

С. А. Рябцева [S. An. Ryabtseva]

А. О. Долгова [Al. O. Dolgova]

УДК 637.345.03:
637.146**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ
КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА С ЛАКТУЛОЗОЙ И СТЕВИЕЙ****RESEARCH PROCESSES OF FERMENTED MILK DRINK
WITH STEVIA AND LACTULOSE**

В статье рассматривается возможность использования лактулозы и стевии в производстве функциональных кисломолочных напитков. Для этого проведены исследования влияния данных компонентов на смеси, сквашенные различными заквасками, определены оптимальные технологические параметры.

The article discusses the use of lactulose and stevia in the production of functional fermented milk drinks. We studied these components influence the mixture acidified with different starter cultures, the optimal process parameters are defined.

Ключевые слова: лактулоза, стевия, кисломолочные напитки, функциональные продукты, диетические продукты, пребиотик, бифидобактерии.

Key words: lactulose, stevia, dairy beverages, functional foods, dietary products, prebiotic, bifidobacterium.

На сегодняшний день многими учеными доказано, что правильное питание способствует профилактике заболеваний, обеспечивает нормальный рост и развитие детей, повышает работоспособность и продлевает жизнь людей. Поэтому в мире получило широкое распространение новое и перспективное направление в пищевой индустрии, так называемые функциональные пищевые продукты и продукты диетического питания для улучшения структуры питания, улучшения здоровья и профилактики распространенных заболеваний [1]. В связи с этим, в последнее время считается эффективным обогащать продукты питания пребиотиками, в частности лактулозой, которая стимулирует количественный рост микрофлоры человека [1].

Лактулоза – продукт переработки молочной сыворотки, который получают путем изомеризации глюкозного остатка лактозы во фруктозный. Вот уже полвека она используется в фармацевтике и пищевой промышленности для лечения и профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта [2, 3].

Лечебные и профилактические свойства лактулозы объясняются ее способностью достигать в неизменном виде толстой кишки, где она избирательно стимулирует рост и жизнедеятельность эндогенной сахаролитической микрофлоры (бифидо- и лактобактерий). Нормальная микрофлора кишечника, развиваясь под воздействием лактулозы и оказывает на организм хозяина благотворное воздействие [4, 5].

При создании диетических продуктов актуальным направлением является также снижение калорийности, за счет замены сахара натуральными сахарозаменителями.

Стевия – лекарственное растение, имеющее много полезных свойств, прежде всего известно благодаря сложной молекуле, называемой стевиозид, которая делает стевию необычайно сладкой. Трава стевии в своей естественной форме в 10–15 раз слаще сахара. Экстракты из стевии в форме стевиозидов в 100–300 раз слаще сахара. При всем этом сладкие вещества стевии характеризуются невероятно малой, практически нулевой калорийностью, а также легким антибактериальным действием [6].

Регулярное употребление экстракта стевии стимулирует снижение уровня глюкозы, а также уровня плохого холестерина в крови, улучшается текучесть последней, улучшается работа печени и поджелудочной железы, а также он выступает как противовоспалительное средство. Кроме того, употребление экстракта сладкой травы является сильнейшей профилактической мерой развития гипер- и гипогликемических состояний при сахарном диабете и способствует уменьшению дозы инсулина. Экстракт медовой травы рекомендуется употреблять при ожирении, при ишемической болезни сердца и атеросклерозе, при проблемах с пищеварением, при кожных и зубных заболеваниях, в том числе заболеваниях десен и других мягких тканей ротовой полости [6, 7].

Замена сахара сиропом стевии в рецептуре десертных продуктов снижает их энергетическую ценность на 15–20 %. Сироп сладких веществ стевии является не углеводной, некалорийной вкусовой добавкой. Применение стевии вполне совместимо с традиционной технологией молочных продуктов [7].

Целью данной работы является исследование влияния лактулозы и стевии на развитие заквасок для сметаны, ряженки и пробиотических продуктов и комбинации этих заквасок.

В качестве объекта исследования использовались смеси, сквашенные бактериальными заквасками для сметаны LACTCWLТ (*Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lac. lactis subsp. cremoris*, *Str. thermophilus*), для ряженки

LATBYT (*Streptococcus alivarius subsp. thermophilus*), закваской для пробиотических продуктов LATPB T (*Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*) производства ООО «Лактина», ЭКОКОМ Болгария.

