

<https://elibrary.ru/XAOLYF>

<https://doi.org/10.21603/1019-8946-2026-1-69>

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗЛАКТОЗНОЙ ПАХТЫ В ТЕХНОЛОГИИ СПРЕДОВ

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Екатерина Николаевна Пирогова, научный сотрудник

E-mail: e.pirogova@fncps.ru

Екатерина Сергеевна Данилова, научный сотрудник

E-mail: e.danilova@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, г. Углич

В работе рассматривается функциональный потенциал пахты, в т. ч. безлактозной, как ценной составляющей для производства спредов разного состава. Пахта, ранее считавшаяся побочным продуктом при производстве масла, в настоящее время приобретает все большее значение как источник белков, фосфолипидов, минералов и мембран жировых шариков молока. Особое внимание уделено пахте, полученной при производстве масла методом преобразования высокожирных сливок, включая ее безлактозную модификацию, обладающую улучшенной усвояемостью и естественной сладостью за счет гидролиза лактозы. Исследованы образцы спредов различного состава (массовая доля жира 72,5 и 55,0 %), полученные с использованием пахты и безлактозной пахты при различных соотношениях молочного жира и заменителя молочного жира (0/100, 20/80, 50/50). Проведены комплексные физико-химические, структурно-механические и органолептические исследования. Установлено, что введение безлактозной пахты улучшает вкусовые характеристики спредов, особенно при сочетании с долей молочного жира, формируя сливочный и сладковатый вкус и гармоничную текстуру, не уступающую традиционным маслам. При этом вид использованной пахты (традиционная или безлактозная) не оказывает существенного влияния на консистенцию, которая в большей степени определяется соотношением молочного и растительного жира. Полученные данные подтверждают целесообразность использования безлактозной пахты в рецептурах спредов как компонента, повышающего органолептические и пищевые качества продукции, подчеркивают ее потенциал в разработке специализированных продуктов, ориентированных на потребителей с непереносимостью лактозы, а также возможность создания новых диетических и функциональных продуктов с улучшенной усвояемостью и расширенными питательными свойствами.

Ключевые слова: пахта, безлактозная пахта, сливочное масло, спреды, непереносимость лактозы

Для цитирования: Пирогова, Е. Н. Перспективы применения безлактозной пахты в технологии спредов / Е. Н. Пирогова, Е. С. Данилова // Молочная промышленность. 2026. № 1. С. 70–77. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2026-1-69>

ВВЕДЕНИЕ

Пахта – побочный продукт, получаемый при сбивании сливок в процессе производства сливочного масла методом сбивания. Традиционно считавшаяся отходом переработки пахта в последние десятилетия привлекает все больше внимания как ценный функциональный ингредиент с широким спектром потенциальных применений в пищевой промышленности. Она содержит значительное количество

белков, липидов, фосфолипидов, лактозы, а также биологически активных компонентов, таких как мембраны жировых шариков молока, которые обладают доказанными полезными свойствами [1, 2].

Современные исследования показывают, что фосфолипиды и гликолипиды, входящие в состав пахты, способны оказывать благоприятное влияние на липидный профиль крови, когнитивные функции

и иммунную систему [3–5]. Помимо этого, высокое содержание молочных белков и биодоступных минералов делает пахту перспективной основой для функциональных напитков, детского питания, диетических и ферментированных продуктов [6]. Учитывая рост интереса к устойчивому производству и полной переработке молочного сырья, использование пахты в виде ингредиента, а не ее утилизация в виде отходов, становится экономически и экологически обоснованной задачей.

Пахта может образовываться не только в результате производства сливочного масла методом сбивания, но и при сепарировании сливок в процессе производства сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок (ПВЖС). Такая пахта отличается по составу и свойствам от традиционной пахты, полученной при сбивании сливок. В отличие от пахты, полученной при сбивании, пахта от сепарирования сливок содержит меньше фосфолипидов и мембран жировых шариков, поскольку значительная их часть остается в высокожирных сливках [7]. Тем не менее она сохраняет значительное количество молочного белка, лактозы и минеральных веществ, а также может обладать улучшенными вкусовыми характеристиками [8]. Таким образом, оба вида пахты представляют интерес в рамках концепции безотходной переработки молочного сырья и разработки функциональных продуктов с доказанными преимуществами для здоровья разных групп потребителей.

