

## ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА СГУЩЕННОГО МОЛОКА С САХАРОМ

*Л.П. Нилова, Е.В. Камбулова*

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

Приведены результаты исследований химического состава и функциональных свойств сгущенного молока с сахаром, происходящие в результате термообработки. Объектами исследований явились сгущенное молоко с сахаром без термообработки и подвергнутое термическому нагреву в течение 3-х часов, сгущенное молоко с сахаром вареное промышленной выработки, которые были приобретены в розничной торговле. Методом газожидкостной хроматографии были исследованы состав сахаров, свободных жирных кислот и свободных аминокислот. Функциональные свойства исследовали по органолептическим показателям, вязкости на анализаторе ЭАК-1М и антиоксидантной активности методом FRAP. Термический нагрев сгущенного молока с сахаром привел к сахаро-аминной реакции с образованием коричневых пигментов в результате реакции неферментативного потемнения, что подтвердило изменение цвета и консистенции продукта с повышением его вязкости. Изменения химического состава были связаны с инверсией сахарозы и лактозы и уменьшением общего количества сахаров, вступающих в сахаро-аминную реакцию, незначительным увеличением свободных ненасыщенных жирных кислот и свободных аминокислот. В процессе нагрева происходило изменение антиоксидантной активности, которая в первые два часа нагрева уменьшалась за счет деградации белков, а на третий час – стала возрастать за счет образования меланоидинов. Сгущенное молоко с сахаром вареное промышленной выработки обладало антиоксидантной активностью, но ее значения не достигли значений сгущенного молока с сахаром без термообработки. Антиоксидантные свойства сгущенного молока с сахаром и вареного сгущенного молока можно рассматривать как новый фактор для продвижения на потребительском рынке.

**Ключевые слова:** сгущенное молоко с сахаром, термообработка, свободные жирные кислоты, свободные аминокислоты, сахара, вязкость, антиоксидантная активность.

### Введение

Сгущенное молоко с сахаром и его термически обработанный аналог – вареное сгущенное молоко с сахаром, представляют пищевые продукты с устоявшимся спросом потребителей преимущественно в возрасте 35–55 лет [1]. Выраженная сегментированность спроса связана как совершенствованием технологий обработки молока, в частности расширением ассортимента ультрапастеризованного молока, и возможностью его длительного хранения в нерегулируемых условиях, так и присутствием на рынке достаточного количества фальсифицированных молочных консервов [2, 3]. Для удержания рынка производители используют ребрендинг, новые виды упаковки, собственные торговые марки, которые кардинально не изменяют потребительский спрос [1, 2]. Одним из направлений привлечения потребителей к сегменту молочных консервов может стать поиск новых функциональных свойств, таких как антиоксидантная активность продукта.

Роль белков молока в формировании его антиоксидантных свойств изучена в работах [4–8]. Эти свойства основаны на способности лактоферрина, альбумина, β-лактоглобулина и казеина образовывать хелатные соединения с металлами переменной валентности [4]. Так, сырое козье молоко обладает антиоксидантной активностью в 1,5 раза больше, чем коровье [5, 6]. Термическая обработка молока частично разрушает белки, но образующиеся продукты реакции Майяра могут восполнить антиоксидантные свойства [7–10]. В зависимости от промышленной тепловой обработки антиоксидантная активность питьевого молока имеет следующий вид: пастеризованное > стерилизованное > сырое [7]. Антиоксидантные свойства молока связаны не только с белками и отдельными аминокислотами, но и с жирорастворимыми антиоксидантами молочного жира. Поэтому при снижении жирности молока его антирадикальные свойства (ABTS-тест) уменьшаются. При одинаковой массовой доли жира пастеризованное молоко обладает

на 10 % большей антирадикальной активностью, чем ультрапастеризованное [11]. При добавлении сахара в молоко и термообработке процессы меланоидинообразования активизируются с одновременным увеличением антиоксидантной активности продукта в зависимости от молекулярной массы образующихся меланоидинов [12, 13]. Поэтому прямой зависимости антиоксидантной активности от образования коричневых пигментов не установлено [14].

