

УДК 637.05:637.142.22 (045)

*Л.Н. Соколовская, О.В. Дымар, к.т.н., доцент
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АКТИВНОСТИ ВОДЫ В СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ С САХАРОМ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

(Поступила в редакцию 4 мая 2016 г.)

Исследованы показатели активности воды в сгущенных молочных продуктах с сахаром на основе молочной сыворотки. Установлено, что применение ферментативного гидролиза лактозы в процессе производства сгущенных молочных продуктов с сахаром на основе молочной сыворотки оказывает положительное влияние на их хранимоспособность, снижая показатель активности воды.

Ключевые слова: активность воды, ферментативный гидролиз, молочная сыворотка; лактоза; хранимоспособность.

Введение. В настоящее время все больше внимания стало уделяться такому показателю качества пищевой продукции как активность воды. В микробиологии содержание в продуктах доступной для микроорганизмов воды характеризуется ее активностью, которая численно равна относительной влажности среды, находящейся с продуктом в равновесном состоянии [1]. Изменение микрофлоры любого пищевого продукта в процессе его хранения зависит от осмотического давления, аэробных условий среды и температуры хранения, а показатель активности воды (A_w) позволяет прогнозировать процесс длительного хранения продукта: физико-химические изменения, развитие микроорганизмов в продукте, действие ферментов. Особенно актуальным является применение данного показателя для оценки качества консервированных продуктов, подвергаемых длительному хранению, например, таких как сгущенные молочные консервы с сахаром [2]. Вода является дисперсной средой для целого ряда химических реакций и метаболизма микроорганизмов в продуктах питания. Величина A_w хорошо коррелирует со многими из них. Так, понижение A_w от 1 до 0,2 приводит к значительному замедлению химических и ферментативных реакций, кроме процесса окисления липидов и реакции Майяра. В настоящее время изучены и определены пороговые значения A_w для большинства микроорганизмов, за пределами которых, замедляются или прекращаются процессы их роста. Так, для большинства бактерий предельное значение A_w , обеспечивающие их нормальное развитие должно быть не ниже 0,90–0,99. Таким образом, контролируя функционально-технологические показатели в продукте и, в частности, показатель A_w , можно прогнозировать его способность к хранению, что позволит создать «карты стабильности» продуктов, и определить оптимальные условия их хранения [3].

Процесс производства молочных консервов является одним из сложнейших и энергоемких процессов в молочной промышленности, кроме того данное направление остается в русле традиционного производства и претерпело наименьшие изменения и инновации, по сравнению с остальными сферами молочного производства. Причиной такого постоянства является сложное техническое сопровождение и многогранность физико-химических процессов заложенных в

основу технологии производства молочных консервов. Но, не смотря на все сложности, приостанавливающие процесс развития молочноконсервного направления, потребности современного рынка молочных продуктов и быстроразвивающиеся технологии обработки молочного сырья диктуют необходимость и подтверждают возможность развивать и улучшать процесс производства сгущенных молочных консервов. Рациональным решением полного использования сырьевых ресурсов и расширения ассортимента молочных консервов является разработка новых перспективных технологий производства сгущенных продуктов на основе различных видов молочного сырья, в особенности на основе молочной сыворотки, с применением селективных методов обработки. Под селективными методами обработки подразумевается избирательное воздействие на отдельные составные части сырья в процессе его обработки, такое как концентрирование, посредством обратного осмоса или нанофильтрации, деминерализация, а также ферментативный гидролиз лактозы молочной сыворотки [4]. Так, при использовании концентрированной мембранным способом деминерализованной молочной сыворотки с гидролизованной лактозой в качестве основы сгущенных молочных продуктов с сахаром, возможно снижение вносимого в них сахара за счет повышенной сладости моносахаров, образующихся в ходе ферментативного гидролиза лактозы. Наряду с этим применение ферментативного гидролиза лактозы молочного сырья в производстве сгущенных молочных консервов позволит уменьшить риск неконтролируемой кристаллизации лактозы в процессе охлаждения и хранения данной группы молочных продуктов. Кроме экономического эффекта разработка сгущенных молочных продуктов с пониженным содержанием лактозы расширит потребительскую аудиторию данной категории продукта за счет включения людей страдающих гиполактазией. Вышесказанное подтверждает актуальность и необходимость разработки новых технологий молочных консервов на основе молочной сыворотки как полуфабрикатов для использования в различных отраслях пищевой промышленности, так и готовых продуктов без или с сахаром.

Целью работы является анализ показателя активности воды в сгущенных молочных продуктах с сахаром на основе молочной сыворотки.

Материалы (объекты) и методы исследования. В экспериментальных образцах сгущенных молочных продуктов с сахаром на основе молочной сыворотки определяли A_w анализатором активности воды «RoremtrRM-10» [5], а количество сахаров методом жидкостной хроматографии на хроматографе «Agilent 1200» [6], при стандартных условиях испытания. Остальные физико-химические, органолептические, микробиологические показатели готового продукта определялись стандартными методами исследований, применяемых для сгущенных молочных консервов с сахаром.

