

## Влияние УВТ-обработки на состав и степень окисленности липидов жировой фазы молочных продуктов функциональной направленности в процессе хранения

Николай А. Жижин<sup>1</sup> [zhizhinmoloko@mail.ru](mailto:zhizhinmoloko@mail.ru)  0000-0002-6690-0488

<sup>1</sup> ВНИИ молочной промышленности, ул. Люсиновская, 35/7, г. Москва, 115093, Россия

**Аннотация.** Специалисты в области питания уделяют большое внимание срокам хранения продуктов. Из-за экономической целесообразности их, как правило, увеличивают. При этом срок хранения является одним из факторов влияющий на потерю нутриативных веществ. Жирнокислотный состав молочного жира насчитывает в своем составе более 400 жирных кислот, которые активно участвуют в развитии нервной системы человека и других биохимических процессах. Так же как и другие жиры, молочный жир подвержен окислительной порче в процессе хранения. Это отражается на основных составляющих молочного жира, таких как жирные кислоты и триацилглицериды. В настоящее время распространено производство молока для детского питания функциональной направленности, обогащенного различными компонентами. Этот вид молочной продукции в процессе технологической переработки молока, подвергается температурному воздействию для увеличения срока хранения. Температурные режимы обработки молока, предусмотренные в технологическом цикле производства, направлены на процессы замедления микробальной порчи. Следствием высокотемпературной обработки молока сырья может быть ускорение процесса автоокисления триглицеридов. Это, в свою очередь, приводит к потере заданных функциональных свойств молочной продукции для детского питания в течение длительного срока хранения. Поэтому влияние срока хранения на окислительные процессы липидов молока, в том числе обогащенного эссенциальными веществами, в течение жизненного цикла продукта нуждаются в детальном изучении. В данной статье будет рассмотрено влияние УВТ-обработки и хранения на липиды молока путем оценки жирнокислотного и триацилглицеридного состава и таких показателей окислительной порчи жира как перекисное и анизидиновое число, а также содержания свободных жирных кислот. Показано, что после 60 дней хранения изменяется состав триглицеридов молочного жира. Оценка продуктов автоокисления показала взаимосвязь между составом триглицеридов молочного жира и показателей, характеризующих окислительную порчу в целом.

**Ключевые слова:** молоко, жирнокислотный состав, триацилглицеридный состав, анизидиновое число, функциональные продукты

## Effect of uht treatment on the composition and oxidation of lipids in the fat phase of dairy products during storage

Nikolay A. Zhizhin<sup>1</sup> [zhizhinmoloko@mail.ru](mailto:zhizhinmoloko@mail.ru)  0000-0002-6690-0488

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute of Dairy Industry, lyusinovskaya str., 35/7, Moscow, 115093, Russia

**Abstract.** The dairy industry uses various technologies to extend the shelf life of milk products. However, longer shelf life of foodstuffs frequently results in their lower nutritional levels. Milk fat contains more than 400 fatty acids, which are involved in the development of the human nervous system and other biochemical processes. Similar to other fats, milk fat is susceptible to oxidative damage during storage. This affects such basic components of milk fat as fatty acids and triacylglycerides. At present, milk is used for the production of functional foods for infants and children. The shelf life of such products is increased by heat treatment. Temperature regimes of milk treatment are aimed at impeding microbial spoilage. However, high-temperature processing may accelerate the process of triglyceride oxidation, which will decrease functional properties of dairy products for infants during storage. Therefore, it is important to study the effect of shelf life on the oxidation of milk lipids in dairy products, including those enriched with essential substances. This article examines the effect of UHT treatment and storage on milk lipids by evaluating the fatty acid and triacylglyceride composition, as well as such indicators of oxidative fat spoilage, as peroxide and anisidine values, and the content of free fatty acids. It is shown that the composition of milk fat triglycerides undergoes changes following 60 days of storage. An evaluation of the resulting auto-oxidation products revealed a relationship between the composition of milk fat triglycerides and general indicators characterizing oxidative damage.

**Keywords:** milk, fatty acid composition, triacylglyceride composition, anisidine number, functional products

### Введение

В процессе УВТ-обработки молоко подвергается воздействию высокой температуры в течение короткого времени, что позволяет в дальнейшем хранить данный продукт без применения холодильной камеры [1].

Влияние термообработки совместно с последующим хранением при температуре окружающей среды, приводит к цепочке биохимических преобразований, таких как протеолиз и липолиз [2, 3].