Сгущенное молоко с сахаром, несмотря на осмоанабиоз, обеспечивающий консервирующее действие, подвергается в процессе производства термической обработке, что может привести к изменению химического состава основных компонентов молока готового продукта [15]. Его качество зависит от гомогенизации и режимов термической обработки и при длительном хранении обычно не изменяется [16]. Дополнительная термическая обработка при производстве вареного сгущенного молока с сахаром формирует его органолептические свойства – цвет, сладость, вязкость, обусловленные инверсией сахаров и меланоидинообразованием [17, 18].

Целью работы явилось изучение влияния термообработки на изменение химического состава и формирование функциональных свойств сгущенного молока с сахаром.

#### **Объекты и методы исследований**

Для исследований использовали молочные консервы производства «Глубокский МКК», Беларусь – молоко сгущенное с сахаром «Глубокое», молоко цельное сгущенное с сахаром вареное «Глубокое. Лакомка», которые были приобретены в розничной торговле. Сгущенное молоко с сахаром нагревали на кипящей водяной бане в течение 3-х часов.

Органолептическую оценку проводили в соответствии требованиям ГОСТ 31688-2012 и ГОСТ 33921-2016. Вязкость – на экспресс-анализаторе консистенции ЭАК-1М, насадка № 6.

Состав сахаров, свободных жирных кислот, свободных аминокислот определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе Agilent 6890 Series, Agilent Technologies, США в аналитической лаборатории ООО «АМТ», г. Санкт-Петербург. Подготовка пробы: фрагменты активных элементов обрабатывали в смеси 1 мл пиридина и 1 мл ацетонитрила 1,1,1,3,3,3-гексаметилдисульфидом в присутствии трифторуксусной

кислоты при 60 °С в течение 1 часа. Полученный раствор помещали в пробозадатчик хроматографа. Условия анализа: колонка SBP5-25 (25 м x 0,25 мм x 0,2 мкм); газ-носитель N<sub>2</sub>, 20 см/с; программа температур – 1 мин 70 °С, подъем 4 °С/мин до 140 °С и далее до 180 °С/мин, 5 мин 320 °С; температура ввода пробы 240 °С, делитель потока 1:20, объем пробы 2 мкл; детектор пламенно-ионизационный, температура 325 °С, скорость подачи водорода – 40 мл/мин, азота – 25 мл/мин, кислорода – 250 мл/мин [19]. Расчет содержания компонентов по усредненной площади пиков проводили без поправок на удельную чувствительность. Отнесение пиков осуществляли по временам удерживания после серии калибровочных анализов модельных смесей заданного состава. Индексы удерживания Ковача рассчитаны по данным серии n-алканов.

Суммарную антиоксидантную активность определяли спектрофотометрически методом FRAP с о-фенантролином и Тритоном X-100 на СФ-56 при длине волны 505 нм [20]. Подготовку пробы осуществляли подбором концентрации водно-спиртового раствора сгущенного молока, обеспечивающего оптимальные значения оптической плотности. Калибровочную кривую строили по аскорбиновой кислоте (АК), химически чистая (х.ч.).

#### **Результаты и их обсуждение**

Образцы сгущенного молока были расфасованы в жестяные банки с полной информацией на упаковке, согласно которой были отнесены к молочным консервам. Органолептические показатели были типичными. Между собой образцы отличались цветом: белый с кремовым оттенком для сгущенного молока с сахаром; интенсивно коричневый – для вареного сгущенного молока, а также консистенцией, которая становилась более густой при термической обработке.

