ОЦЕНКА ТРИГЛИЦЕРИДНОГО СОСТАВА
СЫРОГО КОРОВЬЕГО МОЛОКА

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Александра Олеговна Евсюкова, младший научный сотрудник
E-mail: a_evsyukova@vnimi.org
Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, г. Москва

Проведены исследования сырого коровьего молока из различных фермерских хозяйств по комплексу показателей, включая оценку жировой фазы, в том числе жирнокислотный и триглицеридный состав. В результате исследований были установлены минимальные и максимальные значения по каждой из исследуемых жирных кислот, определена зависимость их содержания от различных факторов. При анализе триглицеридного состава были определены «доминирующие» группы (семейства) триглицеридов и их массовая доля, характерная для молочного жира коровьего молока. Проведенные исследования позволили оценить жировую фазу образцов сырого молока, среди которых были выявлены образцы с измененным триглицеридным составом, что позволило сделать вывод о наличии говяжьего жира в смеси с молочным жиром. По результатам выполненной работы к основным идентификационным группам триглицеридов были отнесены: C_{50}, C_{52} и C_{54}, характерные для молочного жира коровьего молока, то есть «доминирующие» при проведении анализа жировой фазы образца на наличие говяжьего жира. Подтверждена эффективность метода идентификации жировой фазы молока путем определения триглицеридного состава.

Ключевые слова: молоко, молочный жир, жировая фаза, жирные кислоты, триглицириды, идентификация

Для цитирования: Евсюкова, А. О. Оценка триглицеридного состава сырого коровьего молока / А. О. Евсюкова // Молочная промышленность. 2024. № 3. С. 43–49. https://www.doi.org/10.21603/1019-8946-2024-3-4

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день коровье молоко является наиболее распространенным продуктом, пригодным как для непосредственного употребления в пищу, так и для переработки. Это связано с большим распространением содержания коров по всему миру за счет ряда преимуществ: долголетия, высоких объемов получения молока и толерантности к различным климатическим условиям (за исключением экстремальных). Одомашнивание данных животных во многом поспособствовало удовлетворению потребностей человека в мясе и молоке. Поэтому, по мере увеличения численности населения, растет и потребность в большем количестве крупного рогатого скота.

Одним из основных компонентов в коровьем молоке является молочный жир (липиды), наряду с белком и лактозой. Молочный жир удовлетворяет потребность организма человека в энергии и пищевых веществах за счет содержания в нем: жирорастворимых витаминов, фосфолипидов, три-, ди- и моноглицеридов и жирных кислот (насыщенных, ненасыщенных, свободных, ω-3, ω-6 и ω-9) [1, 2]. Помимо этого, состав молочного жира оказывает непосредственное влияние на физико-химические свойства готового молочного продукта [3, 4, 5, 6], и, следовательно, на технологические свойства молока, включая его дальнейшую переработку.

Состав молочного жира в основном представлен триглицеридами (ТАГ/ТГ/TG), они составляют 98 %. Исследованиями было определено, что расположение жирных кислот в структуре триглицерида во многом влияет на физико-химические свойства жира: температуру плавления, поведение при кристаллизации, эмульгируемость, растворимость, поверхностную и межфазовую активность, активность липазы, возможно, и на специфические структурные характеристики мембраны жировых шариков молока, их устойчивость к окислению, реологическим свойствам и т. д. [7]. Уже известно, что в коровьем молоке присутствует около 400 жирных кислот [8], из которых, теоретически, могут быть получены многие тысячи случайных комбинаций триглицеридов [9].

В настоящее время полностью не выяснено как происходит формирование структуры триглицеридов, т. е. за счет последовательности каких химических реакций и влияния каких физических факторов происходит встраивание тех или иных жирных кислот в молекулу глицерида. Из-за этого пока не установлена прямая зависимость между сформированными комбинациями триглицеридов и свойствами жира. В связи с чем при поведении исследований принята во внимание идентификация триглицеридов по классам (семействам), где C_{24}–C_{34} – короткоцепочные, C_{36}–C_{44} – среднецепочные, C_{46}–C_{54} – длинноцепочные.

