



УДК 613.22

DOI 10.24411/0235-2486-2020-10105

Получение низколактозного молока для специализированных продуктов детского питания

Т.А. Антипова*, д-р биол. наук; С.В. Фелик, канд. биол. наук; С.В. Симоненко, д-р техн. наук; О.В. Кудряшова
НИИ детского питания – филиал ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Истра, Московская обл.

Дата поступления в редакцию 04.08.2020
Дата принятия в печать 28.09.2020

* science@niidp.ru
© Антипова Т.А., Фелик С.В., Симоненко С.В., Кудряшова О.В., 2020

Реферат

Возрастание количества людей, особенно детей, страдающих заболеванием, связанным с недостаточностью фермента для расщепления лактозы, актуализирует проведение исследований, направленных на разработку специализированных продуктов питания. Наиболее востребованы данные исследования в области детского питания. Диетотерапия является единственным и доказанным способом лечения данного заболевания. Это обусловлено, в первую очередь, физиологическими и метаболическими особенностями детского организма. Для диетотерапии применяют специализированные продукты для детского питания (низколактозные и безлактозные смеси) с уменьшенным содержанием лактозы или совсем исключают данный углевод из состава. Для снижения или полного удаления лактозы в основном используют такие технологические и биохимические способы, как сквашивание молочной смеси с помощью специальной закваски; ферментативное расщепление молочного сахара; мембранная обработка молочного сырья. Согласно анализу, проведенному по продуктам для питания детей с лактазной недостаточностью, специализированным питанием в основном обеспечены дети первого года жизни. Однако для питания детей дошкольного и школьного возраста продукты данной категории отсутствуют. Целью проведения исследований являлось изучение процесса ферментативного гидролиза лактозы с использованием ферментных препаратов и изучение состава полученных образцов низколактозного молока. При проведении исследований использовали молоко с массовой долей жира 1,5 % и 3,2 %. Для проведения процесса гидролиза выбран ферментный препарат β -галактозидаза грибкового происхождения. По результатам исследований следует отметить, что в образце с более низким содержанием жира процессы гидролиза лактозы протекают наиболее интенсивно, что важно учитывать при разработке специализированных продуктов. По результатам исследований получены образцы низколактозного молока с массовой долей жира менее 0,22 % и 0,1 %.

Ключевые слова

молочные продукты, лактазная недостаточность, ферментные препараты, специализированные продукты

Для цитирования

Антипова Т.А., Фелик С.В., Симоненко С.В., Кудряшова О.В. (2020) Получение низколактозного молока для специализированных продуктов детского питания // Пищевая промышленность. 2020. № 10. С. 41–46.

Obtaining low-lactose milk for specialized baby food products

T.A. Antipova*, Doctor of Biological Sciences; S.V. Felilk, Candidate of Biological Sciences; S.V. Simonenko, Doctor of Technical Sciences; O.V. Kudryashova

Research Institute of Baby Food – Branch of FRC of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Istra, Moscow region

Received: August 4, 2020

Accepted: September 28, 2020

* science@niidp.ru

© Antipova T.A., Felilk S.V., Simonenko S.V., Kudryashova O.V., 2020

Abstract

The increasing number of people, especially children, suffering from a disease associated with the lack of an enzyme for breaking down lactose, actualizes research aimed at developing specialized foods. The most popular research data are in the field of infant nutrition. Diet therapy is the only and proven way to treat this disease. This is primarily due to the physiological and metabolic characteristics of the child's body. For dietotherapy, specialized products for baby food (low-lactose and lactose-free mixtures) are used with a reduced content of lactose or completely excluding this carbohydrate from the composition. To reduce or completely remove lactose, such technological and biochemical methods are mainly used, such as: fermentation of the milk mixture with a special ferment; enzymatic splitting of milk sugar; membrane processing of milk raw materials. According to the analysis conducted on foods for children with lactase deficiency, specialized nutrition is mainly provided for children of the first year of life. However, there are no products of this category for feeding children of preschool and school age. The purpose of the research was to study the process of enzymatic hydrolysis of lactose using enzyme preparations and to study the composition of the obtained samples of low-lactose milk. When conducting research, milk with a mass fraction of fat was used: 1.5 % and 3.2 %. The enzyme preparation β -galactosidase of fungal origin was selected for the hydrolysis process. According to the research results, it should be noted that in a sample with a lower fat content, the processes of lactose hydrolysis occur most intensively, which is important to take into account when developing specialized products. According to the research results, samples of low-lactose milk with a mass fraction of fat less than 0.22 % and 0.1 % were obtained.

