

Научная статья

УДК 637.1/.3.05+637.12.044

DOI 10.48012/1817-5457_2026_2_137-146

НОВЫЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ЛАКТОЗЫ

Уткина Ольга Сергеевна[✉], Юдин Виталий Маратович, Базуева Дарья Александровна

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

utkinaolga1982@yandex.ru

Аннотация. Сегмент безлактозной молочной продукции на продовольственном рынке является одной из быстрорастущих категорий. Повышенный спрос на такие продукты продиктован востребованностью у определенной группы населения с диагнозом лактазная недостаточность, а также намеченным трендом на продукты здорового питания. К ним относятся молочные продукты с пониженным содержанием молочного сахара. Известно несколько способов удаления или трансформации лактозы, наиболее распространенный – ферментативный гидролиз с использованием микробных лактаз (β -галактозидаз). Целью данного исследования было изучение влияния ферментативного гидролиза лактозы молока на технологические процессы и качество готового продукта при производстве молочных продуктов. Проведены серии опытов по изготовлению йогурта, творога, молока питьевого, топленого и молока сгущенного. При производстве всех продуктов готовили контрольные и опытные образцы. Опытные образцы изготавливались с внесением ферментного препарата Lacta-free (Италия), содержащего лактазу, полученную от микроорганизмов *Aspergillus oryzae*. При производстве кисломолочных продуктов ферментативный гидролиз молочного сахара, как предварительный, так и проходящий во время сквашивания молока, не оказывает влияния на интенсивность молочнокислого брожения, но образующиеся в процессе гидролиза глюкоза и галактоза повышают ощущение их сладости. При производстве продуктов с длительным высокотемпературным воздействием на молоко, в случае предварительной обработки сырья лактазой, ускоряется процесс меланоидинообразования, что способствует сокращению времени изготовления таких продуктов. По сравнению с продуктами, выработанными по классической технологии, топленое молоко и сгущенное молоко, в технологии которых проводилась ферментация лактазой, имеют более темный цвет и более выраженный сладкий вкус.

Ключевые слова: непереносимость лактозы, лактаза, ферментативный гидролиз, безлактозные молочные продукты, йогурт, творог, топленое молоко, сгущенное молоко, меланоиды, коэффициент сладости.

Для цитирования: Уткина О. С., Юдин В. М., Базуева Д. А. Новые свойства молочных продуктов при использовании ферментативного гидролиза лактозы // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 2(86). С. 137-146. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_2_137-146.

Актуальность. В настоящее время отмечается подъем научного и коммерческого интереса в направлении повышения объемов уже выпускаемых безлактозных и низколактозных молочных продуктов, а также расширения их ассортимента [12]. Так, продажи безлактозных молочных продуктов в России с октября 2024 г. по сентябрь 2025 г. выросли в денежном выражении на 84,1 %, в натуральном – на 57,9 %, подсчитала исследовательская компания NTech. По ее данным, реализация традиционных молочных товаров увеличилась скромнее: на 19,5 % в рублях и лишь на 1,8 % в тоннах. В то же время в России безлактозная молочная продукция пока представляет собой нишевый продукт и занимает менее одного процента в продажах крупнейших торговых сетей [9].

Повышенный спрос на безлактозные и низколактозные молочные продукты продиктован, во-первых, потребностью в них определенной группы населения с диагнозом лактазная недостаточность, а во-вторых, намеченным трендом на продукты здорового питания, к которым относятся молочные продукты с отсутствием или пониженным содержанием лактозы.

По последним данным, в Российской Федерации достаточно высока доля населения, которые испытывают недостаток фермента лактазы (примерно каждый второй житель), из-за чего переваривание молочных продуктов усложняется [10].

К сожалению, большинство людей, имеющих полную или частичную лактазную недостаточность, просто отказываются от молочных про-

дуктов, лишая себя ключевого источника полноценного белка, кальция и витамина D.

По результатам исследования Viola, проведенного в 2023 г., 41 % опрошенных с симптомами непереносимости лактозы просто не знали о существовании такой категории, 20 % сочли цену на продукцию высокой, а 18 % людей не находили ее на прилавках магазинов. Но среди опрошенных также были люди, которые употребляли безлактозные продукты регулярно – 9 %, еще чуть более 16 % – время от времени [3]. Чтобы не потерять этот сегмент потребителей, необходимо выпускать и продвигать молочную продукцию специализированного диетического направления.

Большинство покупателей безлактозных молочных продуктов приобретают их потому, что это модно. В настоящее время население имеет повышенную «осведомленность» о качестве и свойствах продуктов питания, в том числе многие прислушиваются к советам диетологов о пользе и лучшей усвояемости молочных продуктов без лактозы и готовы покупать такие продукты за любую цену [12].

Таким образом, рынок молочных продуктов с скорректированным содержанием лактозы в настоящее время находится на стадии значительного роста, и интерес к нему только увеличивается.