Для цитирования

Жижин Н.А. Влияние УВТ-обработки на состав и степень окисленности липидов жировой фазы молочных продуктов функциональной направленности в процессе хранения // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 170–175. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-170-175

For citation

Zhizhin N.A. Effect of uht treatment on the composition and oxidation of lipids in the fat phase of dairy products during storage. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 170–175. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-170-175

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Функциональные, технологические и физико-химические характеристики молока зависят от триглицеридного профиля молочного жира [7]. Липазы, в том числе и бактериальные, могут вызывать гидролиз молекулы глицерида, что приводит к образованию свободных жирных кислот, которые могут привести к развитию неприятного аромата в процессе хранения. Поэтому изучение профиля триглицеридов подвергающихся биохимическим изменениям в процессе технологической обработки молока, может помочь в понимании процессов гидролитического прогоркания молока.

Исследование биохимических процессов происходящих в течение срока хранения молока прошедшего высокотемпературную обработку, требуют изучения. Это позволит определить индукционный период, в течение которого ультрапастеризованное молоко сохраняет свои первоначальные свойства. А также оценить возможные изменения на поздних сроках хранения [8].

#### Материалы и методы

Для проведения экспериментальной части работы были использованы коммерческие образцы молока, прошедшего УВТ-обработку с м.д.ж 3.2% функциональной направленности предназначенные для питания детей. Данные образцы были проанализированы на сроке 0–5; 30; 60 и 90 дней хранения.

Жирнокислотный состав. Разделение и идентификацию жирных кислот молока осуществляли методом газовой хроматографии с использованием хроматографа «Кристаллюкс 4000М». (ООО «НПФ Мета-Хром» Россия), снабженного пламенно-ионизационным детектором. Анализ проводили при помощи кварцевой капиллярной колонки SP – 2560 100 м • 0,25 мм ID, 0,2 мкм с неподвижной фазой FFAP. В качестве идентификационной смеси использовали стандарт Supelco® 37 FAME Mix (Рисунок 2.3). В качестве газа носителя использовался азот, при следующей температурной программе разделения: температура  $T_1$  колонки 140°C (выдержка 5 мин),  $T_2$  240°C со скоростью 4гр/мин; температура испарения детектора 230°C; объем вводимой пробы – 1 мкл. Для управления режимами анализа, записи хроматограмм и обработки полученной информации использовалось программное обеспечение «NetChrom». Расчет состава метиловых эфиров жирных кислот проводили методом внутренней нормализации [9].

Триглицеридный состав. Разделение и идентификацию состава триацилглицеридов осуществляли с применением метода газовой хроматографии с использованием хроматографа снабженного пламенно-ионизационным детектором и кварцевой капиллярной колонкой RTX 65-TG с неподвижной фазой состава 65% фенилметилсиликон (Restek, Bellefonte, CA, USA) ( $l = 30$  м, i.d. = 0.25 мм, 0.25 мкм). В качестве идентификационной смеси использовали стандарт SupelcoBCR 519 с известным составом триацилглицеридов C 24–C54. Параметры хроматографического

разделения: в качестве газа носителя использовали водород; температура  $T_1$  колонки 100°C,  $T_2$  360°C со скоростью 5гр/мин; температура испарителя 320°C, детектора 370°C; объем вводимой пробы – 0,5 мкл.

Расчет состава триглицеридов, также как и состав жирных кислот, проводили методом внутренней нормализации. За окончательный результат измерений принимали среднее арифметическое значение результатов двух последовательных измерений.

Активность липазы. Активность липазы определяли методом титрования свободных жирных кислот высвобождаемых из триглицеридов липазой в пробе 1 см<sup>3</sup>.

Окисление липидов. Степень окисления липидов в процессе хранения оценивали по трем показателям: перекисное число, анизидиновое число и содержание свободных жирных кислот. Эти показатели были рассчитаны в соответствии со стандартизованными методами [10–12].

#### Результаты и обсуждение

Поскольку жирные кислоты под воздействием различных факторов подвержены процессу автоокисления в том числе и при термической обработке, изучение профиля жирных кислот позволит оценить степень влияния УВТ-обработки на этот процесс в течение длительного хранения. Данные о составе жирных кислот в УВТ-обработанном молоке в течение срока хранения приведены в таблице 1.

