

*Л.Н. Соколовская, к.т.н, доцент, О.Л. Сороко, к.т.н., доцент,  
И.В. Миклух, к.т.н. доцент, Е.В. Беспалова  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РЕАКЦИИ МЕЛАНОИДИНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЛАДКИХ ВАРЕННЫХ СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ**

*L. Sokolovskaya, O. Soroko, I. Miklukh, E. Bepalova  
Institute for the Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## **INTENSIFICATION OF THE MELANOIDIN FORMATION REACTION IN THE PRODUCTION OF SWEET BOILED CANNED MILK**

*e-mail: Sokolovskaya\_LN@tut.by, oleg soroko@tut.by, inmiklukh@mail.ru, beshpalova-kat@mail.ru*

*В статье приведено эмпирическое обоснование сокращения продолжительности процесса высокотемпературной обработки (варки) сладких сгущенных молочных консервов при использовании ферментативного гидролиза лактозы. В образцах молока цельного сгущенного с сахаром, изготовленного с применением ферментативного гидролиза лактозы, происходило более интенсивное снижение активной кислотности и возрастание окислительно-восстановительного потенциала, а также наблюдалось более активное изменение цвета продукта за меньший промежуток времени, по сравнению с молоком сгущенным с негидролизованной лактозой. Расщепление дисахарида лактозы на (38±2)% позволяет сократить продолжительность процесса варки в среднем на 40% при традиционно применяемой температуре процесса (105±5)°С, и на 3–8% снизить содержание сахарозы в готовом продукте. Использование фруктозы с целью интенсификации процесса варки не рационально.*

**Ключевые слова:** сладкие молочные консервы; моносахариды; гидролиз лактозы; фруктоза; меланоидинообразование; высокотемпературная обработка; продолжительность.

*The article gives empirical grounding of reducing the melanoidins formation process duration at high-temperature processing of sweet canned milk due to the use of enzymatic hydrolysis of lactose. In sweet canned milk samples with hydrolyzed lactose there was a more intensive decrease in active acidity and an increase in oxidation-reduction potential and obviously a change in milk color within a short period of time by contrast to milk with not hydrolyzed lactose. Lactose disaccharide splitting to (38±2)% allows to reduce the duration of high-temperature processing average by 40% at traditionally applied processing temperature of (105±5) °C, and reduce the sucrose content in the finished product by 3–8%. The use of fructose in order to accelerate the process of cooking whole condensed milk is not rational.*

**Keywords:** sweet canned milk; monosaccharides; hydrolysis of lactose; fructose; the formation of melanoidins; high-temperature processing; duration.

**Введение.** Производство молочных продуктов с длительной высокотемпературной обработкой, таких как, топленое молоко, ряженка, молоко сгущенное вареное с сахаром традиционно сопровождается высокими энергетическими и временными затратами, что связано с особенностями протекания процесса меланоидинообразования, заложенного в основу процесса топления или варки молочного сырья. Продолжительность процесса топления молока, например, при производстве топленого молока или ряженки составляет 3–5 часов при температуре (85–98)°С, а процесс варки (автоклавирувания) молока цельного сгущенного с сахаром занимает не менее 60 мин при температуре (105±5)°С, что в условиях современного

производства считается длительными и высокоэнергозатратными процессами [1], и вынуждает некоторых производителей сокращать производство такой продукции.

Из литературных данных известно, что реакционная способность сахаров, участвующих в меланоидинообразовании, снижается в следующей последовательности: рибоза > ксилоза > арабиноза > галактоза > глюкоза > мальтоза > фруктоза...>лактоза. Чем короче углеродная цепь, тем легче углевод реагирует с аминокислотами, что обуславливает скорость протекания реакции и проявления ее признаков [2]. Исходя из данной закономерности, регулируя углеводный состав пищевого сырья можно контролировать скорость протекание процесса меланоидинообразования, замедляя его в тех случаях, когда его проявления не желательны или ускоряя, там, где это необходимо. В отличие от топленого молока и кисломолочных продуктов типа ряженки, в которых при традиционной технологии производства высокотемпературное воздействие применяется единожды, при производстве сладких вареных сгущенных молочных консервов высокотемпературное воздействие на молочное сырье в производственном цикле применяется несколько раз. Кроме того, в отличие от технологии цельно- и кисломолочных продуктов, производство сладких сгущенных молочных консервов сопряжено с внесением большого количества сахарозы и применением вакуум выпаривания молочного сырья, в ходе которого, протекают начальные стадии реакции меланоидинообразования. Явно органолептически проявляемые этапы реакции Майара осуществляются в ходе варки (автоклавирования) уже сгущенного молока с сахаром. В этой связи, исследование технологических способов воздействия на молочное сырье, которые без снижения качества готовой консервной продукции, позволят обеспечить интенсификацию процесса варки, снизят энергозатраты и ускорят весь технологический процесс производства молочных консервов с длительной высокотемпературной обработкой, является актуальным.

