



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 637.2.07

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.02.013



ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ И СОСТАВА ЖИРОВОЙ ФАЗЫ СЛИВОЧНОГО МАСЛА ИЗ МОЛОЧНЫХ И ПОДСЫРНЫХ СЛИВОК

Татьяна Александровна Павлова¹, Анастасия Андреевна Афанасьева²,
Юлия Сергеевна Сумеркина³

^{1, 2, 3} Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» Российская академия наук, Москва, Россия

¹ tompakoz.ru@rambler.ru, <https://orcid.org/0009-0003-2404-4147>

² a.afanasyeva@fnpcs.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0323-2507>

³ yu.sumerkina@fnpcs.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1388-7075>

Аннотация. В статье представлены результаты исследований подсырных и молочных сливок, а также масла, выработанного из них. Целью настоящей работы являлось: исследование микроструктуры подсырных и молочных сливок-сырья, а также масла сливочного, вырабатываемого из них; изучение жирно-кислотного состава жировой фазы масла сливочного из подсырных и молочных сливок. Исследования микроструктуры проводили с применением микроскопа МБИ-6 при увеличении в $\times 280$ раз. Установлено, что средний диаметр жирового шарика в подсырных сливках составил 9,6 мкм, в молочных – 11,0 мкм. Расчетным путем установлено, что в созревших как молочных, так и подсырных сливках основную долю (более 50,0 %) составляют жировые шарики диаметром от 4,0 до 10,0 мкм. Степень дисперсности жировых частиц в подсырных сливках несколько выше, чем в молочных, что объясняется меньшим количеством в них крупных жировых шариков, большая часть которых переходит в сыр. Выявлено, что микроструктура масла подсырного в сравнении со сладкосливочным маслом имеет отличительные особенности, заключающиеся в пониженной степени дисперсности плазмы. Это обусловлено особенностями состава подсырных сливок и технологией их получения. Анализ жирнокислотного состава жировой фазы масла подсырного сравнительно с маслом сладкосливочным проводили методом газовой хроматографии. Выявлено, что в жировой фазе масла сливочного подсырного содержится меньше насыщенных жирных кислот, в т.ч. низкомолекулярных летучих, а также несколько больше ненасыщенных жирных кислот, чем в масле сладкосливочном аналогичного состава. Это также объясняется сырьевыми и технологическими особенностями цикла получения масла из подсырных сливок.

Ключевые слова: молочные продукты, подсырные сливки, масло сливочное подсырное, микроскопия, структура, жирнокислотный состав жировой фазы.

Для цитирования: Павлова Т. А., Афанасьева А. А., Сумеркина Ю. С. Особенности микроструктуры и состава жировой фазы сливочного масла из молочных и подсырных сливок // Ползуновский вестник. 2025. № 2, С. 88–93. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.02.013. EDN: <https://elibrary.ru/YNQHEB>.

Original article

PECULIARITIES OF MICROSTRUCTURE AND COMPOSITION FAT PHASE OF BUTTER FROM DAIRY AND WHEY CREAM

Tatiana A. Pavlova¹, Anastasia A. Afanasyeva², Yulia S. Sumerkina³

^{1, 2, 3} All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking - branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Science, Moscow, Russia

¹ tompakoz.ru@rambler.ru, <https://orcid.org/0009-0003-2404-4147>

² a.afanasyeva@fnpcs.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0323-2507>

³ yu.sumerkina@fnpcs.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1388-7075>

Abstract. The article presents the results of research on cheese and milk cream, as well as the oil produced from them. The purpose of this work was: to study the microstructure of whey cream and milk cream-raw materials, as well as butter extracted from them; to study the fatty acid composition of the fatty phase of butter from whey cream and milk cream. Microstructure studies were carried out using an MBI-6 microscope at an increase of $\times 280$ times. It was found that the average diameter of the fat ball in whey cream was 9.6 microns, in dairy - 11.0 microns. It was found by calculation that in ripe both dairy and subcutaneous cream, the main share (more than 50.0 %) is made up of fat balls with a diameter from 4.0 to 10.0 microns. The degree of dispersion of fat particles in whey cream is slightly higher than