Российские производители на данный момент предлагают следующую линейку безлактозных и низколактозных молочных продуктов: молоко питьевое, йогурт, кефир, творог, сыры мягкие и полутвердые, сливки и мороженое.

Известно несколько способов технологической обработки сырья, которые способствуют удалению или трансформации в нем лактозы:

- ферментативный гидролиз, наиболее часто используемый;
- химический гидролиз, неприемлемый в производстве пищевых продуктов;
- мембранная обработка, дорогой и аппаратно сложный метод [8].

Согласно ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», продукт переработки молока безлактозный – продукт переработки молока, в котором содержание лактозы составляет не более 0,1 г на 1 л (не более 0,01 %) готового к употреблению продукта, в котором лактоза гидролизована или удалена; продукт переработки молока низколактозный – продукт переработки молока, в котором лактоза частично гидролизована или удалена.

Ориентиром содержания лактозы в низколактозных продуктах может являться значе-

ние, указанное в ТР ТС 027 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» – не более 10 г/л, или не более 1 %.

Содержание лактозы в сыром и питьевом молоке можно определить некоторыми ультразвуковыми и инфракрасными приборами, в программе которых есть соответствующая опция. Для определения содержания молочного сахара в других продуктах используются более сложные методы: ферментативный метод (ГОСТ 34304–2017 Молоко и молочные продукты. Метод определения лактозы и галактозы); фотометрический метод (ГОСТ Р 51469–99 Казеины и казеинаты. Фотометрический метод определения массовой доли лактозы); поляриметрический метод в продуктах без сахарозы (ГОСТ Р 54667–2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров) [7]. Также содержание лактозы и моносахаров можно определить методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ГОСТ Р 54760–2011 Продукты молочные составные и продукты детского питания на молочной основе. Определения массовой концентрации моно- и дисахаридов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии).

Ферментативный гидролиз молочного сахара проводят с помощью фермента лактазы – это фермент из семейства β -галактозидаз, который расщепляет лактозу до глюкозы и галактозы. В животном организме лактаза вырабатывается клетками тонкого кишечника – энтероцитами, она обеспечивает пристеночное переваривание молочного сахара [1].

Практически все промышленные ферменты лактазы продуцируются дрожжами рода *Kluyveromyces* или плесеньями рода *Aspergillus*. В последнее время для производства лактазы также используются бифидобактерии. Величина pH молока является оптимальной для действия дрожжевых лактаз. Лактазы из плесени достигают оптимума при значениях pH 4–6 [15]. Гидролиз с помощью дрожжевых лактаз должен осуществляться при температуре от 8 до 40 °С, лактазы из плесени гидролизуют лактозу при температуре от 6 до 55 °С. Дрожжевые лактазы относятся к внутриклеточным энзимам, поэтому они очень чувствительны к некоторым ионам: калий и магний их активируют, а натрий и кальций ингибируют [2, 4, 14].

Дрожжевые лактазы чаще используют при промышленном производстве молока с пониженным количеством лактозы. При про-

изготовлении других молочных продуктов, особенно кисломолочных, лучшим вариантом являются лактазы, синтезированные микроскопическими грибами.

Надо отметить, что ферментный препарат лактазы является технологическим вспомогательным средством, разрешенным ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

Безлактозные и низколактозные продукты в нашей стране производятся в основном по техническим условиям. Действующим является только государственный стандарт на молоко питьевое низколактозное для детского питания (ГОСТ Р 72207-2025). Также разработан ГОСТ 35112-2024 Продукты кисломолочные низколактозные и безлактозные. Общие технические условия, но в настоящее время он действует только в Республике Беларусь. В РФ также принят с правом досрочного применения национальный стандарт ГОСТ Р 52253-2025, где установлены требования к безлактозным и низколактозным продуктам маслodelения.

Целью исследований было изучение влияния ферментативного гидролиза лактозы молока на технологические процессы и качество готового продукта при производстве молочных продуктов.

Материал и методы. Были проведены серии опытов по изготовлению йогурта, творога, молока питьевого топленого и молока сгущенного. При производстве всех продуктов готовили контрольные и опытные образцы. Опытные образцы изготавливались с внесением фермента лактазы. Выработка продуктов и их анализ проводились в разные временные периоды, в целом исследования длились с 2022 по 2025 г.

В качестве ферментного препарата использовали препарат Lacta-free (Италия), содержащий лактазу, полученную от микроорганизмов *Aspergillus oryzae*. Доза внесения фермента составляла, согласно рекомендациям производителя, 0,2 %, при его активности 5000 усл. ед.

Ферментацию молока при производстве кисломолочных продуктов проводили одновременно с его сквашиванием при температуре, благоприятной для развития заквасочной микрофлоры. При производстве йогурта дополнительно готовили опытный образец с внесением фермента в молоко за 12 ч до пастеризации и выдержкой при 8 °C (рекомендации производителя ферментного препарата).