Полученные данные об изменении жирнокислотного состава под воздействием УВТ-обработки и в процессе хранения, подтверждают описанные в литературе данные о влиянии термообработки на профиль жирных кислот молока [13]. Показано, что хранение до 60 дней не оказывает существенного влияния на жирнокислотный состав молока. После этого периода содержание коротко – средне- и длинноцепочечных жирных кислот снизилось.

Жирные кислоты короткой и средней цепи отвечают за формирование вкуса молока, снижение концентрации этих кислот может оказывать негативное влияние на органолептические свойства молочной продукции. Проведенные исследования показывают, что общее содержание данных кислот на 90-й день хранения снизилось с 10,11 до 8,64%.

К основным ненасыщенным жирным кислотам молочного жира следует отнести олеиновую и линолевую кислоты. Эти жирные кислоты относятся к семействам омега-9 и омега-6, которые обеспечивают транспорт холестерина от стенок кровеносных сосудов к печени, а также активно участвуют в развитии нервной системы [14].

Таблица 1.

Влияние УВТ – обработки на состав жирных кислот в процессе хранения

Table 1.

Effect of UNT treatment on the composition of fatty acids during storage

Жирные кислоты Fatty acids		W%, на период 0–5 дней хранения, (n = 5) W%, for period 0-5 days of storage, (n=5)	W%, на период 30 дней хранения, (n = 5) W%, for period 30 days of storage, (n=5)	W%, на период 60 дней хранения, (n = 5) W%, for period 60 days of storage, (n=5)	W%, на период 90 дней хранения, (n = 5) W%, for period 90 days of storage, (n=5)
Масляная (C <sub>4:0</sub> )	Butyric	3,34 ± 0,03	3,29 ± 0,03	3,12 ± 0,03	3,04 ± 0,03
Капроновая(C <sub>6:0</sub> )	Kapron	1,68 ± 0,08	1,65 ± 0,08	1,49 ± 0,08	1,34 ± 0,08
Каприловая(C <sub>8:0</sub> )	Caprylic	1,92 ± 0,11	1,85 ± 0,11	1,71 ± 0,11	1,65 ± 0,11
Каприновая(C <sub>10:0</sub> )	Capric	3,17 ± 0,09	3,09 ± 0,09	2,80 ± 0,09	2,61 ± 0,09
Лауриновая(C <sub>12:0</sub> )	Lauric	3,29 ± 0,14	3,22 ± 0,14	2,99 ± 0,14	2,82 ± 0,14
Миристиновая(C <sub>14:0</sub> )	Palmitic	10,37 ± 0,25	10,21 ± 0,25	9,89 ± 0,25	9,61 ± 0,25
Пальмитиновая(C <sub>16:0</sub> )	Stearic	31,91 ± 0,31	31,85 ± 0,31	31,17 ± 0,31	30,01 ± 0,31
Стеариновая(C <sub>18:0</sub> )	Linoleic	11,82 ± 0,15	11,60 ± 0,15	11,36 ± 0,15	11,18 ± 0,15
Олеиновая (C <sub>18:1</sub> )	Linoleic	24,09 ± 0,33	23,88 ± 0,33	22,57 ± 0,33	21,11 ± 0,33
Линолевая (C <sub>18:2</sub> )	Eicosene	2,54 ± 0,12	2,35 ± 0,12	2,10 ± 0,12	1,66 ± 0,12

Исследования этих кислот показывают, что они подвержены процессу автоокисления и скорость окисления линолевой кислоты в 10 раз выше, чем олеиновой [15]. Согласно полученным данным содержание олеиновой кислоты за 90 дней хранения снизилось на 12%, а массовая доля линолевой кислоты стала ниже на 35%. Снижение концентрации ненасыщенных жирных кислот в процессе хранения, приводит к понижению пищевой ценности молока. Это может быть связано с тем, молоко прошедшее УВТ-обработку храниться в условиях комнатной температуры, которая может

способствовать ускорению процесса автоокисления жирных кислот.

Физико-химические и функциональные свойства молочного жира в значительной степени определяются профилем триацилглицеридов (ТАГ). Состав ТАГ молочного жира является важной составляющей для стабильности и качества молочной продукции функциональной направленности, так как триацилглицериды отвечают за эффективность всасывания жирных кислот в организме [16]. Результаты анализа профиля триацилглицеридов УВТ-молока в хранении приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Влияние УВТ-обработки на состав ТАГ в процессе хранения

Table 2.