© Павлова Т. А., Афанасьева А. А., Сумеркина Ю. С., 2025

ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ И СОСТАВА ЖИРОВОЙ ФАЗЫ СЛИВОЧНОГО МАСЛА ИЗ МОЛОЧНЫХ И ПОДСЫРНЫХ СЛИВОК

in dairy, which is explained by the smaller number of large fat balls in them, most of which turn into cheese. It was revealed that the microstructure of the podsyorny oil, in comparison with sweet-cream oil, has distinctive features consisting in a reduced degree of plasma dispersion. This is due to the peculiarities of the composition of whey cream and the technology of their production. The analysis of the fatty acid composition of the fatty phase of the subsurface oil in comparison with sweet-cream oil was carried out by gas chromatography. It has been revealed that the fat phase of butter contains less saturated fatty acids, including low molecular weight volatile ones, as well as slightly more unsaturated fatty acids than in sweet butter of a similar composition. This is also explained by the raw materials and technological features of the cycle of obtaining butter from whey cream.

Keywords: dairy products, whey cream, whey butter, microscopy, structure, fatty acid composition of the fat phase.

For citation: Pavlova, T.A., Afanasyeva, A.A. & Sumerkina, Y.S. (2025). Peculiarities of microstructure and composition fat phase of butter from dairy and whey cream. (2025). *Polzunovskiy vestnik*, (2), 88-93. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.02.013. EDN: <https://elibrary.ru/YNQHEB>.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее десятилетие в России отмечается устойчивый рост производства сыров. В этой связи увеличиваются и объемы подсырной сыворотки, являющейся побочным продуктом сыродельного производства. Многие зарубежные и отечественные исследователи рассматривают сыворотку как перспективное сырье, на основе которого создаются традиционные и новые сыровоточные продукты. Примером эффективной переработки молочной сыворотки могут служить многие зарубежные страны, а также Республика Беларусь, где практически 99,0 % сыворотки используется на пищевые цели [1, 2]. В России пока объемы переработки сыворотки недостаточны [1, 3, 4]. Поэтому для отечественных производителей вопрос рационального использования сыворотки как сырьевого компонента для изготовления полноценных пищевых продуктов является актуальным и интересным.

В подсырной сыворотке заключены все компоненты молока, но в измененном соотношении. При этом наибольший интерес представляют белки, молочный сахар и молочный жир, которые целесообразно максимально полно извлекать из этого ценного сырья и направлять на пищевые цели.

Анализ отечественной и зарубежной литературы показывает, что на основе сыворотки получают целый ряд белковых концентратов, изолятов и даже отдельных нативных белков и их гидролизатов, микропартикулятов, обладающих биологической активностью и функциональными свойствами, описываемыми в обзорах и научных статьях российских (Храмцов А.Г., Евдокимов И.А., Мельникова Е.И., Станиславская Е.Б. и др.), польских (Zandona E., Blažic M., Režek Jambrak A.), американских (Minj S., Anand S., Rama G. R., Kilara A. Kuhn D., Beux S. и др.), греческих (Lappa I.K., Papadaki A., Kachrimanidou V. и др.), индийских ученых (Panghal A., Patidar R., Jaglan S. и др.) [1–9]. Эти продукты применяются для обогащения кисломолочных напитков, улучшения качества сметаны, повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных, кондитерских изделий и др.

Обязательной технологической операцией при производстве продуктов из сыворотки является ее обезжиривание путем сепарирования. Этот процесс обеспечивает получение сливок массовой долей жира от 30 до 50 %, которые применяются, в основном, для производства подсырного масла. Подсырные сливки при их средней жирности 40,0 %

характеризуются следующим составом: массовая доля белков ($0,94 \pm 0,30$) %, общего азота ($0,138 \pm 0,012$) %, лактозы ($3,31 \pm 0,10$) %, минеральных веществ ($0,29 \pm 0,06$) %, влаги ($55,5 \pm 0,1$) % [10]. При условии идентичной с подсырными сливками жирности физико-химический состав молочных сливок отличается по содержанию белковой, углеводной и минеральной составляющей. Массовая доля белков в таких сливках составляет ($2,47 \pm 0,30$) %, лактозы ($3,25 \pm 0,10$) %, общего азота ($0,376 \pm 0,009$) %, минеральных веществ ($0,46 \pm 0,08$) % и влаги ($53,8 \pm 0,1$) %. Изменение физико-химического состава может оказать влияние на свойства сливок при их созревании и последующем сбивании.

