

ПОТЕНЦИАЛ БЕЗЛАКТОЗНОЙ ПАХТЫ В СОЗДАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Ирина Леонидовна Остроухова, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, руководитель направления

исследований по технологии сыра

E-mail: i.ostroukhova@fncps.ru

Елена Васильевна Топникова, заместитель директора по научной работе

E-mail: e.topnikova@fncps.ru

Татьяна Александровна Павлова, канд. техн. наук, научный сотрудник

E-mail: t.pavlova@fncps.ru

Татьяна Валентиновна Комарова, младший научный сотрудник

E-mail: t.komarova@fncps.ru

Юлия Сергеевна Сумеркина, инженер 1 категории

E-mail: yu.sumerkina@fncps.ru

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

Проведены сравнительные исследования физико-химических, реологических, микробиологических, органолептических показателей лактозной и безлактозной пахты, полученной методами сбивания сливок и преобразования высокожирных сливок, а также кисломолочных напитков на ее основе с использованием заквасочной микрофлоры разного состава. В пахте, полученной методом преобразования высокожирных сливок, установлены относительно меньшие значения показателей массовой доли белка, жира, сухих веществ, титруемой кислотности и вязкости сгустка. Состав заквасочной микрофлоры оказал влияние на вязкость сгустка и его влагоудерживающую способность, которые зависели от наличия в составе закваски микроорганизмов, способных продуцировать полисахариды, и от содержания сухих веществ в пахте. В сквашенной пахте установлено образование от 0,6 до 0,7 % молочной кислоты. При этом от 70 до 90 % лактозы в лактозной пахте не было подвержено гидролизу и оставалось в нативном виде. В безлактозной пахте установлено присутствие моносахаров – глюкозы и галактозы, причем глюкозы на 27 ± 6 % меньше, чем галактозы. Скваживание пахты бактериальными концентратами МСТт, Бифилакт-У, Бифилакт-АД обеспечило высокий уровень заквасочных микроорганизмов (10^8 – 10^9 КОЕ/см³). Лучшие органолептические показатели кисломолочного продукта на основе как лактозной, так и безлактозной пахты при одновременно высоком уровне пробиотических микроорганизмов – от $(2,7 \pm 0,3) \times 10^6$ до $(4,3 \pm 0,6) \times 10^6$ КОЕ/см³ – получены с бактериальным концентратом Бифилакт-АД, имеющим в составе молочнокислые и пробиотические микроорганизмы. Безлактозная пахта имеет высокий потенциал в части ее использования для кисломолочных напитков, в т. ч. обогащенных пробиотическими микроорганизмами.

Ключевые слова: пахта, безлактозная пахта, функциональные свойства пахты, бактериальные закваски, кисломолочные напитки из пахты

Для цитирования: Потенциал безлактозной пахты в создании функциональных кисломолочных напитков / И. Л. Остроухова, И. В. Топникова, Т. А. Павлова [и др.] // Молочная промышленность. 2026. № 1. С. 59–69. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2026-1-73>

ВВЕДЕНИЕ

Традиционная пахта – это многокомпонентная жидкость, остающаяся после получения сливочного масла и имеющая в своем составе казеины, сывороточные белки, молочный сахар (лактоза), минералы (кальций, калий, фосфор), витамины и молочный жир. Пахта является продуктом высокой биологической ценности из-за большого количества фосфолипидов¹. В пахте их количество превышает содержание фосфолипидов в исходном молоке, по данным [1], в 4–7 раз. Проведенные исследования доказывают, что потребление молочных продуктов,

обогащенных фосфолипидами, снижает вероятность ожирения, инсулинорезистентности, дислипидемии и диабета 2 типа, которые являются факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний [2–5]. Действие фосфолипидов благоприятно и для профилактики воспалительных и онкологических заболеваний.

Современная молочная промышленность находится в постоянном поиске новых решений, отвечающих запросам потребителей. Одним из трендов является интерес к безлактозным продуктам, обусловленный

* Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию FGUS 2024-008

Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН.

¹Дымар, О. В. Технология производства мягких сыров на основе пахты / О. В. Дымар, Е. В. Ефимова, С. И. Вырина // Переработка молока. 2015. № 3(185). С. 44–47. <https://elibrary.ru/tmhlmn>

распространенностью лактазной недостаточности и желанием потребителей заботиться о своем здоровье [6, 7]. Ведущие производители молочных продуктов, следуя актуальным потребительским трендам, выпускают ультрапастеризованное безлактозное молоко под брендами «Parmalat Comfort», «Валио», «Данон», создают безлактозные продукты с функциональными добавками, например с пробиотиками, пребиотиками и синбиотиками, йогурт без лактозы с пробиотиками от компании Danone, безлактозное молоко с омега-3 (Fairlife). В этом контексте пахта с редуцированной лактозой перестает быть просто побочным продуктом маслоделия, и становится в ценным и многогранным ингредиентом, открывающим новые горизонты для производителей².

При производстве пахты в нее переходит много лактозы. По общему содержанию лактозы пахта не отличается от обезжиренного молока. Для людей с лактазной недостаточностью содержание лактозы в пахте должно быть уменьшено. Получить безлактозную пахту возможно путем ферментации лактозы лактазой – β -галактозидазой. Такая операция может быть проведена как в сливках, предназначенных для получения безлактозного масла, так и непосредственно в лактозной пахте.

Фермент лактаза расщепляет лактозу на простые сахара – глюкозу и галактозу. В результате продукт сохраняет все полезные свойства классической пахты, но становится легкоусвояемым для людей с непереносимостью лактозы. Кроме того, он приобретает более сладкий вкус без добавления сахара, что может являться дополнительным преимуществом при использовании его в качестве основного сырья для напитков.

При разработке кисломолочных напитков на основе пахты для усиления ее полезных свойств возможно в состав заквасочной микрофлоры включать пробиотические культуры. Пробиотическими эффектами обладают, в частности, различные виды бифидо- и лактобактерий. Пробиотики помогают восстановить и поддерживать нормальную микрофлору организма,

обладают многофакторным регулирующим и стимулирующим воздействием, они являются источником незаменимых аминокислот, в том числе триптофана, снижают уровень холестерина в крови. К важнейшим свойствам пробиотиков относятся их антиканцерогенная и антимуtagenная активность [8–10].

На основе пахты, в том числе безлактозной, создаются кисломолочные напитки функционального назначения. Например, ученые ВГМХА проводили исследования по подбору заквасочной микрофлоры для кисломолочного продукта на основе концентрата пахты и сыворотки [11]. Лучшие физико-химические, реологические, микробиологические и органолептические показатели продукта были получены на комбинированной закваске с соотношением заквасочных культур *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Bifidobacterium* равным 1:1:3. В рецептуры кисломолочных напитков на основе пахты включают пребиотические добавки, например пектин и лактулозу в различном соотношении³.

Потребление кисломолочных напитков из пахты соответствует концепции здорового питания [12], т. к. такие продукты содержат ингредиенты, приносящие пользу для здоровья человека. Эти продукты предназначены широкому кругу потребителей, они могут и должны потребляться регулярно в составе нормального рациона питания.