**Цель исследований.** Целью работы является исследовать и установить рациональные способы интенсификации и ускорения процесса меланоидинообразования при производстве сладких вареных сгущенных молочных консервов.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследований является процесс меланоидинообразования, протекающий в ходе варки молочных консервов, изготовленных из молока обезжиренного пастеризованного и молока нормализованного, до массовой доли жира 4% сливками молочными 25% жирности, а также молока обезжиренного пастеризованного гидролизованного и нормализованного молока до массовой доли жира 4% гидролизованного, составленного из молока обезжиренного пастеризованного гидролизованного и сливок молочных 25% жирности пастеризованных.

Определение характеристик, физико-химических показателей и параметров исследований продуктов проводили в условиях лаборатории оборудования и технологий молочно-консервного производства и производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности», при этом использовались стандартные методы.

Массовая доля оставшейся после гидролиза лактозы ( $C_{ост}$ , %) определялась расчетным путем посредством применения метода йодометрического титрования по ГОСТ 29248 по формуле (1) [3, 4]:

$$C_{ост} = C_{исх.} \times \left(1 - \frac{V_0 - V_{\tau}}{V_{\kappa} - V_0}\right), \quad (1)$$

где  $C_{исх.}$  – массовая доля лактозы в исходном образце, %;

$V_0$  – объем 0,1 н раствора тиосульфата натрия ( $Na_2S_2O_3$ ), пошедшего на титрование йода в исходном образце, см<sup>3</sup>;

$V_t$  – объем 0,1 н раствора тиосульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), пошедшего на титрование йода в гидролизованном образце,  $\text{см}^3$ ;

$V_k$  – объем 0,1 н раствора тиосульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), пошедшего на титрование йода в холостом опыте,  $\text{см}^3$ .

Степень гидролиза ( $\text{СмГЛ}$ , %) определяли расчетным путем по формуле (2):

$$\text{СмГЛ} = \left( \frac{C_{\text{исх.}} - C_{\text{ост.}}}{C_{\text{исх.}}} \right) \times 100, \quad (2)$$

где  $C_{\text{ост.}}$  – массовая доля лактозы, оставшейся в образце после гидролиза, %;

$C_{\text{исх.}}$  – массовая доля лактозы в исходном образце, %.

Окислительно-восстановительный потенциал ( $E$ ) образцов устанавливался расчетным методом путем пересчета измеренного в лабораторных условиях при  $20^\circ\text{C}$  показателя редокс-потенциала  $rH_2$  по формуле (3) [5]:

$$E = (rH_2 - 2pH) \times 0,03, \quad (3)$$

Вкус, запах и внешний вид образцов продуктов осуществлялся органолептически. Оценка цвета образцов и их фотографирование осуществлялось с дегустационной лаборатории со специально подобранным освещением и фоном, для проведения максимально корректной оценки интенсивности изменения цвета образцов при топлении [6].

**Результаты и их обсуждение.** На основании ранее полученных экспериментальных данных об интенсифицирующем действии применения гидролиза лактозы и присутствия фруктозы в молочном сырье на скорость протекания реакции меланоидинообразования в ходе исследований при производстве сладких вареных сгущенных молочных консервов проведены экспериментальные выработки молока сгущенного цельного с различным углеводным составом [7]:

– молока цельного сгущенного с сахаром (Контроль);

– молока цельного гидролизованного сгущенного с сахаром, изготовленного из молока обезжиренного гидролизованного и молочных сливок;

– молока цельного сгущенного с фруктозой.

Для выработки экспериментальных образцов применялось традиционное составление нормализованной смеси из молока обезжиренного и молочных сливок. В экспериментальном образце с применением гидролиза лактозы, осуществлялась предварительная ферментация молока обезжиренного ферментом  $\beta$ -галактозидаза при оптимальных для используемого фермента параметрах, согласно его спецификации. Согласно формулам 1 и 2 установлено, что степень гидролиза лактозы в молоке после ферментирования составила  $(38 \pm 2)\%$ . Содержание сахарозы и фруктозы в образцах соответствовало требованиям действующих ТНПА [8, 9], не менее 43% сахарозы и 30% фруктозы. В образце с применением гидролиза количество внесенной сахарозы намеренно сокращено из расчета возрастания степени сладости молока после расщепления малосладкой лактозы, на более сладкие глюкозы и галактозу, согласно формуле 3. Основные физико-химические показатели продуктов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели экспериментальных образцов молока сгущенного с различным углеводным составом

Показатели	Образцы		
	Молоко цельное сгущенное с сахаром (Контроль)	Молоко гидролизованное цельное сгущенное с сахаром	Молоко цельное сгущенное с фруктозой
Массовая доля сухих веществ, %	72,0±2,0	69,5±2,0	65,0±2,0
Массовая доля жира, %	8,5±0,5	9,0±0,5	8,5±0,5
Общая массовая доля углеводов, %	56,0±1,5	50,8±1,5	45,0±1,5
в том числе			
– лактозы, %	12,5±1,7	10,8±1,2	15,0±1,5
– сахарозы, %	43,5±1,5	40,0±1,5	–
– фруктозы, %	–	–	30,0±1,5
Массовая доля белка, %	8,0±0,5	8,13±0,8	9,0±0,5
Массовая доля золы, %	–	1,56±0,05	–

Источник данных: собственная разработка.