На стадии разработки технологии подсырного масла отечественные производители использовали этот продукт для дальнейшей переработки в топленое масло. В настоящее время технология подсырного масла позволяет использовать этот вид масла для непосредственного потребления в пищу [11], а также применять его в качестве пищевого компонента. В связи с этим интересны исследования подсырного масла в сравнении со сливочным маслом, получаемым из молочных сливок.

Как и сливочное масло, получаемое из молочных сливок, подсырное масло представляет собой жировой продукт, основу физической структуры которого составляет жировая фаза. Показатели качества сливочного масла предопределяются пространственным расположением и взаимосвязью структурных элементов продукта: молочного жира в разных состояниях, молочной плазмы и воздуха [11, 12]. Различия в составе и качестве исходного сырья для получения молочных и подсырных сливок, наряду с применяемыми технологическими режимами производства, могут повлиять на особенности состава жировой фазы продукта, процессы ее кристаллизации, формирование структуры и реологических характеристик масла, а также распределение отдельных компонентов в нем [13–16]. Изучению этих вопросов посвящен ряд работ зарубежных ученых. Так, египетскими учеными было установлено, что подсырные сливки и масло, изготовленное из них, характеризовались высокой концентрацией ненасыщенных жирных кислот, а также биологически активных веществ (в том числе сфингомиелинов и муцинов) по сравнению с молочными сливками и сладко-сливочным маслом [17]. Ливанскими учеными Jinjarak S., Olabi A., Jiménez-Flores R., Walker J.H. проведены исследования по изучению вкусо-ароматических

особенностей масла подсырного [18]. Было установлено, что этот вид масла по вкусу приближался к сладко-сливочному маслу, но имел большую выраженность орехового привкуса и пористость.

Состав жировой фазы подсырного масла имеет отличия от сливочного масла из молочных сливок, что, может быть, связано с частичной трансформацией триглицеридов молочного жира. Этот процесс происходит как во время переработки молока-сырья в сыр [19], так и в процессе дальнейшей переработки сыворотки в подсырные сливки и масло.

Следует отметить, что работы, проведенные в разное время отечественными и зарубежными учеными, не в полной мере раскрывают особенности органолептических, биохимических, физико-химических, а также структурно-механических показателей подсырного масла. В связи с этим интерес представляет расширение исследований в данном направлении. Поскольку в формировании качества масла существенное значение имеет жировая фаза, в данной работе поставлена цель – изучить и описать особенности состава жировой фазы масла, получаемого из подсырных сливок, а также исследовать дисперсность основных морфологических элементов его микроstructures в сравнении со сливочным маслом идентичной жирности, получаемым из молочных сливок.

МЕТОДЫ

При проведении исследований были использованы молочные и подсырные сливки массовой долей жира 40,0 %, полученные из одного и того же молока в условиях ООО «Угличский сыродельно-молочный завод» (Ярославская область, г. Углич). Образцы сливок пастеризовали при $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой 15 минут, охлаждали до температуры $(6 \pm 1)^\circ\text{C}$ и подвергали созреванию в течение 10–12 часов. Из созревших сливок вырабатывали опытный (масло подсырное) и кон-

трольный образец сливочного масла методом периодического сбивания сливок с получением готового продукта с массовой долей жира 80,0 %.

Микроскопические исследования сливок и образцов масла проводили с помощью микроскопа МБИ-6 (ЛОМО, Россия) при увеличении в 280 раз в проходящем свете с применением оранжевого светофильтра. Фотографирование осуществляли в 5-ти кратной повторности. Полученные микрофотографии обрабатывали с помощью программы «Image J».