Безлактозная пахта – это яркий пример того, как традиционный побочный продукт благодаря современным технологиям превращается в высокоценный и востребованный ингредиент для производства кисломолочных напитков, что открывает перед производителями молочной продукции широкие возможности для инноваций. Вывод на рынок новых продуктов на основе безлактозной пахты позволяет не только охватить важную нишу потребителей с диетическими ограничениями, но и предложить всем остальным продукты с улучшенным вкусом и «чистой этикеткой», что является несомненным конкурентным преимуществом в условиях насыщенного рынка.

²Обзор: как развивается рынок безлактозного молока в России и мире [Электронный ресурс].

URL: <https://milknews.ru/longridy/bezlaktoznoye-moloko.html?ysclid=mfmigylupm717815577> (дата обращения 26.09.2025).

³Матвеева, А. А. Перспектива производства качественных кисломолочных напитков из пахты / А. А. Матвеева, Т. В. Кабанова. – Материалы Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ». – Ульяновск: Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015 – С. 201–203.

Целью работы явилось изучение развития заквасочных микроорганизмов в лактозной и безлактозной пахте с одновременным мониторингом физико-химических, реологических и органолептических показателей в заранее определенных контрольных точках для раскрытия ее потенциала как сырья для получения кисломолочных напитков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования послужили:

- пахта лактозная, пахта лактозная сквашенная, пахта безлактозная, пахта безлактозная сквашенная. Пахта получена при изготовлении масла сливочного методом сбивания сливок (пахта СС) и методом преобразования высокожирных сливок (пахта ПВЖС);
- производственные бактериальные закваски, приготовленные из бактериальных концентратов, изготовленных Экспериментальной биофабрикой ВНИИМС (табл. 1).

Пахта безлактозная получена от переработки в сливочное масло сливок, соответствующих требованиям ГОСТ 34355-2017 «Сливки-сырье. Технические условия», подвергнутых гидролизу β -галактозидазой. Для ферментации использовали фермент Biolactase L20 активностью 20000 ед/мл, полученный с использованием штаммов-продуцентов *Kluyveromyces lactis* («Kerry Bio-Science», Ирландия) в оптимальных дозах [13] при температуре $5 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 15 ± 1 ч. Пахту лактозную получали при переработке неферментированных сливок в масло.

Процесс сквашивания проводили следующим образом: пахту пастеризовали при температуре 85°C с выдержкой 15 мин, охлаждали до температуры сквашивания (37°C), затем вносили производствен-

ную закваску, приготовленную из бактериального концентрата, в количестве 5 % и термостатировали при температуре $37 \pm 1^\circ\text{C}$. Через каждые 3 ч в опытных образцах оценивали микробиологические показатели, активную и титруемую кислотности.

В работе применяли следующие методы исследований:

- микробиологические – количество заквасочных микроорганизмов определяли на среде КМАФАнМ по ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа», количество бифидобактерий – по ГОСТ 33924-2016 «Молоко и молочная продукция. Методы определения бифидобактерий», количество ацидофильной палочки – по ГОСТ 33951-2016 «Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов»;
- физико-химические – массовая доля жира в пахте – по ГОСТ 5867-2023 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения жира», массовая доля лактозы в пахте – методом капиллярного электрофореза по ГОСТ 33527-2015 «Молочные и молочные составные продукты для детского питания. Определение массовой доли моно- и дисахаридов с использованием капиллярного электрофореза с модификацией пробоподготовки исследуемых объектов с использованием системы «Капель-105М» («Люмэкс», Россия), массовая доля сухих веществ в пахте – по ГОСТ Р 54668-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества», массовая доля общего азота по Кьельдалю с пересчетом на массовую долю белка – по ГОСТ 23327-98 «Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка», титруемая кислотность пахты – по ГОСТ Р 54669-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы

Таблица 1. Наименование бактериального концентрата, его назначение и состав

Наименование	Назначение	Состав		
		мезофильные бактерии	термофильные бактерии	функциональные бактерии (пробиотики)
МСТт	Изготовление кисломолочных продуктов, увеличение выхода	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	–
Бифилакт-У	Изготовление пробиотических сыров и кисломолочных продуктов	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i> (невязкий)	<i>Bifidobacterium bifidum</i> и / или <i>B. longum</i> , и / или <i>B. adolescentis</i>
Бифилакт-АД	Изготовление пробиотических кисломолочных продуктов	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i> (вязкий)	<i>Bifidobacterium bifidum</i> и / или <i>B. longum</i> , и / или <i>B. adolescentis</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i>

определения кислотности», активная кислотность пахты – по ГОСТ 32892-2014 «Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности»;

- реологические – вязкость сгустков лактозной и безлактозной пахты – на ротационном вискозиметре Брукфильда DV2TLVTJO (AMETEK BROOKFIELD, США), синергетическую способность полученных сгустков определяли по объему выделившейся сыворотки из разрушенного сгустка при центрифугировании сгустка в течение 20 мин при 6000 об./мин при 20 °С, использовали лабораторную центрифугу марки ОПН-8УХЛ4.2 (ОАО ТНК «Дастан», Киргизия);
- органолептические – по ГОСТ 34354-2017 «Пахта и напитки на ее основе. Технические условия», оценку осуществляли по пятибалльной шкале с присвоением за вкус и запах максимальной оценки 3 балла (при выявлении характерного и чистого вкуса и запаха), за консистенцию – 2 балла (при характеристике – однородная, в меру вязкая и / или плотная, без выделения сыворотки).

Эксперименты на лактозной и безлактозной пахте СС и пахте ПВЖС проводились в идентичных условиях не менее чем в трехкратной повторности.

Результаты математической обработки выполнены с доверительной вероятностью $p = 0,95$. Статистическую обработку полученных данных и построение графиков проводили с использованием программы Microsoft Excel. Данные представлены в форме «среднее значение \pm стандартное отклонение» ($n = 3$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе серии экспериментов исследовано развитие заквасочных микроорганизмов в процессе сквашивания лактозной и безлактозной пахты.

Учитывая, что физико-химический состав пахты, полученной при изготовлении сладкосливочного масла различными методами, различается, проведены две серии экспериментов: первая – на пахте, полученной при производстве масла методом сбивания сливок (пахта СС), вторая – методом преобразования

высокожирных сливок (пахта ПВЖС). Физико-химические показатели пахты приведены в таблице 2.

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что состав пахты ПВЖС отличается от пахты СС. Пахта ПВЖС имеет меньше белка (на 12 %), меньше жира (в 1,75 раза) и соответственно меньшее содержание сухих веществ. Различия в составе повлияли на показатель титруемой и активной кислотности этой пахты. По содержанию лактозы пахта СС и пахта ПВЖС существенно не отличались. Массовая доля лактозы в среднем составила 4,87 % для пахты СС и 4,54 % для пахты ПВЖС; в безлактозной пахте лактоза присутствовала в следовых количествах, меньше уровня обнаружения, установленного ГОСТ 33527-2015 «Молочные и молочные составные продукты для детского питания. Определение массовой доли моно- и дисахаридов с использованием капиллярного электрофореза».

