

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОРЫВ
АГРАРНО-ПИЩЕВЫХ ИННОВАЦИЙ МОЛОЧНОГО ДЕЛА
НА ПРИМЕРЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО СЕЛЬХОЗСЫРЬЯ**
*Гидролизаты ЛАКТОЗЫ**

**TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH
OF AGRO FOOD INNOVATIONS IN DAIRY INDUSTRY:
THE CASE OF UNIVERSAL AGRICULTURAL RAW MATERIALS**
*LACTOSE Hydrolysates**

Храмцов А.Г., доктор технических наук, профессор, академик РАН

Khramtsov A.G., doctor of technical sciences, professor, academician of RAS

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь

North-Caucasus federal university, Stavropol

**Продолжение статьи, напечатанной в № 2.*

Работа выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, договор МОН 03.G25.31.0241.

Приведена характеристика аномерных форм лактозы молочной сыворотки. Показана возможность синтеза массы производных лактозы безреагентным способом и направленным биохимическим воздействием.

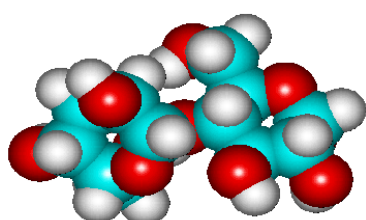
The characteristics of lactose anomers derived from whey are given. The possibility of wide range of lactose derivatives synthesis by non-reagent and biotransformation methods is shown.

Ключевые слова: технологический прорыв, лактоза (молочный сахар), необходимость гидролиза, монозы – глюкоза и галактоза, гидролизаты лактозы, инновационные приоритеты.

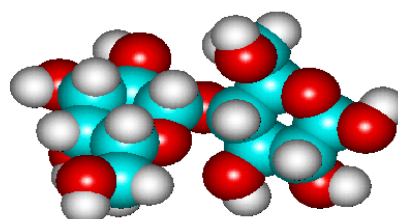
Key words: technological breakthrough, lactose, hydrolysis necessity, monosaccharides – glucose and galactose, lactose hydrolysates, innovative priorities.

В соответствии с обоснованной КОНЦЕПЦИЕЙ [1, 2] рассмотрим конкретику Технологического Прорыва в молочной отрасли пищевой индустрии АПК на примере ГИДРОЛИЗАТОВ ЛАКТОЗЫ (молочного сахара).

Лактоза (молочный сахар) является одним из главных компонентов сухого вещества всех видов молочного сырья, в т.ч. молочной сыворотки; присутствует во всех видах вырабатываемых продуктов (кроме безлактозных) в виде многообразия изомерных форм [3, 4], обеспечивая их энергетическую, питательную, биологическую и даже (по нашему мнению) лечебную ценность. На практике в настоящее время принято рассматривать, в плане изучения и промышленного производства, две таутомерные формы изомеров лактозы – аномеры α и β форм (рисунки 1 и 2).



α -лактоза



β -лактоза

Рисунок 1 – Изомеры аномеров лактозы



Рисунок 2 – Внешний вид кристаллов молочного сахара:

а – α -форма; б – β -форма

Элементарный состав аномеров приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Элементарный состав аномеров лактозы

Составная часть	Массовая доля, %	
	гидрат	ангидрид
Углерод	46,60	42,11
Водород	6,11	6,43
Кислород	48,89	51,46
Кристаллизационная вода	5,00	-

Следует обратить внимание, что даже в такой ясной цифровой информации заложен глубокий технологический смысл, в т.ч. и в плане прорывных супертехнологий, например, за счет управляемого регулирования содержания кристаллической воды (распылительная сушка) или использования открытой цепи углерода для синтеза производных (лактитол и др.).

В нашем творческом коллективе ведущей научной школы федерального уровня 7510.2010.4 «Живые Системы» проблема изучена в систематизированном виде [5-7] в плане химизма превращений, особенно изомеризации. Установлены основные закономерности перехода α -формы лактозы в β -аномер в модельных растворах лактозы, молочной сыворотке и ее пермеатах. В частности, определены условия, при которых достигается максимальное смещение мутаротационного равновесия в сторону β -лактозы, которая превалирует в женском молоке, обеспечивая его сладость. К сожалению, пока производство β -аномера в нашей стране даже не рассматривается. А жаль!