Определение жирнокислотного состава жировой фазы масла проводили методом газовой хроматографии метиловых эфиров жирных кислот по ГОСТ 31663-2012 с использованием хроматографа «Хромос ГХ-1000» (ООО «Хромос», Россия), оснащенного капиллярной колонкой CP – Sil 88 for FAME100 $m \times 0.25 \text{ mm} \times 0.2 \mu\text{m}$ (Agilent Technologies, США). Расчет содержания метиловых эфиров жирных кислот проводили методом нормализации в программе «Хромос». Получение метиловых эфиров жирных кислот проводили по ГОСТ 31665-2012 перэтерификацией с метанольным раствором метилата натрия.

Математическую обработку данных и построение графиков проводили с использованием компьютерной программы «Microsoft Excel 2016». Для проведения попарного сравнения выборок использовали критерии Тьюки. Статистически значимый результат оценивали при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследование проводили, оценивая микроstructure сливок-сырья: подсырных (опыт) и молочных (контроль). Сравнительная оценка микроstructure сливок до окончания и после нее их физического созревания представлена на рисунке 1.

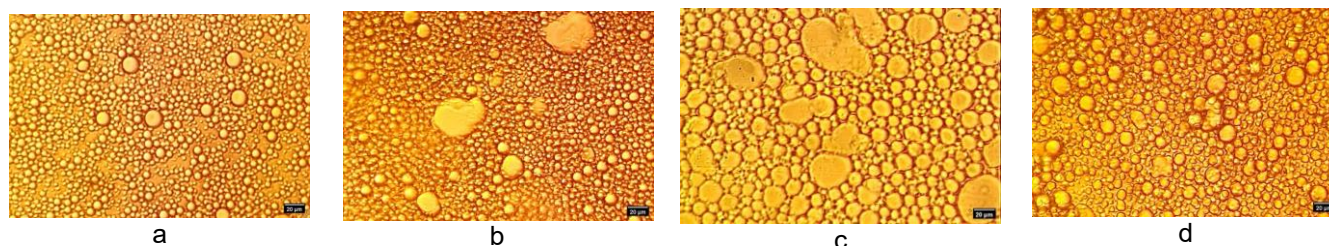


Рисунок 1 – Микроstructure молочных (а), подсырных (б); созревших молочных (с) и созревших подсырных (д) сливок

Figure 1 – Microstructure of dairy (a), whey (b); ripened dairy (c) and ripened whey (d) cream

Результаты исследования характера распределения жировых шариков в образцах сливок представлены на рисунке 2. Размеры жировых частиц в исходных сливках колеблются в диапазоне от 0,5 до 22,0 мкм. Микроstructure *исходных контрольных сливок* (а) представляет собой эмульсию, в которой жировые шарики имеют преимущественно округлую форму и равномерно распределены в дисперсионной среде. Средний диаметр жировых шариков, окруженных нативной липопротеиновой оболочкой, в исходных в молочных сливках составляет 4,7 мкм. В этих сливках количественно преобладают жировые частицы размерами от 2,0 до 6,0 мкм, доля которых составляет

69,8 % от общего их количества. Известно, что мелкие и крупные жировые шарики имеют разное происхождение. Мелкие жировые шарики выделяются в основном путем мерокриновой секреции, а самые мелкие могут синтезироваться непосредственно цитоплазмой эпителиальных секретирующих клеток [20]. Более крупные жировые шарики образуются из жира и его предшественников, которые синтезируются за пределами эпителиальных клеток. Происхождение жировых шариков влияет главным образом на температуру кристаллизации жира при пониженных температурах [21]. Крупные жировые шарики более легко разрушаются в процессе получения масла.

ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ И СОСТАВА ЖИРОВОЙ ФАЗЫ СЛИВОЧНОГО МАСЛА ИЗ МОЛОЧНЫХ И ПОДСЫРНЫХ СЛИВОК