Безлактозная пахта представляет особый интерес в контексте развития функциональных продуктов и проблемы пищевой непереносимости молочных ингредиентов. Она сохраняет большинство своих ценных компонентов – молочные белки, минеральные вещества, фосфолипиды и фракции мембраны жировых шариков, – при этом легче усваивается и обладает более сладким вкусом за счет образования глюкозы и галактозы при гидролизе лактозы. Это повышение коэффициента сладости позволяет снижать дозировку добавленного сахара при создании кисломолочных напитков и десертов, сохраняя приемлемые органолептические свойства [9].

Кроме того, использование безлактозной пахты в функциональных продуктах поддерживает концепцию полной переработки молочного сырья. Вместо утилизации или ограниченного применения, пахта становится ценным компонентом в новых рецептурах, адаптированных под современные запросы на здоровье и пищевую толерантность.

В производстве растительно-жировых спредов, не содержащих молочного жира, безлактозная пахта также может играть важную роль как функциональный ингредиент. Добавление безлактозной пахты, возможно, улучшит органолептические свойства спреда – придаст более мягкий, сливочный вкус даже при отсутствии молочного жира за счет привнесенного привкуса сладости, а также обогатит продукт белками, минералами и витаминами группы В. В результате можно получить спред с улучшенным пищевым профилем, приближенным по восприятию к традиционному маслу, но с растительной жировой основой, при этом обеспечивая полное отсутствие лактозы, что особенно важно для потребителей с гиполактазией.

Несмотря на высокую питательную ценность, пахта до сих пор остается недооцененным компонентом в молочной промышленности, и ее потенциал как функционального ингредиента требует дальнейшего изучения [10–12].

Целью данного исследования являлась оценка использования безлактозной пахты в составе спредов разного состава и соотношения молочного и растительного жира.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являлись:

- безлактозная пахта, полученная при производстве безлактозного масла методом преобразования высокожирных сливок (ПВЖС);
- спреды с массовой долей жира 72,5 и 55,0 % с соотношением молочного жира и заменителя молочного жира (МЖ/ЗМЖ) 0/100 с использованием в качестве плазмы пахты, полученной сепарированием сливок (контрольные образцы);
- спреды с массовой долей жира 72,5 и 55,0 % с соотношением МЖ/ЗМЖ 0/100, 20/80 и 50/50 с использованием в качестве плазмы безлактозной пахты, полученной при производстве безлактозного масла методом ПВЖС.

В качестве молочной жировой составляющей в рецептуру спредов 20/80 и 50/50 входили высокожирные сливки с массовой долей жира 73,0 %. В качестве ЗМЖ использована готовая жировая композиция на растительной основе, соответствующая марке 1, согласно ГОСТ 3648-2022.

Методы исследований:

- массовая доля жира в спреде определялась по ГОСТ 32189-2013, массовая доля лактозы в пахте –

методом капиллярного электрофореза по ГОСТ 33527-2015 с модификацией пробоподготовки исследуемых объектов с использованием системы «Капель-105М» (группа компаний «Люмэкс», Россия) [13];

- титруемая кислотность спредов, жира и молочной плазмы спредов определялась по ГОСТ 3624-92;
- структурно-механические показатели спредов: термостойкость – по ГОСТ Р 52253-2004; твердость, вытекание жидкого жира, восстанавливаемость структуры, содержание жира в плазме, содержание эмульгированного жира – по прописи методик ВНИИМС [14];
- органолептические показатели образцов спредов оценивали по ГОСТ 34178-2017, по 20-балльной шкале в соответствии с ТУ 10.42.10-005-19862939-2014 «Спреды столовые растительно-сливочные. Технические условия».