Effect of UNT treatment on the triacylglycerol (TAG) composition during storage

ТАГ TAG	W%, на период 0–5 дней хранения, (n = 5) W%, for period 0-5 days of storage, (n=5)	W%, на период 30 дней хранения, (n = 5) W%, for period 30 days of storage, (n=5)	W%, на период 60 дней хранения, (n = 5) W%, for period 60 days of storage, (n=5)	W%, на период 90 дней хранения, (n = 5) W%, for period 90 days of storage, (n=5)
C <sub>24</sub>	0,18 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,06 ± 0,01
C <sub>26</sub>	0,86 ± 0,05	0,79 ± 0,05	0,77 ± 0,05	0,62 ± 0,05
C <sub>28</sub>	1,04 ± 0,11	1,01 ± 0,11	0,87 ± 0,11	0,74 ± 0,11
C <sub>30</sub>	1,65 ± 0,14	1,61 ± 0,14	1,49 ± 0,14	1,41 ± 0,14
C <sub>32</sub>	3,03 ± 0,09	2,99 ± 0,09	2,84 ± 0,09	2,53 ± 0,09
C <sub>34</sub>	6,66 ± 0,27	6,62 ± 0,27	6,45 ± 0,27	6,12 ± 0,27
C <sub>36</sub>	12,42 ± 0,31	12,37 ± 0,31	11,77 ± 0,31	11,02 ± 0,31
C <sub>38</sub>	14,85 ± 0,36	14,78 ± 0,36	14,09 ± 0,36	13,21 ± 0,36
C <sub>40</sub>	12,79 ± 0,28	12,74 ± 0,28	11,69 ± 0,28	10,47 ± 0,28
C <sub>42</sub>	7,36 ± 0,21	7,29 ± 0,21	6,93 ± 0,21	6,52 ± 0,21
C <sub>44</sub>	4,90 ± 0,08	4,86 ± 0,08	4,17 ± 0,08	3,86 ± 0,08
C <sub>46</sub>	5,39 ± 0,17	5,32 ± 0,17	4,94 ± 0,17	4,45 ± 0,17
C <sub>48</sub>	6,76 ± 0,12	6,74 ± 0,12	6,34 ± 0,12	6,21 ± 0,12
C <sub>50</sub>	8,75 ± 0,16	8,74 ± 0,16	8,01 ± 0,16	7,92 ± 0,16
C <sub>52</sub>	7,71 ± 0,27	7,70 ± 0,27	7,26 ± 0,27	6,94 ± 0,27
C <sub>54</sub>	3,73 ± 0,04	3,69 ± 0,04	3,35 ± 0,04	3,19 ± 0,04

Также как и для жирнокислотного состава при сроке хранения до 30 дней профиль триацилглицеридов остался без изменений. В то время как анализ образцов хранившихся 60 и 90 дней показал заметные изменения состава ТАГ. Отмечено общее снижение всех триацилглицеридов состава C<sub>24</sub>-C<sub>54</sub> от 8 до 30%.

Катализаторами гидролиза триацилглицеридов могут выступать такие факторы как температура, влага, ионы металлов и липазы как содержащиеся в молоке, так и бактериальные. Под влиянием этих факторов в триацилглицеридах происходит разрыв двойной связи между жирными кислотами и глицерином, что в свою очередь приводит к образованию свободных жирных кислот и снижению содержания ТАГ.

Для подтверждения данного факта был проведен анализ содержания свободных жирных кислот (СЖК). Данные об изменении содержания СЖК приведены на рисунке 1.

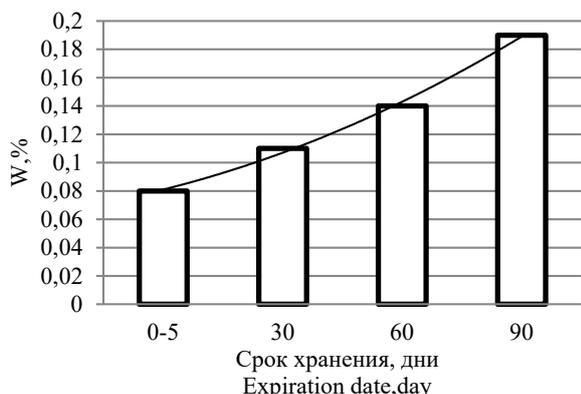


Рисунок 1. Изменение содержания свободных жирных кислот в процессе хранения молока, прошедшего УВТ-обработку

Figure1. Changes in the content of free fatty acids during milk storage following UHT treatment

Полученные данные показали рост содержания свободных жирных кислот в процессе хранения молока прошедшего УВТ-обработку. Процентное содержание СЖК за данный период выросло с 0,08 до 0.19%.

