 % от массы смеси.

Особое значение в области здорового питания играет биологическая ценность продуктов, а именно наличие незаменимых аминокислот. Сбалансированная и полноценная по аминокислотному составу молочная продукция будет оказывать положительное воздействие на функционирование организма человека. При этом исключение из рациона хотя бы одной аминокислоты повлечет за собой нарушение процессов метаболизма [16].

Исследования биологической ценности сметаны из сливочно-пахтовых смесей представлены на примере низкожирных видов продукта с м.д.ж. 15 %, поскольку она является более диетической и предпочтительна для людей пожилого возраста.

Содержание незаменимых аминокислот в сметане на основе сырья разного компонентного состава и отношение к белковому этанолу представлено в табл. 1.

Табл. 1. Аминокислотный состав сметаны на основе сливочно-пахтовых смесей

Table 1. Amino acid composition of sour cream based on cream-buttermilk mixtures

Наименование аминокислоты (АК)	Эталонный белок ФАО/ВОЗ, г/100г белка	Сметана из сливок и ОБМ (в потоке) АК, г/100г белка	Сметана на основе сливок и пахты в соотношении (%), соответственно:			
			90:10	80:20	70:30	60:40
			АК, г/100г белка	АК, г/100г белка	АК, г/100г белка	АК, г/100г белка
Валин	4	7,07	7,03	6,65	6,26	5,87
Изолейцин	3	6,36	5,95	5,62	5,30	4,98
Лейцин	6,1	9,75	9,43	9,10	8,77	8,43
Лизин	4,8	6,64	7,50	7,28	7,05	6,82
Метионин+цистеин	2,3	2,43	2,67	2,58	2,48	2,38
Треонин	2,5	4,54	4,73	4,58	4,42	4,27
Триптофан	0,66	1,43	2,00	2,45	2,91	3,37
Фенилаланин+тирозин	4,1	4,82	5,30	5,41	5,52	5,62
Итого:	27,46	43,04	44,62	43,66	42,70	41,75

Согласно результатам, представленным в табл. 1, с увеличением количества пахты в составе сливочных смесей при производстве сметаны наблюдается снижение содержания незаменимых АК в продукте. При этом суммарный удельный вес незаменимых АК в сметане из сливочно-пахтовых смесей с содержанием пахты-сырья НСС 10 % от массы смеси составил 44,62 г/100 г белка, 20 % от массы смеси – 43,66 г/100 г белка, что несколько выше по сравнению с традиционной сметаной из сливок, нормализованных ОБМ, содержание белковых составляющих в которой находится в количестве 43,04 г/100 г белка. В образцах сметаны с использованием пахты-сырья НСС в количестве 30 и 40 % от массы смеси содержание незаменимых аминокислот несколько ниже по сравнению со сметаной из традиционного сырья и составляет 42,70 и 41,75 г/100 г белка соответственно. Причем все исследуемые образцы по наличию белковых составляющих превысили их количество в эталонном белке ФАО/ВОЗ, что может свидетельствовать о биологической полноценности белков сметаны из сливочно-пахтовых смесей.

Усвоение организмом человека незаменимых АК напрямую зависит от показателя минимального сора одной из них, в связи с чем был произведен расчет показателя утилитарности незаменимых АК.

Расчетные величины показателей утилитарности незаменимых аминокислот белков сметаны 15 % из сливочно-пахтовых смесей изображены на рис. 5.