Key words

dairy products, lactase deficiency, enzyme preparations, specialized product

For citation

Antipova T.A., Felilk S.V., Simonenko S.V., Kudryashova O.V. (2020) Obtaining low-lactose milk for specialized baby food products // Food processing industry = Pischevaya promyshlennost'. 2020. No. 10. P. 41–46.

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ**

Введение. В соответствии с современными представлениями о здоровом питании высокое содержание углеводов является фактором для развития ряда заболеваний. Это может оказывать не только негативное влияние на консистенцию продукта, но и ограничивает употребление этих продуктов людьми, которые имеют определенные диетические потребности.

Это в значительной степени можно отнести и к молочным продуктам, имеющим высокое содержание молочного сахара. Определенная часть потребителей не может употреблять молочные продукты, что связано с недостаточным количеством фермента лактазы в организме человека, необходимым для расщепления лактозы.

Диетотерапия является единственным и доказанным способом лечения данного заболевания. Это обусловлено, в первую очередь, физиологическими и метаболическими особенностями детского организма. Для диетотерапии применяют специализированные продукты для детского питания (низколактозные и безлактозные смеси) с уменьшенным содержанием лактозы или совсем исключают данный углевод из состава [1, 2].

Для снижения или полного удаления лактозы в основном используют такие технологические и биохимические способы, как сквашивание молочной смеси с помощью специальной закваски; ферментативное расщепление молочного сахара; мембранная обработка молочного сырья [3, 4].

Одной из перспективных задач в данной области является применение ферментов при производстве молочных продуктов. Многие производители функциональных ингредиентов располагают высококачественными ферментными препаратами, одним из которых является бета-галактозидаза.

β -галактозидаза была впервые использована при предварительной обработке молока, при производстве конфет и кисломолочных продуктов. Применение β -галактозидазы способствует улучшению органолептических и технологических свойств продуктов. Она может быть животного, растительного и микробного происхождения. Наибольшей активностью обладает β -галактозидаза грибного и бактериального происхождения [5]: При использовании методов ферментирования лактозы продукт приобретает отчетливый сладкий вкус, что обусловлено наличием глюкозы, обладающей большим коэффициентом сладости в сравнении с лактозой.

Возможность частичного удаления лактозы из молока с использованием мембранных методов обработки является еще одним из методов решения проблемы создания специализированных продуктов питания.

В зависимости от размера пор применяемых мембран выделяют микрофиль-

трацию, ультрафильтрацию, нанофильтрацию и обратный осмос [6]. Сочетание мембранных методов обработки молочного сырья открывает новые возможности в области получения молочно-белковых концентратов с заданными свойствами, которые в дальнейшем могут быть использованы при производстве низколактозных продуктов.

При мембранных методах обработки сырья полученные молочно-белковые концентраты используются в качестве компонента в составе готового продукта. Для достижения оптимального состава требуется дополнительное внесение жировых и углеводных ингредиентов.

Отдельные производители применяют комбинированные методы обработки сырья, используя ультрафильтрацию с последующим ферментированием остатков лактозы. Продукт, полученный комбинированным методом, обладает оптимальной сладостью и содержит минимальное количество лактозы.