Исследования проводили в трех-пятикратной повторности. Обработку полученных данных и построение графиков осуществляли с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Источник изображения: freepik.com



РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Химический анализ углеводного состава исследуемой безлактозной пахты показал наличие глюкозы (2,10 %) и галактозы (1,94 %) при полном отсутствии лактозы. Такие значения свидетельствуют о полном гидролизе лактозы, происходящем в процессе ферментативного расщепления бета-галактозидазой при подготовке сливок к производству безлактозного масла.

Распад лактозы с образованием ее мономеров подтверждает эффективность технологии ферментативного обезлактоживания, примененной при получении данной пахты. Таким образом, данный вид сырья может быть достоверно отнесен к категории безлактозных ингредиентов, что особенно важно при разработке функциональных пищевых систем, предназначенных для лиц с лактазной недостаточностью.

Аттестованными экспертами, входящими в состав дегустационной комиссии, была проведена органолептическая оценка исследуемых образцов спреда (вкус и запах, консистенция). Органолептическая характеристика образцов спредов с массовой долей жира 72,5 и 55,0 % проводилась по следующим критериям: выраженность сливочного вкуса, наличие постороннего привкуса (в частности, растительного жира), сладость, а также общее вкусовое восприятие продукта. Балльная оценка осуществлялась по 10-балльной шкале, где более высокая оценка соответствовала более выраженным положительным вкусовым характеристикам и гармоничному вкусу. Результаты исследований приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Контрольный образец с соотношением молочного жира / заменителя молочного жира (МЖ/ЗМЖ) 0/100 с использованием пахты, полученной при производстве масла методом преобразования высокожирных сливок (ПВЖС), характеризовался выраженным привкусом растительного жира, слабым сливочным вкусом и отсутствием привкуса пастеризации, что обусловило его невысокую органолептическую оценку – 5,0 баллов.

Опытный образец спреда с соотношением МЖ/ЗМЖ 0/100 (с использованием безлактозной пахты, полученной методом ПВЖС) имел слегка сладковатый вкус и менее выраженный привкус растительного жира, чем контроль, что позволило ему получить оценку 5,5 баллов.

В образце с соотношением МЖ/ЗМЖ 20/80 наблюдались слабые сливочные ноты со сладковатым оттенком, слабый привкус пастеризации при уменьшении привкуса растительного жира, что положительно повлияло на восприятие вкуса и обеспечило образцу 6,0 баллов.

Наивысшую оценку среди образцов с массовой долей жира 72,5 % получил спред с соотношением 50/50, продемонстрировавший умеренный сливочный вкус с привкусом пастеризации и сладковатость, типичную для высококачественного жирового продукта, – 7,0 баллов.

Контрольный образец (МЖ/ЗМЖ 0/100 с использованием пахты) спреда массовой долей жира 55,0 % имел характерный привкус растительного жира, но с заметным молочным оттенком, что обусловило оценку 6,0 баллов.

Образец с соотношением МЖ/ЗМЖ 0/100, в состав которого входила безлактозная пахта, отличался более гармоничным вкусовым профилем, сочетавшим сладковатость, молочность и менее выраженный привкус растительного жира. Этот вариант получил 6,7 баллов.

Наивысшую органолептическую оценку (7,0 баллов), получили два образца с соотношением 20/80 и 50/50. Первый имел сбалансированный сливочный вкус с умеренной сладостью, воспринимавшийся как гармоничный и приятный. Второй образец отличался более выраженным сливочным вкусом, сладостью и характерным привкусом пастеризации, что свидетельствует о положительном влиянии повышения доли молочного жира на вкусовой профиль продукта.