В качестве сырья использовалось молоко коровье стерилизованное с массовой долей жира 2,5 %, сахар-песок по ГОСТ 31895, который вносился в контрольный образец в количестве 5 % от общего объема смеси. В экспериментальные образцы вносили 1 % сиропа лактулозы «Дюфалак» производства SOLVAY PHARMA, Веесп, Нидерланды, содержание лактулозы на 100 мл сиропа 66,7 г. В качестве сахарозаменителя использовалась стевия в количестве 0,1 %, торговая марка Леовит, производство БиоСлимика, Россия, г. Москва.

В смеси вносили заранее активированную закваску в количестве 5% от объема образца. Скваживание проводилось в течение 24 часов при оптимальных условиях развития микрофлоры закваски (37 °С для LATBYT и LATPB T, 30 °С для LATCWLT). В качестве контрольного образца выступали смеси с сахаром, без добавления стевии и лактулозы.

В процессе сквашивания контролировали нарастание активной и титруемой кислотности в исследуемых и контрольных образцах. Данные измерения активной и титруемой кислотности образцов (средние по трем повторностям, $p \leq 0,05$) после внесения закваски, сквашивания и хранения сведены в таблицу 1. Количество микроорганизмов в образцах определялось методом наиболее вероятного числа микроорганизмов согласно ГОСТ 10444.11-89. Данные по количеству микроорганизмов после сквашивания, а также после 7 дней холодильного хранения при температуре 4 ± 2 °С представлены в виде диаграмм на рис. 1, 2.

Таблица 1

Влияние времени и вида закваски на активную и титруемую кислотность образцов

Кислотность смеси		Вид образца					
		Опыт №1 (LATBYT)		Опыт №2 (LATCWLT)		Опыт №3 (LATPB T)	
		К	О	К	О	О	К
После внесения закваски	К, °Т	21	24	19	20	24	21
	pH	6,37	6,34	6,35	6,4	6,42	6,46
Через 24 часа	К, °Т	88	67	112	108	130	131
	pH	3,94	4,09	4,09	4,22	3,99	3,99
Через 7 суток	К, °Т	116	120	120	122	142	150
	pH	3,97	4,07	4,06	4,14	3,95	3,94

О - опытный образец, К - контрольный образец

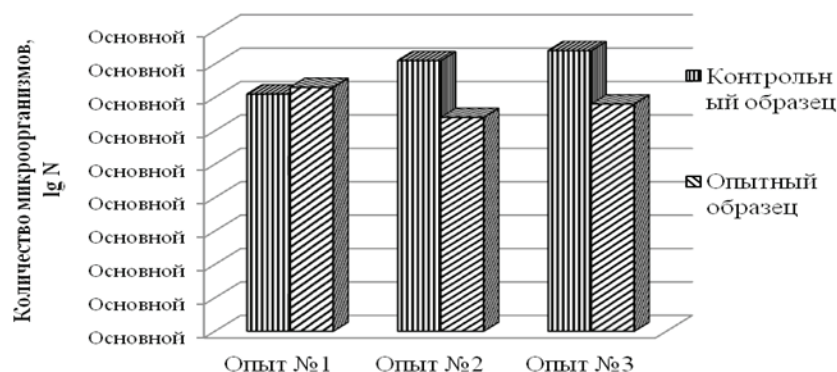


Рис. 1. Влияние стевии и лактулозы на развитие заквасочной микрофлоры после сквашивания

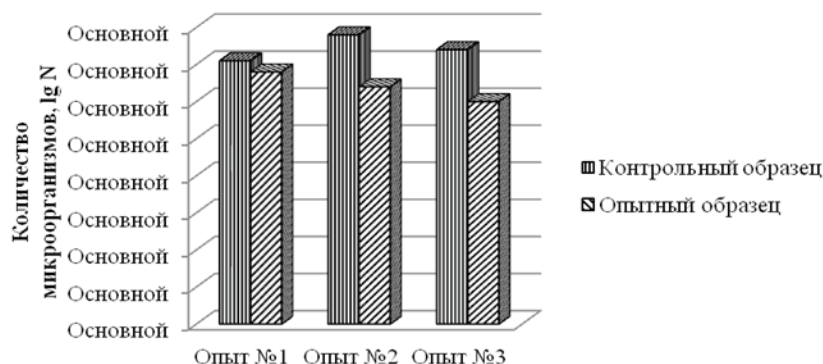


Рис. 2. Влияние стевии и лактулозы на развитие заквасочной микрофлоры через 7 дней

Внесение лактулозы и стевии незначительно влияет на начальную кислотность сквашиваемой смеси всех образцов. Также вносимые компоненты не влияют на активность кислотообразования и постокисление в образцах №2 и №3. При этом в образце №1 наблюдается замедление нарастания кислотности и очень выражен эффект постокисления.