Возрастание количества людей, особенно детей, страдающих заболеванием, связанным с недостаточностью фермента для расщепления лактозы, актуализирует проведение исследований, направленных на разработку специализированных продуктов питания. Наиболее востребованы данные исследования в области детского питания. Без достаточного количества лактазы пищеварительная система не может требуемым образом переваривать и усваивать лактозу – основной углевод молока и молочных продуктов [7]. Поэтому разработка и организация промышленного производства безлактозных и низколактозных молочных продуктов является основным способом коррекции питания детей с частичной или полной лактазной недостаточностью.

Сегодня на российском рынке низколактозные и безлактозные смеси в основном представлены зарубежными производителями. Данные смеси входят в группу лечебного питания и максимально приближены к женскому молоку.

При выработке низколактозных смесей в качестве молочного сырья производители используют такие ингредиенты, как деминерализованная сыворотка; концентраты сывороточных и казеиновых белков, как отдельно взятые, так и в сочетании. В качестве жировых компонентов используются смеси растительных масел (кукурузное, соевое, кокосовое в определенном соотношении). В качестве углеводных ингредиентов кукурузная патока, мальтодекстрин, глюкозные сиропы и др. Все смеси обогащены среднецепочечными триглицеридами, витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами.

Первые разработки низколактозных и безлактозных молочных продуктов в отечественной и зарубежной практике были выполнены для питания детей.

Специализированное питание оказывает определяющее влияние на течение и исход болезни. Такое питание способствует быстрому улучшению состояния здоровья, предупреждая осложнения и переход болезни в хроническую форму [8].

Первыми отечественными разработками в данной группе продуктов были сухие низколактозные смеси: низколактозное молоко, низколактозная смесь с солодовым экстрактом, низколактозные смеси с различными видами муки и толокном. Промышленное производство указанных продуктов было успешно освоено на молочноконсервном комбинате детского питания в г. Сибай (Республика Башкортостан). Основу всех производимых смесей составлял молочный белок – казеин, получаемый сквашиванием обезжиренного молока, закваской молочнокислых микроорганизмов. Путем неоднократного промывания водой полученного сгустка достигалось минимальное содержание лактозы. Низколактозные смеси предназначены для питания детей первого года жизни. Смеси прошли клиническую апробацию и многие годы успешно использовались в питании детей с лактазной недостаточностью.

Институт много лет занимается проведением исследований, направленных на создание низколактозных продуктов детского питания. Результаты исследований, полученные при литературном и патентном анализе отечественных и зарубежных источников, собственных изучений и разработок способов получения низколактозных продуктов, их методов контроля, положены в основу создания рецептур и технологий продуктов для питания детей с лактазной недостаточностью.

Учитывая опыт разработки и внедрения низколактозных смесей, созданы низколактозные продукты для питания детей первого года жизни, страдающих лактазной недостаточностью. В основу технологии данных продуктов положено ферментативное получение молочной основы с последующим смешиванием жировых и углеводных компонентов. Продукт обогащен витаминами и минеральными веществами в количествах, необходимых для данной возрастной группы детей.

Согласно анализу, проведенному по продуктам для питания детей с лактазной недостаточностью, специализированным питанием в основном обеспечены дети первого года жизни. Однако для питания детей дошкольного и школьного возраста продукты данной категории отсутствуют.

В настоящее время институт занимается разработкой низколактозных продуктов для питания детей дошкольного и школьного возраста.

Цель исследований – изучение процесса ферментативного гидролиза лак-



тозы с использованием ферментного препарата и изучение состава полученных образцов низколактозного молока.

Результаты исследования и их анализ. Для проведения исследований использовали молоко с массовой долей жира 1,5% и 3,2%. Для проведения процесса гидролиза выбран ферментный препарат β -галактозидазы грибового происхождения в количестве 150 ед./г лактозы. Учитывая, что параметры действия фермента зависят от нескольких факторов, исследования проводили по следующим показателям: температура и продолжительность процесса гидролиза. Характеристика молочного сырья приведена в табл. 1.

