

Л.Н. Соколовская¹, О.В. Дымар², д.т.н., доцент,
О.Л. Сороко¹, к.т.н., доцент, И.В. Миклух¹, к.т.н.

¹Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь

²ОАО «Мега», Минск, Республика Беларусь

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ВАРКИ СГУЩЕННЫХ КОНСЕРВОВ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ДИСАХАРИДОВ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

L. Sokolovskaya¹, O. Dymar², O. Soroko¹, I. Miklukh¹

¹Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus

²“MEGA a.s.”, Minsk, Republic of Belarus

THE SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF THE PROCESS OF CONVENTIONAL DELIVERY WITH THE LOWERED CONTENT OF DISAHARIDES BASED OF THE WHAY

e-mail: sokolovskaya_LN@tut.by, dymarov@tut.by, olegSOROKO@tut.by, inmiklukh@mail.ru

В статье приведено эмпирическое обоснование сокращения продолжительности процесса варки сладких сгущенных консервов, изготовленных на основе молочной сыворотки, относительно времени затрачиваемого на варку традиционно изготавливаемого молока сгущенного с сахаром, обусловленное ускоренным протеканием реакции меланоидинообразования моносахаров и аминокислот гидролизованной молочной сыворотки. На основании анализа физико-химических и органолептических показателей опытных и контрольного образцов сладких сгущенных молочных консервов вареных при различном времени автоклавирования установлена рациональная продолжительность варки сгущенных консервов на основе молочной сыворотки с пониженным содержанием дисахаридов составляющая (30±2) и (20±2) мин для жирных и обезжиренных консервов соответственно, обеспечивая получение продуктов с потребительскими характеристиками близкими к традиционному вареному сгущенному молоку с сахаром.

Ключевые слова: сгущенные консервы; молочная сыворотка; гидролиз лактозы; дисахариды; моносахара; белки; вязкость.

The article gives an empirical justification for reducing the duration of the process of cooking sweet condensed canned food made on the basis of whey, relative to the time spent on cooking the traditionally produced milk condensed with sugar, due to the accelerated reaction of melanoidin formation of monosaccharides and amino acids of hydrolyzed whey. Based on the analysis of the physico-chemical and organoleptic characteristics of the experimental and control samples of sweet condensed milk canned foods, the rational duration of cooking condensed milk products with a reduced content of bioses based on hydrolysed milk whey was established (30 ± 2) and (20 ± 2) at different time of autoclaving, min for fatty and fat-free canned food respectively, providing products with consumer characteristics close to traditional cooked condensed milk with sugar.

Keywords: condensed milk products; whey; hydrolysis of lactose; bioses; monosugar; proteins; viscosity.

Введение. В процессе варки сгущенного молочного продукта происходит реакция меланоидинообразования – это окислительно-восстановительный процесс, который представляет собой совокупность последовательно и параллельно идущих реакций. Механизм его сложен, реакция сопровождается образованием большого числа промежуточных продуктов, которые на следующих этапах взаимодействуют между собой и с исходными веществами. Иначе этот процесс называется реакцией Майяра и именно он обеспечивает характерное изменение цвета, запаха и консистенции вареного молока [1].

Отличительной чертой сгущенных консервов с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки является повышенное содержание моносахаров, а именно глюкозы и галактозы, которые легче чем лактоза вступают в реакцию Майяра, тем самым обеспечивая быстрое протекание меланоидинообразования [2]. Следовательно, теоретически возможно сокращение продолжительности варки в сравнении с традиционно изготавливаемым сгущенным молоком с сахаром вареным.

Цель исследований. Целью НИР является обоснование продолжительности варки сгущенных консервов с пониженным содержанием дисахаридов, изготовленных на основе гидролизованной молочной сыворотки.

Материалы и методы исследований. Для выработки сладких сгущенных консервов использовалась концентрированная деминерализованная молочная сыворотка и сахар, а для жирных продуктов, помимо сыворотки, молочные сливки, в количестве, согласно рецептурам. Исследование характеристик полученных продуктов осуществлялось в производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

Оптическая плотность растворов сгущенных консервов с сахаром определялась методом спектрофотометрии при длине волны 440 нм посредством лабораторного спектрофотометра Agilent 8454 [3].