Динамика показателей активной и титруемой кислотности в образцах СС лактозы и ПВЖС лактозы в процессе сквашивания (6 ч), охлаждения (8 ч) и последующей выдержки (24 ч при 4 ± 2 °С) представлена на рисунках 1 и 2.

Как показал опыт, через 6 ч термостатирования активная кислотность во всех образцах снизилась до 4,4–4,6 ед. рН, что свидетельствовало о достижении уровня изоэлектрической точки казеина с образованием сгустка как в образцах на лактозной пахте, так и на безлактозной пахте, полученной разными методами (рис. 1). Титруемая кислотность к этому моменту находилась на уровне 65–75 °Т (рис. 2). Согласно полученным данным, метод изготовления масла не оказал существенного влияния на характер течения молочнокислого процесса, что подтверждается равномерным приростом титруемой кислотности и плавным падением величины рН во всех вариантах опыта.

Динамика роста заквасочной микрофлоры в образцах лактозной и безлактозной пахты, полученной разными методами, в течение 8 ч представлена на рисунке 3.

Таблица 2. Физико-химические показатели пахты

Наименование образца	Массовая доля белка, %	Массовая доля жира, %	Титруемая кислотность, °Т	Активная кислотность, ед. рН	Термоустойчивость, класс	Массовая доля сухих веществ, %
Пахта СС	3,20 \pm 0,08	0,70 \pm 0,09	16,0 \pm 1,5	6,55 \pm 0,04	I	9,1 \pm 0,4
Пахта ПВЖС	2,83 \pm 0,03	0,40 \pm 0,08	14,0 \pm 1,0	6,59 \pm 0,04	I	8,2 \pm 0,2

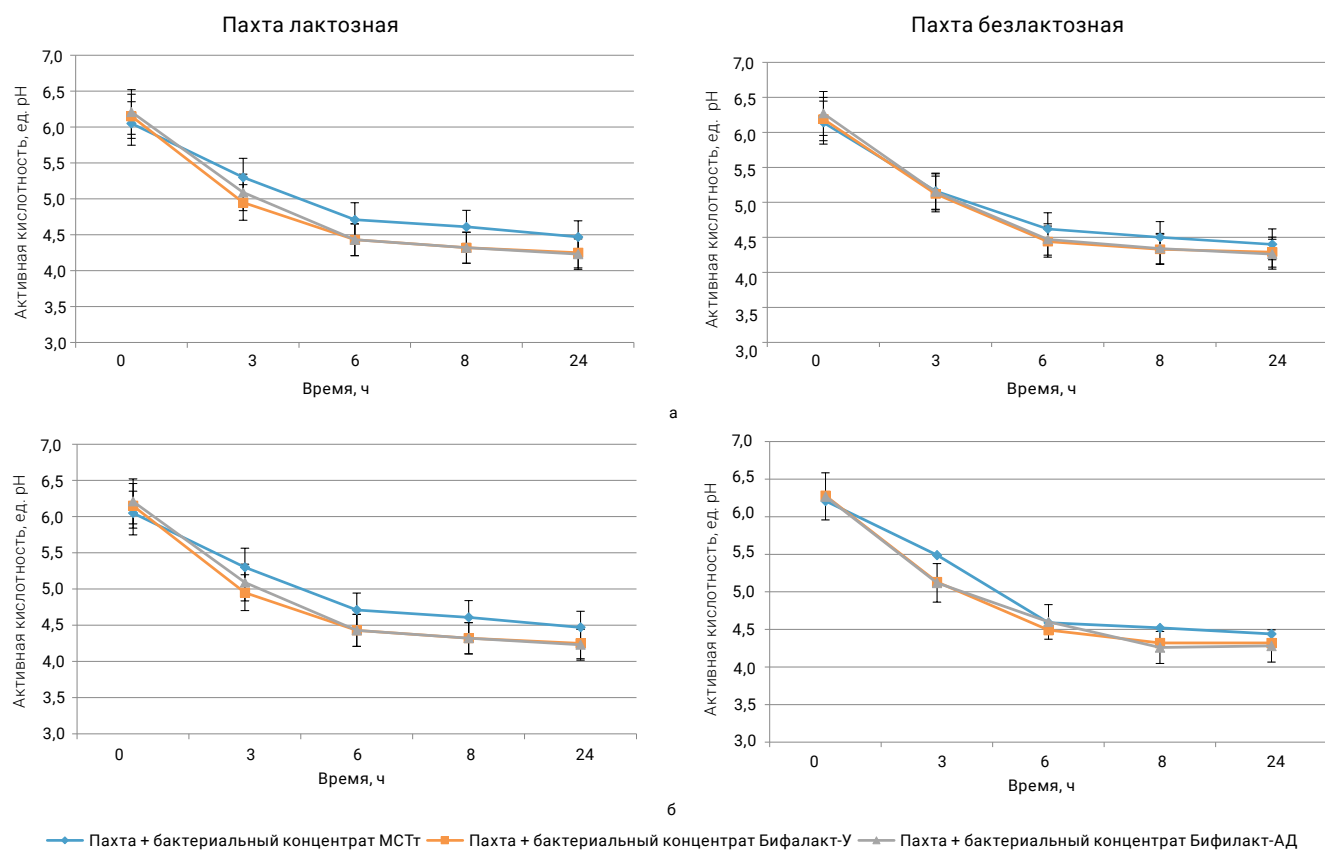


Рисунок 1. Динамика изменения активной кислотности сквашенной пахты: а) пахта СС; б) пахта ПВЖС