После сквашивания в опыте №1 количество жизнеспособной микрофлоры опытного образца немного больше чем в контрольном образце, но наблюдается уменьшение микроорганизмов через 7 дней хранения, следовательно, внесение стевии и лактулозы оказывает негативное воздействие на развитие термофильной закваски LATBYT. В опытах №2 и №3 количество молочнокислых микроорганизмов в опытных образцах на 2 порядка ниже чем в контрольных, что может свидетельствовать о том, что применяемые компоненты используются микроорганизмами в качестве питательного субстрата. Однако через 7 суток холодильного хранения не наблюдается снижения количества молочнокислых микроорганизмов в опытных образцах, тогда как в контрольных количество становится меньше на порядок.

Также была проведена органолептическая оценка образцов сразу после сквашивания, которая показала следующие параметры:

- опыт №1 с закваской LATBYT: цвет белый, равномерный, в опытном образце присутствует неприятный запах и привкус, консистенция тянущаяся, характерная для кисломолочных напитков;
- опыт №2 с закваской LATCWLT: цвет белый, равномерный, приятный аромат кисломолочного продукта, вкус приятный сладкий, сладость одинакова с контрольным образцом, консистенция густая, равномерная;
- опыт №3 с закваской LATPBT: цвет белый, равномерный, приятный кисломолочный аромат, без посторонних запахов и привкусов, вкус приятный сладкий, сладость контрольного и опытного образцов одинакова, консистенция характерная для кисломолочных напитков.

Исходя из полученных данных для дальнейших исследований выбраны закваски LATPBT и LATCWLT, так как смеси, сквашенные ими, обладают наилучшими органолептическими показателями, высоким количеством жизнеспособной микрофлоры и лучшей её выживаемости, практически отсутствует эффект постокисления.

На данном этапе исследований в смеси вносили заранее активированные закваски LATCWLT и LATPBT в различных соотношениях, общий объём закваски составлял 5 % от объема образца.

В процессе сквашивания контролировали нарастание активной и титруемой кислотности в исследуемых и контрольных образцах. Данные измерения активной и титруемой кислотности образцов(средние по трем повторностям, $p \leq 0,05$) после внесения закваски, сквашивания и хранения сведены в таблицу 2. В таблицу 3 сведены данные по количеству микроорганизмов(средние по трем повторностям, $p \leq 0,5$) после сквашивания, а также после 7 дней холодильного хранения.

Таблица 2

Изменение во времени активной и титруемой кислотности образцов, сквашенных LATCWLT и LATPBT

Кислотность смеси		Вид образца					
		Опыт №1 (1:1)		Опыт №2 (2:1)		Опыт №3 (1:2)	
		К	О	К	О	К	О
После внесения закваски	К, °Т	20	21	27	25	25	24
	рН	6,41	6,43	6,12	6,32	6,55	6,55
Через 24 часа	К, °Т	167	171	173	165	173	180
	рН	3,69	3,76	3,92	3,94	3,92	3,91
Через 7 суток	К, °Т	170	173	181	180	179	184
	рН	3,87	3,79	3,92	3,96	3,94	3,89

К - контрольный образец, О - опытный образец

В опытах №1 и №3 нарастание кислотности опытных образцов происходит быстрее, чем в контрольных, а в опыте №2 медленнее. Эффект постокисления наиболее выражен во втором опыте, а в опытах №1 и №3 практически не наблюдается.

После сквашивания только в опыте №1 количество микроорганизмов в образце со стевией и лактулозой на 3 порядка выше, чем в контрольном, в остальных опытах на несколько порядков ниже. Через 7 суток холодильного хранения опытных образцов практически не наблюдается снижения количества молочнокислых микроорганизмов, в то время как в контрольных образцах их количество снизилось на несколько порядков. Следовательно, добавление стевии и лактулозы положительно влияет на выживаемость микрофлоры.