Вкус, запах и внешний вид образцов осуществлялся посредством органолептического анализа [4].

Результаты и их обсуждение. В ходе выполнения НИР выработаны образцы обезжиренных и частично обезжиренных полуфабрикатов сладких сгущенных консервов из концентрированной деминерализованной гидролизованной молочной сыворотки с их последующей варкой при различной продолжительности термизации. Процесс варки осуществлялся посредством автоклавирования полуфабрикатов сгущенных консервов, изготовленных на основе гидролизованной молочной сыворотки расфасованных и закатанных в жестяные банки объемом 390 см³, при принятой для данного вида продуктов температуре (118±3)°С. Физико-химические показатели продуктов до варки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели сладких сгущенных консервов на основе гидролизованной молочной сыворотки и молока сгущенного с сахаром

Наименование показателя, единица измерения	Продукт сгущенный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки с содержанием жира не менее 2,5 %	Продукт сгущенный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки обезжиренный	Молоко сгущенное с сахаром частично обезжиренное с содержанием жира 2,5 % (контроль)
Массовая доля сухих веществ, %	71,6±1,0	71,80±1,2	72,7±1,4
Массовая доля углеводов, %, в том числе:	50,38±1,25	56,00±1,22	67,09±1,01
– сахарозы	25,22±0,25	23,00±0,21	42,0±0,29
– лактозы	0,96±1,42	1,53±0,31	12,0±1,75
– глюкозы	17,95±3,03	11,52±1,71	–
– галактозы	6,25±0,75	2,64±0,34	–
Массовая доля белка в сухом веществе продукта, %, в том числе:	4,81±0,33	6,70±0,45	10,27±0,58
– казеина	3,93±0,23	3,58±0,29	9,56±0,57
– сывороточных белков	0,64±0,02	2,42±0,07	0,17±0,01

Источник: собственная разработка.

По представленным данным видно, что состав продуктов сгущенных с сахаром на основе молочной сыворотки и контрольного образца различается по количественному

соотношению основных компонентов, особенно стоит отметить сниженное, в сравнении с контролем, содержание белка. Качественно белковый состав анализируемых продуктов также различается. Так в опытных образцах продуктов казеин и сывороточные белки составляют в среднем 80% и 20% от общего содержания белка соответственно, в то время как для молока сгущенного с сахаром процентное соотношение казеин:сывороточные белки составляет 93,1%:1,7%. Сниженное содержание белка в образце продукта с массовой долей жира 2,5% можно объяснить введением жирового компонента. Также различие наблюдается и в углеводном составе продуктов: в опытных образцах около 50% от количества всех углеводов составляют моносахариды, а в традиционном продукте сахара представлены только дисахаридами. Такой углеводный состав опытных образцов объясняется применением ферментативного гидролиза лактозы в молочной сыворотке. Данный технологический прием является неотъемлемым этапом в производстве сладких сгущенных продуктов на основе молочной сыворотки, обеспечивая гидролитическое расщепление лактозы до моносахаров, тем самым, исключая риск проявления неконтролируемой кристаллизации молочного сахара в ходе производства и хранения таких продуктов [5]. Пониженное содержание сахарозы в опытных образцах в сравнении с контрольным обусловлено возрастанием собственной сладости сыворотки в ходе проведения гидролиза лактозы и образования более сладких, чем лактоза, моносахаров глюкозы и галактозы [6]. Эти компонентные различия определяют особенности протекания реакции меланоидинообразования в процессе варки анализируемых образцов.

Реакция меланоидинообразования – это реакция термической конденсации белков и углеводов, а меланоидины – это гетерогенная группа высокомолекулярных соединений, образование которых сопровождается накоплением в пищевой системе продуктов деструкции углеводов, азотистых соединений и их совместного взаимодействия. В процессе меланоидинообразования происходит комплексная реакция взаимодействия практически всех компонентов сгущенного продукта, но наиболее явным является существенное изменение цвета и вкуса продуктов, что обусловлено образованием меланоидинов, имеющих темно-коричневую окраску и характерный вкус и аромат. На скорость меланоидинообразования оказывает влияние температура, содержание влаги в растворе, молярные массы и свойства сахара и аминокислот, активная кислотность [7]. Для оценки интенсивности потемнения вареных продуктов проводилось измерение оптической плотности отфильтрованных растворов продуктов при длине волны 440 нм. Также во всех образцах исследована динамика снижения активной кислотности в процессе автоклавирования продуктов, экспериментальные данные приведены на рисунке 1.