Основные показатели экспериментальных образцов сладких сгущенных молочных продуктов соответствовали действующим на молочные консервы требованиям ТНПА [8, 9]. Содержание сухих веществ и общая массовая доля углеводов находилась в близком диапазоне. При этом наибольшим содержанием сухих веществ отличался контрольный образец молока цельного сгущенного с сахаром, а молоко цельное с фруктозой фактически наименьшим содержанием сухих веществ. При этом последний образец органолептически обладал наиболее вязкой консистенцией. Наибольшим содержанием углеводов отличался также контрольный образец, причем почти 78% его углеводного состава приходится на сахарозу. Общее содержание углеводов в образце молока гидролизованного цельного сгущенного с сахаром устанавливалось расчетным способом, исходя из остального рецептурного состава продукта. Согласно полученным данным наименьшим содержанием углеводов отличался образец молока цельного сгущенного с фруктозой, в его составе 30,0% фруктозы и 15,0% молочного сахара. По массовой доле жира и белка, анализируемые продукты также находились в близком диапазоне. Это позволяет проводить сравнительный анализ влияния различной продолжительности варки, с учетом влияния их различного углеводного состава. Варка экспериментальных образцов сладких сгущенных молочных продуктов осуществлялась в термостойких герметичных емкостях, объемом, соответствующим стандартной банке №7Б, при стандартной температуре 105±5°C. Динамика изменения физико-химических критериев протекания реакции меланоидинообразования представлена в таблице 2.

В ходе высокотемпературной обработки в лабораторных условиях устанавливалось изменение активной кислотности и окислительно-восстановительного потенциала экспериментальных образцов молока цельного сгущенного, характеризующих интенсивность протекания реакции меланоидинообразования. Наиболее высоким начальным показателем активной кислотности отличался образец молока с применением гидролиза лактозы. Это объясняется предположительным протеканием начальных стадий меланоидинообразования ещё в ходе сгущения продукта в вакуум-выпарной установке при температуре 64–80°C и давлении 0,33 гПа.

Таблица 2 – Физико-химические показатели образцов молока цельного сгущенного с сахаром вареного

Наименование образца	Продолжительность варки, мин ( $\pm 3$ мин)	Показатель			
		Активная кислотность, ед. рН	$\Delta$ рН, ед	ОВП, мВ	$\Delta$ ОВП, мВ
1	2	3	4	5	6
Молоко цельное сгущенное с сахаром вареное (Контроль)	0	5,58 $\pm$ 0,02	0,00	0,78 $\pm$ 0,01	0,00
	30	5,47 $\pm$ 0,01	0,11	0,90 $\pm$ 0,01	0,13
	40	5,40 $\pm$ 0,01	0,18	1,06 $\pm$ 0,01	0,28
	60	5,34 $\pm$ 0,01	0,24	1,39 $\pm$ 0,01	0,61
	90	5,35 $\pm$ 0,01	0,23	1,45 $\pm$ 0,02	0,67
	110	5,28 $\pm$ 0,01	0,30	1,54 $\pm$ 0,02	0,77
Молоко цельное гидролизованное сгущенное с сахаром вареное	0	5,66 $\pm$ 0,03	0,00	0,83 $\pm$ 0,01	0,00
	30	5,63 $\pm$ 0,03	0,03	0,95 $\pm$ 0,01	0,12
	40	5,57 $\pm$ 0,02	0,09	1,23 $\pm$ 0,02	0,40
	60	5,11 $\pm$ 0,01	0,55	1,82 $\pm$ 0,02	0,99
	90	5,10 $\pm$ 0,01	0,56	1,85 $\pm$ 0,02	1,02
	110	5,07 $\pm$ 0,01	0,59	1,95 $\pm$ 0,02	1,12
Молоко цельное сгущенное с фруктозой вареное	0	5,54 $\pm$ 0,02	0,00	1,02 $\pm$ 0,02	0,00
	30	5,38 $\pm$ 0,01	0,16	1,21 $\pm$ 0,02	0,19
	40	5,31 $\pm$ 0,01	0,23	1,42 $\pm$ 0,02	0,40
	60	5,26 $\pm$ 0,01	0,28	1,54 $\pm$ 0,02	0,53

Источник данных: собственная разработка.

Максимальная продолжительность варки образцов устанавливалась по интенсивности изменения органолептических показателей. Так в образце молока цельного сгущенного с фруктозой, первоначально имевшем наиболее темный оттенок и вязкую консистенцию, после 40 мин. отмечено образование отдельных заваренных комков продукта. А к 60 минуте варки молоко приобрело полностью некондиционный вид. Структура продукта стала неоднородной, хотя продолжительность варки данного образца не превысила 60 минут. Максимальная продолжительность варки остальных образцов составила 110 мин, а изменение физико-химических показателей относительно начального значения до варки имело различную динамику, представленную на рисунке 1.