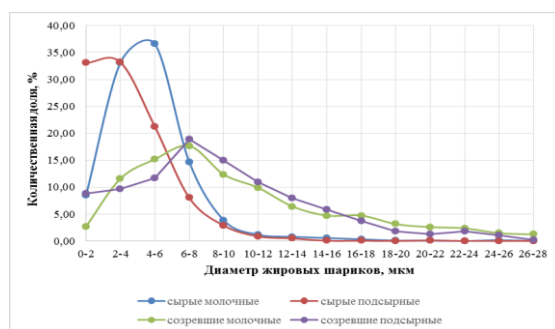


Рисунок 2 – Распределение жировых шариков в анализируемых образцах сливок

Figure 2 – Distribution of fat globules in the analyzed cream samples

Средний диаметр одиночных жировых шариков в *исходных подсырных сливках* (b) составил 3,5 мкм. Средний диаметр одиночных жировых шариков в *исходных подсырных сливках* (b) составил 3,5 мкм. На долю жировых шариков диаметром от 0,5 до 4,0 мкм приходилось 66,3 %, что указывает на более высокую дисперсность их жировой фазы. Из полученных данных (рис. 2) было установлено, что в подсырных сливках содержится жировых шариков диаметром до 4,0 мкм на 24,6 % больше, чем в молочных сливках. В подсырных сливках на фоне мелких жировых шариков было отмечено наличие отдельных конгломератов жира размерами от 44,0 до 46,0 мкм. По-видимому, это связано с формированием данных структурных элементов на основе свободного жидкого жира, присутствующего в исходной сыворотке за счет воздействия температурного и механического факторов в процессе получения сырного зерна, его вымешивания и формования сыра.

При оценке микроструктуры *созревших сливок* выявлено увеличение размеров жировых шариков в подсырных сливках. Их средний диаметр составлял 9,6 мкм. В структуре преобладали жировые шарики диаметром от 6,0 до 8,0 мкм (18,9 %). Отмечено, что в структуре подсырных сливок уменьшилось количество мелких жировых частиц. Это можно объяснить тем, что в процессе созревания оболочки жировых шариков становятся более тонкими и хрупкими, что способствует нарушению целостности оболочки и вытеканию жидкого жира из жирового шарика, который является связующим звеном для формирования более крупных частиц жира и их агломератов. Средний диаметр жировых частиц в молочных сливках составлял 11,0 мкм. В эмульсии данных сливок пре-

обладали жировые частицы диаметром от 6,0 до 8,0 мкм, и на их долю приходилось 17,6 % от общего количества частиц. В данных сливках было отмечено образование конгломератов жира размером от 28,0 до 78,0 мкм.

Таким образом, экспериментальные данные показали, что в подсырных сливках жировые частицы обладают меньшим размером, чем в молочных сливках.

Общеизвестно, что свойства сливочного масла зависят от природы и состава молочного жира и условий переработки сырья в готовый продукт. Учитывая повышенную степень дисперсности жировых шариков в подсырных сливках, логично было предполагать иной результат воздействия внешних технологических факторов на них, нежели на молочные сливки. Однако, несмотря на выявленные различия в дисперсности жировой фазы и микроструктуре, это не оказало негативного воздействия на процесс сбивания подсырных сливок. Он, как и при сбивании молочных сливок, протекал стабильно и в тех же временных рамках.

Микроструктура масла, полученного из подсырных и молочных сливок, представлена рисунке 3. Как видно из данных микрофотографии, структура масла оценивается как полидисперсная система типа «вода в масле», представляющая собой ассоциацию из разрушенных и неразрушенных жировых шариков, окруженных свободным жидким жиром с включением капель молочной плазмы. Характер распределения молочной плазмы в исследуемых образцах масла отвечает тенденции, характеризующей структуру масла, изготовленного методом сбивания сливок. Диапазон колебаний размеров капель плазмы в образцах масла составляет от 0,5 до 6,0 мкм.

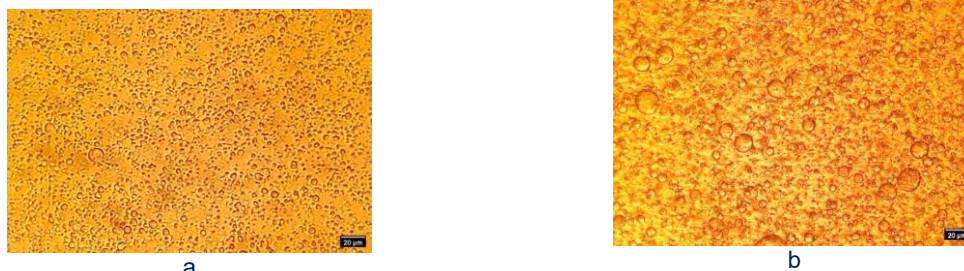


Рисунок 3 – Микроструктура масла сливочного из молочных сливок (a) и масла из подсырных сливок (b)