По литературным данным установлено, что такие факторы, как порода животных и их генотип, кормление, сезон и стадия лактации влияют на концентрацию отдельных типов триглицеридов [10, 11, 12, 13, 14], содержащихся в жире. Из зарубежных исследований

Источник изображения: pexels.com

стало известно о 3454 видах триглицеридов с различным составом жирных кислот. У 220 групп триглицеридов установлена молекулярная концентрация, также обнаружено, что низкомолекулярные жирные кислоты ($C_{2:0}$ и пропионовая $C_{3:0}$) участвуют в синтезе триглицеридов [9]. Группой ученых проведено исследование триглицеридного состава жировой фазы молока у голштино-фризской породы, где подтверждено влияние фактора сезонной лактации коров на триглицеридный состав молочного жира. В результате проведенного исследования ими было выявлено 236 специфических триглицеридов, характерных для зимнего периода лактации, и 105 – для летнего [15].

Изучение состава триглицеридов может способствовать выявлению специфических маркеров, позволяющих осуществлять идентификацию молочного сырья и продуктов на его основе. Поэтому исследование и сбор аналитической информации относительно триглицеридного состава молочного жира в настоящий момент является актуальной задачей.

Собранная информация, в дальнейшем, может способствовать выявлению влияющих факторов, включая и региональные особенности на состав жировой фазы коровьего молока.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились на базе лаборатории технохимического контроля и арбитражных методов анализа в ФГАНУ «ВНИМИ». Объектами исследования являлись 27 образцов сырого молока, отобранных с различных ферм, в том числе и с ферм Республики Беларусь.

Пробоподготовка образца осуществлялась в соответствии с ГОСТ 32915-2014 «Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии», путем экстрагирования жира на роторном испарителе с водяной баней из 50 см^3 образца молока, предварительно смешанного с 150 см^3 гексана. Полученный жир в объеме 100 мкл растворяли в 2 см^3 гексана и добавляли 100 мкл 5 % метилата натрия, пробу интенсивно встряхивали и после отстаивания отбирали верхний слой на хроматографирование. По данной схеме проводилось исследование жирнокислотного состава.

Исследование триглициридного состава проводилось по ГОСТ Р 70238-2022 «Молоко и молочная продукция. Метод идентификации состава жировой фазы и определение массовой доли молоч-

ного жира». Полученный после экстрагирования жир в объеме 100 мкл растворяли в 2 см^3 гексана, перемешивали и пробу переносили в виалу для последующего хроматографического исследования.

Анализ жирнокислотного и триглицеридного состава проводили методом газовой хроматографии с использованием хроматографа «Кристаллюкс 4000М» с ПИД-детектором и программным обеспечением для обработки хроматографических данных «NetChrom».

Для разделения жирных кислот применялась кварцевая капиллярная колонка Supelco-2560 100 m × 0,25 mm × 0,2 μm (Sigma-Aldrich, США), неподвижная фаза FFAP. Режим разделения: расход газа-носителя – 40 мл/мин (азот); давление на капиллярной колонке – 2,8 атм; $T_{детектора}$ – 260 °С; $T_{испарителя}$ – 230 °С; температурный градиент: 100 °С (выдержка 5 мин) – 15 °С/мин до 165 °С (выдержка 1 мин) – 2 °С/мин до 240 °С; объем вкола пробы – 1 мкл. Расчет состава метиловых эфиров жирных кислот проводился методом внутренней нормализации. Идентификацию смеси проводили с использованием стандарта метиловых эфиров жирных кислот Supelco FAME 37mix components.

Для исследования триглицеридного состава применялась капиллярная кварцевая колонка RESTEK RTX-65TG 30 m × 0,25 mm × 0,1μm (RESTEK, США), неподвижная фаза 65 % дифенил и 35 % диметилполисилоксан. Режим разделения: расход газа-носителя – 40 мл/мин (азот); давление на капиллярной колонке – 2,8 атм; $T_{детектора}$ – 370 °С; $T_{испарителя}$ – 320 °С; температурный градиент: 200 °С – 5 °С/мин до 360 °С (выдержка 4 мин); объем вкола пробы – 1 мкл. Идентификацию смеси проводили с использованием стандарта триглицеридов RM 519 (Community Bureau of Reference BCR). Количественный расчет – методом внутренней нормализации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты исследований позволили систематизировать данные и установить минимальное и максимальное значение по каждой жирной кислоте, определив, также, и среднее значение по всем исследованным образцам. Среди 27 исследованных образцов жировая фаза 25 образцов сырого молока соответствовала установленным нормативным значениям и была отмечена как не фальсифицированная жирами немолочного происхождения. Данные по образцам, не соответствующим установленным нормированным значениям были проанализированы отдельно. В таблице 1 представлено содержание основных жирных кислот в сыром коровьем молоке по результатам анализа 25 образцов жировой фазы сырого молока.