В процессе автоокисления жирных кислот одним из продуктов их расщепления является пероксид. Анализ содержания перекисей был проведен в исследуемых образцах на сроках хранения 30, 60 и 90 дней. Полученные данные приведены на рисунке 2.

Отсутствие перекисей на ранних этапах хранения молока показывает, что прямого воздействия на содержание перекисей и гидроперекисей УВТ – обработка не оказывает. После 30, 60 и 90 дней хранения показатели перекисного числа составили 0,39, 0,57 и 1,08 ммоль (1/2O) / кг соответственно.

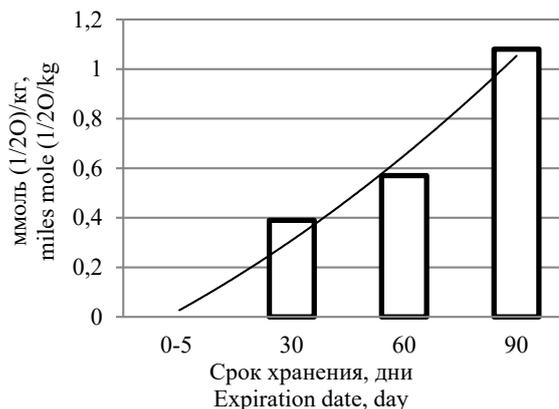


Рисунок 2. Изменение содержания перекисного числа в процессе хранения молока, прошедшего УВТ-обработку

Figure2. Changes in the content of peroxide value during milk storage following UHT treatment

Также в процессе автоокисления липидов образуются спирты, альдегиды и кетоны, анализ которых возможно использовать для оценки вторичных продуктов окисления липидов [17]. Для оценки содержания этих продуктов используется такой показатель как анизидиновое число, посредством которого измеряется содержание альдегидов. А также данный показатель имеет высокую чувствительность к α-гидроксиалкенам, соединениям находящимся в таутомерном равновесии между альдегидом и кетоном, которые образуются в процессе автоокисления жирных кислот. Данные анализа анизидинового числа, приведенные на рисунке 3, показали, что, как и в случае с перекисным числом УВТ – обработка не оказывает прямого влияния на это показатель. А процесс автоокисления липидов происходит на более поздних сроках хранения. И на период 30, 60 и 90 дней показатель анизидинового числа составил 3,1, 4,4 и 9,5 соответственно.

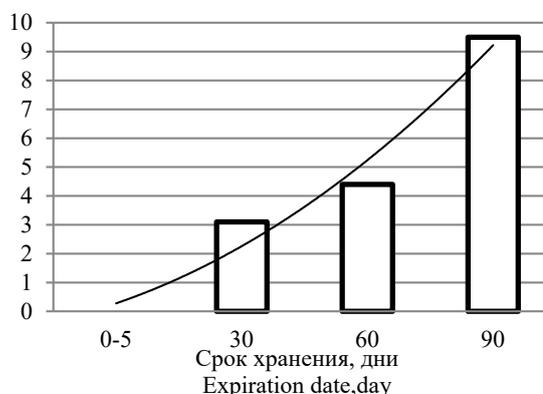


Рисунок 3. Анизидиновое число в процессе хранения молока прошедшего УВТ-обработку

Figure3. Anisidine value during milk storage following UHT treatment

В процессе гидролиза липидов в качестве катализатора выступает водорастворимый фермент липаза. Липазы молочного происхождения устойчивы к термообработке и деактивируются посредством УВТ – обработки. Однако липазы бактериального происхождения являются термостойкими и зачастую выдерживают термическую обработку молока.

Среднее значение активности липазы в исследуемых образцах прошедших УВТ – обработку составило  $0,31 \pm 0,03$  IU/cm<sup>3</sup>, а для последующих точек  $0,43 \pm 0,05$ ,  $0,66 \pm 0,07$  и  $0,91 \pm 0,09$  IU/cm<sup>3</sup>.

Активность липазы, а также перекисное число и содержание свободных жирных кислот показывают взаимосвязь между этими показателями и профилем жирных кислот и триацилглицеридов.