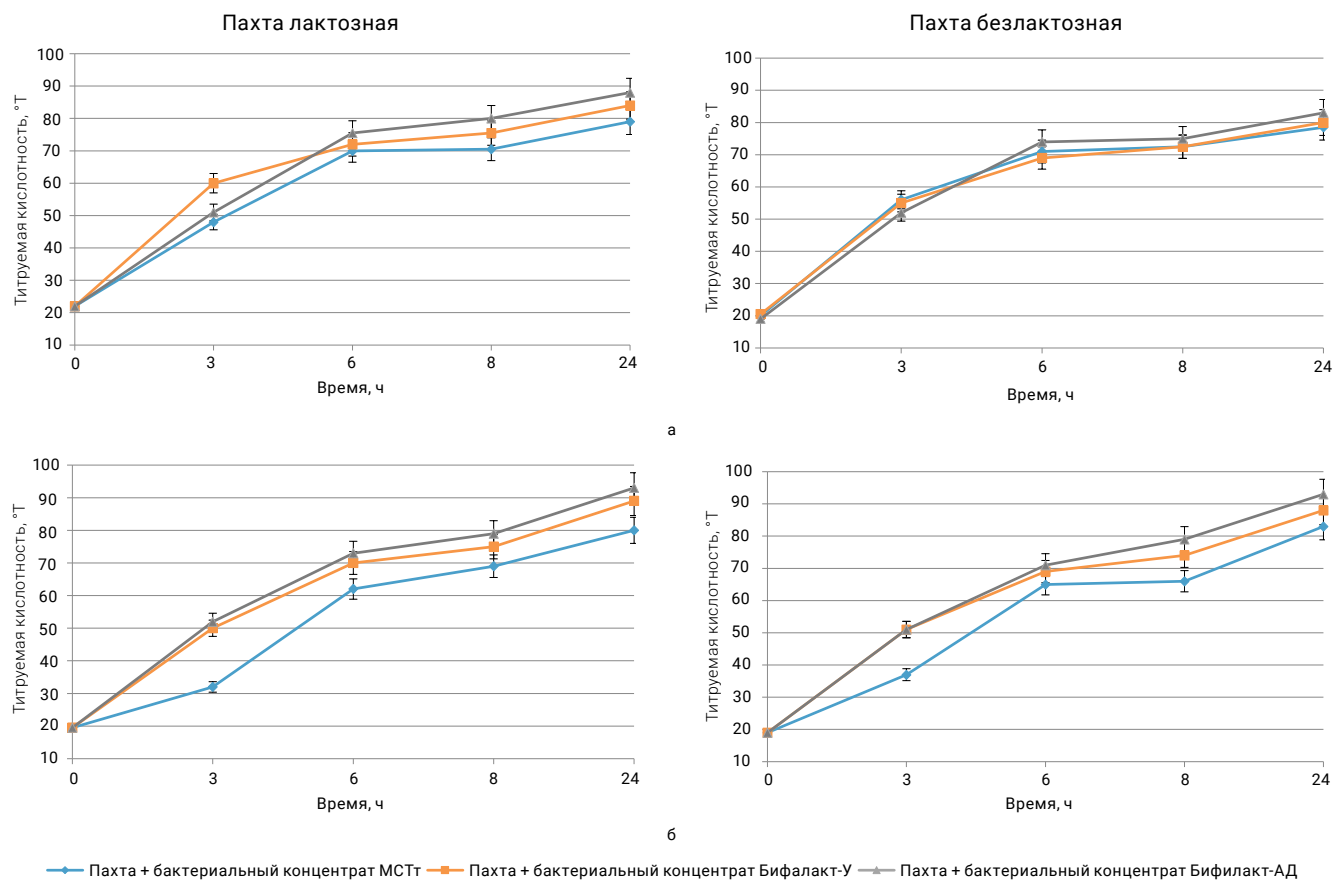


Рисунок 2. Динамика изменения титруемой кислотности сквашенной пахты а) пахта СС; б) пахта ПВЖС

Из данных, представленных на рисунке 3, следует, что:

- уровень развития заквасочной микрофлоры к моменту окончания сквашивания зависел от ее начального количества и ее прироста во время термостатирования;
- с момента заквашивания количество заквасочных бактерий увеличилось на 1,5–2,0 порядка и к окончанию процесса достигло высокого уровня (10^8 – 10^9 КОЕ/см³);
- закономерности развития заквасочной микрофлоры в лактозной и безлактозной пахте идентичны.

Динамика развития пробиотических микроорганизмов – бифидобактерий и ацидофильной палочки – в лактозной и безлактозной пахте представлена на рисунках 4, 5.

Согласно полученным данным, при использовании бактериальных концентратов Бифилакт-У и Бифилакт-АД количество жизнеспособных клеток бифидобактерий на момент окончания сквашивания составило 10^5 – 10^6 КОЕ/см³ (рис. 4), что не всегда было достаточным для того, чтобы пахта соответствовала

требованиям, предъявляемым к продуктам, обогащенным бифидобактериями (количество пробиотиков не менее 10^6 КОЕ/см³)⁴. Это действительно как для лактозной, так и для безлактозной пахты, полученных при производстве масла обоими методами.

Развитие ацидофильной палочки к окончанию сквашивания достигло заданных значений для количества пробиотических культур в обогащенных кисломолочных продуктах. При этом интенсивность развития в безлактозной пахте, полученной обоими методами, в среднем в 1,5–2,0 раза выше, чем в лактозной. К окончанию свертывания количество ацидофильной палочки в лактозных вариантах пахты составило $(2,7 \pm 0,3) \times 10^6$ КОЕ/см³, а в безлактозных – $(4,3 \pm 0,6) \times 10^6$ КОЕ/см³ (рис. 5).

После сквашивания образцы пахты перенесены из термостата с температурой 37 ± 1 °С в холодильник с температурой 5 ± 1 °С. По истечении 24 ч с момента заквашивания в образцах исследовали реологические характеристики сгустков – вязкость и синергетическую способность.

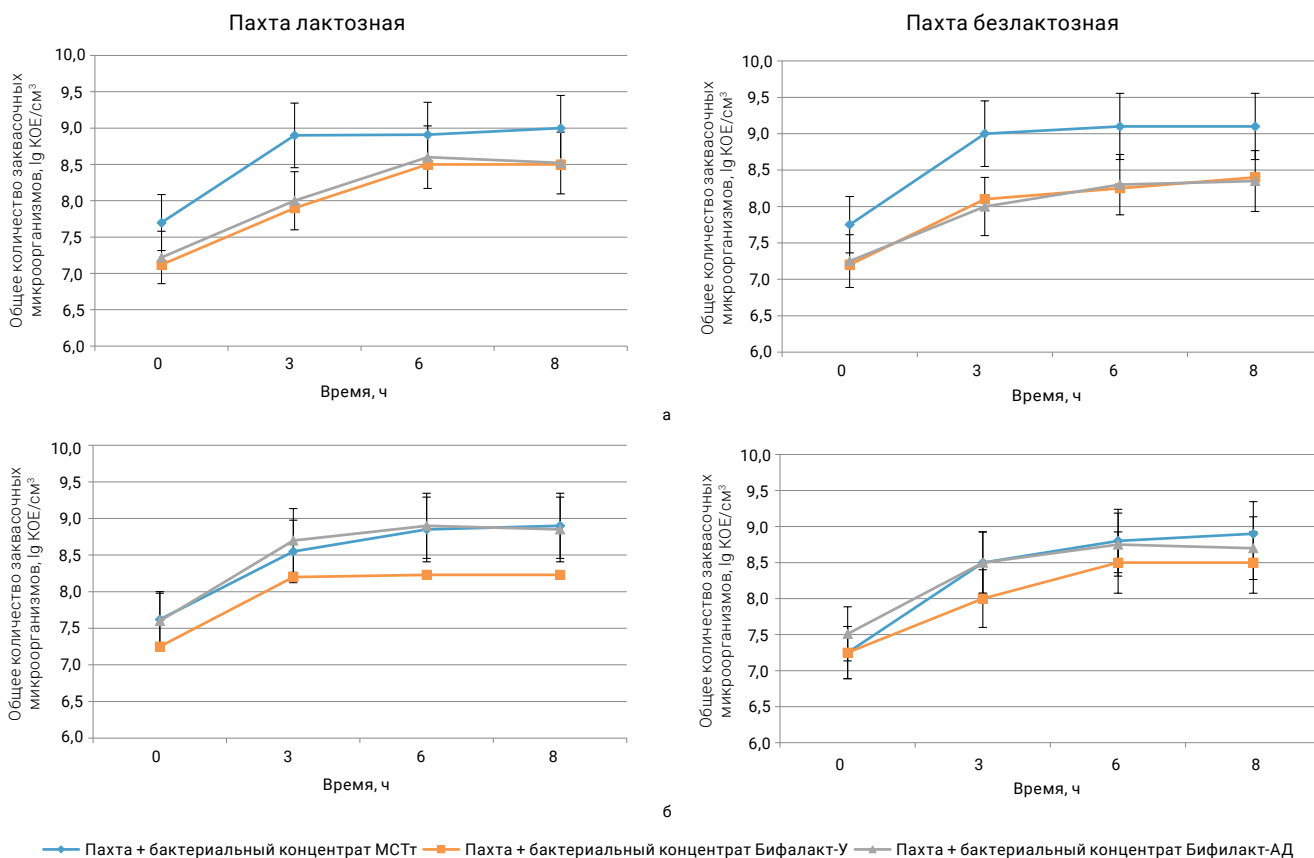


Рисунок 3. Динамика изменения общего количества заквасочных микроорганизмов в заквашенной пахте:

а) пахта СС; б) пахта ПВЖС

⁴Приложение 1 к Техническому регламенту Таможенного союза (ТР ТС 033/2013) «О безопасности молока и молочной продукции» (с изменениями на 23 июня 2023 года).

Данные исследований вязкости сгустков, полученных с использованием разных заквасочных культур на лактозной и безлактозной пахте СС и пахте ПВЖС, приведены на рисунке 6.

Результаты исследований (рис. 6) позволяют сделать вывод о достоверных различиях ($p < 0,05$) между показателями вязкости сгустков, полученных из пахты СС и пахты ПВЖС. Также прослеживается тенденция к несколько большим значениям вязкости у сгустков

с использованием безлактозной пахты СС. Увеличение вязкости пахты СС и формирование в ней более прочных сгустков объясняется большим содержанием белка, жира и сухих веществ в ней. Полученные результаты согласуются с данными исследований [14], в которых рекомендуется использовать пахту ПВЖС в смеси с обезжиренным молоком по причине низкой плотности и интенсивного синерезиса сгустков из чистой пахты.

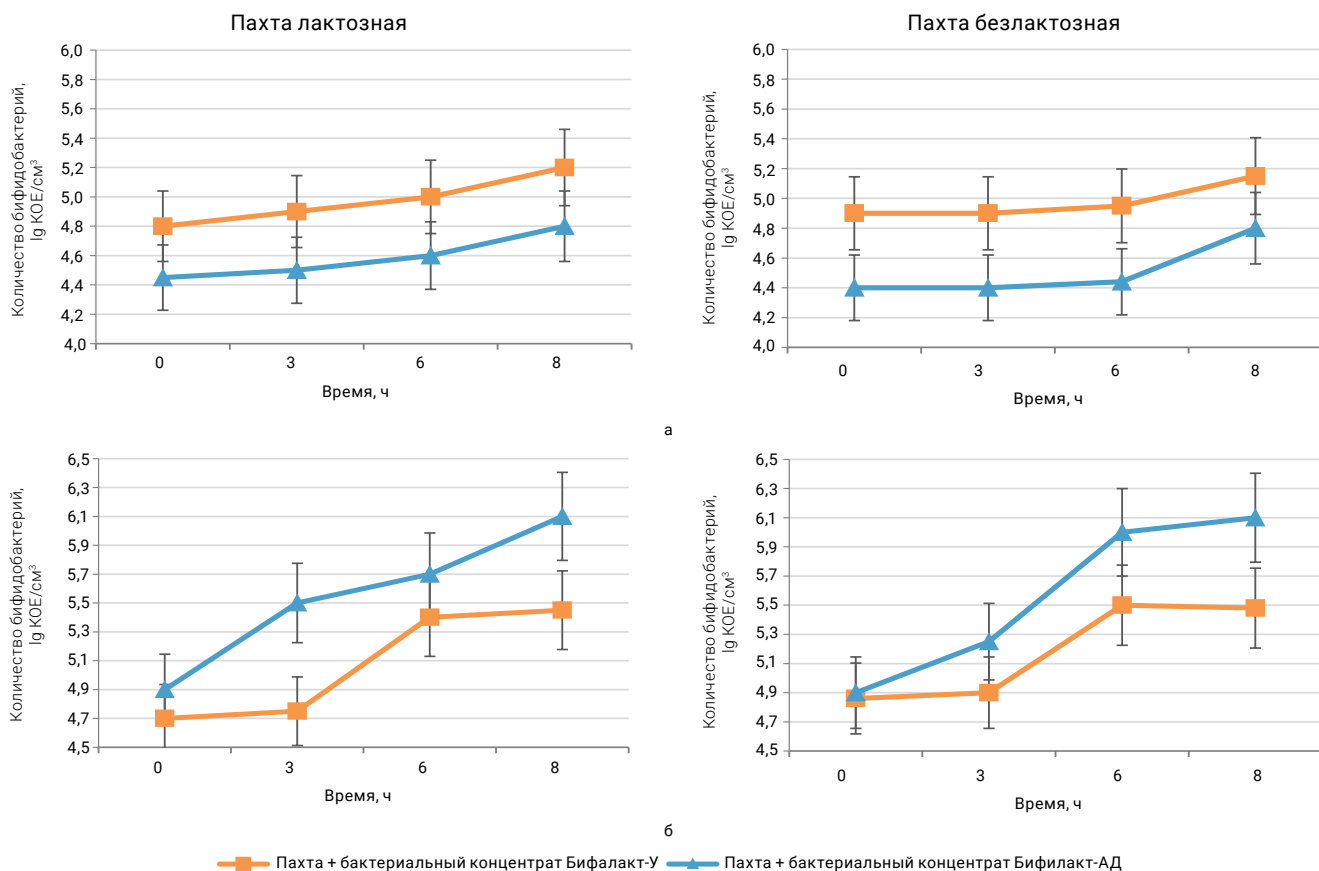


Рисунок 4. Динамика изменения количества бифидобактерий в заквашенной пахте: а) пахта СС; б) пахта ПВЖС

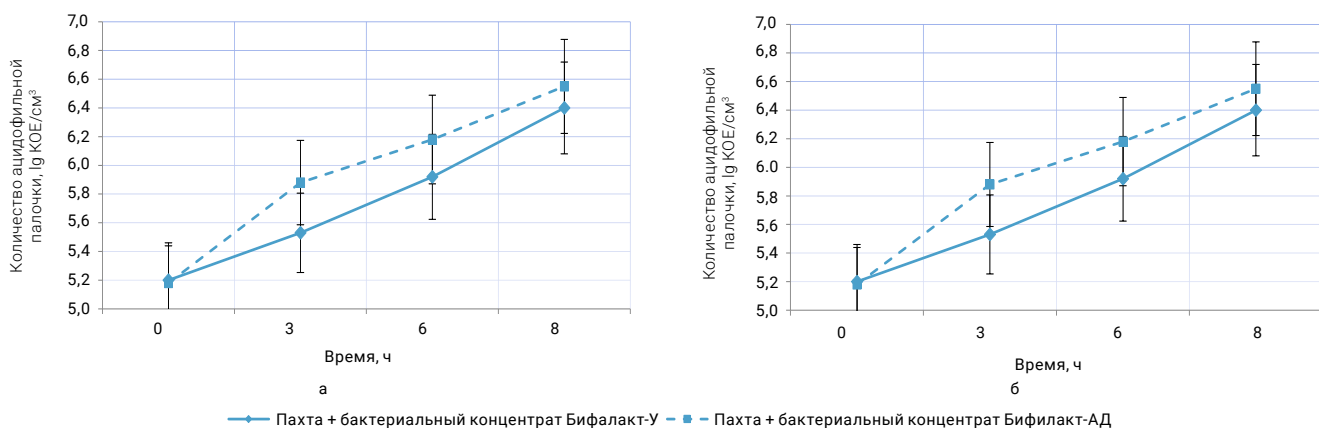


Рисунок 5. Динамика изменения количества ацидофильной палочки в пахте, заквашенной БК Бифалакт-АД: а) пахта СС; б) пахта ПВЖС