Источник изображения: pexels.com

По полученным данным можно сделать вывод о том, что жировая фаза всех исследованных образцов молока укладывается в нормативные требования, установленные для молочного жира коровьего молока. При анализе хроматограмм отмечено, что при низком значении масляной кислоты ($C_{4:0}$) значение пальмитиновой кислоты ($C_{16:0}$) стремится к максимально допустимому значению и наоборот, при сниженном значении пальмитиновой кислоты ($C_{16:0}$) снижается количество стеариновой ($C_{18:0}$) (приближаясь к минимально допустимой отметке), возрастает значение миристиновой ($C_{14:0}$) кислоты. Стоит отметить, что во всех образцах значение линолевой кислоты ($C_{18:2}$) не превышало верхнюю границу нормы (не более 5,5 %), что может свидетельствовать об отсутствии примеси растительных жиров.

В связи с тем, что жирнокислотный состав жировой фазы молока неинформативен при фальсификации животными жирами, то данные образцы были проанализированы и по триглицеридному составу (табл. 2).

Таблица 1
Жирнокислотный состав 25 образцов сырого молока

Наименование жирных кислот	Массовая доля, %			
	Минимальное значение (n = 25)	Максимальное значение (n = 25)	Среднее значение (n = 25)	Нормированное значение*
Масляная ($C_{4:0}$)	3,00	3,68	3,39	2,4–4,2
Капроновая ($C_{6:0}$)	2,20	2,93	2,62	1,5–3,0
Каприловая ($C_{8:0}$)	1,01	1,73	1,43	1,0–2,0
Каприновая ($C_{10:0}$)	2,08	3,80	3,11	2,0–3,8
Лауриновая ($C_{12:0}$)	2,49	3,80	3,26	2,0–4,4
Миристиновая ($C_{14:0}$)	8,93	12,95	11,07	8,0–13,0
Пальмитиновая ($C_{16:0}$)	24,03	33,24	27,25	21,0–33,0
Стеариновая ($C_{18:0}$)	7,94	11,67	9,71	8,0–13,5
Элаидиновая ($C_{18:1}$ *trans*)	1,28	2,52	1,90	–
Олеиновая ($C_{18:1}$ *cis*)	20,28	27,26	23,01	20,0–32,0
Линолелаидиновая ($C_{18:2}$ *trans*)	0,19	1,05	0,57	–
Линолевая ($C_{18:2}$ *cis*)	1,45	2,86	2,32	2,2–5,5
Линоленовая ($C_{18:3}$ *n3*)	0,06	0,76	0,38	до 1,5
Арахиновая ($C_{20:0}$)	0,05	0,76	0,18	до 0,3

* – по ГОСТ 32261-2013

Таблица 2
Триглицеридный состав 25 образцов сырого молока

Семейства триглицеридов	Диапазон масс, %			
	Минимальный (n = 25)	Максимальный (n = 25)	Средний (n = 25)	Нормированное значение *
C_{24}	0,24	0,40	0,30	0,15–0,39
C_{26}	0,61	1,03	0,88	0,51–1,05
C_{28}	0,70	1,22	1,00	0,76–1,19
C_{30}	0,16	2,07	1,68	1,27–1,78
C_{32}	2,60	4,06	**3,57**	2,54–3,34
C_{34}	6,65	8,42	7,67	4,01–8,02
C_{36}	11,20	13,68	**12,94**	9,08–14,01
C_{38}	11,94	14,27	**13,10**	11,04–15,09
C_{40}	9,12	10,93	9,96	9,02–13,01
C_{42}	5,92	8,52	**7,82**	6,57–7,57
C_{44}	5,74	8,20	**7,47**	4,52–7,04
C_{46}	6,50	8,38	**7,81**	5,0–6,59
C_{48}	6,54	8,89	8,48	6,51–10,04
C_{50}	8,02	11,68	9,13	8,06–12,08
C_{52}	4,93	10,05	**6,35**	7,08–11,02
C_{54}	1,05	2,84	**1,69**	2,01–4,07

* – ГОСТ Р 70238-2022 (Приложение Б, Таб. Б.1)

Характерными семействами триглицеридов для исследованных образцов сырого коровьего молока можно отнести группы: C_{32}, C_{36}, C_{38}, C_{42}, C_{44}, C_{46}, C_{52} и C_{54}. Полученные результаты отличаются от установленных нормированных значений согласно ГОСТ Р 70238-2022. Стоит отметить, что семейства триглицеридов C_{42} и C_{46} находятся в одном диапазоне значений, максимальная разница между ними составила ± 0,2 %. Подобная взаимосвязь не наблюдалась при анализе жировой фазы сырого молока, в образцах которого не было выявлено жиров немолочного происхождения. Группы C_{36} и C_{38} единственные, у которых сохранялся средний диапазон значений от 12,5 % до 13,5 %, поэтому их можно отнести к «доминирующими» группам триглицеридов.