При производстве топленого и сгущенного молока ферментацию лактазой проводили

во время резервирования молока при температуре 6 °C, 22 ч. При этом ориентировались на режим обработки молока в производстве питьевого безлактозного молока на молокоперерабатывающих предприятиях: 6-8 °C, 22-24 ч, после его пастеризации или термизации.

Для изготовления образцов традиционных и безлактозных (низколактозных) продуктов использовали одно и то же молоко, соответствующее ГОСТ 52054-2023 Молоко коровье сырое. Технические условия. Содержание лактозы в молоке-сырье разных партий, которую определили с помощью ультразвукового анализатора, составляло $4,67 \pm 0,3$ %.

Продукты изготавливали по классическим схемам, но, как впоследствии было выяснено, при применении ферментативного гидролиза технологию и рецептуру выработки продуктов необходимо корректировать.

Йогурт производили термостатным способом с использованием следующих этапов и режимов: пастеризация молока при температуре 92 °C 5 мин., охлаждение до 42 °C, внесение закваски и сквашивание при 41 °C до образования плотного сгустка, охлаждение и выдержка йогурта при 4 °C 12 ч.

Творог вырабатывали кислотным способом, при этом пастеризацию молока проводили при 78 °C 20 сек., заквашивание и сквашивание при 32 °C, готовый сгусток разрезали на кубики с ребром 2 см и отваривали при 40 °C в течение получаса, самопрессование творога проводили в лавсановых мешочках при 6 °C в течение 24 ч.

Для производства кисломолочных продуктов использовали бактериальные концентраты путем их прямого внесения: для производства йогурта в молоко вносили закваску LYOBAC-D YOYO 48QZX (термофильный стрептококк и болгарская палочка), для творога – LYOBAC-D MCL 24 (молочный, сливочный и диацетильный лактококки, лейконостоки).

Томление молока при производстве молока питьевого топленого проводили при температуре 85 °C до образования кремового оттенка.

При производстве сгущенного молока в молоко вносили сахар и сгущение производили выпариванием при температуре 80 °C в течение 3,5 ч, далее продукт охлаждали и выдерживали 24 ч при температуре 4 °C для кристаллизации.

Все образцы готовили в двукратной повторности, но в рамках одного опытного периода.

Качество готовых продуктов определяли органолептическими методами, в том числе проводили дегустацию. Состав дегустационных комиссий при анализе всех выработанных про-

дуктов превышал 15 человек, имеющих разный возраст и пол, поэтому полученные данные имеют высокую объективность и достоверность.

Также у всех продуктов определяли титруемую кислотность (ГОСТ Р 54669-2011, для сгущенного молока ГОСТ 31688-2012), у творога массовую долю влаги (ГОСТ Р 54668-2011). Физико-химические анализы проводились в двух повторностях.

Результаты исследований. На сегодняшний день известно, что лактоза в кисломолочных продуктах сбраживается лишь на 20–25 %, то есть продукты, полученные путем сквашивания молока, также имеют ограниченную востребованность среди людей с лактазной недостаточностью. Именно этот факт является основополагающим для добавления фермента лактазы при изготовлении йогурта и творога [5].

Перед производством йогурта основной нашей гипотезой было предположение, что добавление в молоко лактазы будет благоприятно сказываться на развитии закваски и ускорит сквашивание молока, так как известно, что брожению подвергается глюкоза, а этому процессу предшествует гидролиз лактозы.

Предполагалось, что увеличение в молоке концентрации β -галактозидазы ускорит метаболизм лактозы микробной клеткой. Поэтому на первом этапе мы изучили динамику сквашивания молока и время сквашивания молока до кислотности 80 °Т, лактазу при этом вносили одновременно с закваской. Средние данные изменения кислотности молока в контрольных и опытных образцах представлены на рисунке 1.

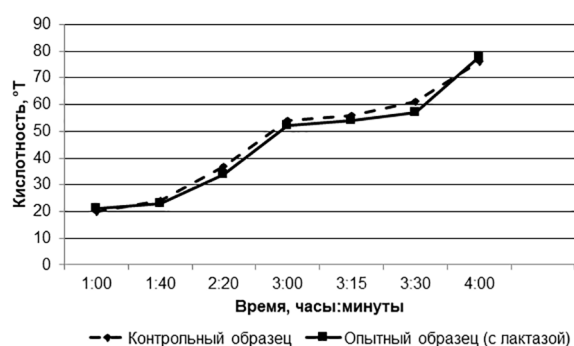


Рисунок 1 – Динамика нарастания кислотности молока при сквашивании

Можно с уверенностью сказать, что внесение в молоко лактазы не оказало влияния на процесс сквашивания. Контрольные и опытные образцы сквашивались практически с одинаковой скоростью.

Также был проведен опыт с предварительной обработкой молока ферментом до его пастеризации и заквашивания. И в этом случае время сквашивания молока было такое же, как и у контрольного образца (табл. 1).