Характер изменения кривых рН и ОВП схожий для всех образцов продуктов, в обоих случаях наиболее резкой общей динамикой отличалось молоко цельное гидролизованное сгущенное с сахаром. Так после 40 минут варки значение рН в данном образце возросло на 0,55 ед., а ОВП на 0,99 мВ, в то время как изменение показателей контрольного образца, при этой же продолжительности варки, составило 0,24 ед. рН и 0,61 мВ. В начале процесса варки наибольшими значениями изменения рН отличался образец молока сгущенного с фруктозой, а до 46 минуты,  $\Delta$ рН образца с гидролизом лактозы имело минимальные значения. При максимальной продолжительности варки 110 мин рН молока цельного гидролизованного с сахаром возросло на 0,59 ед. от начального, в то время как  $\Delta$ рН контрольного образца в конце варки составила 0,30 ед.  $\Delta$ ОВП гидролизованного образца при максимальной продолжительности варки составила 1,12 мВ, а контрольного – 0,77 мВ. Это свидетельствует о наиболее интенсивном протекании процесса меланоидинообразования в молоке цельном сгущенном с сахаром, изготовленном с

применением процесса гидролиза лактозы. Исходя из полученных экспериментальных данных видно, что интенсивность меланоидинообразования молока сгущенного с фруктозой незначительно превышала динамику данной реакции в контрольном образце. А в совокупности с возникшими затруднениями в ходе варки, данный способ ускорения варки признан не рациональным.

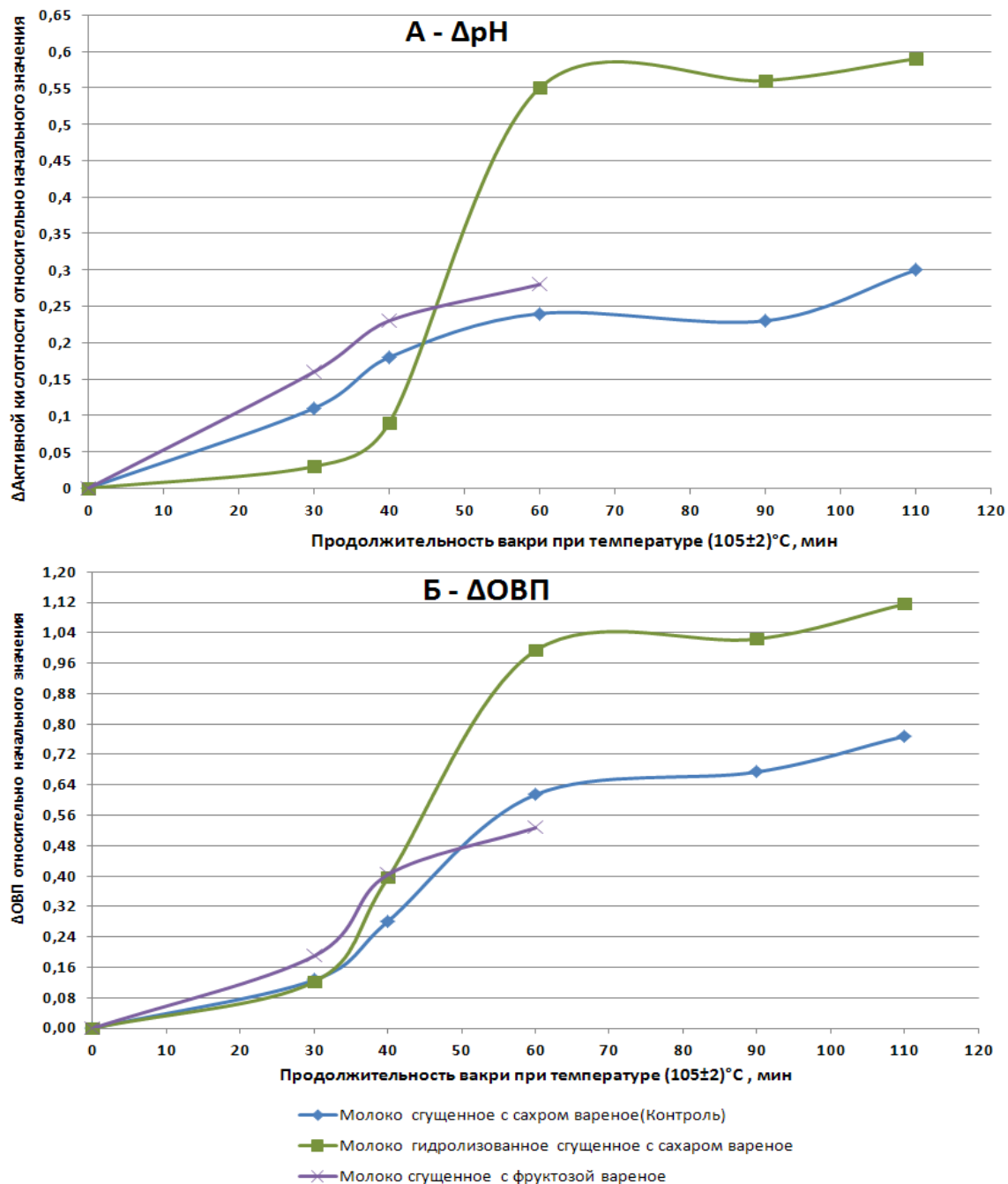


Рисунок 1 – Графики изменения активной кислотности (А) и окислительно-восстановительного потенциала (Б) в образцах молока цельного сгущенного с различным углеводным составом в процессе варки при температуре 105±5°С

Источник данных: собственная разработка.

