

*О.П. Недоризанюк, И.О. Романчук
Институт продовольственных ресурсов НААН, Киев, Украина*

ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ЛАКТОЗЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ НАПИТКОВ ИЗ СЫВОРОТКИ

В статье освещаются результаты исследований при установлении технологических параметров процесса гидролиза лактозы с применением коммерческих ферментных препаратов.

Введение. Одним из способов расширения ассортимента производства молочных продуктов является рациональное использование вторичного молочного сырья. Наиболее из распространенных направлений использования молочной сыворотки является производство разных напитков. Напитки, которые производятся из молочной сыворотки, различаются по способу производства, составу, пищевой и биологической ценности [1].

В молочной сыворотке основным углеводом - является лактоза (молочный сахар). Лактоза не переваривается в желудке и гидролизует только в кишечнике под воздействием фермента β -галактозидазы (лактазы). Использование лактозы, как основного подсластителя в составе напитков не имеет практического значения в связи с тем, что по показателю сладости лактоза уступает, поскольку имеет лишь – 20, галактоза – 35, а глюкоза – 75 единиц, кроме того, плохо усваивается человеком и микроорганизмами. Улучшить технологические и потребительские свойства лактозы возможно путем ее ферментативного гидролиза препаратом β -галактозидазы, который расщепляет молочный сахар на моносахара - глюкозу и галактозу, которые легко сбраживаются микроорганизмами и хорошо усваиваются. Продукты гидролиза лактозы (глюкоза и галактоза) имеют большую сладость и могут заменить определенное количество сахарозы в напитках до (10-40 %). Не менее важным свойством лактозы является высокая способность сорбции ароматических веществ. Это свойство позволяет стабилизировать вкус и запах готового продукта, а в некоторых случаях снизить расходы ароматизаторов [2].

По сравнению с химическими способами расщепления лактозы ферментативный способ гидролиза имеет очевидные преимущества, поскольку при этом исключаются такие операции, как нейтрализация и

очистка, а также отличается более высоким выходом продуктов гидролиза лактозы.

Целью этой работы была разработка способов ферментативного гидролиза лактозы молочной сыворотки с применением коммерческих препаратов β -галактозидазы для дальнейшего ее использования в производстве напитков с уменьшенным содержанием сахарозы.

Материалы и методы исследования. Для производства напитков использовали подсырную и творожную молочную сыворотку, а также сыворотку после осаждения сывороточных белков (осветленную). Осаждение сывороточных белков осуществляли методом тепловой коагуляции при температуре 93-95 °С в течение 30 мин.

Содержимое углеводов (лактозы, глюкозы, галактозы) в сыворотке определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе LC-6A ("Shimadzi") с рефрактометрическим детектором, колонка SCR-101 N (250×4,5мм), элюент – деионизированная дегазированная вода, скорость потока 0,5 мл/мин.

Содержимое небелковых азотистых соединений в сыворотке определяли методом Лоури на спектрофотометре СФ-46 при длине волны 760 нм.

Для расчета относительного “индекса сладости” использовали методику, которая отображает взаимосвязь между сладостью и сахарами, которые входят в состав сыворотки и выражается следующей формулой:

$$I_c = \sum_{i=1}^n C_i I_i, \quad (1)$$

где I_c - относительный “индекс сладости” сахара, ед.;

i - сахар (лактоза, глюкоза, галактоза);

n - количество сахаров, $n=3$;

I_c - относительный “индекс сладости” сахара, ед.;

C_i - массовая часть i -го сахара в сыворотке, мг/г;

I_i - индекс сладости i -го сахара, ед.

Степень гидролиза лактозы рассчитывали по изменению показателей температуры замерзания до и после гидролиза лактозы в сыворотке [1].