Источник изображения: bexgiz.com

Среди 27 исследованных образцов жировой фазы сырого молока было выявлено два образца молока с отклонениями по жирнокислотному составу. Полученные по ним результаты были обработаны, проанализированы и представлены в таблице 3 и на рисунке 1.

В данных образцах коровьего молока можно отметить низкое содержание следующих жирных кислот: каприловой ($C_{8:0}$), каприновой ($C_{10:0}$) и лауриновой ($C_{12:0}$), в образце 1 также и миристиновой ($C_{14:0}$). Данные жирные кислоты являются характерными для молочного жира. При этом в образце 1 также зафиксировано превышение содержания олеиновой кислоты

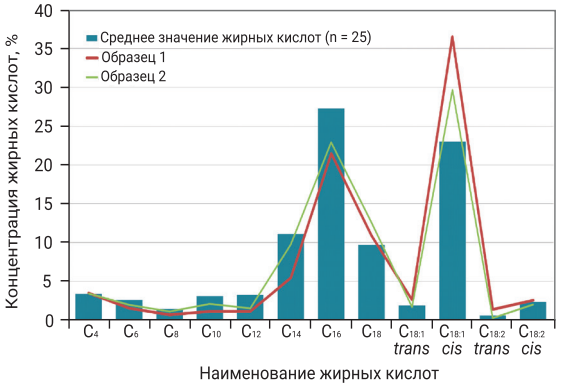

Рисунок 1. Визуализация отклонений по жирнокислотному составу образцов молока

Таблица 3

Образцы с выявленными отклонениями по жирнокислотному составу

Жирные кислоты	Массовая доля, %			
	Среднее значение (n = 25)	Образец 1	Образец 2	Нормированное значение *
Масляная ($C_{4:0}$)	3,39	**3,48**	**3,42**	2,4–4,2
Капроновая ($C_{6:0}$)	2,62	**1,55**	**1,96**	1,5–3,0
Каприловая ($C_{8:0}$)	1,43	**0,67**	**1,11**	1,0–2,0
Каприновая ($C_{10:0}$)	3,11	**1,12**	**2,07**	2,0–3,8
Лауриновая ($C_{12:0}$)	3,26	**1,12**	**1,53**	2,0–4,4
Миристиновая ($C_{14:0}$)	11,07	**5,46**	**9,74**	8,0–13,0
Пальмитиновая ($C_{16:0}$)	27,25	**21,47**	**22,90**	21,0–33,0
Стеариновая ($C_{18:0}$)	9,71	**10,88**	**12,53**	8,0–13,5
Элаидиновая ($C_{18:1}$ *trans*)	1,90	**2,62**	**1,68**	–
Олеиновая ($C_{18:1}$ *cis*)	23,01	**36,53**	**29,66**	20,0–32,0
Линолелаидиновая ($C_{18:2}$ *trans*)	0,57	**1,39**	**0,27**	–
Линолевая ($C_{18:2}$ *cis*)	2,32	**2,57**	**1,99**	2,2–5,5
Линоленовая ($C_{18:3}$ *n3*)	0,38	**0,37**	**0,62**	до 1,5
Арахиновая ($C_{20:0}$)	0,18	**0,19**	**0,23**	до 0,3

* – по ГОСТ 32261-2013

на 12,0 % (от нормы), а в образце 2 на 5,0 % (при обычной норме для сырого молока в 24,0 % [10]). Совокупность данных признаков может свидетельствовать об изменении состава молочного жира, которое, в том числе, может быть обусловлено и фальсификацией жирами немолочного происхождения. Для подтверждения данных предположений проведено исследование триглицеридного состава (табл. 4 и рис. 2).

Как видно из полученных данных, наибольшее отклонение отмечено в группах C_{50}, C_{52} и C_{54}. Данные группы можно отнести к характерным, то есть «доминирующими» при проведении анализа жировой фазы образца при наличие говяжьего жира.