В ходе экспериментальных выработок было установлено изменение органолептических параметров образцов. В первую очередь оценивалось изменение цвета и консистенции продуктов. Фото образцов молока цельного с различным углеводным составом до и после применения варки представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Изображения образцов молока цельного сгущенного с сахаром (А) с гидролизом лактозы и сахаром (Б), и с фруктозой (В) вареных при температуре  $(105\pm 2)^\circ\text{C}$  с различной продолжительностью  
Источник данных: собственная разработка.

Изображения экспериментальных образцов отражают интенсивность проявления органолептических признаков процесса меланоидинообразования в течении варки. Так по фотографиям продуктов явно видно, что начальный цвет образцов до варки отличался. Наиболее темным оттенком обладало молоко с фруктозой, а наиболее светлым – контрольный образец молока цельного сгущенного с сахаром. В ходе варки наиболее активно темнел образец молока цельного сгущенного с гидролизованной лактозой. Так уже на 40 минуте его варки интенсивность цвета соответствовала цвету контрольного образца вареного 110 мин, а к концу варки образец молока с гидролизом приобрел излишне темный оттенок, свидетельствующий вместе с физико-химическими показателями об излишнем тепловом воздействии. Как и описано выше, образец молока цельного сгущенного с фруктозой варился только 60 мин в связи с проявлением порока консистенции. По интенсивности цвета и вкусу для образца молока цельного гидролизованного с сахаром оптимальным является 40–60 мин продолжительность варки, что на 50–70 минут быстрее, чем в классической технологии.

С целью исследования влияния продолжительности высокотемпературной обработки на реологические свойства сгущенных молочных консервов проведен анализ показателей вязкости в экспериментальных образцах сладкого молока цельного сгущенного с различным углеводным составом до варки и вареных 30, 40, 60, 90, 110 минут, результаты отражены на рисунке 3.