Из представленных на рисунке 1 графических зависимостей видно, что снижение активной кислотности опытных образцов продуктов сгущенных с сахаром, изготовленных на основе гидролизованной молочной сыворотки, происходит более активно и до более низких значений, чем у контрольного образца – молока сгущенного с сахаром. Начальные значения активной кислотности у всех образцов находятся в одном диапазоне ($6,5 \pm 0,20$) ед. рН, но в процессе варки сладких сгущенных продуктов на основе молочной сыворотки, происходит резкое снижение уровня рН, особенно это отмечается при возрастании продолжительности термизации, что может вызвать нежелательное ухудшение вкуса. Согласно кривым снижения кислотности (рисунок 1), чтобы оставаться в диапазоне приемлемой активной кислотности близкой к конечному рН молока сгущенного с сахаром вареного ($5,6 \pm 0,15$ ед.), образец продукта сгущенного с содержанием жира 2,5% следует автоклавировать не более 32 мин, а обезжиренный сгущенный продукт – не более 22 мин.

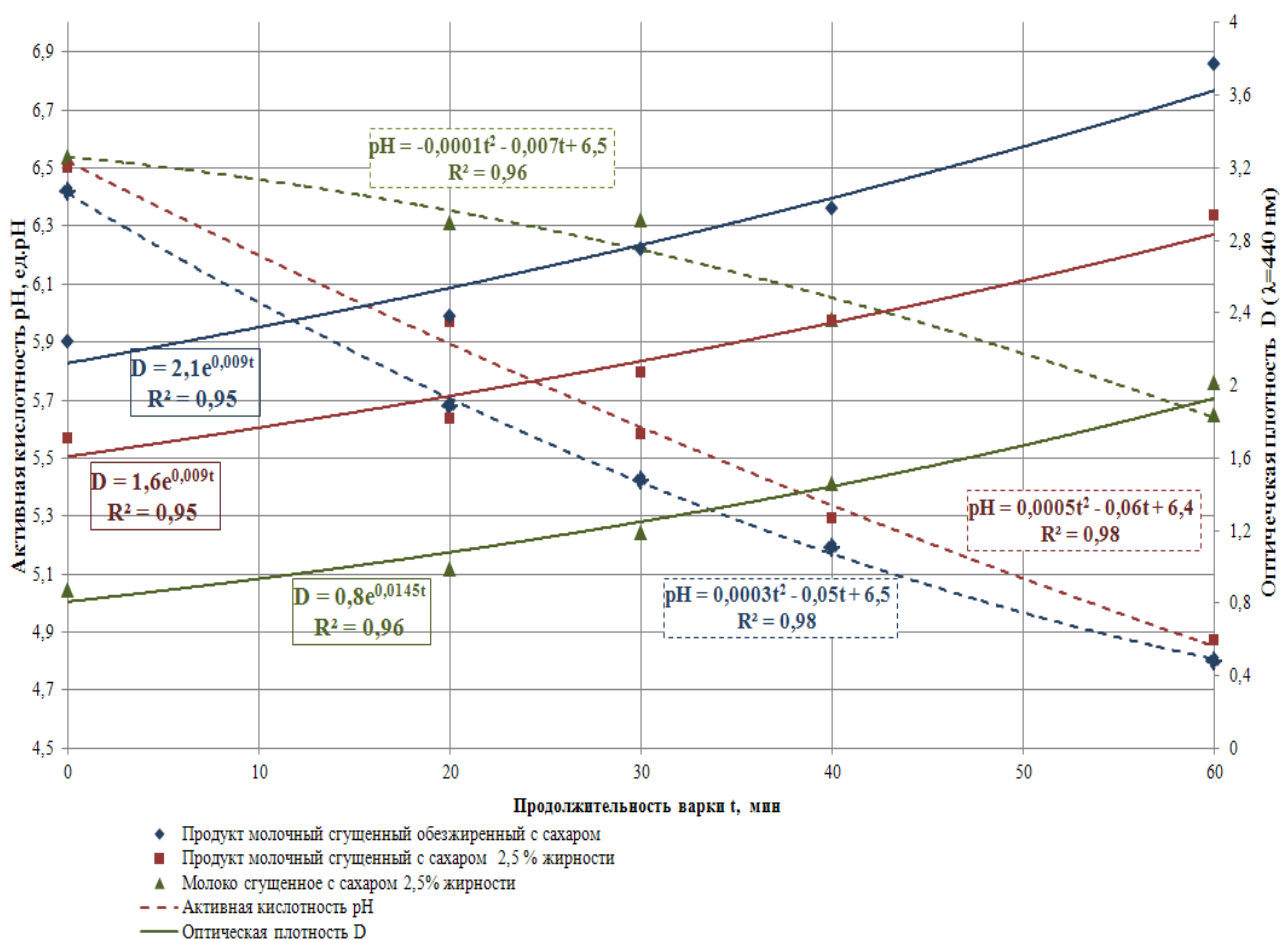


Рисунок 1 – Динамика изменения активной кислотности и оптической плотности в процессе варки продуктов сгущенных с пониженным содержанием дисахаридов на основе молочной сыворотки и молока сгущенного с сахаром
Источник: собственная разработка.

Оптическая плотность, свидетельствующая о потемнении продуктов, опытного образца продукта сгущенного с массовой долей жира 2,5% изменялась в меньшей степени, чем обезжиренного образца. Начальные показатели оптической плотности сладких сгущенных молочных консервов на основе сыворотки изначально имели более высокие значения, что объясняется тем, что процесс меланоидинообразования в таких продуктах протекает активнее, и уже в процессе сгущения смеси в ВВУ начинает происходить образование меланоидинов. Наибольшее потемнение продукта проявилось в обезжиренном образце, что можно объяснить отсутствием жировой фракции, выступающей в роли термозащитного фактора. В сравнении с традиционным молоком сгущенным с сахаром уровень оптической плотности опытных образцов значительно выше, что говорит о том, что новые вареные консервы обоснованно будут отличаться по цвету от традиционных.

Для более полного анализа и обоснования оптимальных параметров варки продуктов сгущенных на основе сыворотки с пониженным содержанием дисахаридов проводилась органолептическая оценка интенсивности процесса меланоидинообразования, результаты которой представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептические показатели сгущенных консервов с сахаром вареных при различной продолжительности варки (автоклавирования)