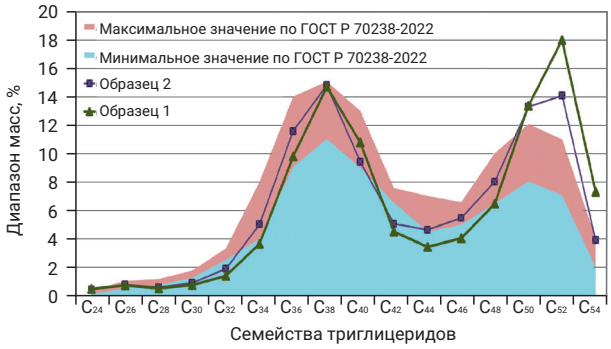

Рисунок 2. Визуализация отклонений по триглицеридному составу образцов молока

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 70238-2022 рассчитана массовая доля говяжьего жира (по формуле из ГОСТ Р 70238-2022 п. 8.5.2).

$$ГЖ = 2{,}0355 - 1{,}2193wc_{38} - 2{,}9015wc_{44} + \\ +0{,}8284wc_{48} + 0{,}953wc_{50} + \\ +1{,}7163wc_{52} - 0{,}08638wc_{54}$$

где значения для образца 1: C_{38} – 14,17, C_{44} – 3,44, C_{48} – 6,46, C_{50} – 13,36, C_{52} – 18,01, C54 – 7,31; для образца 2: C_{38} – 14,81, C_{44} – 4,64, C_{48} – 8,03, C_{50} – 13,31, C_{52} – 14,08, C_{54} – 3,93.

По результатам расчета были получены следующие значения, указывающие на вероятный подмес говяжьего жира в жировую фазу исследованных образцов: образец 1 – 22,46 %, образец 2 – 13,66 %.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что наиболее эффективным методом для идентификационной оценки фальсификации молочного жира служит исследование триглицеридного состава.

ВЫВОДЫ

Проведенные результаты исследований жирнокислотного и триглициридного состава жировой фазы сырого коровьего молока показали, что три-

Таблица 4

Триглицеридный состав жировой фазы образцов с отклонениями по жирнокислотному составу

Семейства триглицеридов	Диапазон масс, %			
	Средний (n = 25)	Образец 1	Образец 2	Нормированное значение *
C_{24}	0,30	0,47	0,43	0,15–0,39
C_{26}	0,88	0,74	0,79	0,51–1,05
C_{28}	1,00	0,52	0,59	0,76–1,19
C_{30}	1,68	0,75	0,92	1,27–1,78
C_{32}	3,57	1,40	1,90	2,54–3,34
C_{34}	7,67	3,65	5,03	4,01–8,02
C_{36}	12,94	9,81	11,57	9,08–14,01
C_{38}	13,10	14,71	14,81	11,04–15,09
C_{40}	9,96	10,80	9,43	9,02–13,01
C_{42}	7,82	4,51	5,07	6,57–7,57
C_{44}	7,47	3,44	4,64	4,52–7,04
C_{46}	7,81	4,05	5,48	5,0–6,59
C_{48}	8,48	6,46	8,03	6,51–10,04
C_{50}	9,13	**13,36**	**13,31**	8,06–12,08
C_{52}	6,35	**18,01**	**14,08**	7,08–11,02
C_{54}	1,69	**7,31**	3,93	2,01–4,07

* – ГОСТ Р 70238–2022 (Приложение Б, Таб. Б.1)

глицеридный состав позволяет наиболее полно определить идентификационные характеристики жировой фазы, в том числе при наличии в жировой фазе исследуемого образца жиров животного происхождения. Впоследствии, данная методика может быть эффективна и при анализе молочных продуктов, в том числе и молокосодержащих.

Выявленные зависимости в отношении триглициридного состава могут позволить наиболее точно характеризовать и идентифицировать жировую фазу молочного сырья. Поэтому сбор информации по оценке состава жировой фазы сырого молока является необходимым ресурсом в решении не только методологических, но и технологических задач, стоящих перед производством.

Полученная информация в дальнейшем может быть полезна для формирования идентификационных характеристик жировой фазы молочного сырья в зависимости от состава молока и его региональной принадлежности. ■

TRIGLYCERIDE COMPOSITION OF UNPROCESSED COW'S MILK

Alexandra O. Evsiukova
All-Russian Dairy Research Institute, Moscow

ORIGINAL ARTICLE

The research compared fresh cow's milk from various farms on a number of indicators, including fatty acid and triglyceride composition. The resulting minimal and maximal values for each fatty acid made it possible to reveal the effect of various factors on the fatty acid composition. The triglyceride test demonstrated the dominant triglycerides and their mass fraction typical of cow's milk fat. Some samples had an altered triglyceride composition with bovine fat mixed with milk fat. The main triglyceride groups were classified as C50, C52 and C54, which are characteristic of cow's milk fat: they proved dominant when the fat phase samples were analyzed for bovine fat. The method proved effective in cow's milk fat phase triglyceride tests.