### Заключение

Результаты данного исследования показали, что профиль жирных кислот и состав триацилглицеридов в молоке прошедшем УВТ-обработку и в течение срока хранения значительно отличались.

Нарастающая активность липазы приводит к каталитическому гидролизу триглицеридов с высвобождением свободных жирных кислот. А увеличение содержание перекисей показывает наличие процесса автоокисления жирных кислот, что так же подтверждается растущим в процессе хранения анизидиновым числом. Особенно выраженные изменения происходят после 60 дней хранения.

Использование УВТ-обработки позволяет увеличивать срок хранения молока при хранении без применения холодильных камер. Применяя длительные сроки хранения к продуктам функциональной направленности, следует учитывать некоторые аспекты биохимических превращений липидов под влиянием различных факторов, которые могут привести к снижению результата заложенной функции такового продукта. Проведение дополнительных исследований позволит установить индукционный период в течение которого сохраняются заданные свойства продукта.

### Литература

- 1 Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. СПб: ГИОРД, 2003. 320 с.
- 2 Vazquez-Landaverde P.A., Torres J.A., Qian M.C. Effect of high-pressure-moderate temperature processing on the volatile profile of milk // *J AgriFoodChem*. 2006. V. 54. P. 9184–9192.
- 3 Юрова Е.А., Фильчакова С.А. Оценка качества и хранимостности молочной продукции функциональной направленности // *Переработка молока*. 2019. № 10. С. 6–11.
- 4 Юрова Е.А. Оценка качества и безопасности молока питьевого // *Молочная промышленность*. 2017. № 2. С. 37–39.
- 5 Deeth H.C., Fitz-Gerald C.H. Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity in milk and milk products // *Advanced Dairy Chemistry*. 2003. № 2. P. 247–308.
- 6 Gulla S., Waghray K. Effect of storage on physicochemical characteristics and fatty acid composition of selected oil blends // *J Lip Sci*. 2011. № 3. P. 35–46.
- 7 Vyssotski M., Bloor S.J., Lagutin K., Wong H. et al. Efficient separation and analysis of triacylglycerols: quantitation of  $\beta$ -palmitate (OPO) in oils and infant formulas // *J AgriFoodChem*. 2015. V. 63. P. 5985–5992.
- 8 Федотова О.Б., Соколова О.В. Совершенствование методических аспектов и разработка детализированной процедуры оценки безопасности в хранении продукции сложного компонентного состава // *Инновационные технологии обработки и хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов: сборник научных трудов ученых и специалистов к 90 – летию ВНИХИ*. Москва: Амирит, 2020. С. 452–459.
- 9 ГОСТ 32915–2014. Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии. М.: Стандартинформ, 2014. 9 с.
- 10 ГОСТ 31756–2012. Жиры и масла животные и растительные. Определение анизидинового числа. М.: Стандартинформ, 2014. 9 с.
- 11 ГОСТ ISO 3960–2013. Жиры и масла животные и растительные. Определение перекисного числа. М.: Стандартинформ, 2014. 10 с.
- 12 ГОСТ Р 50457–92. Жиры и масла животные и растительные. Определение кислотного числа и кислотности. М.: Госстандарт России, 1994. 7 с.
- 13 Pestana J.M., Gennari A., Monteiro B.W., Lehn D.N. Effects of pasteurization and ultra-high temperature processes on proximate composition and fatty acid profile in bovine milk // *AmJFoodTechnol*. 2015. V. 10(6). P. 265–272.
- 14 Файзулина Р.А., Самороднова Е.А., Федотова О.Б. Кисломолочные продукты в питании детей раннего возраста: эволюция от традиционных к функциональным // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2019. № 4. С. 133–140.
- 15 Khan I.T., Nadeem M., Imran M., Ajmal M. et al. Antioxidant capacity and fatty acids characterization of heat treated cow and buffalo milk // *Lipids Health Dis*. 2017. P. 1–13.
- 16 Smiddy Mary A., Huppertz T., van Ruth S.M. Triacylglycerol and melting profiles of milk fat from several species // *International Dairy Journal*. 2012. V. 24. № 2. P. 64–69.
- 17 Celestino E.L., Iyer M., Roginski H. Reconstituted UHT-treated milk effects of raw milk, powder quality and storage conditions of UHT milk on its physico-chemical attributes and flavor // *Inter Dairy J*. 1997. V. 7. P. 129–140.