Для проведения исследований молоко-сырье пастеризовали при температуре 80 ± 2 °С, охлаждали до температуры ферментации и вносили фермент, предварительно растворенный в небольшом количестве воды. Полученную смесь перемешивали и помещали в термостат.

Диапазон температур для проведения исследований составил $42...60$ °С; кислотность молока – 6,8–7,0 ед. рН; продолжительность процесса 2–6 ч.

Результаты исследований зависимости гидролиза лактозы от температуры свидетельствуют о том, что в первом образце молока-сырья гидролиз лактозы протекал наиболее интенсивно в сравнении с образцом 2. Следует отметить, что максимальная степень гидролиза была достигнута в интервале температур $45...55$ °С. Для образца №1 она составила 82%, для образца №2 – 74%. Значимого увеличения степени гидролиза лактозы при дальнейшем повышении температуры не наблюдалось. Полученные результаты можно объяснить наиболее высоким содержанием сухих веществ и молочного жира в молоко-сырье, что приводит к повышению вязкости образца, которая может оказывать влияние на равномерность распределения гидролизующего фермента.

При проведении исследований зависимости гидролиза лактозы от титруемой кислотности полученные результаты позволяют сделать акцент на оптимальной степени гидролиза лактозы при кислотности 19 °Т. С повышением титруемой кислотности наблюдалась тенденция к снижению степени гидролиза лактозы примерно на 5–7%. Такая зависимость установлена в обоих образцах молока-сырья.

Анализ данных, полученных при проведении исследований по установлению зависимости степени гидролиза лактозы от продолжительности процесса, позволяет сделать следующие выводы.

Процесс гидролиза лактозы наиболее эффективно с меньшей продолжительностью по времени происходит в образце №1. За равное время проведения экс-

Таблица 1

Наименование образцов молочного сырья	Физико-химические показатели молока-сырья				
	Титруемая кислотность, °Т	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая доля жира, %	Массовая доля лактозы, %	Плотность, г/см ³
Образец 1	18–20	8,6	1,5	4,25	1,028
Образец 2	19–21	12,12	3,2	4,42	1,031

Таблица 2

Наименование образца низколактозного молока	Физико-химические показатели образцов низколактозного молока		
	Массовая доля глюкозы, %	Массовая доля галактозы, %	Массовая доля лактозы, %
Образец №1	3,11	1,14	менее 0,1
Образец №2	3,29	1,11	0,22

перимента (6 ч) количество гидролизованной лактозы в образце №2 составило 78–80%, в образце №1 значение данного показателя было на уровне 97%.

При проведении данных исследований с использованием образцов молока с различной массовой долей жира следует отметить, что в образце с более низким содержанием жира процессы гидролиза лактозы протекают наиболее интенсивно, что важно учитывать при разработке специализированных продуктов.

По результатам исследований получены образцы низколактозного молока с показателями, представленными в табл. 2. По органолептическим показателям образцы характеризовались выраженным сладким вкусом.

Заключение. Согласно полученным данным, массовая доля лактозы в образцах низколактозного молока соответствует требованиям ТР ТС «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания». Исследования по данному направлению будут продолжены и направлены на создание рецептур и технологий продуктов для питания детей дошкольного и школьного возраста.

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания по направлению № 0529-219-0060 «Разработка специализированных продуктов детского и геродиетического питания и оценка их эффективности».

ЛИТЕРАТУРА

1. Копанев, Ю. А. Лактазная недостаточность. – Практика педиатра. – 2007. – № 1. – С. 12–14.
2. Корниенко, Е. А. Лактазная недостаточность у детей раннего возраста/Е. А. Корниенко, Н. И. Митрофанова, Л. В. Ларченкова // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5. – № 4. – С. 82–86.

3. Тишкин, В. А. Технология производства безлактозного молока методом диафильтрации/В. А. Тишкин, П. С. Минин // Молочная промышленность. – 2018. – № 12. – С. 58–59.

