

*А. Е. Кононенко, Т. В. Петерс**

НАПРАВЛЕННАЯ ФЕРМЕНТАЦИЯ МОЛОКА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ЛАКТОЗНОЙ ИНТОЛЕРАНТНОСТЬЮ

Согласно данным Всемирной Организации здравоохранения от 10 до 80% людей различных групп населения не могут потреблять молочные продукты в связи с ферментопатией, предопределенной патологией тонкой кишки, что связано с нарушением процессов всасывания углевода из-за отсутствия или недостаточной активности фермента лактазы. Причинами непереносимости лактозы могут быть наследственность, генная мутация и целиакия [1]. Непереносимость лактозы регистрируется у 16 – 18% восточных славян, и гораздо чаще свойственна жителям севера. По статистическим данным из каждых 100 человек этого региона ферментопатия наблюдается в 35 – 40 случаев. Эта категория людей нуждается в молочных продуктах без дисахарида лактозы, таких как творог, молочные напитки, сливки.

Основная доля безлактозных молочных продуктов на российском рынке представляется импортной продукцией [2]. В связи с санкционной политикой западных государств в отношении России принимаются меры по адаптации технологий производства молочной продукции такого сегмента отечественными производителями. Учитывая необходимость увеличения специфической молочной продукции, активируются работы по адаптивированию технологий производства безлактозных продуктов к имеющимся промышленным линиям и управлению качеством и безопасностью в соответствии с регламентированными требованиями нормативных документов.

Классическим способом снижения количества лактозы в молочных продуктах является частичное потребление дисахарида микроорганизмами закваски при сквашивании молочной смеси в процессе производства продукта. При легких симптомах непереносимости лактозы (когда фермент лактаза все еще присутствует, но недостаточно активен) можно употреблять любые сыры и кисломолочные продукты в пищевом рационе, при этом отказываясь от обычного молока. [3].

Эффективным технологическим способом снижения содержания лактозы в продуктах является ферментативный гидролиз с использо-

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента кафедры ТОПХП ФГБОУ ВО «ТГТУ» О. В. Зюзиной.

ванием – β -галактозидазы (КФ 3.2.1.23), которая расщепляет до 98% молочной лактозы. Для изменения исходной концентрации лактозы в нормализованном молоке проводилась ферментация его путем добавления ферментного препарата – β -галактозидазы из расчета 700 Ед/г на 100 см³ молока.

Процесс гидролиза продолжался в течение 5 часов при температуре 37 – 38 °С. Через равные промежутки времени в пробах молока определяли содержание лактозы рефрактометрическим методом. По результатам эксперимента построена кинетическая кривая изменения концентрации лактозы (рис. 1).

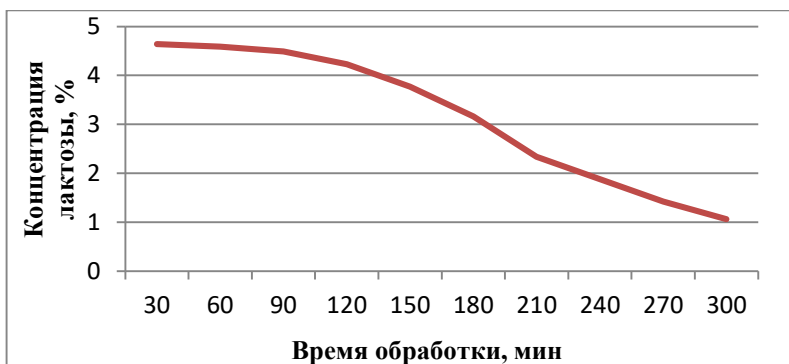


Рис. 1. График изменения концентрации лактозы

Математическая запись, выражающая зависимость изменения концентрации лактозы (y) при использовании ферментного препарата от времени гидролиза, имеет вид линейного алгебраического уравнения:

$$y = 0,4277x + 5,5453. \quad (1)$$

В экспериментах использовали пастеризованное молоко с разным содержанием лактозы, которое меняли путем ферментации β -галактозидазой от 5,2% до 3,0% с шагом 0,5%. Пять подготовленных образцов молока заквашивали методом прямого внесения биомассы кефирного грибка в соотношении 1:20. Скваживание подготовленных образцов молока длилось 48 часов в термостате при температуре 23 °С.

Динамика изменения концентрации лактозы в пяти образцах с разным исходным содержанием углевода при сквашивании представлена на рис. 2.

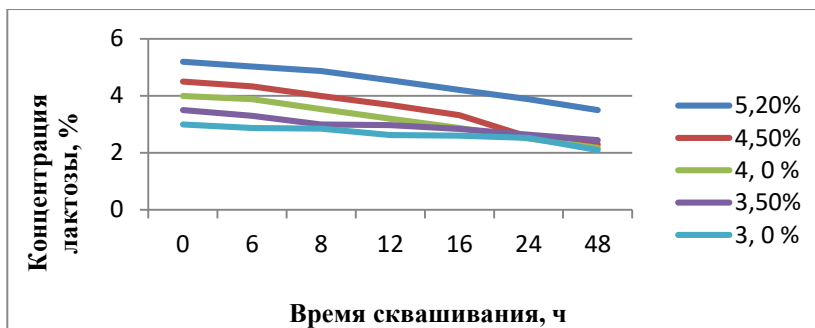


Рис. 2. Изменение концентрации лактозы в процессе сквашивания

Установлено, что в образцах напитка с исходным содержанием дисахарида в диапазоне от 5.2% до 4.0% концентрация лактозы при смешанном брожении изменяется с постоянной скоростью на протяжении всего процесса сквашивания. Характер кривых для образцов с наименьшим исходным содержанием углевода – 3.5% и 3.0% показывает плавное снижение концентрации лактозы на 80%, однако по истечении 8 часов изменение содержания дисахарида не наблюдается.