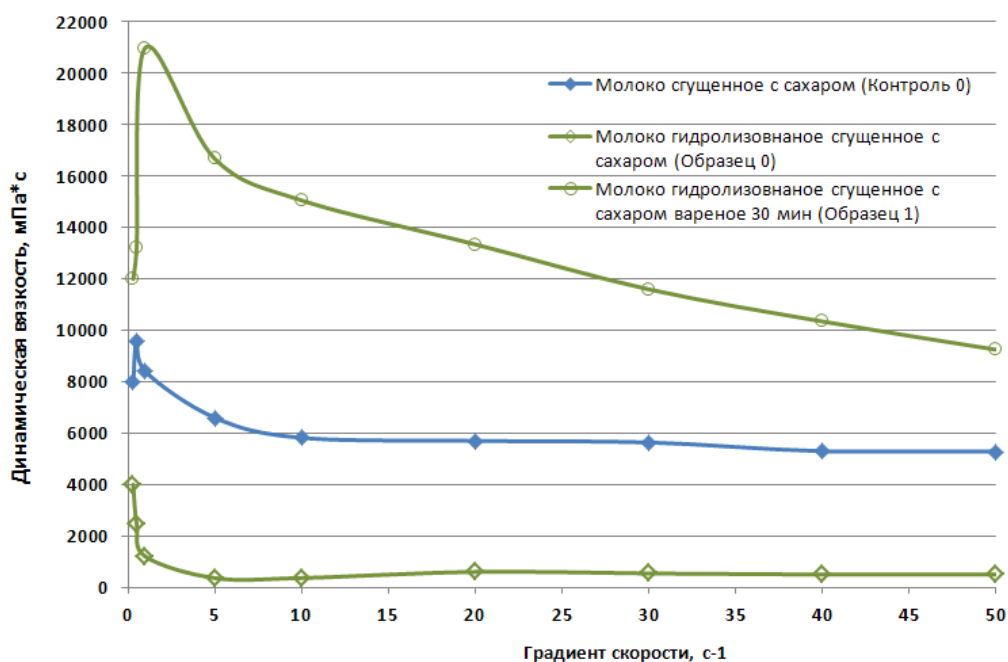
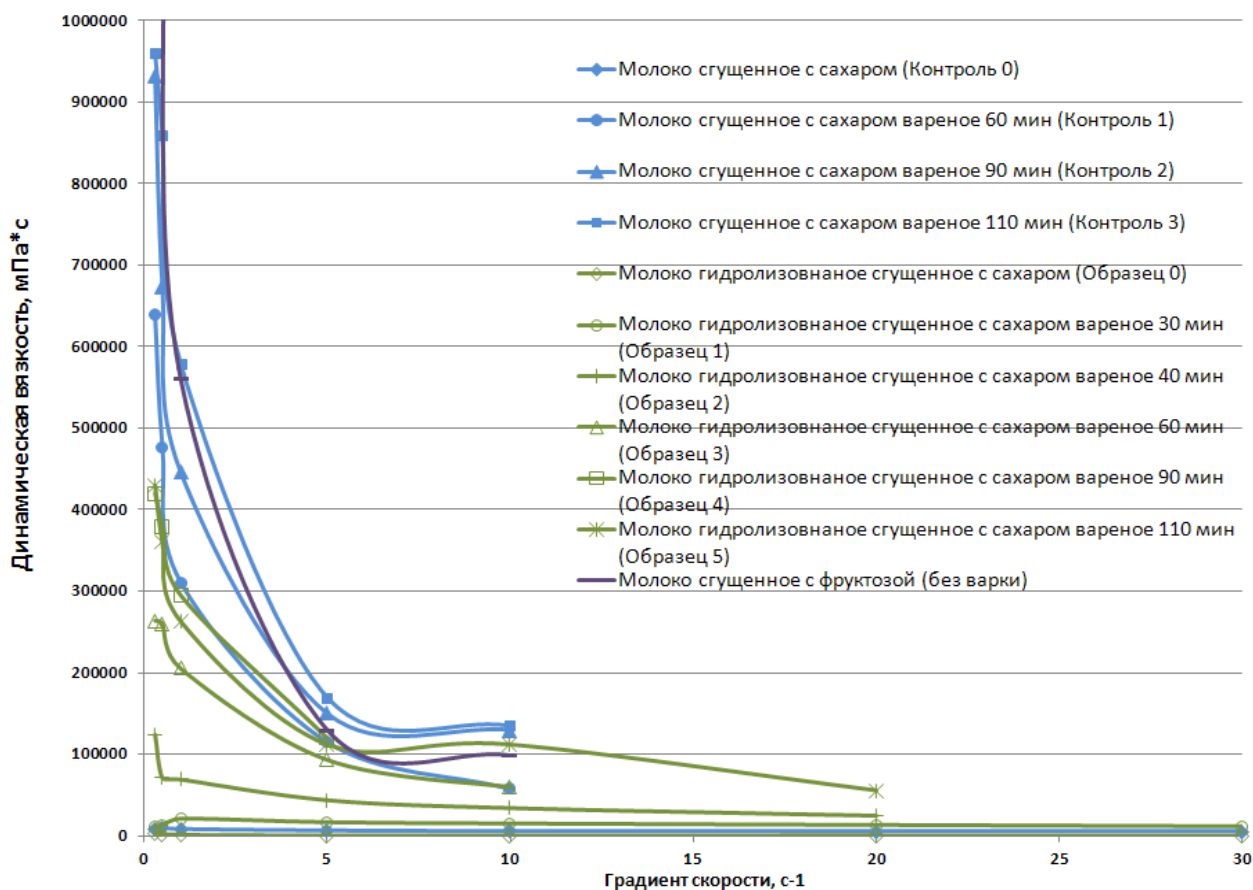


Рисунок 3 – Вязкость образцов молока цельного сгущенного с различным углеводным составом до варки и после варки при  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ , измеренная при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$

Источник данных: собственная разработка.

Согласно полученным графикам вязкость образцов молока сгущенного различного углеводного состава в зависимости от продолжительности высокотемпературного воздействия значительно отличалась. Так наибольшей вязкостью среди образцов продуктов до варки обладало молоко цельное сгущенное с



фруктозой, при градиенте скорости вращения шпинделя  $10\text{с}^{-1}$  его вязкость составляла 98710 мПа. Образцы, подверженные варке, обладали ещё большей вязкостью, находящейся за пределами измерения вискозиметра. Наименьшей вязкостью среди образцов до применения варки обладало молоко цельное гидролизованное сгущенное с сахаром, так его вязкость при  $(20\pm 2)^\circ\text{C}$  градиенте скорости вращения шпинделя  $10\text{с}^{-1}$  составила 360 мПа. У молока сгущенного с традиционным углеводным составом – 5820 мПа, пониженная вязкость может быть обоснована меньшей массовой долей сухих веществ. После применения 30 мин высокотемпературного воздействия (варки) при  $105\pm 5^\circ\text{C}$  вязкость молока цельного гидролизованного сгущенного возросла до 15057 мПа, а после 40 мин варки – до 34010 мПа, что свидетельствует об активном протекании процесса денатурации белка и меланоидинообразования. Показатели вязкости контрольного образца продукта и образца с гидролизом приблизились при варке в течение 60 мин, и составили для молока цельного гидролизованного сгущенного 57588 мПа, а для молока цельного сгущенного с сахаром – 59687 мПа. После максимально продолжительного времени высокотемпературного воздействия (110 мин) вязкость молока цельного гидролизованного сгущенного с сахаром составила 112 110 мПа. Вязкость контрольного образца молока цельного сгущенного с сахаром вареного стандартное время при аналогичных условиях составляла более 135000 мПа. Столь резкое возрастание показателей вязкости с ростом времени варки свидетельствует о пропорциональном влиянии интенсивности меланоидинообразования на реологические показатели сгущенных молочных консервов.