Степень гидролиза (X , %) рассчитывали по следующей формуле:

$$X = \frac{T_1 - T_2}{\Delta T} \times 100, \quad (4)$$

где T_1 – точка замерзания сыворотки после гидролиза, °С;

T_2 – точка замерзания сыворотки до гидролиза, °С;

ΔT – снижение точки замерзания.

Точку замерзания в молочной сыворотке определяли криоскопическим методом на криоскопе-осмометре МТ 5 - 0,2.

Результаты исследования. На сегодняшний день ферментные препараты для молочной промышленности достаточно разнообразны, в том числе разработанные специальные препараты β -галактозидазы для разного лактозосодержащего сырья. Для их выбора в качестве одного из критериев рекомендуется учитывать вид микроорганизмов, который продуцирует ферментный препарат [5]. Для гидролиза молочной сыворотки находят применения лактазы, которые синтезируются дрожжами или микроскопическими грибами [6]. В выборе фермента кроме его специфичности, важное значение имеет экономическая составляющая, поскольку именно она определяет дальнейшее применение этих препаратов в производстве.

Для сыворотки подсырной использовали ферментный препарат β -галактозидазу дрожжевого происхождения (GODO - YNL2, производство Япония), для творожной – грибного происхождения (Лактоканесцин Г20х, производство Россия). Оптимум активной кислотности данных препаратов находится в пределах 6,0-6,5 од. рН и 4,0-5,0 од. рН соответственно.

Для обеспечения стабильности проведения гидролиза лактозы при разных технологических условиях были проведены исследования относительно гидролитической активности ферментов, которая обеспечивает степень гидролиза лактозы на уровне 75-80 %. Содержимое лактозы в сыворотке разных видов может колебаться в достаточно широких пределах: в подсырной от 3,9 до 4,9 %; творожной от 3,2 до 5,1 %.

Установлено, что обработка творожной сыворотки необработанной и осветленной ферментным препаратом Лактоканесцин Г20х в количестве 0,5 % при температуре 52 ± 2 °С в течение 3 час. обеспечивает степень гидролиза лактозы на уровне 80 % (рис. 1).

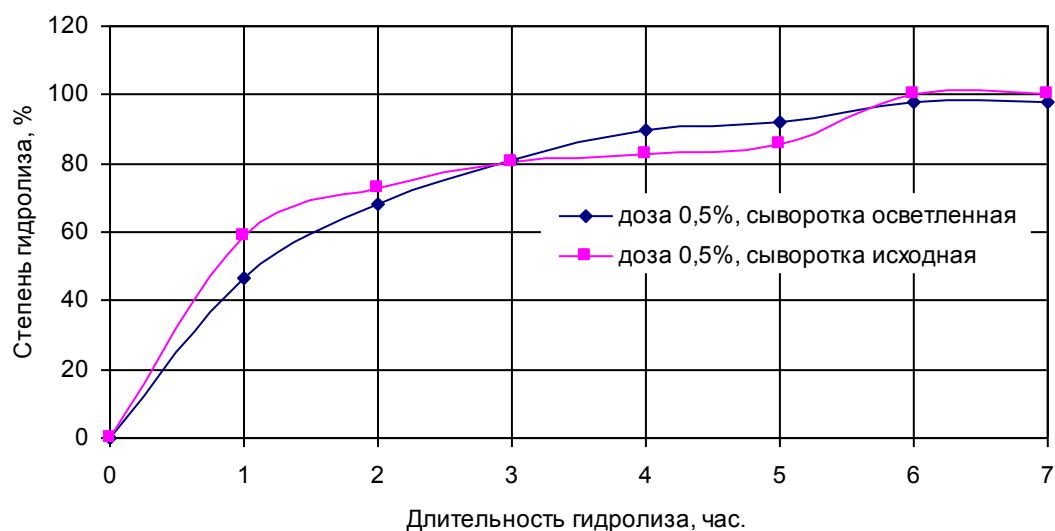


Рисунок 1 – Эффективность гидролиза лактозы ферментным препаратом Лактоканесцин Г20х при рН 4,5

Одним из факторов, который необходимо учитывать при выборе коммерческих ферментных препаратов, является неспецифическая активность, обусловленная наличием других ферментов. С этой целью было проведено исследование накопления небелковых азотистых соединений в сыворотке после гидролиза лактозы.