В процессе проведения эксперимента наряду с определением содержания лактозы в образцах сквашиваемого молока измеряли показатели титруемой и активной кислотности. В таблице представлены величины активной и титруемой кислотности через 24 часа и 48 часов. Это время соответствует состоянию слабого (односуточного) и среднего (двухсуточного) по зрелости напитка.

Показатели кисломолочного напитка

Исходная Концентрация лактозы в молоке, %	Слабый кисломолочный напиток			Средний кисломолочный напиток		
	Конечная концентрация лактозы, %	Кислотность		Конечная концентрация лактозы, %	Кислотность	
		Титруемая, °Т	pH		Титруемая, °Т	pH
5,2	3,88	110,3	4,88	3,50	117	4,78
4,5	2,56	99	4,74	2,30	100	4,68
4,0	2,50	77	4,94	2,17	106	4,79
3,5	2,64	73	5,51	2,45	112	4,57
3,0	2,52	70	5,18	2,10	86	4,94

Остаточное количество дисахарида в кисломолочном напитке слабом и в среднем колеблется в пределах от 2,1 до 3,5%, что превышает в 2 – 3 раза рекомендуемую величину для категории низколактозных продуктов [4]. Из данных следует, что для получения безлактозного напитка потребуется более глубокий гидролиз лактозы до 1,5 – 2,0% с использованием β -галактозидазы. Кислотность всех образцов напитка находится в пределах нормы: для слабого до 90 °Т, для среднего до 130 °Т.

Наряду с кислотностью важным признаком напитка являются его органолептические характеристики, в формировании которых принимают участие все микроорганизмы кефирного гриба. Изменение углеводного состава молока, а именно появление в нем свободных моносахаридов глюкозы, галактозы в результате ферментативного гидролиза β -галактозидазой провоцирует активность отдельных представителей грибной микрофлоры, что повлечет за собой трансформацию вкуса и состояния ствустка. На рисунке 3 приведены результаты дегустации образцов готового напитка на основе молока с разным количеством лактозы.

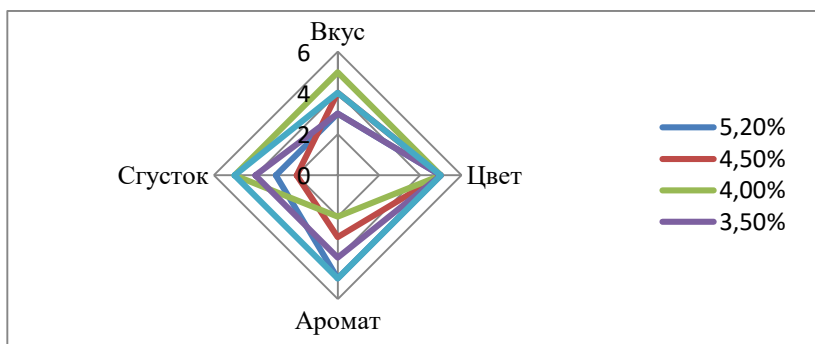


Рис. 3. Органолептическая оценка образцов кисломолочного напитка из ферментированного β -галактозидазой молока

По результатам дегустационного анализа установлено, что при концентрации лактозы в молоке на уровне 5,2% органолептические показатели имеют максимальные значения. Образец напитка из молока с исходной концентрацией лактозы в полтора раза меньше, получил оценки по значениям, незначительно ему уступающим. Таким образом, по вкусовым качествам низколактозные продукты будут иметь спрос не только у специальной группы потребителей, но и у широкой аудитории людей, практикующих здоровое питание.

Список литературы

1. Арсеньева, Т. П. Развитие теоретических основ и разработка технологий низколактозных молочных продуктов с регулируемым жирнокислотным составом : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Т. П. Арсеньева – СПб., 2008. – 20 с.
2. Непереносимость лактозы у детей и взрослых / С. В. Бельмер, Ю. Г. Мухина, А. И. Чубарова, В. П. Гераськина, Т. В. Гасилина. – М. : «Лечащий врач», 2005. – № 1.
3. Формирование потребительских свойств молочных напитков методами биотехнологии / А. С. Великанова, О. В. Зюзина, У. В. Ланцова, А. С. Надеждина // Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Ю. Г. Скрипникова. – Мичуринск-наукоград РФ 2016. – С. 14 – 18.
4. Великанова, А. С. Изучение влияния технологических условий при изготовлении низколактозного кисломолочного напитка / А. С. Великанова, А. И. Бушковская, У. В. Ланцова // Проблемы технологической безопасности и устойчивого развития : сборник научных статей молодых ученых, аспирантов и студентов. Выпуск VIII. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ» 2016. – С. 91 – 94.

Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»