## References

- 1 Gorbatova K.K. Biochemistry of milk and dairy products. St. Petersburg, GIORD, 2003. 320 p. (in Russian).
- 2 Vazquez-Landaverde P.A., Torres J.A., Qian M.C. Effect of high-pressure-moderate temperature processing on the volatile profile of milk. *J AgriFoodChem.* 2006. vol. 54. pp. 9184–9192.
- 3 Yurova E.A., Filchakova S.A. Evaluation of the quality and storage capacity of functional milk products. *Milk Processing.* 2019. no. 10. pp. 6–11. (in Russian).
- 4 Yurova E.A. Assessment of the quality and safety of drinking milk. *Dairy industry.* 2017. no. 2. pp. 37–39. (in Russian).
- 5 Deeth H.C., Fitz-Gerald C.H. Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity in milk and milk products. *Advanced Dairy Chemistry.* 2003. no. 2. pp. 247–308.
- 6 Gulla S., Waghayra K. Effect of storage on physicochemical characteristics and fatty acid composition of selected oil blends. *J Lip Sci.* 2011. no. 3. pp. 35–46.
- 7 Vyssotski M., Bloor S.J., Lagutin K., Wong H. et al. Efficient separation and analysis of triacylglycerols: quantitation of  $\beta$ -palmitate (OPO) in oils and infant formulas. *J AgriFoodChem.* 2015. vol. 63. pp. 5985–5992.
- 8 Fedotova O.B., Sokolova O.V. Improving methodological aspects and developing a detailed procedure for assessing safety in the storage of products of complex component composition. In: *Innovative technologies for processing and storage of agricultural raw materials and food products: A collection of scientific papers by scientists and specialists on the 90th anniversary of the All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Sciences.* Moscow, Amirit, 2020. pp. 452–459. (in Russian).
- 9 GOST 32915–2014. Milk and dairy products. Determination of the fatty acid composition in the fat phase by gas chromatography. Moscow, Standartinform, 2014. (in Russian).
- 10 GOST 31756–2012. Animal and vegetable fats and oils. Determination of anisidine value. Moscow, Standartinform, 2014. (in Russian).
- 11 GOST ISO 3960–2013. Animal and vegetable fats and oils. Determination of peroxide value. Moscow, Standartinform, 2014. (in Russian).
- 12 GOST R 50457–92. Animal and vegetable fats and oils. Determination of acid number and acidity. Moscow, Gosstandart of Russia, 1994. (in Russian).
- 13 Pestana J.M., Gennari A., Monteiro B.W., Lehn D.N. Effects of pasteurization and ultra-high temperature processes on proximate composition and fatty acid profile in bovine milk. *AmJFoodTechnol.* 2015. vol. 10(6). pp. 265–272.
- 14 Fayzulina R.A., Samorodnova E.A., Fedotova O.B. Sour-milk products in the nutrition of young children: evolution from traditional to functional. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics.* 2019. no. 4. pp. 133–140. (in Russian).
- 15 Khan I.T., Nadeem M., Imran M., Ajmal M. et al. Antioxidant capacity and fatty acids characterization of heat treated cow and buffalo milk. *Lipids Health Dis.* 2017. pp. 1–13.
- 16 Smiddy Mary A., Huppertz T., van Ruth S.M. Triacylglycerol and melting profiles of milk fat from several species. *International Dairy Journal.* 2012. vol. 24. no. 2. pp. 64–69.
- 17 Celestino E.L., Iyer M., Roginski H. Reconstituted UHT-treated milk effects of raw milk, powder quality and storage conditions of UHT milk on its physico-chemical attributes and flavor. *Inter Dairy J.* 1997. vol. 7. pp. 129–140.

## Сведения об авторах

**Николай А. Жижин** научный сотрудник, ВНИИ молочной промышленности, ул. Люсиновская, 35/7, г. Москва, 115093, Россия, zhizhinmoloko@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-6690-0488>

## Information about authors

**Nikolay A. Zhizhin** researcher, All-Russian Research Institute of Dairy Industry, lyusinovskaya str., 35/7, Moscow, 115093, Russia, zhizhinmoloko@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-6690-0488>

## Вклад авторов

**Николай А. Жижин** написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

## Contribution

**Nikolay A. Zhizhin** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

## Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила 09/07/2020	После редакции 20/07/2020	Принята в печать 29/07/2020
Received 09/07/2020	Accepted in revised 20/07/2020	Accepted 29/07/2020