Данный факт еще раз подтверждает, что для брожения молочнокислые микроорганизмы используют именно лактозу, которую транспортируют через клеточную мембрану и гидролизуют ее с помощью внутриклеточного энзима β -галактозидазы. Уровень глюкозы и галактозы в молоке не оказывает влияния на биохимические процессы в микробной клетке [13].

Качественный анализ получившихся продуктов проводился на основе требований ГОСТ 31981-2013 Йогурты. Общие технические условия. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка качества йогурта и время сквашивания молока

Показатель	ГОСТ 31981-2013	Контроль	Опытные образцы	
			№ 1*	№ 2**
Цвет	Молочно-белый	Молочно-белый	Молочно-белый	Молочно-белый
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Чистые кисломолочные	Кисломолочные, сладковатые	Кисломолочные, более сладкий, чем предыдущий образец
Консистенция	Однородная, с ненарушенным сгустком при термостатном способе производства, в меру вязкая	Однородная, с ненарушенным сгустком, вязкая	Однородная, с ненарушенным сгустком, вязкая	Однородная, с ненарушенным сгустком, вязкая
Титруемая кислотность, °Т	75–140	86,0±0,5	85,0±0,5	85,0±1,0
Время сквашивания, ч.	—	4	4	4

Примечание: * – внесение лактазы при заквашивании; ** – предварительная обработка молока лактазой при 6 °С.

Титруемая кислотность и органолептические показатели образцов соответствовали требованиям стандарта.

Консистенция всех образцов йогурта была с ненарушенным сгустком, без отделения сыворотки, при перемешивании однородная, вязкая. Кислотность контрольного и опытных образцов была на одном уровне. Отличия между образцами были только во вкусовых ощущениях.

Контрольные образцы имели чистый кисломолочный вкус и запах, а опытные образцы имели дополнительно сладковатый вкус, причем опытные образцы № 2 имели более выраженный сладковатый привкус. Это связано с тем, что при их выработке ферментация лактозы длилась дольше.

Повышение сладости молочных продуктов с гидролизованной лактозой связано с тем, что относительная сладость молочного сахара составляет 20 %, тогда как у глюкозы этот показатель равен 70 %, у галактозы – 32 %. Лактоза – это вообще самый несладкий сахар, ее сладость в 5 раз меньше сахарозы [6].

Далее был проведен опрос потенциальных потребителей йогурта, результаты которого представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Результаты опроса потенциальных потребителей йогурта

По данным анализа, большинство участников выбрали опытные образцы № 2 – йогурт с обработкой ферментом лактазой до пастеризации молока. Кроме этого можно отметить, что йогурт со сладким привкусом выбирают более молодые люди, а у людей в зрелом возрасте отношение к выраженности сладкого вкуса неоднозначно.

Таким образом, внесение в молоко лактазы не оказывает влияния на процесс сквашивания, но данный фермент можно использовать в производстве диетических кисломолочных продуктов без сахара, которые, несмотря на его отсутствие, будут иметь приятный естественный сладковатый вкус либо использование лактазы позволит частично заменить сахар в рецептуре йогурта. Такой вывод имеет высокую объективность, поскольку он подтвержден результатами других исследований [2, 4, 8, 12, 15].

При производстве творога фермент лактазу вносили одновременно с закваской, и ферментация молока проходила одновременно со сквашиванием. Время сквашивания молока контрольных и опытных образцов было практически одинаковым – 10–10,5 ч.

Готовый творог мы оценили по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии со стандартом ГОСТ 31453-2013 Творог. Технические условия (табл. 2).

Таблица 2 – Оценка качества творога

Показатель	ГОСТ 31453-2013	Контроль	Опытный образец
Консистенция и внешний вид	Мягкая, мажущаяся или рассыпчатая с наличием или без ощутимых частиц молочного белка	Нежная, мягкая, рассыпчатая	Нежная, мягкая, мажущаяся
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Чистые кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Кисломолочные, более выраженный вкус и аромат, сладковатый привкус
Цвет	Белый или с кремовым оттенком, равномерный по всей массе	Белый, равномерный по всей массе	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе
Титруемая кислотность, °Т	Не более 230	158,0±2,0	160,0±0,5
Массовая доля влаги, %	Не более 75	74,0±1,0	75,0±0,5

Консистенция контрольных образцов была нежной, мягкой, рассыпчатой, у опытных образцов – нежной, мягкой, мажущей.

Вкус и запах у обоих вариантов образцов были чистыми кисломолочными, но у опытных они были более выраженными и имелся сладковатый привкус. Цвет у контрольных образцов был белым, у опытных – белым с кремовым оттенком.

По показателям титруемой кислотности образцы имели сопоставимые значения, что говорит о том, что интенсивность брожения лактозы в процессе сквашивания молока при производстве творога также как и при производстве йогурта находилась на одном уровне. Прессование образцов творога проводилось в одинаковых ус-

ловиях, поэтому содержание влаги в образцах не отличается.