Влияние стевии и лактулозы на развитие заквасочной микрофлоры образцов, сквашенных LATCWLT и LATPBT

Вид образца		Количество микроорганизмов в 1 см ³	
		После сквашивания	Через 7 суток
Опыт №1 (1:1)	К	$7 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^6$
	О	$2,5 \cdot 10^{10}$	$2,5 \cdot 10^9$
Опыт №2 (2:1)	К	$2,5 \cdot 10^8$	$6 \cdot 10^6$
	О	$2,5 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^6$
Опыт №3 (1:2)	К	$6 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^6$
	О	$6 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^6$

К - контрольный образец, О - опытный образец

Также были проведены исследования по определению оптимального времени сквашивания, для этого каждые два часа контролировали нарастание активной и титруемой кислотности. Сквашивание смесей проводили в течение (6÷12) ч. при оптимальных для развития заквасочной микрофлоры температурах, приведенных на рис. 3.

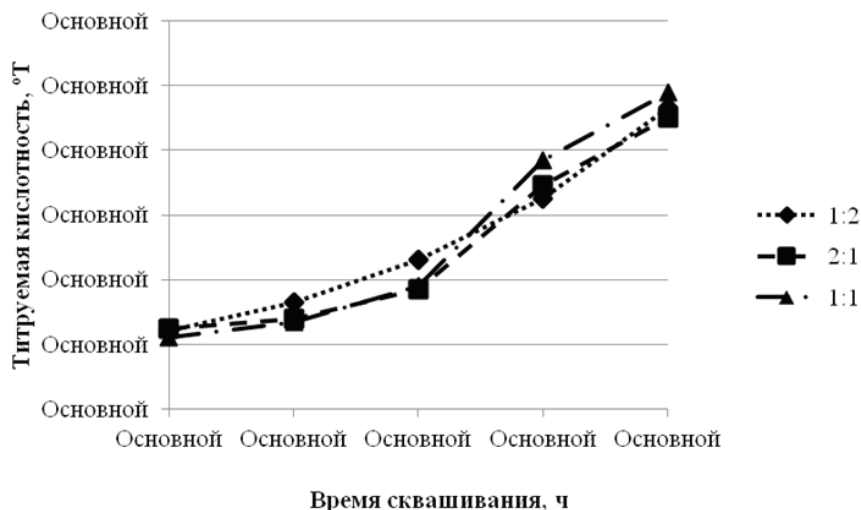


Рис. 3. Изменение титруемой кислотности в процессе сквашивания образцов с использованием заквасок LATCWLT и LATPBT в различных соотношениях

Представленные результаты исследования показали, что ферментация смеси с соотношением заквасок 1:1 протекала интенсивнее, чем в остальных образцах. Так, необходимая кислотность 90 °Т достигается через 7,5 часов сквашивания. Интенсивное нарастание титруемой кислотности позволяет ускорить процесс ферментации смеси для кисломолочного напитка.

После достижения смеси 90 °Т оценивали органолептические свойства напитка (цвет, запах, вкус, сладость и консистенцию) по 10-бальной системе. Результаты органолептической оценки полученных образцов представлены на рис. 4.



Рис. 4. Органолептическая оценка образцов кисломолочного напитка

Результаты исследования показали, что наилучшие органолептические показатели у образца с соотношением заквасок LАТСWLT и LАТРВТ 1:1. Данный образец имел мягкий сладкий вкус, характерным для кисломолочных продуктов запахом, равномерный кремовый цвет, однородную консистенцию напитка, образцы имеют одинаковый в меру сладкий вкус.

В результате проведенных исследований для производства кисломолочного напитка были выбраны закваски LАТСWLT и LАТРВТ в соотношении 1:1. Также результаты позволили определить оптимальные для сквашивания параметры $t=(37\pm 2)^\circ\text{C}$, время 6–8 часов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харитонов Д. В. Разработка концепции создания синбиотиков и синбиотических молочных продуктов / Д. В. Харитонов, И. В. Харитонова, А. Ю. Просеков // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 4. С. 91-94.
2. Рябцева С. А. Лактулоза в кисломолочных продуктах: новые разработки / Рябцева С. А., Брацихина М. А. // Переработка молока. 2012. № 10. С. 56-58.
3. Sara C. Silvério, Eugénia A. Macedo, José A. Teixeira, Lígia R. Rodrigues Biocatalytic Approaches Using Lactulose: End Product Compared with Substrate / Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2016. Volume 15. С. 878-896.
4. Леонидов Д. С. Лактулоза: диапазон использования в пищевой промышленности // Переработка молока. 2011. № 10. С. 72-73.
5. Харитонов В. Д., Храмов А. Г., Липатов Н. Н., Сажин Г. Ю., Ким В. В., Рябцева С. А. / Латкулоза: новые перспективы молочной промышленности // Пищевая промышленность. 2001. №11. С. 49-52.
6. Родионова Н. С. Стевия в технологии функциональных молочных продуктов / Известия вузов. Пищевая технология. 2000. №4. С. 38-40.
7. Стевия - заменитель сахара. Натуральный и полезный подсластитель. Электронный ресурс: <http://stevia.ru>