Keywords: milk, milk fat, fat phase, fatty acids, triglycerides, identification

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Haug, A.** Bovine milk in human nutrition-a review / A. Haug, A. T. Hostmark, O. M. Harstad // Lipids in health and disease. 2007. Vol. 6. № 25. https://doi.org/10.1186/1476-511X-6-25
2. **Küllenberg, D.** Health effects of dietary phospholipids / D. Küllenberg [et al.] // Lipids in health and disease. 2012. Vol. 11. № 3. https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-3
3. **Smiddy, M. A.** Triacylglycerol and melting profiles of milk fat from several species. / M. A. Smiddy, T. Huppertz , S. M. van Ruth. // International Dairy Journal. 2012. Vol. 24 . № 2. P. 64–69. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.07.001
4. **Bolling, J. C.** Processing effects on physicochemical properties of creams formulated with modified milk fat. / J. C. Bolling [et al.] //Journal of dairy science. 2005. Vol. 88. Is. 4. P. 1342–1351. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72800-9
5. **Hanuš, O.** Role of Fatty Acids in Milk Fat and the Influence of Selected Factors on Their Variability-A Review / O. Hanuš [et al.] // Molecules. 2018. Vol. 23 (7). P. 1636. https://doi.org/10.3390/molecules23071636
6. **Жижин, Н. А.** Исследование корреляции жирнокислотного состава и триглицеридного профиля с процессом протекания окислительной порчи молочного жира / Н. А. Жижин. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 4. С. 108–116. https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-4-108-116; https://elibrary.ru/lkjaey
7. **Jensen, R. G.** Triglyceride Structure of Cow's Milk Fat. A Review / R. G. Jensen, J. Sampugna. // Journal of Dairy Science. 1966. Vol. 49. Is. 5. P. 460–468. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(66)87897-9
8. **Amores, G.** Total and Free Fatty Acids Analysis in Milk and Dairy Fat / Amores G., Virto M. // Separations. MDPI AG. 2019. Vol. 6 (1). P. 22. https://doi.org/10.3390/separations6010014
9. **Liu, Z.** Comprehensive Characterization of Bovine Milk Lipids: Triglycerides. / Z. Liu [et al.] // ACS omega. 2020. Vol. 5. Is. 21. P. 12573–12582. https://doi.org/10.1021/acsomega.0c01841
10. **Жижин, Н. А.** Разработка алгоритма аутентификации жировой фазы молока и молочной продукции : дис.канд. тех. наук: 05.18.04 : защищена 26.05.02 / Н. А. Жижин. – Москва. – 2020. – 146 с.
11. **Smiddy, M. A.** Triacylglycerol and melting profiles of milk fat from several species / M. A. Smiddy, T. Huppertz, S. M. van Ruth // International Dairy Journal. 2012. Vol. 24. Is. 2. P. 64–69. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.07.001
12. **Tzompa-Sosa, D. A.** Influence of C16:0 and long-chain saturated fatty acids on normal variation of bovine milk fat triacylglycerol structure. / D. A. Tzompa-Sosa [et al.] // Journal of Dairy Science. 2014. Vol. 97. Is. 7. P. 4542–4551. https://doi.org/doi:10.3168/jds.2014-7937
13. **Morrison, I. M.** Triglyceride composition of bovine milk fat with elevated levels of linoleic acid. Lipids. / I. M. Morrison, J. C. Hawke // Lipids. 1977. Vol. 12. Is. 12. P. 994–1004. https://doi.org/10.1007/BF02533325
14. **Gonzalez, G. O.** Milk triglycerides from dairy cows abomasally infused with increasing amounts of high-oleic sunflower fatty acids. / G. O. Gonzalez, E. G. Perkins, J. K. Drackley // Journal of Dairy Science. 2023. Vol. 106. Is. 4. P. 2428–2437. https://doi.org/10.3168/jds.2022-22710
15. **Verma, A.** Comparative Analysis of Milk Triglycerides Profile between Jaffarabadi Buffalo and Holstein Friesian Cow / A. Verma [et al.] // Metabolites. 2020. Vol. 10(12). P. 507. https://doi.org/10.3390/metabo10120507