Термообработка сгущенного молока с сахаром приводила к изменению цвета и консистенции. Цвет с течением продолжительности нагрева изменялся с появлением коричневатых оттенков, но через 3 часа не достиг коричневого цвета, характерного для вареного сгущенного молока промышленного производства, из чего следует, что образование коричневых пигментов в результате сахароаминой реакции было недостаточным. Подтверждением этого является динамика изменения вязкости сгущенного молока в процессе нагревания (рис. 1), изменение которой связа-

## Биохимический и пищевой инжиниринг

но с дегидратацией и полимеризацией сахаров и аминокислот [8]. По сравнению с вареным сгущенным молоком промышленного производства вязкость сгущенного молока с сахаром была меньше в 1,4 раза.

Исследование состава свободных жирных кислот методом газожидкостной хроматографии позволило идентифицировать 7 кислот от лауриновой до  $\alpha$ -линолевой (табл. 1) с относительной погрешностью  $\pm 10\%$ . Короткоцепочечные жирные кислоты  $C_4 - C_{10}$  в составе свободных жирных кислот не обнаружены.

Общее количество свободных жирных кислот в сгущенном молоке было незначительным и составляло 8,3 % от массовой доли жира, заявленной в маркировке, с преобладанием насыщенных жирных кислот (78,4 %). При термическом воздействии в течение 3-х

часов происходил незначительный гидролиз триглицеридов, который находился в пределах ошибки опыта. В результате нагрева увеличилось количество свободной олеиновой кислоты на 15 %, и в целом ненасыщенных жирных кислот. Это подтверждают результаты исследований вареного сгущенного молока промышленной выработки, в котором доля свободных ненасыщенных жирных кислот была больше в 1,26 раза, чем в сгущенном молоке без термической обработки. Соотношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот изменилось, но не так значительно, чем при нагревании сгущенного молока в ходе проведения эксперимента.

Количество свободных аминокислот также было незначительным и составляло 0,95 мг/г в сгущенном молоке без термообработки.

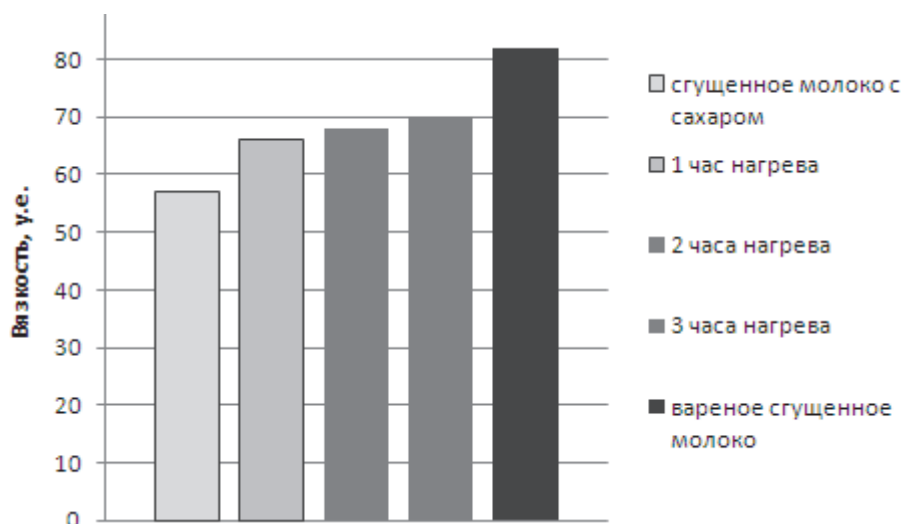


Рис. 1. Вязкость сгущенного молока с сахаром и ее динамика в процессе нагрева по сравнению со сгущенным молоком вареным промышленного производства

Таблица 1

Состав свободных жирных кислот, мг/г

Жирные кислоты		Время выхода, мин	Индекс Ковача	Образцы сгущенного молока с сахаром		
				сгущенное молоко		вареное
				до нагрева	после нагрева	
Лауриновая	$C_{12:0}$	29,5	1644	0,37	–	0,18
Миристиновая	$C_{14:0}$	34,6	1857	0,76	1,02	2,33
Пальмитиновая	$C_{16:0}$	39,3	2042	3,51	3,01	2,22
Пальмитоолеиновая	$C_{16:1}$	38,9	2022	0,08	–	0,11
Стеариновая	$C_{18:0}$	43,7	2248	0,87	0,93	0,77
Олеиновая	$C_{18:1}$	43,1	2221	1,44	1,66	1,56
$\alpha$ -линолевая	$C_{18:2}$	43,3	2228	–	–	0,25
$\Sigma$ насыщенных свободных жирных кислот				5,51	4,96	5,50
$\Sigma$ ненасыщенных свободных жирных кислот				1,52	1,66	1,92
$\Sigma$ свободных жирных кислот				7,03	6,62	7,42