Способность полученных сгустков к синерезису оценивали в процессе их центрифугирования по количеству выделившейся сыворотки и уплотненного осадка (сгустка). Результаты эксперимента представлены на рисунке 7.

Способность к синерезису закономерно ухудшалась при использовании слизистых штаммов микроорганизмов в составе заквасочной культуры (Бифилакт-АД) в пахте обоих видов (рис. 7). При этом не установлено достоверной разницы между вариантами лактозной и безлактозной пахты. Более высокая влагоудерживающая способность – положительное качество кисломолочного напитка, т. к. способствует улучшению его консистенции, сохранению структуры при розливе.

Таким образом, метод получения пахты, обуславливающий особенности ее состава, оказал значимое влияние на вязкость кисломолочного сгустка (рис. 6). Микрофлора закваски оказала влияние на характер сгустка, обеспечивая не только разную вязкость, но и разную влагоудерживающую способностью (рис. 7).

Значения массовой доли лактозы в исследуемых вариантах пахты и результаты ее трансформации под влиянием фермента β -галактозидазы (в безлактозной пахте) и под действием ферментных систем заквасочной микрофлоры (в пахте СС и ПВЖС) с образованием глюкозы и галактозы через 8 ч после заквашивания, а также накопление в этих образцах молочной кислоты приведено на рисунке 8.

В лактозной пахте сквашивание бактериальными концентратами привело к образованию от 0,63 до 0,71 % молочной кислоты (рис. 8). При этом большая часть лактозы (70–90 %) в сквашенной лактозной пахте осталась в нативном виде. В пахте лактозной, заквашенной Бифилакт-У и Бифилакт-АД, обнаружено $0,63 \pm 0,02$ % галактозы; в пахте с МСТт свободной галактозы не выявлено, но количество неиспользованной лактозы в этих образцах было на 22 ± 2 % больше.

В безлактозной пахте процесс ферментации лактозы под воздействием β -галактозидазы в пахте СС и ПВЖС проходил идентично. В исходной пахте, полученной при переработке ферментированных β -галактозидазой сливок, лактоза была полностью расщеплена на глюкозу и галактозу в равных долях. Также в безлактозной пахте часть сахаров (преимущественно глюкоза) под влиянием бактериальной

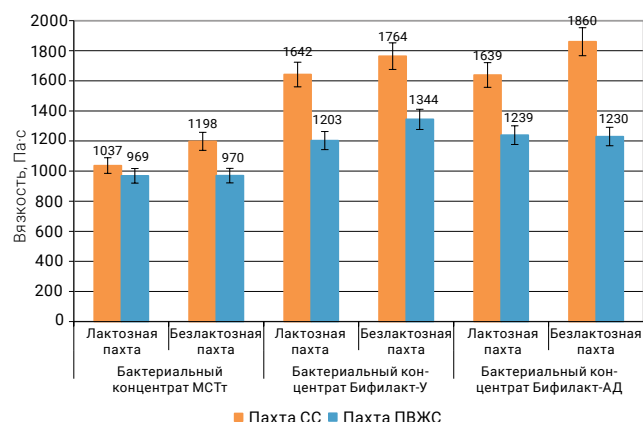


Рисунок 6. Исследование вязкости сгустков сквашенной пахты

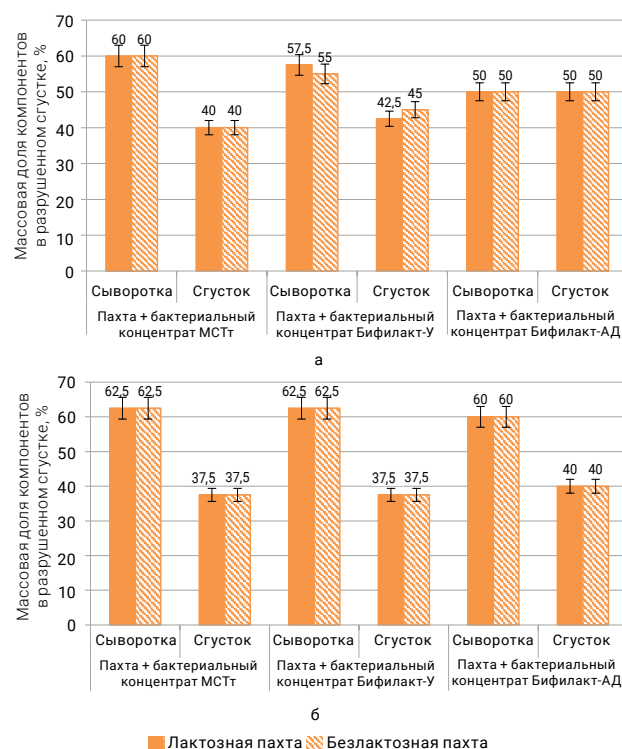
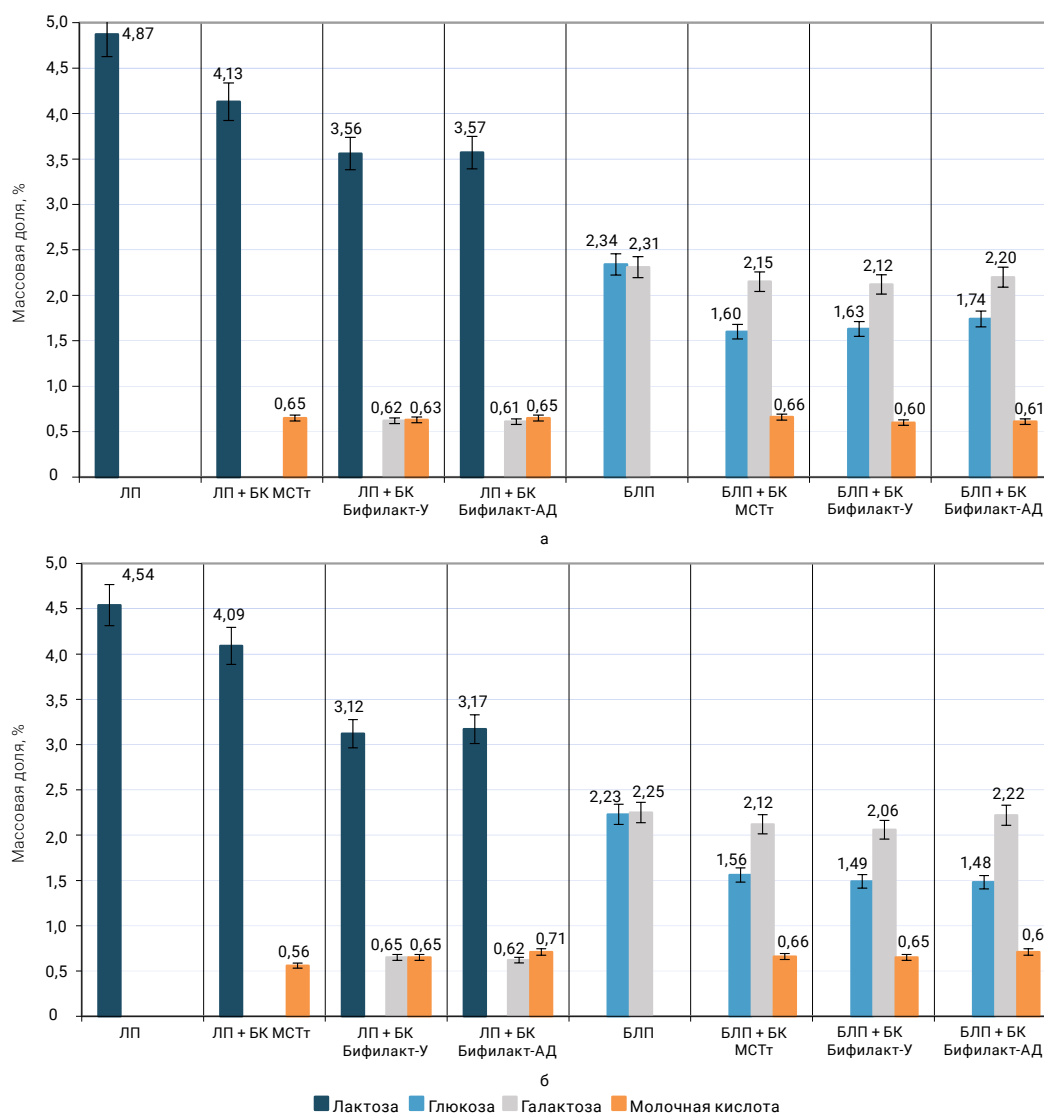