Выраженная сладость во вкусе образцов спредов с соотношением МЖ/ЗМЖ 20/80 и 50/50, полу-

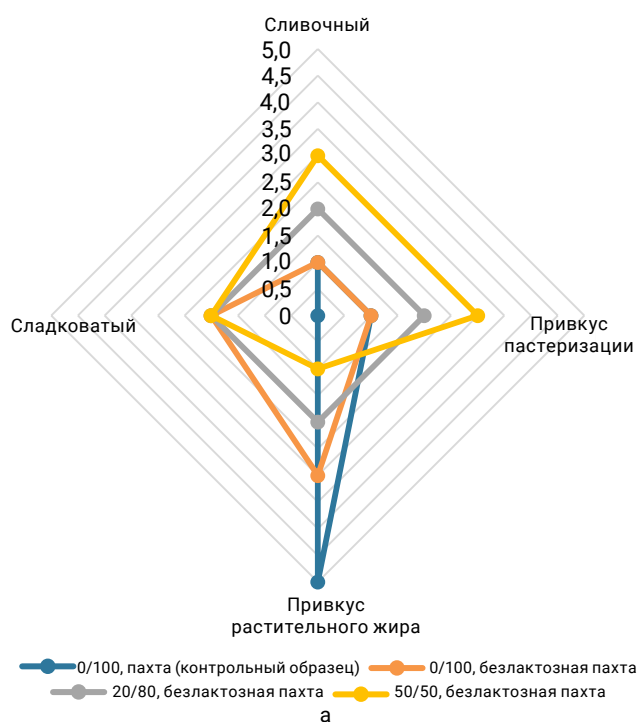
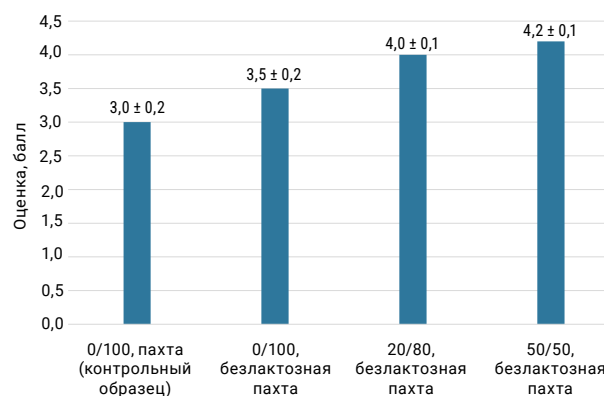
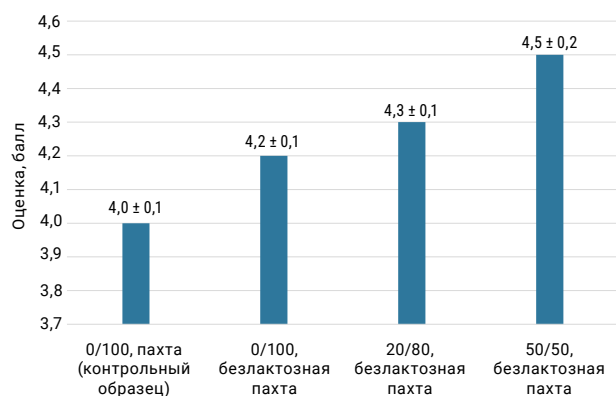


Рисунок 1. Оценка дескрипторов вкуса спредов разного состава, балл: а) массовая доля жира 72,5 %; б) массовая доля жира 50,0 %

Таблица 1. Органолептическая оценка вкуса спредов разного состава, балл

Образец	Массовая доля жира 72,5 %	Массовая доля жира 50,0 %
0/100, пахта (контрольный)	5,0 ± 0,4	6,0 ± 0,3
0/100, безлактозная пахта	5,5 ± 0,3	6,7 ± 0,3
20/80, безлактозная пахта	6,0 ± 0,4	7,0 ± 0,3
50/50, безлактозная пахта	7,0 ± 0,4	7,0 ± 0,4

Примечание: данные приведены в форме «среднее значение ± стандартное отклонение».



а

б

Примечание: данные приведены в форме «среднее значение ± стандартное отклонение».

Рисунок 2. Консистенция спредов разного состава: а) массовая доля жира 72,5 %; б) массовая доля жира 55,0 %

чивших наивысшие органолептические оценки (7,0 баллов), свидетельствует о высоком потенциале данных образцов в качестве основы для создания специализированной продукции. Оба образца характеризовались гармоничным вкусовым профилем: в варианте с 20,0 % молочного жира доминировали сливочность и сладость, воспринимаемые дегустационной комиссией как сбалансированные и органичные; в образце с соотношением 50/50 наблюдался ярко выраженный сливочный вкус с характерным привкусом пастеризации и натуральной сладостью, что формировало более насыщенный и молочный вкус продукта.