Как свидетельствуют полученные данные (рис. 2), содержание небелковых азотистых соединений растет с увеличением дозы внесения фермента, который указывает на наличие в его составе протеолитических ферментов. Содержание небелковых азотистых соединений в исходной творожной сыворотке увеличилось через три часа обработки ферментным препаратом, до 0,70 мг/мл. В осветленной сыворотке при указанной дозе фермента массовая часть небелкового азота увеличилась до 0,67 мг/мл через пять часов гидролиза. Как уже отмечалось выше увеличение протеолизу сывороточных белков привело к изменению органолептических характеристик гидролизованной сыворотки. При выборе ферментных препаратов необходимо проводить их оценку на присутствие примесей протеолитических энзимов.

Для гидролиза лактозы подсырной молочной сыворотки использовали ферментный препарат GODO - YNL2, обработку проводили при температуре 45-46 °С 4 часа. Дозу фермента вносили в количестве 1 - 0,02 %, 2 - 0,03 %, 3 - 0,04 % и 4 - 0,05 % от массы сыворотки.

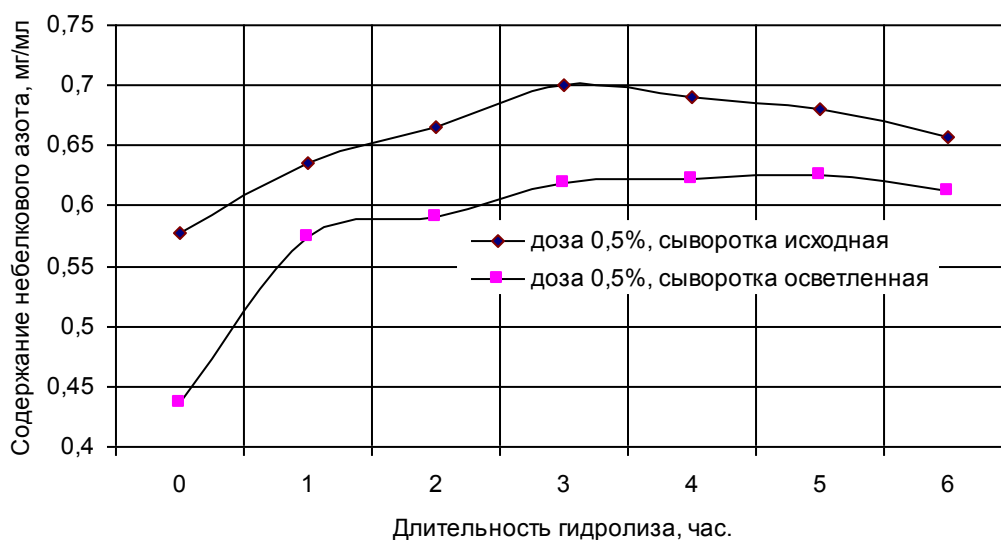


Рисунок 2 – Зависимость содержания небелкового азота от дозы ферментного препарата и длительности гидролиза в творожной молочной сыворотке

В таблице 1 представлены полученные результаты, которые отображают изменения углеводного состава гидролизованной сыворотки.