Продолжительность варки, мин	Продукт сгущенный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки с содержанием жира 2,5 % вареный	Продукт сгущенный с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки обезжиренный вареный	Молоко сгущенное с сахаром с массовой долей жира 2,5 % вареное (контроль)
(60±5)	Цвет коричневый. Вкус и аромат кисловатый с привкусом пригоревшей карамели. Консистенция очень густая дегтеобразная. Общая балльная оценка: 5,3	Цвет темно коричневый. Вкус и аромат кисловатый с привкусом пригоревшей карамели. Консистенция очень густая дегтеобразная. Общая балльная оценка: 3,5	Продукт насыщенного карамельного цвета с приятным характерным вкусом и ароматом. Вязкая характерная консистенция. Общая балльная оценка: 9,7
(40±5)	Цвет коричневый. Консистенция очень вязкая тягучая. Вкус и аромат насыщенные карамельные с незначительным привкусом пригара. Общая балльная оценка: 7,3	Цвет темно-коричневый. Консистенция очень густая. Вкус и аромат насыщенные карамельные с незначительным привкусом пригоревшей карамели. Общая балльная оценка: 5,3	Продукт светлого карамельного цвета с приятным характерным вкусом и ароматом. Вязкая и мажущаяся консистенция. Общая балльная оценка: 8,5
(30±2)	Цвет насыщенный карамельный равномерный по всей массе продукта. Вкус и аромат приятные характерные для данной группы продуктов, карамельные. Консистенция вязкая мажущаяся. Общая балльная оценка: 9,4	Цвет темный насыщенный карамельный равномерный по всей массе продукта. Вкус и аромат приятные характерные для данной группы продуктов, карамельные. Консистенция вязкая мажущаяся. Общая балльная оценка: 8,4	Цвет бежевый, переходящий в светло кремовый к середине банки. Вкус и аромат слабовыраженный карамельный. Консистенция слабвязкая прерывистая. Общая балльная оценка: 5,2
(20±2) мин.	Цвет карамельный. Вкус и аромат слабовыраженный карамельный. Консистенция слабвязкая прерывистая. Общая балльная оценка: 8,1	Цвет коричневый равномерный. Вкус и аромат выраженный карамельный. Консистенция вязкая мажущаяся. Общая балльная оценка: 9,3 баллов	Цвет кремовый, неравномерный. Вкус и аромат свойственный молоку сгущенному. Консистенция слабвязкая прерывистая. Общая балльная оценка: 3,3

Источник: собственная разработка.