Таким образом, установлено, что с возрастанием продолжительности варки повышаются значения динамической вязкости молока сгущенного цельного. Среди экспериментальных образцов молока гидролизованного с сахаром наибольшей вязкостью обладал образец молока сгущенного гидролизованного с сахаром, вареный при температуре  $105\pm 5^\circ\text{C}$  в течение 110 мин. Молоко гидролизованное сгущенное с сахаром вареное при аналогичных параметрах в течение 30 мин отличалось пониженной вязкостью в сравнении с контрольными образцами молока сгущенного с сахаром со стандартным углеводным составом и экспериментальными образцами молока гидролизованного сгущенного с сахаром вареного более продолжительное время. Вязкость консервов вареных в течение 40, 60, 90 и 110 минут соразмерно возрастала с повышением продолжительности высокотемпературного воздействия, что свидетельствует о значительном влиянии продолжительности варки (интенсивности меланоидинообразования) на реологические характеристики сгущенных молочных консервов.

В ходе экспериментальных разработок проведено установление технологических особенностей производства сладких вареных сгущенных молочных консервов. Согласно им интенсификация процесса меланоидинообразования путем применения гидролиза лактозы незначительно влияет на технологические режимы производства сладких сгущенных молочных продуктов. Из теоретических и собственных ранее проведенных исследований известно, что для более эффективного расщепления лактозы, гидролиз необходимо осуществлять в молочном сырье до применения процессов нормализации и сгущения [10, 11]. В этой связи внесение фермента  $\beta$ -галактозидазы и сам процесс гидролиза рациональнее проводить в обезжиренном пастеризованном молоке в течение 2–4 часов при температуре  $(37\pm 2)^\circ\text{C}$  или 6–10 часов при температуре  $(8\pm 2)^\circ\text{C}$ . Далее процесс производства сладкой молочной сгущенной консервы осуществлялся традиционным способом. Кроме того, применение ферментативного гидролиза, как способа интенсификации процесса варки сладких сгущенных молочных консервов приводит к необходимости учета повышения степени сладости гидролизованного молока и снижения количества вносимого сахара. Также в ходе экспериментальных варок молока цельного

сгущенного установлено, что при нарушении консистенции продукта в ходе варки (перемешивание) до момента их полного охлаждения, во всех образцах, в том числе контрольном образуются неоднородные и не разглаживаемые комки. В то время как в образцах продуктов вареных без применения перемешивания и с последующим охлаждением до температуры  $8\pm 2^\circ\text{C}$ , консистенция продуктов соответствовала предъявляемым требованиям ТНПА.

**Заключение.** С целью изучения влияния углеводного состава сладких сгущенных молочных консервов на эффективность и скорость протекания процесса меланоидинообразования в ходе их варки, изучены образцы молока цельного сгущенного с сахаром, молока цельного гидролизованного сгущенного с сахаром, изготовленного из молока обезжиренного гидролизованного на  $(38\pm 2)$  и молочных сливок и молока цельного сгущенного с фруктозой. В результате исследований установлено, что рациональным способом интенсификации реакции меланоидинообразования при производстве сладких вареных сгущенных молочных консервов является проведение ферментативного гидролиза в молочном сырье. Продолжительность варки молока цельного сгущенного с сахаром при температуре  $105\pm 5^\circ\text{C}$ , изготовленного из молока с гидролизом лактозы, сократилась на 37–46 %. Содержание сахарозы в таких продуктах, в зависимости от глубины гидролиза лактозы, может быть сокращено на 3–8 %, при этом по органолептическим и реологическим характеристикам продукт не уступает традиционно изготавливаемому молоку цельному сгущенному с сахаром, вареном. Использование фруктозы с целью ускорения процесса варки молока цельного сгущенного признано не рациональным.