По результатам дегустационной оценки творога, которые представлены на рисунке 3, можно отметить, что дегустаторам больше понравились контрольные образцы, но только консистенцией. По вкусу и запаху с незначительной разницей понравились больше опытные образцы, цвет продуктов дегустационная комиссия оценила одинаково. В целом контрольные образцы набрали $14,1 \pm 0,3$; опытные – $13,8 \pm 0,5$ балла.



Рисунок 3 – Результаты дегустации творога, баллы

Можно сделать заключение, что ферментативный гидролиз молочного сахара при производстве творога не оказывает влияния на скорость сквашивания молока и в целом на технологические процессы, но оказывает влияние на органолептические характеристики творога. По сравнению с творогом, изготовленным только из молока и закваски, он имеет менее рассыпчатую, мажущую консистенцию, кисло-молочный, но более выраженный вкус и аромат со сладковатым привкусом, в цвете появляется кремовый оттенок. В целом творог с измененным содержанием лактозы почти также понравился потребителям, поэтому может быть рекомендован для производства, в том числе как функционально направленный и диетический.

При производстве топленого молока между контрольными и опытными образцами также выявлены отличия. Так, томление контрольных образцов длилось 3 ч, а опытных – 2, или в 1,5 раза быстрее.

По результатам органолептической оценки отмечено (табл. 3), что консистенция у всех образцов была жидкая, нетягучая, без хлопьев белка и сбившихся комочков жира. Контрольные образцы имели легкий вкус кипячения и сладковатый привкус, а опытные образцы имели более выраженный привкус кипячения и ярко выраженный сладковато-карамельный вкус. Цвет у образцов молока был кремовый, но у опытных он был более темным (рис. 4). Кремовый цвет топленое молоко имеет вследствие реакции Майяра (меланоидинообразования) –

процесс образования соединений углеводов и белков, протекающий при высокотемпературной или длительной термической обработке молока. Более быстрое образование в опытном образце меланоидов объясняется высоким содержанием глюкозы и галактозы в ферментативно обработанном молоке.

Таблица 3 – Оценка качества топленого молока

Показатели	ГОСТ 31150-2013	Контроль	Опытный образец
Внешний вид	Непрозрачная жидкость. Для продуктов с массовой долей жира более 4,7 % допускается незначительный отстой жира, исчезающий при перемешивании	Непрозрачная жидкость	Непрозрачная жидкость
Консистенция	Жидкая, однородная нетягучая, слегка вязкая. Без хлопьев белка и сбившихся комочков жира	Жидкая, однородная нетягучая. Без хлопьев белка и сбившихся комочков жира	Жидкая, однородная нетягучая. Без хлопьев белка и сбившихся комочков жира
Вкус и запах	Характерные для молока, без посторонних привкусов и запахов, с выраженным привкусом кипячения. Допускается сладковатый привкус	Характерные для молока, без посторонних привкусов и запахов, с привкусом кипячения. Имеется сладковатый привкус	Характерные для молока, без посторонних привкусов и запахов, с более выраженным привкусом кипячения и ярко выраженным сладковатым привкусом
Цвет	Кремовый	Кремовый	Кремовый
Титруемая кислотность, °Т	Не более 21	19 ± 1	17 ± 1

В случае с топленым молоком дегустационная комиссия более высоко оценила образцы, не обработанные лактазой (рис. 5), при этом дегустаторам не понравился сладкий вкус опытных образцов.

Можно заключить, что при производстве молока питьевого топленого обработка молока

ферментным препаратом лактазой позволяет сократить время термической обработки в 1,5 раза, но увеличивается время резервирования молока, во время которого проходит ферментация, почти в 2 раза. Готовое молоко с измененным содержанием лактозы имеет выраженный сладкий вкус, непривычный для данного продукта, и более темный кремовый оттенок. Тем не менее, безлактозное топленое молоко вполне может найти своего потребителя, а также стать интересной основой для производства ряженки и варенца, в которых сладость сбалансируется кисломолочным вкусом.



Рисунок 4 – Цвет топленого молока: слева – контрольный образец, справа – опытный образец (обработанный лактазой)



Рисунок 5 – Результаты дегустации топленого молока, баллы

Еще одним продуктом с длительной термической обработкой, при производстве которого ферментация лактозы может оказать влияние на глубину меланоидинообразования, является сгущенное молоко.

Органолептическая оценка готового сгущенного молока, представленная в таблице 4, показала, что контрольные образцы имели типичные для данного продукта сладкий вкус, запах пастеризованного молока, однородную, вязкую по всей массе без ощутимых кристаллов молочного сахара консистенцию и белый с кремовым оттенком цвет.

Сгущенное молоко, приготовленное из ферментированного лактазой сырья, имело ожидаемо более сладкий вкус, со сливочно-карамель-

ным оттенком. Консистенция продукта была вязкая и по сравнению с контрольным образцом более плотная. Цвет был темнее, чем у контрольных образцов.