Синтез производных лактозы (молочного сахара) в идеализированной модели осуществляется в биотехнологических процессах желудочно-кишечного тракта всех видов млекопитающих («Живые Системы»), в т.ч. «хомосапиенс». На практике, в молочной отрасли пищевой индустрии АПК (промышленности) это «биотехнологическое ЧУДО» реализовано в технологии всех кисломолочных продуктов – напитки, сметана, сыр и творог. А подлинный Технологический Прорыв в данном аспекте совершен в последнее 100-летие на примере направленного и управляемого получения производных лактозы. Общеметодологическая схема возможных направлений трансформации лактозы и синтеза некоторых ее производных приведена на рисунке 3.

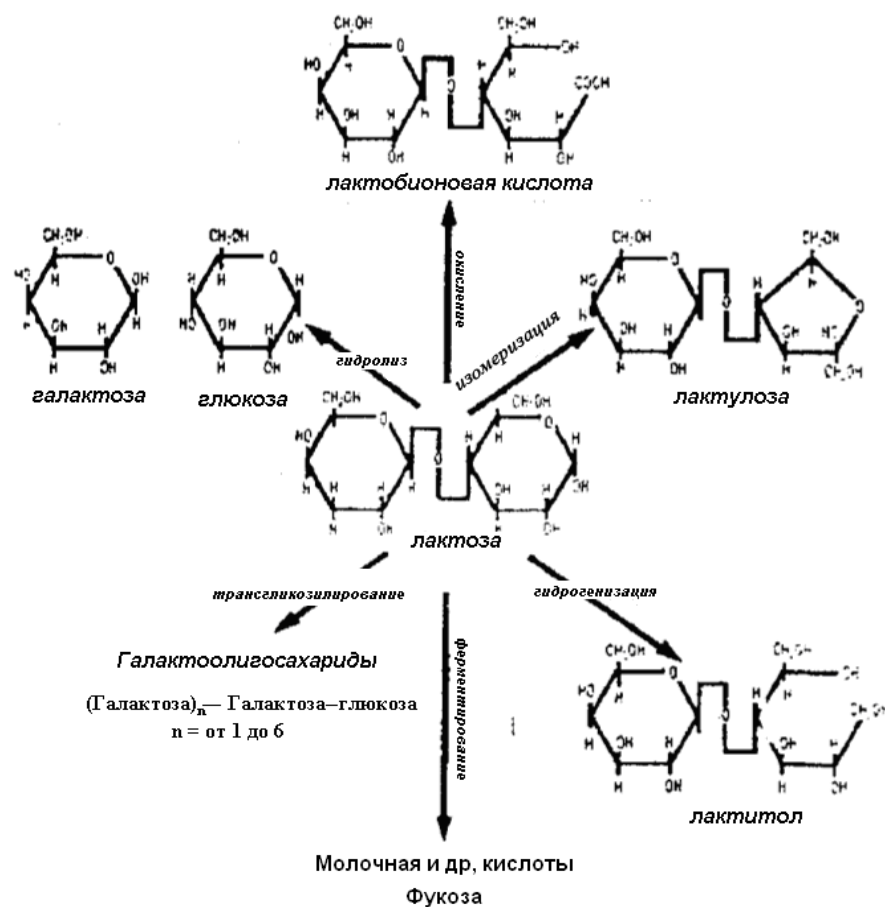


Рисунок 3 – Основные направления трансформации и некоторые производные лактозы

В настоящее время «семейство» производных лактозы насчитывает более 100 наименований и постоянно пополняется [8, 4]. Среди основных и масштабированных в отрасли производных более 10 наименований. На первом месте, и заслуженно, – наша «любимица» ЛАКТУЛОЗА – сахар женского (грудного) молока, общепризнанный пребиотик № 1 в мире (достойный специальной публикации), промотор бифидофлоры новорожденного и здорового долгожителя планеты Земля [9].

Логичным представляется список производных аномеров лактозы начать с составляющих ее моноз – глюкозы и галактозы.

Кратко остановимся на сути Технологического Прорыва по данной тематике.

В общем виде ферментативный и кислотный гидролиз лактозы представлен на рисунке 4.