Подобные вкусовые характеристики делают указанные образцы особенно перспективными для разработки спредов десертного назначения как для непосредственного потребления, так и для использования в составе других пищевых продуктов, например в слоеной выпечке, кремах, глазурих и начинках. Их органолептический профиль хорошо сочетается с широким спектром вкусо-ароматических наполнителей, включая: какао и шоколадные композиции, ваниль и карамель, фруктово-ягодные пасты и пюре, ореховые компоненты, а также натуральные ароматизаторы и пряности (например, корица, кардамон, имбирь). Кроме того, применение безлактозной пахты, полученной методом ПВЖС, в составе данных образцов позволяет расширить целевую аудиторию продукта за счет потребителей с непереносимостью лактозы, при этом не снижая вкусовых характеристик готового изделия. Это подчеркивает функциональную направленность и рыночную адаптивность исследуемых жировых систем.

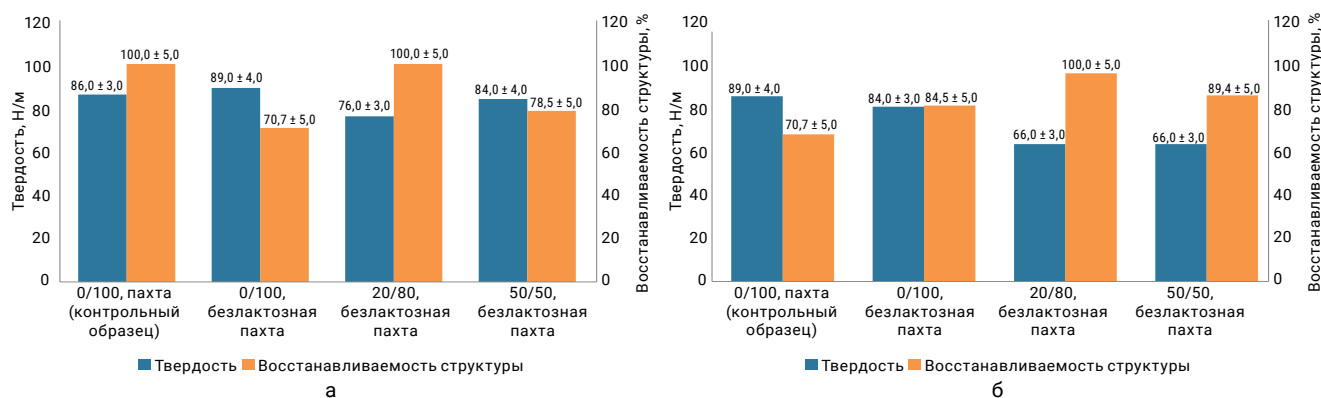
Таким образом, результаты органолептической оценки подтверждают, что оптимизация жировой

системы спредов с учетом введения безлактозной пахты и доли молочного жира открывает перспективы создания продуктов с улучшенными вкусовыми качествами, подходящих как для массового потребления, так и для создания продуктов с добавленной потребительской ценностью.

Результаты анализа консистенции образцов спредов разного состава и соотношения МЖ/ЗМЖ представлены на рисунке 2.

Консистенция образцов спредов вносила значимый вес в общую органолептическую характеристику продукта. Оценки за консистенцию образцов спредов разного состава имели значения от 3,0 до 4,5 баллов. Наиболее высокие значения отмечены в образцах с заменой молочного на растительный жир 50,0 %, что указывает на сформированную и стабильную текстуру. Диаграммы демонстрируют четкую положительную корреляцию между увеличением доли молочного жира и улучшением показателя консистенции, оцениваемого по 5-балльной шкале в обеих группах жирности продукта.