4. Алибеков, Р. С. Лактазная непереносимость и безлактозное молоко/Р. С. Алибеков, О. Ю. Овчинникова // Известия Кыргызского государственного технического университета им. Раззакова. – 2016. – № 1. – С. 212–215.

5. Фефилова, Г. А. Исследование ферментативного гидролиза лактозы молока/Г. А. Фефилова, М. В. Харина // Материалы VI Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург, 2019. – С. 144–147.

6. Евдокимов, И. А. Обработка молочного сырья мембранными методами/И. А. Евдокимов, Д. И. Володин [и др.] // Молочная промышленность. – 2012. – № 2. – С. 34–37.

7. Бессонова, О. В. Исследование гидролиза лактозы в молоке с использованием фермента «Максиллакт»/О. В. Бессонова, Д. С. Рябкина // Вестник Омского аграрного университета. – 2011. – № 1. – С. 90–93.

8. Тихомирова, Н. А. Низколактозные и безлактозные продукты // Переработка молока. – 2016. – № 3. – С. 19–22.

9. Эмелин, В. П. Состав и свойства молочнокислых консервантов, полученных разными способами // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 4. – С. 72–74.

10. Евдокимов, И. А. Обработка молочного сырья мембранными методами // Молочная промышленность. – 2012. – № 2. – С. 34–37.

11. Евдокимов, И. А. Реальные мембранные технологии // Молочная промышленность. – 2010. – № 1. – С. 49–50.

REFERENCES

1. Kopanev Yu A. Laktasnyaya nedostatochnost [Lactase deficiency]. *Praktika pediatria* [Pediatrician practice]. 2007. No. 1. P. 12–14 (In Russ.).
2. Kornienko EA, Mitrofanova NI, Larchenkova KV. Laktasnyaya nedostatochnost' u detey rannego vozrasta [Lactase deficiency in young children]. *Voprosy sovremennoy pediatrii* [Issues of modern pediatrics]. 2006. Vol. 5. No. 4. P. 82–86 (In Russ.).



ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ

3. Tichkin VA, Minin PS. *Technologiya proizvodstva bezlaktoznogo moloka metodom diafil'trazii* [Technology of production of lactose-free milk by diafiltration]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry]. 2018. No. 12. P. 58–59 (In Russ.).
4. Alibekov RS, Ovchinnikova O Yu. *Laktaznaya neperenosimost' i bezlaktoznoe moloko* [Lactose intolerance and lactose-free milk]. *Izvestiya Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. Rozzakova* [Bulletin of the Kyrgyz State Technical University]. 2016. No. 1. P. 212–215 (In Russ.).
5. Fefilova GA, Charina MV. *Issledovanie fermentativnogo gidroliza laktozy moloka* [Research of enzymatic hydrolysis of milk lactose]. *Materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Materials of the VI International Scientific and Practical conference]. Ekaterinburg, 2019. P. 144–147 (In Russ.).
6. Evdokimov IA, Volodin DI et al. *Obrabotka molochnogo syr'a membrannymi metodami*. [Processing of dairy raw materials by membrane methods]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry]. 2012. No. 2. P. 34–37 (In Russ.).
7. Bessonova OV, Ryabkina DS. *Issledovanie gidroliza laktozy v moloke s ispol'zovaniem fermenta «Marsilakt»* [Investigation of lactose hydrolysis in milk using the enzyme «Maxilact»]. *Vestnik Omskogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Omsk Agrarian University]. 2011. No. 1. P. 90–93 (In Russ.).
8. Tichomirova NA. *Nizkolaktoznye i bezlaktoznye produkty* [Low-lactose and lactose-free products]. *Pererabotka moloka* [Milk processing]. 2016. No. 3. P. 19–22 (In Russ.).
9. Emelin VP. *Sostav i svoystva molochno-belkovich konsentratov, poluchennykh raznymi sposobami* [Composition and properties of milk-protein concentrates obtained by various methods]. *Technika i tekhnologiya pishchevych proizvodstv* [Technique and technology of food production]. 2009. No. 4. P. 72–74 (In Russ.).
10. Evdokimov IA. *Obrabotka molochnogo syr'a membrannymi metodami*. [Processing of dairy raw materials by membrane methods]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry]. 2012. No. 2. P. 34–37 (In Russ.).
11. Evdokimov IA. *Real'nye membrannye tekhnologii* [Real membrane technologies]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry]. 2010. No. 1. P. 49–50 (In Russ.).