Для выработки сгущенных молочных продуктов с сахаром на основе молочной сыворотки предварительно была подобрана рецептура учитывающая индекс сладости ди- и моносахаров соответственно вносимых и образующихся в продукте в процессе его производства. В качестве гидролизующего лактозу фермента применялся препарат марки Maxilakt L 2000, согласно спецификации. Для обеспечения хороших органолептических показателей в продукте в рецептуру были включены молочные сливки, в количестве, обеспечивающем конечную массовую долю жира в продукте 7,5%. Для оценки влияния массовой доли жира в сгущенном продукте на показатель A_w органолептику произведена выработка обезжиренного сгущенного продукта из гидролизованной молочной сыворотки.

Результаты и их обсуждение. В ходе экспериментальных выработок воспроизведен полный цикл производства сгущенного молочного продукта с сахаром на основе молочной сыворотки. Производственный процесс состоял из следующих стадий: концентрирование молочной подсырной сыворотки методом нанофильтрации,

деминерализация концентрированной молочной сыворотки, пастеризация и охлаждение молочной сыворотки до температуры ферментативного гидролиза, ферментативный гидролиз молочного сахара, подогрев гидролизованной концентрированной молочной сыворотки и инактивация фермента β -галактозидазы, составление смеси по рецептуре, гомогенизация, сгущение гомогенизированной смеси посредством вакуум-выпарной установки, охлаждение готового продукта, упаковка. В результате ряда экспериментальных выработок получили партии продуктов: Продукт молочный сгущенный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки (Опыт 1); Продукт молочный сгущенный с сахаром на основе молочной сыворотки (Опыт 2); Продукт молочный сгущенный обезжиренный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки (Опыт 3). Полученные продукты отличались по органолептическим показателям, продукты из ферментированной β -галактозидазой сыворотки обладали приятной сладостью и нежной свойственной сгущенному молоку консистенцией, за счет использования в качестве основы не молока, а сыворотки цвет полученных продуктов имел желтый оттенок. Продукт молочный сгущенный обезжиренный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки отличался от жирного аналога более жидкой консистенцией. Вторая партия продукта, полученная по аналогичной технологии, за исключением ферментативного гидролиза, уступала низколактозным продуктам по вкусовым характеристикам, сладость имела более резкий характер, в процессе хранения в продукте наблюдалось выпадение кристаллов молочного сахара, не смотря на проведенную в процессе выработки направленную кристаллизацию лактозы с помощью затравки и ступенчатого охлаждения. Физико-химическими показателями, характеризующими состав и свойства сгущенных молочных продуктов с сахаром на основе молочной сыворотки, в сравнении с классическим молоком цельным сгущенным с сахаром (Контроль) [7] представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели продуктов молочных сгущенных с сахаром

Наименование показателя, единицы измерения	Значение			
	Продукт молочный сгущенный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки (Опыт 1)	Продукт молочный сгущенный с сахаром на основе молочной сыворотки (Опыт 2)	Продукт молочный сгущенный обезжиренный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки (Опыт 3)	Молоко цельное сгущенное с сахаром (Контроль)
Активность воды	0,670	0,684	0,731	0,81–0,84
Массовая доля сахарозы, %	43,2	39,0	35,0	43,5–45,5
Массовая доля сухих в-в, %	71,6	72,0	71,5	71,5–73,5
Массовая доля жира, %	7,45	7,5	0,5	8,5
Массовая доля лактозы, %	4,29	19,0	5,7	12,2

Из полученных результатов можно сделать вывод, что выработанные из ферментированной β -галактозидазой сыворотки продукты содержат в своем составе меньшее количество дисахаридов, чем второй образец и классическое молоко цельное сгущенное с сахаром, массовая доля лактозы значительно ниже, что позволяет исключить возможность ее неконтролируемой кристаллизации и делает продукт доступным для потребления людьми страдающими гиполактазией. Массовая доля сахарозы в образцах продуктов 1 и 3 снижена намеренно в процессе расчета рецептур с

учетом повышенного индекса сладости образовавшихся в результате ферментативного гидролиза моносахаров.

Значения показателя активности воды в полученных продуктах должны обеспечивать высокую микробиальную устойчивость продуктов, даже в сравнении с классическим молоком цельным сгущенным с сахаром. Продукт, произведенный без применения ферментативного гидролиза лактозы, не смотря на величину показателя активности воды, неустойчив по органолептическому показателю консистенции, за счет высокой массовой доли лактозы и ее нежелательной кристаллизации в процессе хранения. Микробиологические показатели сгущенных продуктов на основе молочной сыворотки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Микробиологические показатели продуктов молочных сгущенных с сахаром

Наименование показателя, единицы измерения	Продукт молочный сгущенный с сахаром на основе гидро-лизованной молочной сыворотки (Опыт 1)	Продукт молочный сгущенный с сахаром на основе молочной сыворотки (Опыт 2)	Продукт молочный сгущенный обезжиренный с сахаром на основе гидролизован-ной молочной сыворотки (Опыт 3)	Для группы сгущенных молочных продуктов с сахаром согласно требованиям нормативной документации
Начальное значение КМАФАнМ, КОЕ /см ³ (г)	$1,5 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	2×10^4 - 4×10^4
значение КМАФАнМ через 60 суток хранения, КОЕ /см ³ (г)	$1,2 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	

Согласно приведенным в таблице результатам все образцы соответствовали действующим требованиям нормативной документации по показателю общей микробиальной обсемененности, как в начале срока годности, так и в течение двухмесячного хранения, что подтверждает вышеприведенное утверждение о высокой хранимоспособности продуктов молочных сгущенных с сахаром на произведенных на основе гидролизованной молочной сыворотки. Несмотря на полученные результаты, следует учитывать, что помимо активности воды на хранимоспособность оказывают влияние и другие функционально-технологические параметры среды и показатели самого продукта.