Таблица 4 – Оценка качества сгущенного молока

Показатель	ГОСТ 31688-2012	Контроль	Опытный образец
Вкус и запах	Вкус сладкий, чистый, с выраженным вкусом и запахом пастеризованного молока. Допускается недостаточно выраженный вкус молока.	Вкус сладкий, чистый, с выраженным вкусом и запахом пастеризованного молока	Вкус сладкий, сливочно-карамельный, запах топленого молока
Внешний вид и консистенция	Однородная, вязкая по всей массе без наличия ощущаемых кристаллов молочного сахара (лактозы)	Однородная, вязкая по всей массе без ощутимых кристаллов молочного сахара	Однородная, вязкая, но более плотная по всей массе без ощутимых кристаллов молочного сахара
Цвет	Равномерный по всей массе, белый с кремовым оттенком	Равномерный по всей массе, белый с кремовым оттенком	Равномерный по всей массе, светло-коричневый
Титруемая кислотность, °Т	Не более 48	46,0±0,5	46,5±0,5

Опытные образцы сгущенного молока при дегустации набрали в сумме 13,0±0,5 балла (рис. 6), что выше на 0,2 балла, чем у контрольных образцов (12,8±0,8 балла). Выше дегустаторы оценили только консистенцию опытных образцов, остальные характеристики понравились комиссии в одинаковой степени.



Рисунок 6 – Результаты дегустации сгущенного молока, баллы

В целом гидролиз молочного сахара при производстве сгущенного молока позволит исклю-

чить необходимость внесения мелкокристаллической лактозы, так как образованная в результате ферментации глюкоза и галактоза лучше кристаллизуются, чем дисахарид [11]. Сгущенное молоко, обработанное лактазой, имеет достаточно плотную вязкую консистенцию, сладкий сливочно-карамельный вкус, светло-коричневый цвет. Такие характеристики делают его интересным продуктом не только для людей с непереносимостью лактозы, но и позволяют расширить ассортимент сладких молочных продуктов. Такое сгущенное молоко может использоваться при производстве десертной продукции, при этом более плотная консистенция, выраженный вкус и цвет могут его выгодно отличать от классического сгущенного молока.

Выводы. При производстве кисломолочных продуктов ферментативный гидролиз молочного сахара, как предварительный, так и проходящий во время сквашивания молока, не оказывает влияния на интенсивность молочнокислого брожения, но образующиеся в процессе гидролиза глюкоза и галактоза повышают ощущение сладости при потреблении таких продуктов. Обработка молока лактазой также оказала влияние на консистенцию и цвет готового творога.

При производстве продуктов с длительным высокотемпературным воздействием на молоко, в случае предварительной обработки сырья лактазой, ускоряется процесс меланоидинообразования, что способствует сокращению времени изготовления таких продуктов. По сравнению с продуктами, выработанными по классической технологии, топленое молоко и сгущенное молоко, в технологии которых проводилась ферментация лактазой, имеют более темный цвет и более выраженный сладкий вкус.

Ферментативный гидролиз лактозы, следствием которого является повышение сладости молочных продуктов, может стать еще одним способом снижения количества белого сахара в рецептуре при производстве функциональных и диетических продуктов.

Таким образом, производство низколактозных и безлактозных молочных продуктов с помощью ферментативного гидролиза лактозы может быть интересным не только в связи с необходимостью их производства для определенной группы населения, но и как технологический прием в производстве продуктов с новыми свойствами.

Список источников

1. Аскарьянц В. П., Ларин Е. А. Лактаза как фермент мембранного пищеварения // Вестник магистратуры. 2023. № 3-2(138). С. 88-90.

2. Бехтерева П. О. Возможности использования лактатдегидрогеназы в производстве молочных продуктов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА: сб. ст. 2022. Т. 1(14). С. 1073-1076.

3. Всероссийское исследование – 2023: непереносимость лактозы и ее влияние на потребление молочных продуктов // Переработка молока. 2023. № 11(289). С. 36-39.

4. Доротова А. Лактазы: новый взгляд на молочные продукты // Молочная промышленность. 2020. № 12. С. 17-19.

5. Зюзина О. В., Смолихина П. М. Направленная ферментация молока при получении кисломолочного напитка для людей с лактозной intolerантностью // Цифровизация агропромышленного комплекса: сб. науч. ст. III Междунар. науч.-практ. конф., Тамбов, 25–27 окт. 2022 г. Тамбов: ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 2022. Т. 2. С. 80-84.

6. Ландиховская А. В. Экспериментальное обоснование и разработка технологии молочного мороженого с фруктозой и трегалозой: специальность 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств»: дис. ... канд. техн. наук / Ландиховская Анна Валентиновна. Москва, 2022. 138 с.

7. Лепилкина О. В. Руководителям лабораторий. Методы определения массовой доли лактозы в молоке и молочных продуктах // Молочная промышленность. 2020. № 7. С. 44-45.