Рисунок 7. Показатели синергетической способности образцов сквашенной пахты (относительная погрешность измерений 5 %): а) пахта СС; б) пахта ПВЖС

закваски была переработана в молочную кислоту ($0,65 \pm 0,05$ %). При этом в сквашенной пахте помимо молочной кислоты обнаружено присутствие моносахаров, причем глюкозы на 27 ± 6 % меньше, чем галактозы. Это свидетельствует о предпочтительности глюкозы в качестве субстрата для использованной заквасочной микрофлоры.

Спустя 24 ч с момента заквашивания оценены органолептические показатели охлажденных образцов сквашенной пахты. Необходимо отметить, что сама пахта-сырье, независимо от метода ее получения, характеризовалась чистым, с привкусом пастеризации вкусом и приятным запахом.



Примечание: ЛП – лактозная пахта, БЛП – безлактозная пахта, БК – бактериальный концентрат

Рисунок 8. Содержание лактозы, глюкозы, галактозы и молочной кислоты в опытных образцах сквашенной лактозной и безлактозной пахты, полученной при изготовлении сливочного масла различными методами: а) пахта СС; б) пахта ПВЖС

Образцы, сквашенные бактериальным концентратом МСТт, изготовленные на лактозной пахте СС, обладали чистым, кисломолочным, в меру резким вкусом и запахом; имели легкий, приятный аромат диацетила. Консистенция – слегка вязкая. Образцы получили высшую оценку – 5 баллов. Образцы на безлактозной пахте с этой закваской имели не совсем гармоничный вкус, обусловленный доминирующим сладковатым профилем. Консистенция отмечена как недостаточно однородная. Образцы получили $4,6 \pm 0,1$ балла. Аналогичными характеристиками обладали образцы, сквашенные бактериальным концентратом МСТт, изготовленные на пахте ПВЖС. В консистенции обоих образцов лактозной и безлактозной пахты отмечена крупитчатость. В целом сквашенные образцы лактозной и безлактозной пахты получили оценку $4,5 \pm 0,1$ балла.

Образцы, сквашенные бактериальным концентратом Бифилакт-У, изготовленные на лактозной пахте СС, обладали более выраженным кисломолочным, острым вкусом, с характерными «утробными» нотками (от бифидобактерий). Консистенция характеризовалась легкой крупитчатостью. Образец был оценен на $4,7 \pm 0,1$ баллов. Образцы на той же закваске безлактозные имели более гармоничный, полный вкус, при котором сладость затушевывала излишнюю резкость вкуса. Консистенция также характеризовалась крупитчатостью. Образцы были оценены достаточно высоко, средняя оценка – $4,9 \pm 0,1$ балл. Аналогичные характеристики получили образцы, сквашенные бактериальным концентратом Бифилакт-У, изготовленные на пахте ПВЖС. В консистенции отмечена крупитчатость. В целом оба образца получили комплексную оценку $4,3 \pm 0,1$ балла.

Образцы, сквашенные бактериальным концентратом Бифилакт-АД, изготовленные на лактозной пахте СС, обладали выраженным, полным, гармоничным кисло-молочным вкусом. Консистенция – однородная, тягучая, вязкая. Образцы получили высшую оценку. Образцы на безлактозной пахте с этой закваской имели также гармоничный, полный вкус, в котором сладость гармонично сочеталась с умеренно кислыми нотами. Консистенция также характеризовалась вязкостью, умеренной тягучестью, однородностью. Образцы также получили высшую оценку. Аналогичные характеристики получили образцы, сквашенные бактериальным концентратом Бифилакт-АД, изготовленные на пахте ПВЖС.

Выводы

Сравнительные исследования физико-химических и реологических показателей пахты, полученной при производстве масла методом сбивания сливок (пахта СС) и методом преобразованием высокожирных сливок (пахта ПВЖС), показали, что в пахте ПВЖС меньше белка (на 12 %), меньше жира (в 1,75 раз). Это закономерно привело к меньшему содержанию сухих веществ, меньшим значениям кислотности и вязкости сгустка.

Вид микрофлоры закваски оказал влияние на характер сгустка, обеспечивая не только разную вязкость, но и разную влагоудерживающую способность, которая зависела как от количества слизиобразующих микроорганизмов в составе закваски, так и от содержания сухих веществ в пахте.

В пахте после сквашивания часть лактозы гидролизовалась до молочной кислоты (от 0,6 до 0,7 %). При этом в лактозной пахте от 70 до 90 % лактозы осталось в нативном виде. В ферментированной пахте лактозы не обнаружено, но установлено присутствие моносахаров – глюкозы и галактозы, причем глюкозы на 27 ± 6 % меньше, чем галактозы.

Метод изготовления пахты не оказал существенного влияния на характер течения молочнокислого процесса. Сквашивание обоих видов пахты (пахты СС и ПВЖС) бактериальными концентратами МСТТ, Бифилакт-У, Бифилакт-АД привело к наличию в продукте высокого уровня заквасочных (10^8 – 10^9 КОЕ/см³) микроорганизмов.