Заключение. В результате проведенных исследований проведен анализ показателя активности воды в сгущенных молочных продуктах с сахаром на основе молочной сыворотки. Из чего можно сделать вывод, что сгущенные молочные продукты полученные на основе ферментированной β -галактозидазой молочной сыворотки отвечают всем поставленным в исследовании требованиям и относятся к продуктам с высокой хранимоспособностью, что позволит в дальнейшем успешно разработать и внедрить ресурсосберегающую технологию производства новых сгущенных молочных продуктов с пониженным содержанием дисахаридов на основе молочной сыворотки на молочно-консервные предприятия Республики Беларусь.

Список использованных источников

1. Галстян, А.Г. К вопросу о применении показателя «активности воды» в молочной промышленности / А.Г. Галстян, А.Н. Петров // Молочное дело.–2005.–№1. – С.24–25.

Galst`an, A.G. K voprosu o primenenii pokazatel`a “aktivnosti vodi” v molochny prmishlennosti [To a question of application of an indicator of "activity of water" in the dairy industry] / A.G. Galst`an, A.N. Petrov // Molochnoe delo.-2005.-№1.- S.24-25

2. Цуканов М.Ф. Технологические аспекты показателя «Активность воды» и его роль в обеспечении качества продукции общественного питания / М.Ф. Цуканов, А.Б. Черноморец // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2010. – № 1(11). – С. 58–63.

Cukanov M. F., Chernomorec A. B., Tehnologicheskie aspekti pokazatel`a “Aktivnosti vodi” i ego rol` v obespechenii kachestva produkcii obschestvennogo pitaniya [Technological aspects of an indicator "Activity of water" and its role in quality assurance of products of public catering] / M. F. Cukanov, A. B. Chernomorec, // Techniko-tehnologicheskie problem servisa. – 2010. - №1(11). – S. 58–63.

3. Тепел, А. Химия и физика молока / А. Тепел, перевод с нем. яз. под ред. С.А. Фальченковой – СПб: Профессия, 2012. – 832 с.

Tepel, A. Himija i fizika moloka [Chemistry and physics of milk] / A. Tepel, perevod s nem. jaz. pod red. S.A. Fal'chenkovoju – SPb: Professija, 2012. – 832 s.

4. Лактоза и её производные / Б.М. Синельников [и др.] – М.: Издательство профессия, 2007. – 767 с.

Laktoza i ejo proizvodnye [Lactose and its derivatives] / B.M. Sinel'nikov [i dr.] – M.: Izdatel'stvo professija, 2007. – 767 s.

5. Инструкции по применению анализатора активности воды «RoremtrRM-10» – метод определения показателя активности воды в пищевых продуктах.

Instrukciya po primeneniyu analizatora aktivnosti vodi «RoremtrRM-10» - metod opredeleniya pokazatel`a aktivnosti vodi v pischevich produktach.

6. МВИ. МН. 4475-2012, Определение содержания сахаров (глюкоза, фруктоза, сахароза, лактоза, мальтоза и мльтодекстрин) в специализированных продуктах питания, биологически активных и пищевых добавках.

MVI. MN. 4475-2012, Opredelenie soderganiya saharov (gl`ukoza, fruktoza, saharoza, laktoza, mal`toza I mal`toдекстрин) v specializirovannih produktah pitaniya, biologicheski aktivnih i pischevih dobavkah.

7. Краткий справочник специалиста молочно-консервного производства / А.Г. Галстян [и др.] – М.:Издательство ООО «Ритм», 2011. – 152 с.

Kratkij spravochnik specialista molochno-konservnogo proizvodstva [Short reference book of the expert of concentrated milk production] / A.G. Galstjan [i dr.] – M.:Izdatel'stvo ООО «Ritm», 2011. – 152 s.

L. Sakalousskaya, O. Dymar

Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus

ANALYSIS OF INDICATORS OF WATER ACTIVITY IN THE CONDENSED DAIRY PRODUCTS WITH SUGAR MADE FROM MILK WHEY

Summary

Indicators of water activity in the condensed dairy products with sugar made from milk whey are investigated. It is established that application of enzymatic hydrolysis of lactose in the production of condensed dairy products with sugar made from milk whey has a positive effect on their storage stability, reducing an indicator of water activity.

Keywords: water activity, enzymatic hydrolysis, milk whey, lactose, storage stability.