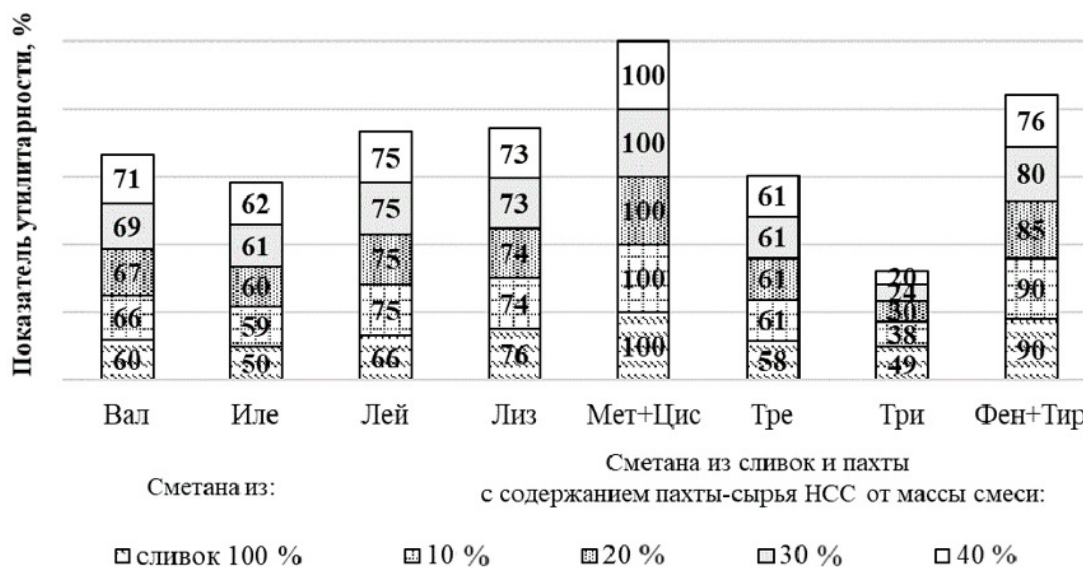


Рис. 5. Показатели утилитарности незаменимых АК сметаны 15 % из сливочно-пахтовых смесей

Fig. 5. Utility indicators of essential amino acids of sour cream 15 % from creamy buttermilk mixtures

Как свидетельствуют данные, представленные на рис. 5, наименьшим показателем утилитарности незаменимых АК в белке исследуемых образцов сметаны 15 % из сливочно-пахтовых смесей обладает триптофан. Это свидетельствует о том, что именно эта незаменимая АК будет использоваться организмом человека наименее рационально, что, в свою очередь, является несомненным плюсом, поскольку «при ее избыточном содержании в пище под влиянием микробных ферментов в кишечнике образуются ядовитые вещества, имеющие в своем строении ароматическое кольцо: фенол, скатол, индол» [16]. Результаты расчетов аналитических коэффициентов, характеризующих усвояемость белков сметаны с м.д.ж. 15 % из сливочно-пахтовых смесей, представлены в табл. 2.

На основании полученных результатов сбалансированности и разбалансированности аминокислотного состава, которые по отношению к физиологически необходимой норме и для эталонного белка ФАО/ВОЗ должны составлять 1 и 0 ед., можно заключить, что более рациональным использованием белковых составляющих будет обладать сметана из сливок и пахты-сырья НСС по сравнению со сметаной из традиционного молочного сыра.

По значению сопоставимой избыточности, которая является информативным показателем сбалансированности состава незаменимых АК в белке и для «идеального» белка ФАО/ВОЗ составляет 0, все исследуемые образцы сметаны из сливочно-пахтовых смесей находятся на одинаковом уровне в диапазоне 0,11–0,13 %.

По показателю усвояемости все исследуемые образцы сметаны из сливочно-пахтовых смесей максимально приближены к «идеальному» белку ФАО/ВОЗ, что может свидетельствовать о полной мере удовлетворения потребности организма человека в незаменимых АК. Установлено, что все исследуемые образцы сметаны из сливочно-пахтовых смесей характеризуются высокой биологической ценностью, о чем свидетельствуют приближенные к эталону значения индекса незаменимых АК (ИНАК), которые находятся приблизительно на одинаковом уровне.