На основании полученных данных можно заключить, что тип используемой пахты (традиционная или безлактозная) не оказывает существенного влияния на консистенцию спредов с разной массовой долей жира. Незначительное повышение оценок консистенции в образце с безлактозной пахтой по сравнению с контрольным свидетельствует скорее о вариативности сенсорного восприятия, чем о реальных различиях в консистенции продукта. Таким образом, решающим фактором, влияющим на консистенцию, является соотношение молочного и растительного жира, а не вид пахты, использованной в рецептуре.



Примечание: данные приведены в форме «среднее значение ± стандартное отклонение».

Рисунок 3. Структурно-механические показатели спредов разного состава: а) массовая доля жира 72,5 %; б) массовая доля жира 55,0 %

Результаты анализа структурно-механических показателей спредов разного состава и соотношения МЖ/ЗМЖ приведены на рисунке 3 и в таблице 2.

Твердость оценивается как показатель способности образца оказывать сопротивление при его разрезании. Образцы 0/100 имели более высокие значения твердости, до 86–89 Н/м, независимо от общей массовой доли жира готового продукта, что свидетельствует о формировании плотной кристаллической структуры, характерной для жировой фазы, полностью состоящей из растительного жира.

Соотношение МЖ/ЗМЖ 20/80 является самым сбалансированным по данным показателям для обеих групп жирности:

- при 72,5 % – удовлетворительная твердость (76 Н/м) и 100 % восстанавливаемость;
- при 55,0 % – низкая твердость (66 Н/м), но также полная восстанавливаемость, что

особенно важно для намазываемости в условиях пониженной жирности продукта.

Увеличение доли молочного жира с 20,0 до 50,0 % не влияет на твердость и понижает восстанавливаемость (89,4 %) в группе жирности продукта 55,0 %. В группе 72,5 % твердость повышается, оставаясь на приемлемом уровне, а восстанавливаемость снижается.

Таким образом, интеграция результатов по обеим группам жирности подтверждает, что баланс молочного и растительного жира оказывает более выраженное влияние на структурные характеристики, чем внешний вид пахты.

Все исследованные образцы спредов, независимо от массовой доли жира, имели хорошую термоустойчивость: значения показателя находились в диапазоне 0,83–0,96, что соответствует категории «хорошая термоустойчивость» ($\geq 0,80$). Наиболее

Таблица 2. Структурно-механические и химические показатели образцов разного состава

Исследуемый показатель	Массовая доля жира 72,5 %				Массовая доля жира 55,0 %			
	0/100, пахта (контрольный образец)	безлактозная пахта			0/100, пахта (контрольный образец)	безлактозная пахта		
		0/100	20/80	50/50		0/100	20/80	50/50
Термоустойчивость	0,91 ± 0,05	0,96 ± 0,04	0,83 ± 0,05	0,83 ± 0,05	0,87 ± 0,04	0,96 ± 0,03	0,96 ± 0,05	0,91 ± 0,04
Вытекание жидкого жира, %	6,1 ± 0,5	4,4 ± 0,3	8,8 ± 0,4	7,8 ± 0,4	5,1 ± 0,5	4,7 ± 0,3	4,9 ± 0,3	4,9 ± 0,3
Кислотность продукта, °K	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	1,0 ± 0,2	1,2 ± 0,2	1,0 ± 0,1	0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,2 ± 0,2
Кислотность жира, °K	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,1
Кислотность плазмы, °T	14,0 ± 0,5	16,0 ± 1,0	20,0 ± 0,8	20,0 ± 0,8	14,0 ± 0,5	14,0 ± 0,6	18,0 ± 0,5	19,0 ± 0,5
Содержание эмульгированного жира, %	следы							

Примечание: данные приведены в форме «среднее значение ± стандартное отклонение».



Источник изображения: freepik.com

высокие значения термоустойчивости получены у образцов, содержащих только ЗМЖ — 0/100 (0,96 для обеих жировых групп). Это иллюстрирует более плотную кристаллическую решетку, формируемую высокоплавкими триглицеридами ЗМЖ. Введение молочного жира до 20 и 50 % в спреды с жирностью 72,5 % привело к снижению термоустойчивости до 0,83, что свидетельствует о частичном расслоении кристаллической матрицы за счет более низкотемпературных триглицеридов молочного жира. В группе пониженной жирности (55,0 %) такое снижение не наблюдалось при замещении 20 % молочного жира (0,96). Это, вероятно, связано с более высокой массовой долей влаги, стабилизирующей жировую фазу при формировании эмульсионного каркаса.