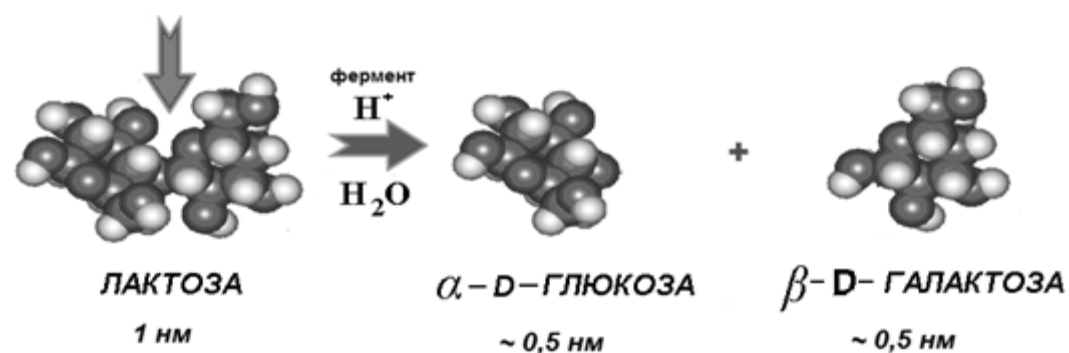


Рисунок 4 – Схема гидролиза изомера лактозы ферментом и кислотой

Гидролиз (расщепление) аномера (ди) лактозы до моноз – глюкозы и галактозы – с участием фермента (технология живых систем) или другими способами достаточно хорошо изучен [10-16].

Проблема направленного и управляемого биотехнологического гидролиза лактозы ферментом β-галактозидазой (лактазой) применительно к молочной сыворотке и ее ультрафильтратам реализована в конкретных продуктах – глюкозо-галактозных сиропах и сухих концентратах.

Результаты исследований, выполненных во Всероссийском НИИ маслоделия и сыроделия под руководством академика РАН Свириденко Ю.Я., использованы при разработке технологии линейки концентратов молочной сыворотки с гидролизованной лактозой [10]:

- сыворотка гидролизованная сгущенная (СГС);

- сыворотка гидролизованная сгущенная нейтрализованная (СГСН);
- сыворотка гидролизованная сгущенная деминерализованная (СГСД);
- сироп гидролизованной лактозы (СГЛ);
- глюкозо-галактозный сироп «Глюколакт».

Во Всероссийском НИИ молочной промышленности (академиком РАН Харитоновым В.Д. с сотрудниками) разработана линейка гидролизатов лактозы в сухом виде [11].

Целенаправленные работы по гидролизу лактозы проведены в Вемеровском институте пищевой промышленности школой профессоров Остроумова Л.А. и Просекова А.Ю. [12].

В нашем творческом коллективе под руководством доктора техн. наук Лодыгина А.Д. разработаны технологии получения глюкозо-галактозных концентратов из ультрафильтрата молочной сыворотки и оригинальных напитков бренда «МиЛа» (минимум лактозы) [13-14]. Проведены оригинальные исследования по изучению закономерностей безреагентного гидролиза лактозы с использованием ионообменной обработки лактозосодержащего сырья [5, 15]. Для гидролиза лактозы использовали иониты (с целью создания кислой реакции), растворы молочного сахара, молочную сыворотку и ее пермеаты (защищено патентом).

Основное назначение гидролизатов лактозы – удовлетворение потребности в молочных продуктах людей, испытывающих физиологические недомогания при их приеме в обычном виде из-за интолерантности к лактозе [16].

Сиропы и сухие концентраты с гидролизованной лактозой представляют большой интерес для различных отраслей пищевой промышленности, поскольку повышают питательную ценность продуктов, улучшают их технологические свойства. Например, мороженое, полученное с использованием сывороточного сиропа с гидролизованной лактозой, отличается улучшенным вкусом и более низкой стоимостью по сравнению с мороженым, выработанным по обычной рецептуре. При производстве карамели установлена целесообразность использования сиропов с гидролизованной лактозой взамен патоки. Сиропы гидролизованной лактозы достаточно эффективно могут быть использованы при получении хлебобулочных изделий. Доказано, что добавление сиропа интенсифицирует процесс созревания теста и улучшает органолептические показатели хлеба по сравнению с использованием свекловичного сахара и патоки. Сиропы с гидролизованной лактозой можно использовать в бродильных производствах при выработке пива, вина, а также различных безалкогольных напитков, пекарских дрожжей. Помимо перечисленных направлений имеются данные об использовании глюкозо-галактозных сиропов и концентратов молочной сыворотки с гидролизованной лактозой при производстве мясопродуктов, консервированных фруктов, искусственного меда. Приведенные примеры свидетельствуют о высоких функциональных свойствах и широких возможностях использования гидролизатов лактозы.