Авторы

Антипова Татьяна Алексеевна, д-р биол. наук, Фелик Светлана Валерьевна, канд. биол. наук, Симоненко Сергей Владимирович, д-р техн. наук, Кудряшова Ольга Владимировна
НИИ детского питания – филиал ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи, 143500, Московская обл., г. Истра, ул. Московская, д. 48, info@niidp.ru

Authors

Tat'yana A. Antipova, Doctor of Biological Sciences, Svetlana V. Felik, Candidate of Biological Sciences, Sergey V. Simonenko, Doctor of Technical Sciences, Olga V. Kudryashova
Research Institute of Baby Food – Branch of FRC of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, 48, Moscow str., Moscow region, Istra, 143500, info@niidp.ru

УДК 637.138

DOI 10.24411/0235-2486-2020-10109

Белковый ингредиент в геродиетическом питании

С.В. Фелик*, канд. биол. наук; Т.А. Антипова, д-р биол. наук; А.Ю. Золотин, канд. техн. наук; С.В. Симоненко, д-р техн. наук
НИИ детского питания – филиал ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Истра, Московская обл.

Дата поступления в редакцию 04.08.2020

Дата принятия в печать 28.09.2020

* science1@niidp.ru

© Фелик С.В., Антипова Т.А., Золотин А.Ю., Симоненко С.В., 2020

Реферат

Пищевой белок является одним из важнейших органических веществ в рационе питания человека, а для пожилых людей потребление оптимального количества сбалансированного по аминокислотному составу белка способствует поддержанию нормальной массы тела, физической работоспособности и улучшению качества жизни. В статье приведены данные исследований, направленных на изучение возможности применения говяжьего гидролизованного белка в рецептурах продуктов на молочной основе. Даны показатели аминокислотного состава говяжьего гидролизованного белка. Приведены расчетные данные аминокислотного сора смесей молока коровьего с добавленным белковым ингредиентом в различной дозировке, позволяющие установить наиболее оптимальное количество вносимого ингредиента. На основе экспериментальных исследований аминокислотного состава молока и смеси молока с добавленным белковым ингредиентом установлено, что наиболее оптимальным является применение животного белка в количестве 1 г. Установлена принципиальная возможность использования говяжьего гидролизованного белка в сочетании с коровьим молоком при создании рецептур продуктов для геродиетического питания при условии дальнейшего изучения технологических характеристик, показателей качества и некоторой корректировки органолептических показателей.

Ключевые слова

геродиетический продукт, белковый ингредиент, коровье молоко, говяжий гидролизированный белок

Для цитирования

Фелик С.В., Антипова Т.А., Золотин А.Ю., Симоненко С.В. (2020) Белковый ингредиент в геродиетическом питании // Пищевая промышленность. 2020. № 10. С. 45–46.

Protein ingredient in herodietetic nutrition

S.V. Felik*, Candidate of Biological Sciences; T.A. Antipova, Doctor of Biological Sciences; A. Yu. Zolotin, Candidate of Technical Sciences; S.V. Simonenko, Doctor of Technical Sciences

Research Institute of Baby Food – Branch of the Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Istra, Moscow region

Received: August 4, 2020

Accepted: September 28, 2020

* science1@niidp.ru

© Felik S.V., Antipova T.A., Zolotin A.Y., Simonenko S.V., 2020