#### Список использованных источников

1. Чекулаева, Л. В. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья : учеб. пособие / Л. В. Чекулаева, К. К. Полянский, Л. В. Голубева. – М. : ДеЛи принт, 2002. – 249 с.
2. Пигменты пищевых производств (меланоидины) / В.Ф. Селеменев [и др.]. – М. : ДеЛиПринт, 2008. – 246 с.
3. Консервы молочные. Йодометрический метод определения сахаров: ГОСТ 29248-91. – Введ. 01.07.93. – М. : Стандартинформ, 2009. – 6 с.
4. Шуляк, Т. Л. Определение лактозы в гидролизованных молочных смесях модифицированных йодометрическим методом / Т. Л. Шуляк, М. А. Глушаков // Вестник МГУП, – 2014. – №2. – С. 43–47.
5. Горбатова, К. К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К. К. Горбатова. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 346 с.
6. Меркулова, Н. Г. Производственный контроль в молочной промышленности : практ. рук. / Н. Г. Меркулова, М. Ю. Меркулов, И. Ю. Меркулов. – СПб. : Профессия, 2009. – 653 с.
7. Соколовская, Л. Н. Интенсификация процесса
1. SChekulaeva, L. V. Tekhnologiya produktov konservirovaniya moloka i molochnogo syr'ya : ucheb. posobie [Technology of milk and dairy raw materials preservation products] / L. V. SChekulaeva, K. K. Polyanskiy, L. V. Golubeva. – M. : DeLi print, 2002. – 249 s.
2. Pigmenty pishchevyh proizvodstv (melanoidiny) [Pigments of food production (melanoidins)] / V.F. Selemeney [i dr.]. – M.: DeLiprint, 2008. – 246 s.
3. Konservy molochnye. Jodometricheskij metod opredeleniya saharov [Milk canned food. Iodometric method for determination of sugars] : GOST 29248-91. – Vved. 01.07.93. – M. : Standartinform, 2009. – 6 s.
4. SHulyak, T. L. Opredelenie laktozy v gidrolizovannyh molochnyh smesyah modifitsirovannyh jodometricheskim metodom [Determination of lactose in hydrolyzed milk mixtures modified by iodometric method] / T. L. SHulyak, M. A. Glushakov // Vestnik MGUP, – 2014. – №2. – S. 43–47.
5. Gorbatova, K. K. Fiziko-himicheskie i biokhimicheskie osnovy proizvodstva molochnyh produktov [Physical-chemical and biochemical bases of dairy products production] / K. K. Gorbatova. – SPb. : GIORD, 2004. – 346 s.
6. Merkulova, N. G. Proizvodstvennyj kontrol' v molochnoj promyshlennosti [Manufacturing control in the dairy industry] : prakt. ruk. / N. G. Merkulova, M. YU. Merkulov, I. YU. Merkulov. – SPb. : Professiya, 2009. – 653 s.
7. Sokolovskaya, L. N. Intensifikaciya processa

топления молока путем корректировки его углеводного состава / Л.Н. Соколовская, И.В. Миклух, О.Л. Сороко, Е.В. Беспалова // Наука, питание и здоровье : материалы II международного конгресса, Минск, 3–4 октября. 2019 г. / РУП Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию ; редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – С. 257–265.

8. О безопасности молока и молочной продукции : ТР ТС 033/2013 принят 09.10.2013 : вступ. в силу 01.05.2014 / Евраз. Экон. Комис. – [Минск], 2013.

9. ГОСТ 31688-2012 Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия / Дата введения 2013-07-01.

10. Дымар, О. В. Определение оптимальных параметров процесса ферментативного гидролиза лактозы в молочной сыворотке / О. В. Дымар, Л. Н. Емельянова, Г. С. Джумок // Пищ. пром-сть: наука и технологии. – 2012. – № 1. – С. 24–30.

11. Остроумов, Л. А. Биотрансформация лактозы ферментными препаратами  $\beta$ -галактозидазы / Л. А. Остроумов, В. Г. Гаврилов // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – Т. 1. – С. 26А–30.

topleniya moloka putem korrekcirovki ego uglevodnogo sostava [Intensification of milk melting process by adjusting its carbohydrate composition] / L.N. Sokolovskaya, I.V. Mikluh, O.L. Soroko, E.V. Bepalova // Nauka, pitanie i zdorove : materialy II mezhdunarodnogo kongressa, Minsk, 3–4 oktyabrya. 2019 g. / RUP Nauch.-prakt. centr Nac. akad. nauk Belarusi po prodovolstviyu ; redkol.: Z. V. Lovkis [i dr.]. – Minsk: IVC Minfina, 2019. – S. 257–265.

8. O bezopastnosti moloka i molochnoj produkcii [About the safety of milk and dairy products] : TR TS 033/2013 prinyat 09.10.2013 : vstup. v silu 01.05.2013 / Evraz. Ekon. Komis. – [Minsk], 2012.

9. GOST 31688-2012 Konservy molochnye. Moloko i slivki sgushchennye s saharom. [Milk canned food. Milk and cream condensed with sugar] Tekhnicheskie usloviya / Data vvedeniya 2013-07-01.

10. Dymar, O. V. Opredelenie optimal'nyh parametrov processa fermentativnogo gidroliza laktozy v molochnoj syvorotke [Determination of optimal parameters of the process of enzymatic hydrolysis of lactose in milk whey] / O. V. Dymar, L. N. Emel'yanova, G. S. Dzhumok // Pishch. prom-st': nauka i tekhnologii. – 2012. – № 1. – S. 24–30.

11. Ostroumov, L. A. Biotransformaciya laktozy fermentnymi preparatami  $\beta$ -galaktozidazy [Biotransformation of lactose by enzyme preparations of  $\beta$ -galactosidase] / L. A. Ostroumov, V. G. Gavrilov // Tehnika i tehnologiya pishevyh proizvodstv. – 2013. – T. 1. – S. 26A–30.