8. Никитина Ю. В., Топникова Е. В. Современные тренды в создании низколактозных и безлактозных продуктов // Молочная промышленность. 2024. № 4. С. 41-49.

9. Новости молочного рынка. Продажи безлактозного молока в России растут быстрее традиционного. URL: <https://clck.ru/MarKS> (дата обращения: 10.12.2025).

10. Оценка частот генетического варианта *lct rs4988235 (-13910 C > T)*, связанного с непереносимостью лактозы, в Российской Федерации / И. С. Колесникова [и др.] // Анализ риска здоровья. 2024. № 4. С. 135-144.

11. Петров А. Н., Галстян А. Г., Строо Д. Использование лактазы в производстве вареного сгущенного молока с сахаром // Молочная промышленность. 2008. № 5. С. 62-65.

12. Рынок безлактозных молочных продуктов: состояние конкуренции, потенциал и перспективы развития в Республике Беларусь / Л. Довнар [и др.] // Аграрная экономика. 2025. № 6(361). С. 78-96.

13. Свириденко Г. М., Шухалова О. М. Кислотообразующая активность заквасочных микроорганизмов – основной критерий подбора культур в состав бактериальных заквасок для ферментируемых молочных продуктов // Научные подходы к решению актуальных вопросов в области переработки молока: сб. науч. тр. к 75-летию со дня основания ВНИИМС, Углич, 05–06 сент. 2019 г. Углич: ВНИИМС, 2019. С. 209-215.

14. Соловьева Е. Новое поколение лактазы – новые возможности // Молочная промышленность. 2021. № 11. С. 32-33.

15. Popescu L, Bulgaru V, Siminiuc R. Effect of Temperature, pH and Amount of Enzyme Used in the Lactose Hydrolysis of Milk. Food and Nutrition Sciences. December 2021;12(12). DOI: 10.4236/fns.2021.1212091.

References

1. Askar'yancz V. P., Larin E. A. Laktaza kak ferment membrannogo pishhevareniya // Vestnik magistratury. 2023. № 3-2(138). С. 88-90.

2. Bextereva P. O. Vozmozhnosti ispol'zovaniya laktatdegidrogenazy v proizvodstve molochnykh produktov // Nauchny'e trudy studentov Izhevskoy GSXA: sb. st. 2022. T. 1(14). С. 1073-1076.

3. Vserossiyskoe issledovanie – 2023: neperenosimost' laktozy i ee vliyanie na potreblenie molochnykh produktov // Pererabotka moloka. 2023. № 11(289). С. 36-39.

4. Dorotova A. Laktazy: novyy vzglyad na molochny'e produkty // Molochnaya promyshlennost'. 2020. № 12. С. 17-19.

5. Zyuzina O. V., Smolixina P. M. Napravlenaya fermentatsiya moloka pri poluchenii kislomolochnogo napitka dlya lyudey s laktoznoy intolerantnost'yu // Cifrovizatsiya agropromyshlennogo kompleksa: sb. nauch. st. III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Tambov, 25–27 okt. 2022 g. Tambov: FGBOU VO «Tambovskiy gosudarstvennyy tekhnicheskij universitet», 2022. T. 2. С. 80-84.

6. Landixovskaya A. V. E'ksperimental'noe obosnovanie i razrabotka tekhnologii molochnogo morozhenogo s fruktozoy i tregalozoy: special'nost' 05.18.04 «Tekhnologiya myasnykh, molochnykh i rybnykh produktov i xolodil'nykh proizvodstv»: dis. ... kand. texn. nauk / Landixovskaya Anna Valentinovna. Moskva, 2022. 138 s.

7. Lepilkina O. V. Rukovoditelyam laboratoriy. Metody opredeleniya massovoy doli laktozy v moloche i molochnykh

produktax // Molochnaya promyshlennost'. 2020. № 7. С. 44-45.

8. Nikitina Yu. V., Topnikova E. V. Sovremennyye trendy v sozdani nizekolaktoznykh i bezlaktoznykh produktov // Molochnaya promyshlennost'. 2024. № 4. С. 41-49.

9. Novosti molochnogo ry'nka. Prodazhi bezlaktoznogo moloka v Rossii rastut by'stree tradicionnogo. URL: <https://clck.su/MarKS> (data obrashheniya: 10.12.2025).

10. Ocenka chastot geneticheskogo varianta lct rs4988235 (-13910 c > t), svyazannogo s neperenosimost'yu laktozy, v Rossijskoj Federacii / I. S. Kolesnikova [i dr.] // Analiz riska zdorov'ya. 2024. № 4. С. 135-144.

11. Petrov A. N., Galstyan A. G., Stroo D. Ispol'zovanie laktazy v proizvodstve varenogo sgushhennogo moloka s saxarom // Molochnaya promyshlennost'. 2008. № 5. С. 62-65.

12. Ry'nok bezlaktoznykh molochnykh produktov: sostoyanie konkurencii, potencial i perspektivy razvitiya v Respublike Belarus / L. Dovnar [i dr.] // Agrarnaya ekonomika. 2025. № 6(361). С. 78-96.