Но нагревание сгущенного молока в течение 3-х часов привело к увеличению свободных аминокислот в 1,8 раза. Их количество составило 1,7 мг/г. В вареном сгущенном молоке промышленной выработки количество свободных аминокислот составляло 1,52 мг/г. Изменения произошли в первую очередь за счет образования свободного аспарагина, количество которого возросло в 1,8 раза в процессе варки сгущенного молока.

Произошли изменения в составе углеводов, которые были связаны как с инверсией, так и с сахаро-аминной реакцией (табл. 2).

Основными углеводами сгущенного молока с сахаром являются лактоза и добавленная сахароза по рецептуре, количество последней в готовом продукте должно составлять от 43,5 до 45,5 % согласно ГОСТ 31688. Исследования подтвердили, что в сгущенном молоке преобладает сахароза, обуславливающая сладкий вкус продукта. На долю лактозы приходится 12,9 % от общего количества сахаров. В то же время присутствие в составе углеводов незначительного количества фруктозы и глюкозы говорит о том, что инверсия сахарозы в процессе производства почти не происходила. В ходе нагрева сгущенного молока через 3 часа произошла инверсия сахарозы, что подтверждается уменьшением ее количества на 2,5 %, а также инверсия лактозы – на 16 %. В результате увеличилось количество фруктозы и глюкозы. Инверсия лактозы с образованием глюкозы и галактозы увеличила содержание последней, но количества глюкозы, которое могло образоваться при одновременной инверсии сахарозы и лактозы, недостаточно. Из чего можно заключить об ее участии в сахаро-аминной реакции. В вареном

сгущенном молоке промышленного производства инверсия сахаров было более выражена, что подтверждают уменьшение сахарозы на 19,2 % и лактозы почти в 2 раза. При этом увеличилось доля моносахаридов: глюкоза > галактоза > фруктоза, что подтверждает преимущественный гидролиз лактозы. Суммарное количество фруктозы и галактозы, образующихся при одновременной инверсии сахарозы и лактозы, меньше на 8,1 мг/г количества глюкозы, которая входит в состав обоих дисахаридов, что говорит о преимущественном участии в сахаро-аминной реакции фруктозы. Уменьшение количества сахарозы не снизило сладость готового продукта, что компенсировалось высоким содержанием фруктозы.

Все исследуемые образцы обладали антиоксидантными свойствами (рис. 2), которые обуславливали разные вещества. В сгущенном молоке антиоксидантная активность была максимальной, что связано с большей нативностью белковых компонентов. Но термическая обработка в процессе производства приводила к их деградации, в результате чего антиоксидантная активность вареного сгущенного молока уменьшилась в 1,6 раза.

Динамика антиоксидантной активности в модельном эксперименте показывает, что изменения связаны не только с деградацией белковых компонентов, но и образованием новых соединений, обладающих антиоксидантной активностью за счет способности образовывать хелатные соединения. Через час термообработки антиоксидантная активность образца сгущенного молока резко снизилась – в 1,76 раза, но дальнейший нагрев уменьшил скорость деградации белков или уже стали

Таблица 2

Состав углеводов, мг/г

Углеводы	Время выхода, мин	Индекс Ковача	Образцы сгущенного молока с сахаром		
			сгущенное молоко		вареное
			до нагрева	после нагрева	
Сахароза	52,6	2713	435,5	424,4	351,8
Лактоза	54,7	2836	65,5	55,0	32,5
Лактулоза	52,2	2694	0,63	1,1	1,0
Фруктоза	34,2/34,5	1842/1850	0,92	2,8	7,1
Глюкоза	36,3/38,6	1910/2011	0,98	3,0	26,8
Галактоза	35,5/36,6	1891/1923	0,50	3,15	11,6
Итого			504,03	489,45	430,8