Молочная сыворотка с гидролизованной лактозой используется также для частичной замены обезжиренного молока в производстве молочных десертов, таких как мороженое (уменьшает дефекты кристаллизации лактозы и точку замерзания, что придает мягкость и нежность продукту). Концентрированная (сгущенная) молочная сыворотка с гидролизованной лактозой может быть использована в кондитерском производстве в качестве усилителя вкуса и увлажнителя, а также в качестве кормового средства (добавки). Другие потенциальные пути использования продуктов с гидролизованной лактозой – в качестве усилителя вкуса, цвета и антиокислителя для предотвращения реакции Майяра; при получении некоторых ферментов микробного происхождения для частичного или полного замещения сахарозы и придания вкуса молочным напиткам.

В целом в молочной отрасли пищевой индустрии АПК практически осуществлен Технологический Прорыв на примере получения гидролизатов лактозы, который масштабирован, например, на молочном комбинате «Ставропольский» [17].

Библиографический список

1. Храмцов, А.Г. Технологический прорыв аграрно-пищевых инноваций молочного дела на примере универсального сельхоз сырья. Общие положения / А.Г. Храмцов // Аграрно-пищевые инновации. – 2018. – № 2 (2) . – С. 4-7.
2. Горлов, И.Ф. Инновационные аграрно-пищевые технологии, как основа развития АПК России / И.Ф. Горлов // Аграрно-пищевые инновации. – 2018. – № 1 (1) . – С. 7-12.
3. Храмцов, А.Г. Молочный сахар / А.Г. Храмцов. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 192 с.
4. Синельников, Б.М. Лактоза и её производные / Б.М. Синельников, А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.В. Серов. – СПб.: Профессия, 2011. – 768 с.
5. Лодыгин, А.Д. Разработка инновационных технологий пребиотических концентратов на основе вторичного молочного сырья: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.04 / Лодыгин Алексей Дмитриевич. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2012. – 339 с.
6. Храмцов, А.Г. Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храмцов. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.
7. Храмцов, А.Г. Новации молочной сыворотки / А.Г. Храмцов. – СПб.: Профессия, 2016. – 490 с.
8. Серов, А.В. Химия и физика лактозы и ее производных: монография / А.В. Серов. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2003. – 116 с.
9. Емельянов, С.А. Теория и практика термизации молочного сырья / С.А. Емельянов. – Ставрополь: ГОУ ВПО «Северо-Кавказский государственный технический университет», 2007. – 236 с.
10. Свириденко, Ю.Я. Гидролиз лактозы: опыт и возможности использования в России / Ю.Я. Свириденко, В.Ю. Смурыгин // Молочная промышленность. – 1996. – № 8. – С. 19-20.
11. Харитонов, В.Д. Способы получения сухой лактулозы / В.Д. Харитонов, Ю.И. Филатов, Д.В. Харитонов [и др.] // Молочная промышленность. – 2000. – № 4. – С. 17-18.
12. Крупин, А.В. Теоретическое обоснование и практическая реализация технологий гармонизирующих ингредиентов и напитков на основе молочного сырья: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.04 / Крупин Алексей Владимирович. – Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный технологический университет, 2010. – 323 с.
13. Серов, А.В. Теоретическое обоснование и экспериментальные исследования химико-технологических проблем получения, определения и использования лактозы и ее производной лактулозы: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.04 / Серов Александр Владимирович. – Ставрополь, 2004. – 307 с.
14. Пашина, Е.Ю. Разработка технологии кисломолочных напитков из вторичного молочного сырья с пониженным содержанием лактозы: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Пашина Елена Юрьевна. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2012. – 160 с.
15. Лодыгина, С.В. Разработка технологии лактулозы на основе анионообменной обработки лактозосодержащего сырья: дис. канд. техн. наук: 05.18.04 / Лодыгина Светлана Валентиновна. – Ставрополь: Северо-Кавказский государственный технический университет, 2007. – 183 с.
16. Донской, Н.С. Разработка технологии бифидогенного модуля на основе гидролиза лактозы и протеолиза сывороточных белков / Н.С. Донской, А.Д. Лодыгин // Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону: материалы XII региональной научно-технической конференции. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2008. – Том 1. – С. 193-194.
17. Храмцов, А.Г. Инновационные приоритеты и практика технологической платформы модернизации молочной отрасли АПК: монография / А.Г. Храмцов. – Воронеж: Отдел полиграфии ФГБОУ ВПО ВГУИТ, 2015. – 260 с.