При сквашивании обоих видов пахты лучшие органолептические характеристики (выраженный, гармоничный кисло-молочный вкус, однородная, вязкая консистенция) были получены с бактериальным концентратом Бифилакт-АД, имеющим в составе молочнокислые (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*) и пробиотические (*Bifidobacterium bifidum* и / или *Bifidobacterium longum*, и / или *Bifidobacterium adolescentis*, *Lactobacillus acidophilus*) микроорганизмы. Образец на безлактозной пахте с этой закваской имел другой, но вместе с тем гармоничный и полный вкус, в котором кисло-молочный вкус хорошо сочетался со сладостью.

В пахте, сквашенной с использованием бактериального концентрата Бифилакт-АД, установлен высокий уровень пробиотических микроорганизмов – от $(2,7 \pm 0,3) \times 10^6$ до $(4,3 \pm 0,6) \times 10^6$ КОЕ/см³, при этом в безлактозной пахте их в 1,6 раз больше, чем в лактозной.

Результаты исследований подтвердили, что безлактозная пахта, как и пахта традиционного состава, имеет высокий потенциал в части ее использования в качестве основного сырья при изготовлении кисло-молочных напитков с разным составом микробиоты. ■



Источник изображения: freerik.com

LACTOSE-FREE BUTTERMILK IN FUNCTIONAL FERMENTED DAIRY DRINKS

Irina L. Ostroukhova, Elena V. Topnikova, Tatyana A. Pavlova, Tatyana V. Komarova, Yuliya S. Sumerkina

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

This research compared the physicochemical, rheological, microbiological, and sensory parameters of lactose and lactose-free buttermilk. They were obtained by whipping cream and converting high-fat cream. The analysis also involved fermented dairy drinks based on lactose and lactose-free buttermilk. They included starter microbiota of different compositions. The samples of buttermilk obtained by converting high-fat cream demonstrated relatively low mass fractions of protein, fat, solids, titrated acidity, and clot viscosity. The composition of the starter microflora affected the clot viscosity and moisture-retaining ability, which depended on the amount of microbial polysaccharide producers in the starter and solids in the buttermilk. The fermented buttermilk contained from 0.6 to 0.7% lactic acid. However, 70–90% lactose in the lactose buttermilk sample was not hydrolyzed and remained in its native form. Lactose-free buttermilk contained monosaccharides, and the content of glucose was by $27 \pm 6\%$ less than that of galactose. Bacterial concentrates MSTt, Bifilact-U, and Bifilact-AD provided a high level of starter culture microorganisms (10^8 – 10^9 CFU/cm³). The best sensory profile belonged to the fermented dairy product based on both lactose and lactose-free buttermilk with the content of probiotic microorganisms ranging between $(2.7 \pm 0.3) \times 10^6$ and $(4.3 \pm 0.6) \times 10^6$ CFU/cm³. This optimal sample was obtained with the bacterial concentrate Bifilact-AD, which both contained lactic acid and probiotics. Lactose-free buttermilk demonstrated a high potential for functional fermented dairy drinks fortified with probiotics.

Keywords: buttermilk, lactose-free buttermilk, functional properties of buttermilk, bacterial starter cultures, fermented dairy drinks made from buttermilk

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Elling, J. L.** Composition and microscopy of reformulated creams from reduced-cholesterol butteroil / J. L. Elling [et al.] // Journal of Food Science. 1996. Vol. 61(1). P. 48–53. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb14723.x>
2. **Küllenberg, D.** Health effects of dietary phospholipids / D. Küllenberg [et al.] // Lipids in Health and Disease. 2012. Vol. 11. Article number 3. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-3>
3. **Spitsberg, V. L.** Invited review: Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical / V. L. Spitsberg // Journal of Dairy Science. 2005. Vol. 88(7). P. 2289–2294. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72906-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72906-4)
4. **Dewettinck, K. J.** 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.2007.10.014>
5. **Pereira, M. A.** Dairy consumption, obesity, and the insulin resistance syndrome in young adults: The CARDIA study / M. A. Pereira [et al.] // The Journal of the American Medical Association. 2002. Vol. 287(№ 16). P. 2081–2089. <https://doi.org/10.1001/jama.287.16.2081>
6. **Хелеф, М. Э. А.** Безлактозные молочные продукты: перспективы производства / М. Э. А. Хелеф, Ю. В. Голубцова, С. А. Иванова // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 3. С. 94–105. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-3-94-105>; <https://elibrary.ru/vdzabz>
7. **Dekker, P. J. T.** Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits / P. J. T. Dekker, D. Koenders, M. J. Bruins. // Nutrients. 2019. Vol. 11(3). Article number 551. <https://doi.org/10.3390/nu11030551>
8. **Бондаренко, В. М.** Анализ профилактического и лечебного действия пробиотических препаратов с позиций новых научных технологий / В. М. Бондаренко, О. В. Рыбальченко // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2015. № 2. С. 90–104. <https://elibrary.ru/vobehh>
9. **Рожкова, И. В.** Пробиотические микроорганизмы как фактор повышения здоровья / И. В. Рожкова, А. В. Бегунова // Молочная промышленность. 2020. № 7. С. 38–39. <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-06-38-39>; <https://elibrary.ru/csiwxk>
10. **Бегунова, А. В.** Потенциал молочнокислых бактерий в снижении уровня холестерина / А. В. Бегунова [и др.] // Пищевая промышленность. 2020. № 11. С. 12–15. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2020-10119>; <https://elibrary.ru/nrilmv>
11. **Боброва, А. В.** Изучение влияния состава закваски на свойства ферментированных продуктов на основе концентратов пахты и молочной сыворотки / А. В. Боброва, Н. Г. Острецова // Молочнохозяйственный вестник. 2018. № 4(32). С. 53–62. <https://elibrary.ru/yurabf>
12. **Гаврилова, Ю. А.** Развитие концепции здорового питания в России: проблемы и перспективы / Ю. А. Гаврилова, О. В. Бессонова, Н. А. Смирнова // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 2-3. С. 405–406. <https://elibrary.ru/tncpgj>
13. **Топникова, Е. В.** Исследование закономерностей гидролиза лактозы в сливках - сырье для изготовления безлактозных и низколактозных продуктов маслodelия / Е. В. Топникова [и др.] // Пищевая промышленность. 2025. № 4. С. 135–139. <https://doi.org/10.52653/PPI.2025.4.4.025>; <https://elibrary.ru/ghlrrd>
14. **Барышева, А. А.** Исследование условной вязкости обезжиренного молока и пахты, сквашенных в присутствии гидролизата сывороточных белков / А. А. Барышева, А. А. Абабкова. – Первая ступень в науке: Сборник трудов ВГМХА по результатам работы IV Ежегодной научно-практической студенческой конференции (технологический факультет). – Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина, 2015. – С. 12–15. <https://elibrary.ru/vadkpk15>

**МОЛОЧНАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

**Подписка
на журнал**

podpiska.kemsu@mail.ru