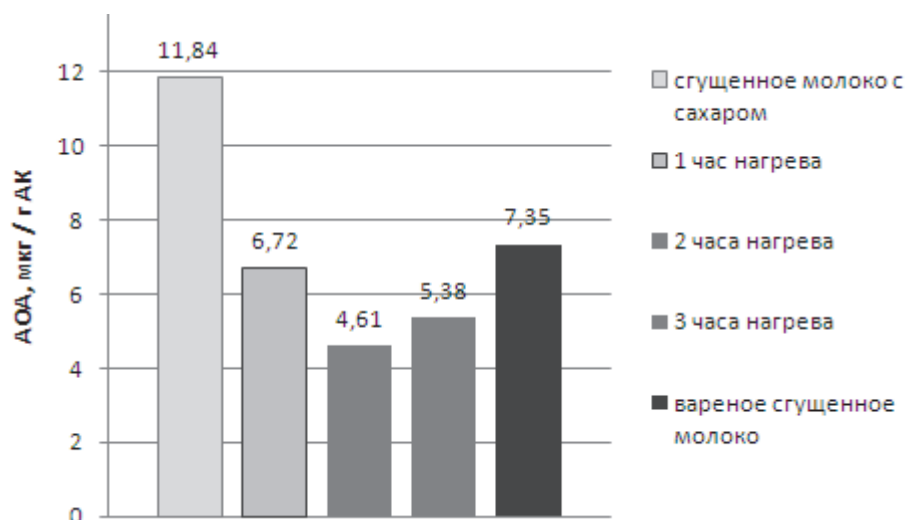


Рис. 2. Антиоксидантная активность (АОА) сгущенного молока с сахаром и ее динамика в процессе нагрева по сравнению со сгущенным молоком вареным промышленного производства

образовываться продукты реакции Майяра. Уменьшение значений антиоксидантной активности за второй час термообработки составило 1,45 раз. Дальнейший нагрев привел к возрастанию значений антиоксидантной активности в 1,17 раза, хотя полученные значения были ниже, чем в сгущенном молоке и вареном сгущенном молоке. Результаты показывают, что кратковременная термообработка может быть потенциальной причиной истощения общих антиоксидантных свойств молока. Напротив, только применение продолжительной тепловой обработки, связанной с образованием коричневых меланоидинов, позволяет восстановить и возможно даже повысить антиоксидантные свойства молока. Аналогичная динамика антиоксидантной активности была получена при исследовании молока в процессе термообработки [10, 13, 14].

### Заключение

Основные изменения в сгущенном молоке с сахаром при дополнительной термической обработке связаны с инверсией сахарозы и лактозы и вступлением, образующихся моносахаридов в сахаро-аминные реакции с образованием коричневых продуктов, которые способны компенсировать антиоксидантные свойства белковых компонентов молока. Разрушение антиоксидантов молока происходит преимущественно в первый час нагрева, а затем постепенно сменяется образованием продуктов, повышающих его антиоксидантные свойства, что подтверждено в модельном экс-

перименте. Антиоксидантные свойства сгущенного молока с сахаром и вареного сгущенного молока можно рассматривать как новый фактор, способствующий привлечению потребителей и продвижению на потребительском рынке.