Табл. 2. Аминокислотная сбалансированность белков сметаны из сливочно-пахтовых смесей**Table 2.** Amino acid balance of sour cream proteins from cream-buttermilk mixtures

Наименование показателя	Эталонный белок ФАО/ВОЗ	Сметана из сливок и ОБМ (в потоке)	Сметана на основе сливок и пахты НСС в соотношении (%), соответственно:			
			10	20	30	40
Коэффициент сбалансированности аминокислотного состава КСАС (u), ед.	1	0,67	0,72	0,70	0,69	0,68
Коэффициент разбалансированности аминокислотного состава КРАС (R), ед.	0	0,33	0,28	0,30	0,31	0,32
Показатель сопоставимой избыточности σ_c , %	0	0,13	0,11	0,12	0,12	0,13
Усвояемость (U), %	100	99,87	99,89	99,88	99,88	99,87
Индекс незаменимых аминокислот ИНАК	1	1,38	1,39	1,40	1,40	1,40

Приведенные исследования свидетельствуют о высокой биологической ценности сметаны из сливочно-пахтовых смесей, поскольку продукт характеризуется высокой усвояемостью, сбалансированностью незаменимых аминокислот по отношению к эталонному белку ФАО/ВОЗ и отсутствием лимитирующих белковых составляющих. При этом применение пахты-сырья НСС в составе сливочной смеси до 20 % по содержанию незаменимых АК несколько превышает их количество в образце из сливок, нормализованных ОБМ, а в количестве 30 и 40 % – находятся практически на одинаковом уровне.

Таким образом, рекомендовано при производстве сметаны различной жирности использовать пахту-сырье НСС в количестве до 40 % от массы смеси, а наиболее рациональным явилось содержание 20 % в составе продукта, что обосновано вкусовыми и ароматическими показателями, консистенцией и аминокислотным составом продукта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены зависимости, характеризующие влияние количественного соотношения сырьевых компонентов в составе сливочно-пахтовой смеси на органолептические, физико-химические показатели, структурно-механические свойства и биологическую ценность сметаны.

Определены оптимальные количественные соотношения сырьевых компонентов сливок и пахты, полученной способом сбивания от сладкосливочного масла, при производстве сметаны из сливочно-пахтовых смесей.

Показано, что применение пахты в количестве до 40 % в составе сливочной смеси позволяет получить продукт, характеризующийся выраженными вкусовыми и ароматическими характеристиками, однородной, нежной консистенцией, стабильным кислотообразованием и высокой влагоудерживающей способностью, а также сбалансированной по аминокислотному составу, с высокой усвояемостью и отсутствием лимитирующих белковых составляющих, что не уступает сметане из традиционного молочного сырья. Сметана из сливок и пахты в количестве до 20 % по содержанию незаменимых аминокислот несколько превышает их количество в образце из натуральных сливок, а при использовании пахты в количестве 30 и 40 % от массы смеси находятся практически на одном уровне. При этом наиболее

рациональным явилось применение пахты для получения сметаны в количестве 20 %, что обосновано органолептическими показателями и высокой биологической ценностью продукта.

Рекомендовано в технологии производства сметаны использовать пахту, полученную способом сбивания сливок, в количестве до 40 % от массы смеси, а наиболее рациональным считать содержание – 20 %, что дает возможность получить продукт с высокой усвояемостью, сбалансированностью незаменимых аминокислот по отношению к эталонному белку ФАО/ВОЗ и отсутствием лимитирующих белковых составляющих, а также выраженными органолептическими показателями, приемлемыми структурно-механическими и стабильными физико-химическими свойствами в процессе хранения.

Настоящая работа выполнена на кафедре технологии молока и молочных продуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий в рамках НИР «Научно-практическое обоснование расширения сырьевых ресурсов в технологии производства сметаны», включенной в государственную программу научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность».