Figure 3 – Microstructure of butter made from dairy cream (a) and butter made from whey cream (b)

В масле из молочных сливок численно преобладают частицы размерами от 1,0 до 2,0 мкм (41,3 %). В масле из подсырных сливок содержание капель плазмы данной размерной группы больше, чем в контроле, и составляет 48,7 %. В контрольном образце большая часть плазмы представлена в виде капель размером от 0,5 до 4,0 мкм, тонко распределенных в структуре масла. В опытном масле отмечено наличие капель молочной плазмы размером от 0,6 до 4,5 мкм. Выявлено, что количество крупных капель превысило содержание таковых в контроле в 2 раза.

Таблица 1 – Жирнокислотный состав образцов масла

Table 1 – Fatty acid composition of butter samples

Наименование жирной кислоты и ее обозначение	Масло из подсырных сливок	Масло из молочных сливок	ГОСТ 32261-2013 (Приложение Б)
C _{4:0} Масляная	2,32±0,29	3,16±0,28	2,4–4,2
C _{6:0} Капроновая	1,79±0,21	2,86±0,26	1,5–3,0
C _{8:0} Каприловая	1,13±0,09	1,47±0,10	1,0–2,0
C _{10:0} Каприновая	2,68±0,11	3,09±0,11	2,0–3,8
C _{10:1} Деценовая	0,22±0,01	0,25±0,01	0,2–0,4
C _{12:0} Лауриновая	3,25±0,08	3,49±0,08	2,0–4,4
C _{14:0} Миристиновая	9,64±0,18 ^a	9,85±0,16 ^a	8,0–13,0
C _{14:1} Миристолеиновая*	1,49±0,03 ^a	1,45±0,04 ^a	0,6–1,5
C _{16:0} Пальмитиновая	28,78±0,29	26,86±0,28	21,0–33,0
C _{16:1} Пальмитолеиновая*	3,02±0,04	2,27±0,05	1,5–2,4
C _{18:0} Стеариновая	10,01±0,09	11,84±0,12	8,0–13,5
C _{18:1} Олеиновая	25,81±0,27	22,24±0,28	20,0–32,0
C _{18:2} Линолевая**	5,32±0,16	3,12±0,12	2,2–5,5
C _{18:3} Линоленовая*	0,55±0,03	0,45±0,03	до 1,5
C _{20:0} Арахидовая	0,16±0,01 ^a	0,16±0,01 ^a	до 0,3
C _{22:0} Бегеновая	0,05±0,01	0,12±0,02	до 0,1
Прочие	3,78±0,23	7,32±0,44	4,0–6,5

Примечание 1: * расчет произведен по сумме изомеров; ** расчет произведен по сумме изомеров, включая изомер линолевой кислоты с сопряженными двойными связями.
Примечание 2: значения с одинаковой буквой в одной строке существенно не различаются ($p > 0,05$), для остальных показателей значения существенно различаются ($p < 0,05$)

Особенно отмечено относительное снижение массовой доли масляной кислоты (на 36,2 %), которая относится к наиболее летучей среди жирных кислот. При этом также отмечено повышение доли жирных кислот с длиной цепи C₁₄–C₁₈. Кроме того, в подсырном масле относительное количество миристолеиновой кислоты было больше, чем в сладкосливочном масле идентичного состава на 2,8 %; пальмитолеиновой – на 33,0 %, олеиновой – на 16,0 %, линолевой – на 70,5 %, линоленовой – на 22,2 %. Выявлено снижение содержания стеариновой кислоты при одновременном повышении суммарного количества ненасыщенных жирных кислот (миристолеиновой, пальмитолеиновой и линоленовой кислот).

Выявленная разница количественного содержания летучих жирных кислот в жировой фазе масла подсырного в сравнении со сладкосливочным маслом обусловлена как имеющимися отличиями в составе сырья (молока и сыворотки молочной), так и влиянием технологических факторов на разных стадиях переработки сырья в масло.