### Литература

1. Рыбалова, Т.И. Ребрендинг и рестайлинг на рынке молочных продуктов / Т.И. Рыбалова // *Молочная промышленность*. – 2014. – № 6. – С. 4–6.
2. Рыбалова, Т.И. Стимулирование спроса на рынке молочных консервов / Т.И. Рыбалова // *Молочная промышленность*. – 2012. – № 8. – С. 34–35.
3. Заворохина, Н.В. Исследование качества молока сгущенного с сахаром при длительном хранении / Н.В. Заворохина, Н.А. Леонтьева // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2016. – № 2. – С. 22–24.
4. Шидловская, В.П., Антиоксиданты молока и их роль в оценке его качества / В.П. Шидловская, Е.А. Юрова // *Молочная промышленность*. – 2010. – № 2. – С. 24–26.
5. Высокогорский, В.Е. Антиоксидантная активность козьего и коровьего молока / В.Е. Высокогорский, П.В. Веселов // *Молочная промышленность*. – 2009. – № 7. – С. 86.
6. Сравнительная биохимическая характеристика антиоксидантно-энергетического потенциала молока и молочных продуктов / И.М. Быков, К.А. Попов, К.И. Мелконян и др.

// Астраханский медицинский журнал. – 2015. – Т. 10. – № 3. – С. 45–49.

7. Влияние промышленных режимов пастеризации на интегральную антиоксидантную и витаминную активности коровьего молока / Ю.В. Балакирева, Ф.Ю. Ахмадулина, А.А. Латин и др. // Бутлеровские сообщения. – 2010. – Т. 19. – № 2. – С. 19–25.

8. Raikos, V. Effect of heat treatment on milk protein functionality at emulsion interfaces. A review / V. Raikos // Food Hydrocolloids. – 2010. – № 24. – P. 259–265.

9. Aloğlu, H.Ş. The effect of various heat treatments on the antioxidant capacity of milk before and after simulated gastrointestinal digestion / H.Ş. Aloğlu // International Journal of Dairy Technology. – 2013. – № 66 (2). – <http://www.chemurope.com/en/publications/499281/>

10. Effect of heat-treatment on the antioxidant activity of milk / S. Calligaris, L. Manzocco, M. Anese, M.C. Nicoli // International Dairy Journal. – 2004. – № 14. – P. 421–427.

11. Total antioxidant capacity and phenolic content of pasteurized and UHT-treated cow milk samples marketed in Turkey / K. Ertan, D. Bayana, O. Gokce at al. // Akademik Gıda. – 2017. – № 15 (2). – P. 103–108.

12. Нилова, Л.П. Меланоидины пищевых систем: фракционирование и оценка антиоксидантных свойств / Л.П. Нилова, Т.В. Пилипенко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2018. – № 6 (53). – С. 3–8.

13. Shukla, P. Effect of Heat Treatments on Antioxidant Activity in Sucrose-Milk Protein Model Systems / P. Shukla, U. Bajwa // Interna-

tional Journal of Computational Engineering Research. – 2013. – Vol. 3 – 12. – P. 20–24.

14. Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. / L. Manzocco, S. Calligaris, D. Mastrocola et al. // Trends in Food Science and Technology. – 2001. – № 11. – P. 340–346.

15. Гончаров, М. Сгущенное молоко с сахаром – основные технологические процессы / М. Гончаров // Переработка молока. – 2013. – № 10 (169). – С. 18–19.

16. Структурные изменения сгущенного молока с сахаром в процессе длительного хранения / И.А. Радаева, С.Н. Туровская, Е.Е. Илларионова, Т.С. Куликовская // Молочная промышленность. – 2017. – № 9. – С. 60–62.

17. Реологические показатели сгущенных молочных консервов с сахаром / Е.Д. Калинина, Е.Ю. Поротова, Р.А. Филонов, А.Д. Лодыгин // Молочная промышленность. – 2018. – № 2. – С. 64–66.

18. Закономерности формирования вязкости сгущенного обезжиренного молока с сахаром от параметров тепловой обработки / А.Г. Галстян, И.А. Радаева, С.А. Хуриудян и др. // Пищевые системы. – 2018. – Т. 1, № 1. – С. 13–18.

19. Orata, F. Derivatization Reactions and Reagents for Gas Chromatography Analysis / F. Orata // Advanced Gas Chromatography. Progress in Agricultural, Biomedical and Industrial Applications. – In Tech, 2012. – P. 94.