REFERENCES

1. Kharitonov D. V. Razrabotka kontseptsii sozdaniya sinbiotikov i sinbioticheskikh molochnykh produktov / D. V. Kharitonov, I. V. Kharitonova, A. Yu. Prosekov // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2013. № 4. S. 91-94.
2. Ryabtseva S. A. Laktuloza v kislomolochnykh produktakh: novye razrabotki / Ryabtseva S. A., Bratsikhina M. A. // Pererabotka moloka. 2012. № 10. S. 56-58.
3. Sara C. Silvério, Eugénia A. Macedo, José A. Teixeira, Lígia R. Rodrigues Biocatalytic Approaches Using Lactulose: End Product Compared with Substrate / Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2016. Volume 15. S. 878-896.
4. Leonidov D. S. Laktuloza: diapazon ispol'zovaniya v pishchevoy promyshlennosti // Pererabotka moloka. 2011. № 10. S. 72-73.
5. Kharitonov V. D., Khramtsov A. G., Lipatov N. N., Sazhinov G. Yu., Kim V. V., Ryabtseva S. A. / Latkuloza: novye perspektivy molochnoy promyshlennosti // Pishhevaya promyshlennost'. 2001. №11. S. 49-52.
6. Rodionova N. S. Steviya v tekhnologii funktsional'nykh molochnykh produktov / Izvestiya vuzov. Pishhevaya tekhnologiya. 2000. №4. S. 38-40.
7. Steviya - zamenitel' sakhara. Natural'nyy i poleznyy podslastitel'. Elektronnyy resurs: <http://stevia.ru>

ОБ АВТОРАХ

Долгова Алёна Олеговна, студент 1 курса магистратуры кафедры «Прикладной биотехнологии» ФБАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», тел.: 89188890724, e-mail: alena.o.dolgova@gmail.com

Dolgova Alyona Olegovna, student of the first magister grade of the Department «Applied Biotechnology», NCFU, tel.: 89188890724, e-mail: alena.o.dolgova@gmail.com

Рябцева Светлана Андреевна, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной биотехнологии ФБАОЭУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», тел.: 89280084685, e-mail: ryabtseva07@mail.ru

Ryabtseva Svetlana Andreevna, Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Applied Biotechnology» NCFU, tel.: 89280084685, e-mail: ryabtseva07@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА С ЛАКТУЛОЗОЙ И СТЕВИЕЙ

С. А. Рябцева, А. О. Долгова

Результаты проведенных исследований позволили определить оптимальные технологические параметры для выработки кисломолочного напитка со стевией и лактулозой, сквашивание предполагается проводить при $(37\pm 2)^\circ\text{C}$ в течении 6–8 часов. Из исследуемых заквасок были выбраны LАТСWLT и LАТРВТ в

соотношении 1:1, так как они показали лучшие органолептические показатели, наилучшую выживаемость микроорганизмов и стабильность консистенции. Данный кисломолочный напиток можно позиционировать как функциональный, так как вносимые компоненты обладают лечебными и профилактическими свойствами.

RESEARCH PROCESSES OF FERMENTED MILK DRINK WITH STEVIA AND LACTULOSE

S. An. Ryabtseva, A. O. Dolgova

The results of the research allowed to determine the optimum process parameters for the production of fermented milk drink with stevia and lactulose, souring supposed to be carried out at (37 ± 2) °C for 6–8 hours. From the study starter cultures were selected LAT CW LT and LAT PB T ratio of 1:1, as they showed the best organoleptic best survival of microorganisms and consistency stability. This fermented milk drink can be positioned as functional as insertion components have a curative and preventive properties.