Вытекание жидкого жира отражает способность структуры продукта удерживать свободный жир. Минимальные значения этого показателя наблюдались у опытных образцов 0/100 (4,4 и 4,7 %), что коррелирует с их высокой термоустойчивостью. При повышении доли молочного жира показатель возрастал (до 8,8 и 7,8 % в спредах м. д. ж. 72,5 % с соотношением МЖ/ЗМЖ 20/80 и 50/50 соответственно). Аналогичная, но менее выраженная тенденция отмечалась в группе пониженной жирности: вытекание молочного жира в образце 50/50 незначительно выше, чем у образца 0/100 — 4,9 и 4,7 % соответственно.

Кислотность продуктов (0,6–1,2 °К для спреда м. д. ж. 72,5 % и 0,9–1,2 °К для спреда м. д. ж. 55 %) находилась в пределах характерных значений для спредов, что подтверждает их надлежащее качество.

Содержание эмульгированного жира, находящегося в плазме продукта, характеризует степень обращения фаз готового продукта. Низкие значения данного показателя свидетельствуют о стабильности и полноте обращения фаз в маслообразователе. Во всех образцах спредов эмульгированный жир содержался в очень малом количестве, фактически следы.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты подтверждают, что безлактозная пахта, полученная методом ПВЖС, может эффективно применяться в составе спредов различного жирового состава, обеспечивая их высокое качество и органолептическую привлекательность. Полный гидролиз лактозы в исходном сырье гарантирует безопасность продукта для потребителей с лактазной недостаточностью при сохранении натуральных вкусовых характеристик. Оптимальное соотношение молочного и растительного жира (20/80 и 50/50) позволяет формировать гармоничный вкус с выраженными сливочными и сладковатыми нотами, что делает такие образцы перспективными для производства как универсальных, так и специализированных (десертных) спредов. Вид используемой пахты не оказывает существенного влияния на консистенцию и структурно-механические показатели, при этом ключевым фактором формирования текстуры остается баланс молочного и растительного жира. Высокая термоустойчивость, низкое содержание эмульгированного жира и показатели кислотности в допустимых пределах подтверждают техно-

логическую стабильность исследованных образцов, что расширяет возможности их применения в промышленности и ассортименте продуктов с повышенной потребительской ценностью. Кроме того, состав спреда 0/100, основанный исключительно на расти-

тельных жирах и безлактозной пахте, открывает перспективы для разработки полностью без-холестеринового и безлактозного продукта, ориентированного на потребителей с особыми диетическими потребностями. ■

Поступила в редакцию: 21.08.2025
Принята в печать: 15.01.2026

PROSPECTS FOR LACTOSE-FREE BUTTERMILK IN DAIRY SPREAD TECHNOLOGY

Ekaterina N. Pirogova, Ekaterina S. Danilova

All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking – Branch of V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Uglich

ORIGINAL ARTICLE

Buttermilk possesses enormous functional potential. Even lactose-free buttermilk may serve as a valuable component for dairy spreads. Previously regarded as a byproduct of butter production, buttermilk is a source of proteins, phospholipids, minerals, and milk fat globule membrane material. Lactose-free buttermilk can be obtained from high-fat cream during butter production. The process of lactose hydrolysis makes it highly digestible and sweet. This research featured spreads with 72.5% and 55.0% fat. They were produced from buttermilk and lactose-free buttermilk at various ratios of dairy fat to its vegetable substitute (0:100, 20:80, 50:50). The study included comprehensive physicochemical, structural, mechanical, and sensory analyses. Lactose-free buttermilk improved the sensory profile of spreads, particularly in the samples with a portion of dairy fat: the taste was creamy and sweet while the harmonious texture was comparable to that of conventional butter. The type of buttermilk had no significant effect on the consistency of the spread, which depended mostly on the ratio of dairy fat to vegetable fat. Lactose-free buttermilk proved feasible for spread production as it was able to enhance the sensory and nutritional properties of the final product. It may become a valuable component of nutrient-dense lactose-free functional foods with enhanced digestibility.