20. Рогожин, В.В. Практикум по биохимии сельскохозяйственной продукции / В.В. Рогожин, Т.В. Рогожина – СПб.: ГИОРД. – 2016. – 480 с.

**Нилова Людмила Павловна**, кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей школы сервиса и торговли, Института промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), nilova\_l\_p@mail.ru

**Камбулова Екатерина Вадимовна**, магистрант Высшей школы сервиса и торговли, Института промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), katikambulova@mail.ru

Поступила в редакцию 17 марта 2019 г.



## EFFECT OF HEAT TREATMENTS ON THE CHEMICAL COMPOSITION AND PROPERTIES OF SWEETENED CONDENSED MILK

L.P. Nilova, E.V. Kambulova

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

The results of studies of the chemical composition and functional properties of sweetened condensed milk, resulting from heat treatment, are presented. The objects of research were sweetened condensed milk without heat treatment and subjected to thermal heating for 3 hours, sweetened condensed milk with boiled of industrial production. Objects were purchased in retail. The composition of sugars, free fatty acids and free amino acids was investigated by gas-liquid chromatography. Functional properties were investigated by sensory properties, viscosity on the analyzer EAK-1M and antioxidant activity by the FRAP method. Thermal heating of sweetened condensed milk resulted in a sugar-amine reaction with the formation of brown pigments as a result of the non-enzymatic browning reaction. There has been a change in color and texture of the product with an increase in its viscosity. The chemical composition of condensed milk has changed due to the inversion of sucrose and lactose. The products of hydrolysis entered sugar-amine reaction. The amount of free fatty acids and free amino acids increased slightly. In the process of heating, there was a change in antioxidant activity, which in the first two hours of heating decreased due to protein degradation. At the third hour, it began to increase due to the formation of melanoidins. The sweetened condensed milk boiled industrial production had antioxidant activity, but its values did not reach the values of condensed milk with sugar without heat treatment. Antioxidant properties of sweetened condensed milk and boiled condensed milk can be considered as a new factor for promotion in the consumer market.

**Keywords:** sweetened condensed milk, heat treatment, free fatty acids, free amino acids, sugars, viscosity, antioxidant activity.

### References

1. Rybalova T.I. [Rebranding and restyling in the dairy market]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2014, no. 6, pp. 4–6. (in Russ.)
2. Rybalova T.I. [Stimulating demand in the market of canned milk]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2012, no 8, pp.34–35. (in Russ.)
3. Zavorokhina N.V., Leontiev N.A. [Study of the quality of condensed milk with sugar during long-term storage]. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2016, no. 2, pp. 22–24. (in Russ.)
4. Shidlovskaya V.P., Yurova E.A. [Antioxidants of milk and their role in assessing its quality]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2010, no. 2, pp. 24–26. (in Russ.)
5. Vysokogorsky V.E., Veselov P.V. [Antioxidant activity of goat and cow milk]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2009, no. 7, pp. 86. (in Russ.)
6. Bykov I.M., Popov K.A., Melkonyan K.I. [Comparative biochemical characteristics of the antioxidant-energy potential of milk and dairy products]. *Astrahanskij medicinskij zhurnal* [Astrakhan Medical Journal], 2015, vol. 10, no. 3. pp. 45–49. (in Russ.)
7. Balakirev Yu.V., Akhmadullina F.Yu., Lapin A.A. [The influence of industrial pasteurization regimes on the integral antioxidant and vitamin activity of cow's milk]. *Butlerovskie soobshcheniya* [Butlerov communications], 2010, vol. 19. no. 2, pp. 19–25. (in Russ.)
8. Raikos V. Effect of heat treatment on milk protein functionality at emulsion interfaces. A review. *Food Hydrocolloids*, 2010, no. 24, pp. 259–265. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2009.10.014
9. Aloğlu H.Ş. The effect of various heat treatments on the antioxidant capacity of milk before and after simulated gastrointestinal digestion. *International Journal of Dairy Technology*, 2013, no. 66 (2). Available at: <http://www.chemurope.com/en/publications/499281/> (accessed: 25.02.2019). DOI: 10.1111/1471-0307.12021