По результатам органолептической оценки консервов подтверждено, что продолжительность варки (60±5) мин и (40±5) мин при заданной температуре (118±3)°С для опытных образцов сгущенных продуктов, выработанных из гидролизованной сыворотки является излишней, такие продукты обладали явными признаками усиленного меланоидинообразования (рисунок 2–А). В то же время контрольный образец молока сгущенного с сахаром вареного наиболее эффективно сварился за максимальный промежуток времени (60±5) мин (рисунок 2–Б). При сокращении процесса варки до (40±5) мин и (30±2) мин уже наблюдались пороки продукта, связанные с недостаточным меланоидинообразованием (рисунок 2–В). Наиболее оптимальным для опытных образцов является процесс варки в течение (30±2) мин для продукта сгущенного с сахаром вареного массовой долей жира 2,5% и (20±2) мин. – для продукта сгущенного с сахаром вареного обезжиренного (рисунок 2– Г и Д соответственно).



Рисунок 2 – Внешний вид сгущенных консервов с сахаром вареных
(А – сгущенный продукт с сахаром с массовой долей жира 2,5% вареный в течение (40 ± 5) мин;
Б – молоко сгущенное с сахаром вареное в течении (60 ± 5) мин;
В – молоко сгущенное с сахаром вареное в течении (40 ± 5) мин;
Г – сгущенный продукт с сахаром с массовой долей жира 2,5% вареный в течение (30 ± 2) мин;
Д – сгущенный продукт с сахаром обезжиренный вареный в течение (20 ± 2) мин.)
Источник: собственная разработка.

Сокращение времени варки сгущенного продукта с сахаром на основе гидролизованной молочной сыворотки в сравнении со сгущенным молоком с сахаром, изготовленным на основе негидролизованного сырья, объясняется большей реакционной способностью моносахаров (глюкозы, галактозы) и сывороточных белков гидролизованной молочной сыворотки, которые быстрее вступают в реакции меланоидинообразования, чем казеин и дисахариды молока [2]. Исходя из полученных результатов можно утверждать, что продолжительность автоклавирования сгущенных продуктов с сахаром на основе гидролизованной сыворотки сокращается на 30–40 мин, что позволит снизить энергетические затраты при производстве данного вида продукции, в сравнении с традиционно применяемой технологией.

В процессе варки сладких сгущенных продуктов на основе молочной сыворотки происходят значительные изменения не только органолептических показателей, но и реологических характеристик. В этой связи в ходе определения рациональных технологических режимов процесса автоклавирования опытных образцов сгущенных продуктов, выработанных из гидролизованной сыворотки, производилась оценка изменения реологических характеристик изучаемого продукта. Проведен анализ показателей вязкости выработанных при оптимальных параметрах образцов вареных сгущенных продуктов на основе гидролизованной молочной сыворотки обезжиренного и с массовой долей жира 2,5%, а также молока сгущенного с сахаром вареного «Лакомка». Результаты в виде реограмм представлены на рисунке 2.