Keywords: butter, buttermilk, lactose-free buttermilk, dairy spreads, lactose intolerance

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. El-Loly, M. M. Composition, properties and nutritional aspects of milk fat globule membrane – A review / M. M. El-Loly // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2011. Vol. 61(1). P. 7–32. <https://doi.org/10.2478/v10222-011-0001-0>
2. Зубкова, А. А. Пищевая и биологическая ценность пахты / А. А. Зубкова // Актуальные исследования. 2023. № 3-1(133). С. 34–36. <https://elibrary.ru/ikzjzi>
3. Dewettinck, K. Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane material / K. Dewettinck [et al.] // International Dairy Journal. 2008. Vol. 18(5). P. 436–457. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.09.005>
4. Timby, N. Infections in infants fed formula supplemented with bovine milk fat globule membranes / N. Timby [et al.] // The Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2015. Vol. 60(3). P. 384–389. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000000624>
5. Новокшанова, А. Л. Анализ аминокислотного состава обезжиренного молока и пахты для производства кисломолочного напитка при внесении гидролизата сывороточных белков / А. Л. Новокшанова, Е. В. Топникова, А. А. Абабкова // Вопросы питания. 2019. Т. 88, № 3. С. 90–96. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10034>; <https://elibrary.ru/edrnnav>
6. Barukčić, I. Valorisation of whey and buttermilk for production of functional beverages - an overview of current possibilities / I. Barukčić, K. Lisak Jakopović, R. Božanić // Food Technol Biotechnol. 2019. Vol. 57(4). P. 448–460. <https://doi.org/10.17113/ftb.57.04.19.6460>
7. Вышемирский, Ф. А. Пахта: минимум калорий – максимум биологической ценности / Ф. А. Вышемирский, Н. Н. Ожгихина // Молочная промышленность. 2011. № 9. С. 54–56. <https://elibrary.ru/oewxxn>
8. Singh, H. The milk fat globule membrane – A biophysical system for food applications / H. Singh // Current Opinion in Colloid & Interface Science. 2006. Vol. 11(2). P. 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2005.11.002>
9. Никитина, Ю. В. Современные тренды в создании низколактозных и безлактозных продуктов / Ю. В. Никитина, Е. В. Топникова // Молочная промышленность. 2024. № 4. С. 41–49. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2024-4-8>; <https://elibrary.ru/zcqvzk>
10. Никитина, Ю. В. Перспективы использования пахты / Ю. В. Никитина // Производство сыра, масла и другой молочной продукции в современных условиях. Проблемы и пути решения: Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Углич: Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова, 2023. – С. 225–229. <https://elibrary.ru/rnwggd>
11. Топникова, Е. В. Пахта и ее использование в производстве молочной продукции / Е. В. Топникова, А. В. Дунаев, И. Л. Остроухова // Технический оппонент. 2025. № 1(17). С. 37–44. <https://elibrary.ru/cgvdxl>
12. Никитина, Ю. В. Побочный продукт пахта – перспективы использования / Ю. В. Никитина // Технический оппонент. 2024. № 4(16). С. 40–42. <https://elibrary.ru/gnxazs>
13. Топникова, Е. В. Исследования по обоснованию метода определения углеводного состава некоторых молочных продуктов / Е. В. Топникова [и др.] // Отраслевая наука сегодня и завтра: Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Углич: Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова, 2025. – С. 202–208. <https://elibrary.ru/zjwdqz>
14. Пирогова, Е. Н. Изучение возможности применения масла, выработанного методом преобразования высокожирных сливок, при изготовлении слоеных изделий / Е. Н. Пирогова, Е. В. Топникова, Е. С. Данилова // Пищевые системы. 2024. Т. 7, № 1. С. 157–164. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-1-157-164>; <https://elibrary.ru/sqikhs>