10. Calligaris S., Manzocco L., Anese M., Nicoli M.C. Effect of heat-treatment on the antioxidant activity of milk. *International Dairy Journal*, 2004, no. 4, pp. 421–427. DOI: 10.1016/j.idairyj.2003.10.001
11. Ertan K., Bayana D., Gokce O., Alatossava T., Yilmaz Y., Gursoy O. Total antioxidant capacity and phenolic content of pasteurized and UHT-treated cow milk samples marketed in Turkey. *Akademik Gıda*, 2017, no. 15 (2), pp. 103–108. DOI: 10.24323/akademik-gida.333630
12. Nilova L.P., Pilipenko T.V. [Melanoidins of food systems: fractionation and evaluation of antioxidant properties]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovacionnyh pishchevyh produktov* [Technology and merchandising of the innovative foodstuff], 2018, no. 6 (53). pp. 3–8. (in Russ.)
13. Shukla P., Bajwa U. Effect of Heat Treatments on Antioxidant Activity in Sucrose-Milk Protein Model Systems. *International Journal of Computational Engineering Research*, 2013, vol. 3, no. 12, pp. 20–24.
14. Manzocco L., Calligaris S., Mastrocola D., Nicoli M.C., Lericci C.R. Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends in Food Science and Technology*, 2001, no. 11, pp. 340–346. DOI: 10.1016/s0924-2244(01)00014-0
15. Goncharov M. [Condensed milk with sugar – the main technological processes]. *Pererabotka moloka* [Milk processing], 2013, no. 10 (169), pp. 18–19. (in Russ.)
16. Radaeva I.A., Turovskaya S.N., Illarionova E.E., Kulikovskaya T.S. [Structural changes of condensed milk with sugar during long-term storage]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2017, no. 9. pp. 60–62. (in Russ.)
17. Kalinina E.D., Porotova E.Yu., Filonov R.A., Lodygin A.D. [Rheological parameters of canned condensed milk with sugar]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2018, no. 2, pp. 64–66. (in Russ.)
18. Galstyan A.G., Radaeva I.A., Khurshudyan S.A., Turovskaya S.N., Semipyatny V.K., Illarionova E.E. [Patterns of viscosity formation of condensed skim milk with sugar on the parameters of heat treatment]. *Pishchevye sistemy* [Food Systems], 2018, vol.1, no. 1, pp. 13–18. (in Russ.) DOI: 10.21323/2618-9771-2018-1-1-13-18
19. Orata F. Derivatization Reactions and Reagents for Gas Chromatography Analysis Advanced Gas Chromatography. *Progress in Agricultural, Biomedical and Industrial Applications*. – In Tech, 2012, p. 94. DOI: 10.5772/33098
20. Rogozhin V.V., Rogozhina T.V. *Praktikum po biokhimii sel'skokhozyaystvennoy produkcii* [Workshop on biochemistry of agricultural products]. St. Petersburg, 2016. 480 p.

**Lyudmila P. Nilova**, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Higher school of service and trade, Institute of Industrial Management, economics and trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic university (St. Petersburg), nilova\_l\_p@mail.ru

**Ekaterina V. Kambulova**, master's degree student of the Higher school of service and trade, Institute of Industrial Management, economics and trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic university (St. Petersburg), katikambulova@mail.ru

*Received March 17, 2019*

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Нилова, Л.П. Влияние термообработки на химический состав и свойства сгущенного молока с сахаром / Л.П. Нилова, Е.В. Камбулова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 54–61. DOI: 10.14529/food190206

#### FOR CITATION

Nilova L.P., Kambulova E.V. Effect of Heat Treatments on the Chemical Composition and Properties of Sweetened Condensed Milk. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2019, vol. 7, no. 2, pp. 54–61. (in Russ.) DOI: 10.14529/food190206