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гетманец, В. Н. Производство сметаны и сметанного продукта / В. Н. Гетманец // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2(148). – С. 167–171.
- 2 Остроумов, Л. А. Пахта – продукт высокой биологической активности / Л. А. Остроумов, И. А. Мазеева // Молочная промышленность. – 2009. – № 7. – С. 52–53.
- 3 Кубекина, М. В. Фосфолипиды пищи: влияние на липидный обмен и факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний / М. В. Кубекина [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86. – № 3. – С. 6–18.
- 4 Яйленко, А. А. Роль макро- и микронутриентов в профилактике и коррекции когнитивных расстройств у детей / А. А. Яйленко // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2020. – Т. 19. – № 1. – С. 216–226.
- 5 Шингарева, Т. И. Применение пахты для нормализации смеси при производстве продукта кефирного / Т. И. Шингарева [и др.] // Техника и технология пищевых производств: XIII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 апр. 2020 г.: тез. докл. в 2 т. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; ред.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2020. – Т. 1. – С. 312–313.
- 6 Шуляк, Т. Л. Создание кисломолочных напитков из пахты с пониженным содержанием лактозы / Т. Л. Шуляк, Н. Ф. Гуца, В. П. Тишкевич // Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції: програма та матеріали четвертої міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 24–25 березня 2015 р. / Національний університет харчових технологій. – Київ: НУХТ, 2015. – С. 90–91.
- 7 Дымар, О. В. Технология производства мягких сыров на основе пахты / О. В. Дымар, Е. В. Ефимова, С. И. Вырина // Переработка молока. – 2015. – № 3. – С. 44–47.
- 8 Чекалева, А. В. Использование концентратов пахты, полученных обратным осмосом и нанофильтрацией, в производстве йогурта / А. В. Чекалева, Н. Г. Острецова // Молочнохозяйственный Вестник. – 2012. – № 3 (7). – С. 77–83.
- 9 Острецова, Н. Г. Использование нанофильтрационных концентратов пахты и сыворотки для кисломолочных продуктов с повышенной массовой долей белка / Н. Г. Острецова, А. В. Боброва // Пищевые системы. – 2021. – Т. 4. – № 2. – С. 134–143.
- 10 Мельникова, Е. И. Применение пахты в технологии кисломолочного мороженого / Е. И. Мельникова [и др.] // Вестник Международной академии холода. – 2020. – № 1. – С. 60–66.
- 11 Насонова, Ю. К. Разработка технологии творожного продукта с использованием сухой пахты / Ю. К. Насонова [и др.] // Ползуновский вестник. – 2018. – № 3. – С. 57–61.
- 12 Ефимова, Е. В. Использование пахты для производства новых видов сыров / Е. В. Ефимова, К. В. Обьедков, Е. М. Валялкина // Комплексное использование биоресурсов: малоотходные технологии: материалы международной научно-практической конференции; под общей ред. член-корр. РАСХН, д-ра техн. наук, профессора Р. И. Шаззо / г. Краснодар (11–12 марта 2010 г.). – Издательский Дом-Юг, 2010. – С. 61–64.
- 13 Скокова, О. И. Научно-практические основы применения пахты в технологии сметаны повышенной биологической ценности / О. И. Скокова [и др.] // Наука, питание и здоровье: сб. научных трудов / Национальная академия наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; ред.: З. В. Ловкис [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2021. – Ч. 1. – С. 273–281.
- 14 Чеканова, Ю. Ю. Эффективность применения пахты в технологии производства сметаны с высокой пищевой ценностью / Ю. Ю. Чеканова, А. А. Павлюковец, О. И. Купцова // Материалы Международной научной конференции

молодых учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К. А. Тимирязева, г. Москва, 5–7 июня 2023 г.: сб. статей / Коллектив авторов; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – М: Издательство РГАУ-МСХА, 2023. – С. 457–461.

15 Липатов, Н. Н. Некоторые аспекты моделирования аминокислотной сбалансированности пищевых продуктов / Н. Н. Липатов // Пищевая и перерабатывающая промышленность. – 1986. – № 4. – С. 48–52.

16 Лысиков, Ю. А. Аминокислоты в питании человека / Ю. А. Лысиков // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2012. – № 2. – С. 88–105.

Поступила в редакцию 24.11.2023 г.

ОБ АВТОРАХ:

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

Чеканова Юлия Юрьевна, старший преподаватель кафедры технологии молока и молочных продуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), e-mail: chekanowa_07@mail.ru.

ABOUT AUTHORS:

Olga I. Kuptsova, PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: ol.skokowa@yandex.by.

Yuliya Yu. Chekanova, senior teacher of the Department of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: chekanowa_07@mail.ru.