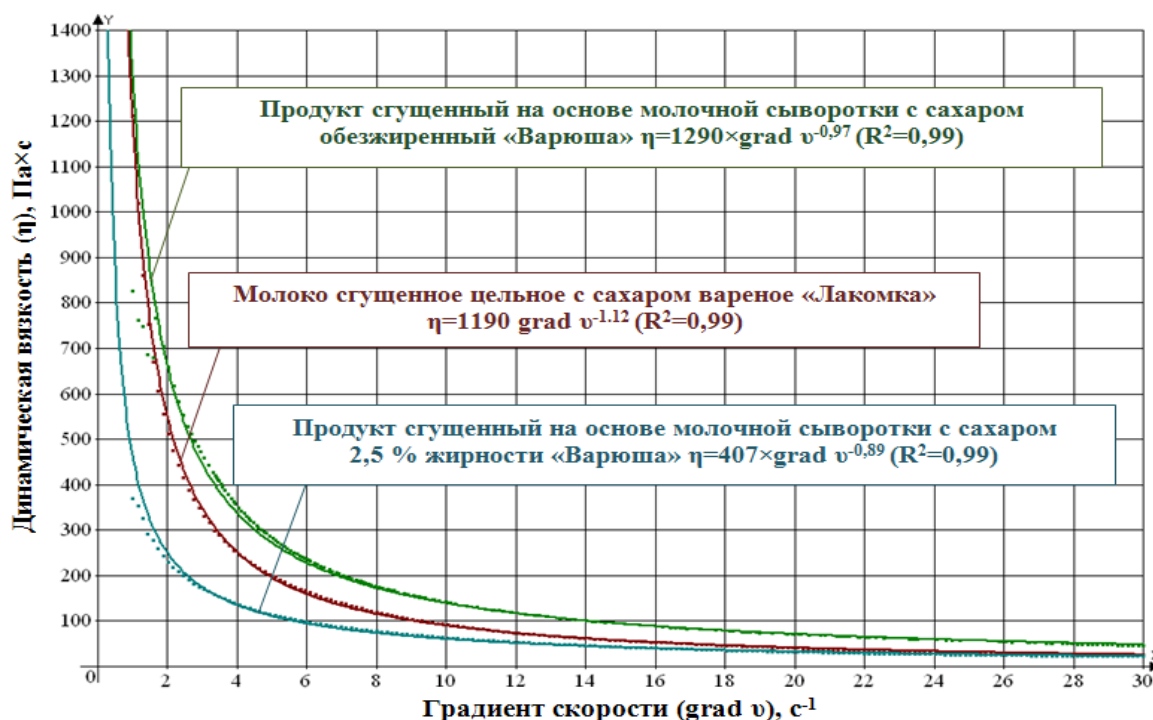


Рисунок 2 – Реограммы образцов вареных сгущенных продуктов с пониженным содержанием дисахаридов на основе молочной сыворотки и молока сгущенного цельного с сахаром вареного (при температуре $(20,0 \pm 2)^\circ\text{C}$)

Источник: собственная разработка.

С возрастанием градиента скорости динамическая вязкость всех образцов снижалась (рисунок 2), а при градиенте скорости в диапазоне $24\text{--}30\text{ с}^{-1}$ асимптотически приближается к постоянному значению вязкости. Таким образом, исходя из полученных зависимостей, расчетная вязкость образца вареного сгущенного продукта с сахаром на основе гидролизованной сыворотки с массовой долей жира 2,5% при градиенте скорости 30 с^{-1} и температуре $20,0^\circ\text{C}$, составила $19,7\text{ Па}\cdot\text{с}$, продукта сгущенного обезжиренного с сахаром вареного – $47,6\text{ Па}\cdot\text{с}$, а контрольного образца молока сгущенного цельного с сахаром вареного «Лакомка» – $26,4\text{ Па}\cdot\text{с}$. По представленным данным можно сделать вывод, что наибольшей вязкостью обладал обезжиренный сгущенный вареный продукт, а наличие жировой составляющей закономерно снижает вязкость продуктов. Высокую вязкость контрольного образца, не смотря на 8,5% содержание жира, можно объяснить большей массовой долей казеина, который в составе казеинаткальцийфосфатного комплекса обеспечивает повышенную вязкость молочных консервов, изготавливаемых из молока [8].

В результате проведенных исследований установлено, что продукты вареные сгущенные с сахаром, изготовленные на основе гидролизованной молочной сыворотки обладают характерными традиционному сгущенному молоку с сахаром вареному вязкостными показателями, что говорит о возможности применения таких новых продуктов в различных отраслях пищевой промышленности аналогично традиционному вареному сгущенному молоку с сахаром, без перенастройки режимов работы оборудования.