При сравнении жирнокислотного состава жира, выделенного из подсырного и сладко-сливочного масла, установлены определенные различия. Большой удельный объем в общем количестве кислот (более 30,0 %) в подсырном масле занимают ненасыщенные жирные кислоты (C_{18:1}; C_{18:2}; C_{18:3}), которые наиболее

Происхождение сливок-сырья, а также использованные технологические параметры производства масла в разной мере оказывают влияние на состояние и качество жировой фазы продукта. Проведенными исследованиями (таблица 1) установлено, что в масле, изготовленном из подсырных сливок, в сравнении с маслом из молочных сливок, наблюдалась тенденция небольшого снижения массовой доли низкомолекулярных насыщенных жирных кислот C₄–C₁₀, что можно связать частичной трансформацией жира под воздействием липолитических ферментов [19].

активно влияют на стабильность жировой фазы продукта к окислению. Полученные результаты подтверждаются литературными данными [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. С помощью микрокопирования установлены размеры жировых частиц опытных и контрольных сливок. Установлено, что в подсырных сливках содержится жировых шариков диаметром до 4,0 мкм на 24,6 % больше, чем в молочных сливках. В них же отмечено наличие отдельных конгломератов жира размерами от 44,0 до 46,0 мкм.

2. При оценке микроструктуры созревших сливок выявлено увеличение размеров жировых шариков в подсырных сливках. Их средний диаметр составлял 9,6 мкм. В структуре преобладали жировые шарики диаметром от 6,0 до 8,0 мкм (18,9 %).

3. Проведенными исследованиями выявлено, что в процессе изготовления подсырного масла наблюдалась тенденция снижения массовой доли низкомолекулярных насыщенных жирных кислот C₄–C₁₀ в масле, изготовленном сравнительно с маслом из молочных сливок. Особенно отмечено изменение массовой доли масляной кислоты (на 36,2 %), которая относится к наиболее летучей среди кислот этого семейства. При этом отмечено

ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ И СОСТАВА ЖИРОВОЙ ФАЗЫ СЛИВОЧНОГО МАСЛА ИЗ МОЛОЧНЫХ И ПОДСЫРНЫХ СЛИВОК

повышение доли ненасыщенных жирных кислот с длиной цепи C₁₄–C₁₈.

4. Установлено, что выявленная разница количественного содержания летучих жирных кислот в жировой фазе масла подсырного в сравнении со сладкосливочным маслом обусловлена как имеющимися отличиями в жирнокислотном составе сырья (молока и сыворотки молочной), так и влиянием технологических факторов на разных стадиях переработки сырья в масло.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Храмцов А.Г., Борисенко А.А., Евдокимов И.А., Борисенко А.А., Брачихин А.А., Борисенко Л.А. Эволюция переработки молочной сыворотки: прошлое, настоящее, будущее (часть 2). Современная наука и инновации. 2021; (3): 126–139. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2021.3.12>.
2. Климова М.Л. Инновационные технологии повышения рентабельности молокоперерабатывающих предприятий: переработка молочной сыворотки. Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. 2011; (6): 104–121.
3. Кручинин А.Г. Современное состояние рынка вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности / А.Г. Кручинин, А.В. Бигаева, С.Н. Туровская, Е.Е. Илларионова // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1. С. 140–149. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.018.
4. Топникова Е.В., Волкова Т.А. (2023). Вопросы переработки молочной сыворотки. Сыроделие и маслоделие. 2023. № 4. С. 76–80.
5. Мельникова Е.И., Станиславская Е.Б. Получение и применение микропартикулята сывороточных белков в технологии производства сметаны. Пищевые системы. 2021; 4(2):117–125. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2020-4-2-117-125>.
6. Rama G.R., Kuhn D., Beux S., Maciel M.J. & de Souza C.F.V. (2019). Potential applications of dairy whey for the production of lactic acid bacteria cultures. International Dairy Journal, 98, 25–37. (In Russ.) doi: 10.1016/j.idairyj.2019.06.012.
7. Kilara A. (2015). Whey and whey products. Dairy processing and quality assurance, 349–366. <https://doi.org/10.1002/9781118810279.ch15>.
8. Lappa I.K., Papadaki A., Kachrimanidou V., Terpou A., Koulougliotis D., Eriotou E. & Kopsahelis N. (2019). Cheese whey processing: integrated biorefinery concepts and emerging food applications. Foods, 8(8), 347. (In Russ.). doi.org/10.3390/foods8080347.
9. Panghal A., Patidar R., Jaglan S., Chhikara N., Khatkar S.K., Gat Y. & Sindhu N. (2018). Whey valorization: current options and future scenario - a critical review. Nutrition & Food Science, 48(3), 520–535. (In Russ.) doi.org/10.1108/NFS-01-2018-0017.
10. Храмцов А. Г. Переработка вторсырья. 2003.
11. Вышемирский Ф.А., Красуля Н.Г. & Иванова Н.В. (2003). Новая технология сливочного подсырного масла. Сыроделие и маслоделие, 4, 3–5.
12. Грищенко А.Д. (1983). Сливочное масло. Москва : Легкая и пищевая промышленность. 20–21.
13. Rønholt S., Mortensen K. & Knudsen J.C. (2013). The effective factors on the structure of butter and other milk fat-based products. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 12(5), 468–482. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12022>.
14. Rønholt S., Kirkensgaard J.J.K., Mortensen K., Knudsen J.C. (2014). Effect of cream cooling rate and water