Таблица 1 – Степень гидролиза лактозы в зависимости от длительности обработки и количества ферментного препарата

Длительность гидролиза, час.	Массовая доля углеводов, % при температуре гидролиза (45±1) °С			Степень гидролиза по лактозе, %
	м.д. лактозы, %	м.д. глюкозы, %	м.д. галактозы, %	
1	2	3	4	5
Доза ферментного препарата 0,02 %				
1	2,2	1,19	1,1	53,2
2	2,17	1,3	1,18	53,8
3	2,16	1,39	1,29	54,8
4	1,8	1,45	1,35	61,7
Доза ферментного препарата 0,03 %				
1	2,4	1,32	1,2	49,0
2	1,77	1,59	1,43	62,3
3	1,76	1,59	1,43	62,6
4	1,6	1,63	1,49	66,0

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Доза ферментного препарата 0,04 %				
1	3,99	0,46	0,41	65,1
2	0,68	2,0	1,9	85,5
3	0,67	2,1	2,0	85,7
4	0,63	2,1	2,0	86,6
Доза ферментного препарата 0,05 %				
1	3,76	0,5	0,46	80,0
2	0,63	1,9	1,85	86,6
3	0,62	2,1	1,97	86,8
4	0,55	2,24	2,1	88,3

Очевидным является то, что степень гидролизованной лактозы в сыворотке растет с увеличением концентрации ферментного препарата и длительности обработки, которая дает возможность подобрать необходимые условия проведения технологических операций в соответствии с производственными условиями конкретного предприятия.

При длительности 2 час. и при внесении дозы β -галактозидазы 0,02 % и 0,03 % степень гидролиза составляет 53,8 % и 62,3 % соответственно и при внесении 0,04 % и 0,05 % – еще больше 85,5 % и 86,6 % соответственно.

При этом содержание небелковых азотистых соединений остается неизменным, что свидетельствует об отсутствии ферментов в препарате GODO - YNL2.

Относительный "индекс сладости" гидролизованной сыворотки со степенью гидролиза 80 % в 2,5 раза выше по сравнению с исходной сывороткой.

На основании проведенных исследований можно рекомендовать применять ферментный препарат GODO - YNL2 в количестве не больше 0,04 %, поскольку увеличение длительности обработки и дозы внесения фермента, приводит к увеличению энергозатрат при производстве и себестоимости готового продукта.

Разработка технологии напитков на основе молочной сыворотки с гидролизованной лактозой, является одним из перспективных направлений переработки молочной сыворотки.

Заключение. По результатам проведенных исследований были подобраны ферментные препараты для гидролиза лактозы в подсырной и творожной сыворотке и отработаны технологические условия при которых достигается степень гидролиза до 80 %. Полученные продукты

гидролиза лактозы обеспечивают надлежащий уровень сладости молочной сыворотки, как основы для производства новых видов напитков.

Литература

1. Храмцов, А.Г. Оригинальные напитки из молочной сыворотки [Текст] / А.Г. Храмцов, С.В. Василисин, С.Я. Рябцева, Т.С. Воротникова // Молочная промышленность. -2006.-№6. – С. 88-89.

2. Храмцов, А.Г. Полное и рациональное использование молочной сыворотки на принципах безотходной технологии [Текст] / А.Г. Храмцов, С.В. Василисин и др. // Под ред. Храмцов А.Г. – Ставрополь: ИРО, 1997. – 120 с.

3. Синельников, Б.М. Лактоза и ее производные [Текст] / Б.М Синельников, А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.В. Серов. – СПб.: Профессия, 2007. – 768 с.

4. Свириденко, Ю.Я. Гидролизованные сывороточные сиропы, назначение и использование [Текст] / Ю.Я. Свириденко, Л.В. Аббдулаева // Сыроделие и маслоделие. – 2001. – №5.- С.26-27.

5. Храмцов, А.Г. Системология продуктов из лактозы и ее производных [Текст] // Молочная промышленность. – 2005. –№10. С. 58-59.

O.Nedorizanyk, I. Romanchuk

APPLICATION OF ZYMOHYDROLYSIS OF LACTOSE IS IN PRODUCTION OF DRINKS FROM SERUM

Summary

In the article the results of researches are illuminated at establishment of technological parameters of process of hydrolysis of lactose with the use of commercial enzymic preparations.