Заключение. Применение ферментативного гидролиза лактозы концентрированной способом нанофильтрации и деминерализованной молочной сыворотки при производстве вареных сладких сгущенных консервов с пониженным содержанием дисахаридов позволяет сократить время варки полуфабриката (при стандартной температуре варки посредством автоклавирования $(118 \pm 3)^\circ\text{C}$) в среднем на 42 % от времени затрачиваемого на варку традиционного молока сгущенного с сахаром

до (30±2) и (20±2) мин для жирных и обезжиренных консервов соответственно, обеспечивая получение продуктов с потребительскими характеристиками близкими к традиционному вареному сгущенному молоку с сахаром.

Список использованных источников

1. Селеменев, В.Ф. Пигменты пищевых производств (меланоидины) / В.Ф. Селеменев [и др.] – М.: ДеЛиПринт. – 2008. – 246 с.
1. Selemenev, V.F. Pigmenty pishhevyh proizvodstv (melanoidiny) [Pigments of food production (melanoidins)]/ V.F. Selemenev [i dr.] – M.: DeLiPrint. – 2008. – 246 s.
2. Меланоидинообразование – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vikidalka.ru/2-44670.html>. – Дата доступа: 29.09.2017.
2. Melanoidinoobrazovanie [Melanoid formation] – [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://vikidalka.ru/2-44670.html>. – Data dostupa: 29.09.2017.
3. Инихов, Г. С. Методы анализа молока и молочных продуктов : справ. рук. / Г. С. Инихов, Н.П. Брио. – М. : Пищевая пром-сть, 1971. – 424 с.
3. Inihov, G. S. Metody analiza moloka i molochnyh produktov [Methods for analyzing milk and dairy products]: sprav. ruk. / G. S. Inihov, N.P. Brio. – M. : Pishhevaja prom-st', 1971. – 424 s.
4. Меркулова, Н. Г. Производственный контроль в молочной промышленности : практ. рук. / Н. Г. Меркулова, М. Ю. Меркулов, И. Ю. Меркулов. – СПб. : Профессия. 2010. – 653 с.
4. Merkulova, N. G. Proizvodstvennyj kontrol' v molochnoj promyshlennosti [Production control in the dairy industry]: prakt. ruk. / N. G. Merkulova, M. Ju. Merkulov, I. Ju. Merkulov. – SPb. : Professija. 2010. – 653 s.
5. Дымар, О. В. Реологические и органолептические характеристики сгущенных молочных продуктов с сахаром на основе молочной сыворотки / О. В. Дымар [и др.]. // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. РУП «Институт мясо-молочной промышленности». – Минск, 2017. – Вып. 11. – С. 65–73.
5. Dymar, O. V. Reologicheskie i organolepticheskie karakteristiki sgushhennyh molochnyh produktov s saharom na osnove molochnoj syvorotki [Rheological and organoleptic characteristics of condensed milk products with sugar based on whey] / O. V. Dymar [i dr.]. // Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochnogo syr'ja: sb. nauch. tr. RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennostisti». – Minsk, 2017. – Vyp. 11. – S. 65–73.
6. Данилова, Л.Ф. Углеводы молока / Л.Ф. Данилова – Л.: МСХ СССР. – 1979. – 40 с.
6. Danilova, L.F. Uglevody moloka [Carbohydrates of milk] / L.F. Danilova – L.: MSH SSSR. – 1979. – 40 s.
7. Черепанов, И. С. Процессы меланоидинообразования в этанольных моносахарид – ариламин – медь (II) системах / И. С. Черепанов, К. А. Сергеева // Вестник Московского Государственного Технического Университета. – № 3. – 2017. – С. 526–532.
7. Cherepanov, I. S. Processy melanoidinoobrazovanija v jetanol'nyh monosaharid – arilamin – med' (II) sistemah [The processes of melanoidin formation in ethanol monosaccharide-arylamine-copper (II) systems] / I. S. Cherepanov, K. A. Sergeeva // Vestnik Moskovskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta. – № 3. – 2017. – S. 526–532.
8. Чекулаева, Л. В. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья / Л. В. Чекулаева, К. К. Полянский, Л. В. Голубева. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 249 с.
8. Chekulaeva, L. V. Tehnologija produktov konservirovanija moloka i molochnogo syr'ja [Technology of products for preserving milk and dairy raw materials] / L. V. Chekulaeva, K. K. Poljanskij, L. V. Golubeva. – M.: DeLi print, 2002. – 249 s.