content on butter microstructure during four weeks of storage. Food Hydrocolloids, 34, 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.10>.

15. Rønholt S., Kirkensgaard J.J.K., Pedersen T.B., Mortensen K. & Knudsen J.C. (2012). Polymorphism, microstructure and rheology of butter. Effects of cream heat treatment. Food chemistry, 135(3), 1730–1739. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.087>.

16. El-Bakry M., Sanchez A. & Mehta B.M. (Eds.). (2018). Microstructure of Dairy Products. Chichester (UK): John Wiley & Sons Ltd. 145–171.

17. Aly A.H. (2009). Fatty acid composition, textural and organoleptic properties of whey butter. Journal of Food and Dairy Sciences, 34(4), 3081–3094.

18. Jinjarak S., Olabi A., Jiménez-Flores R. & Walker J.H. (2006). Sensory, functional, and analytical comparisons of whey butter with other butters. Journal of Dairy Science, 89(7), 2428–2440. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72316-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72316-5).

19. Мордвинова В.А., Топникова Е.В., Данилова Е.С., Остроухова И.Л. (2022). Влияние изменений в жировой фазе на особенности формирования показателей качества полутвердых и твердых сыров. Пищевые системы, 5(4), 361–368. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-4-361-368>.

20. Рашевская Т.А. (2011). Растительные пищевые добавки для регулирования наноструктуры сливочного масла. Сыроделие и маслоделие, 5, 49–51.

21. El-Bakry M., Sanchez A. & Mehta B.M. (Eds.). (2018). Microstructure of Dairy Products. Chichester (UK): John Wiley & Sons Ltd. 145–171.

Информация об авторах

Т. А. Павлова – кандидат технических наук, научный сотрудник направления исследований жировой фазы молочной продукции ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

А. А. Афанасьева – младший научный сотрудник направления исследований по технологии сливочного и топленого масла ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Ю. С. Сумеркина – инженер I категории направления исследований жировой фазы молочной продукции ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Information about the authors

T.A. Pavlova - Candidate of Technical Sciences, Researcher in the direction of studies of the fat phase of dairy products of VNIIMS - Branch of Gorbатов Federal Research Center for Food Systems.

A.A. Afanasieva - Junior Researcher in the direction of research on the technology of butter and ghee of VNIIMS - Branch of Gorbатов Federal Research Center for Food Systems.

Yu.S. Sumerkina - Engineer of the 1st category of the direction of research of the fat phase of dairy products VNIIMS - Branch of Gorbатов Federal Research Center for Food Systems.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 30 октября 2024; одобрена после рецензирования 20 мая 2025; принята к публикации 26 мая 2025.

The article was received by the editorial board on 30 Oct 2024; approved after editing on 20 May 2025; accepted for publication on 26 May 2025.