13. Sviridenko G. M., Shuxalova O. M. Kislotoobrazuyushchaya aktivnost' zakvasochnykh mikroorganizmov – osnovnoy kriteriy podbora kul'tur v sostav bakterial'nykh zakvasok dlya fermentiruemykh molochnykh produktov // Nauchny'e podxody k resheniyu aktual'nykh voprosov v oblasti pererabotki moloka: sb. nauch. tr. k 75-letiyu so dnya osnovaniya VNIIMS, Uglich, 05–06 sent. 2019 g. Uglich: VNIIMS, 2019. С. 209-215.

14. Solov'eva E. Novoe pokolenie laktazy – novyye vozmozhnosti // Molochnaya promyshlennost'. 2021. № 11. С. 32-33.

15. Popescu L, Bulgaru V, Siminiuc R. Effect of Temperature, pH and Amount of Enzyme Used in the Lactose Hydrolysis of Milk. Food and Nutrition Sciences. December 2021;12(12). DOI: 10.4236/fns.2021.1212091.

Сведения об авторах:

О. С. Уткина , кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

В. М. Юдин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-9976-2029>;

Д. А. Базуева, студент

Удмуртский ГАУ, 426069, Россия, Ижевск, ул. Студенческая, 11

utkinaolga1982@yandex.ru

Original article

NOVEL PROPERTIES OF DAIRY PRODUCTS USING ENZYMATIC LACTOSE HYDROLYSIS

Olga S. Utkina , **Vitaly M. Yudin**, **Dariya A. Bazueva**

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

utkinaolga1982@yandex.ru

Abstract. The lactose-free dairy segment is one of the market's fastest-growing food categories. The increased demand for such products is driven by the need of a certain group of people with a diagnosis of lactase deficiency, as well as the emerging trend towards healthy food products. These include dairy products with a reduced milk

sugar content. Various techniques exist for eliminating or altering lactose, with the most prevalent method being enzymatic hydrolysis with the usage of microbial lactases (β -galactosidases). The research purpose was to study the effect of enzymatic hydrolysis of milk lactose on technological processes and the quality of the finished product in the dairy production. The experiments were conducted to create yogurt, cottage cheese, drinking baked milk, and condensed milk. The control and experimental samples were prepared for each product. Test samples were prepared with Lacta-free enzyme preparation (Italy) containing lactase obtained from *Aspergillus oryzae* microorganisms. In the production of fermented dairy products, enzymatic hydrolysis of milk sugar, both pre-hydrolysis and hydrolysis during milk fermentation, does not affect the intensity of lactic acid fermentation, but the glucose and galactose produced during hydrolysis increase the perceived sweetness of the product. When manufacturing products with prolonged high-temperature exposure to milk, pre-treatment of the raw material with lactase accelerates the melanoidin formation process, which helps to reduce the production time for such products. Compared to products obtained by using the classical technology, baked milk and condensed milk that have been fermented with lactase have a darker color and a more pronounced sweet taste.

Key words: lactose intolerance, lactase, enzymatic hydrolysis, lactose-free dairy products, yogurt, cottage cheese, baked milk, condensed milk, melanoids, sweetness coefficient.

For citation: Utkina O. S., Yudin V. M., Bazueva D. A. Novel properties of dairy products using enzymatic lactose hydrolysis. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2026; 2 (86): 137-146. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_2_137-146.

Authors:

O. S. Utkina[✉], Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

V. M. Yudin, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-9976-2029>;

D. A. Bazueva, Student

Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

utkinaolga1982@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 17.12.2025; одобрена после рецензирования 22.04.2026;

принята к публикации 05.06.2026.

The article was submitted 17.12.2025; approved after reviewing 22.04.2026; accepted for publication 05.06.2026.

Научная статья

УДК 636.2.082.453.52

DOI 10.48012/1817-5457_2026_2_146-154

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ СПЕРМОПРОДУКЦИИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Фаизова Зинаида Ивановна, Исупова Юлия Викторовна[✉]

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

isupova_79@mail.ru

Аннотация. На показатели спермопродукции быков-производителей оказывают влияние как генетический потенциал, физиологическое состояние животных, так и паратипические факторы. Технологические условия содержания могут либо нивелировать негативное влияние сезонных факторов, либо, напротив, усугублять его. Целью работы являлось изучение влияния технологических условий содержания, а именно температурного режима в помещениях с различными системами климат-контроля, на количественные и качественные показатели спермопродукции быков-производителей в ООО «Можгаплем». Объектом исследований послужили быки-производители голштинской породы, размещенные в двух корпусах. Корпус № 1 оборудован системой принудительной вентиляции с частичным подогревом приточного воздуха в зимний период. Корпус № 2 имеет естественную вентиляцию. В условиях корпуса № 1 наилучшие показатели спермопродукции у быков-производителей наблюдаются в осенний