

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ /
BIOTECHNOLOGY OF FOOD AND BIOLOGICAL ACTIVE SUBSTANCES

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.37.3>

ПОКАЗАТЕЛИ ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ

Научная статья

Макаров А.В.^{1,*}, Ханипова В.А.², Землянский Р.Д.³

¹ ORCID : 0000-0002-2593-207X;

² ORCID : 0000-0002-3088-2628;

³ ORCID : 0000-0002-0142-9955;

^{1,2,3} Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (andmak83[at]yandex.ru)

Аннотация

Молоко и молочные продукты содержат большое количество элементов, необходимых для человека, одними из них являются жирные кислоты. Они необходимы организму для развития, а также поддержания физиологического благополучия организма. Наличие данных компонентов изменяется в зависимости от производственного влияния на молоко, а также содержание этих компонентов определяет фальсификацию молочной продукции. Целью данной работы послужило изучение показателей жирно-кислотного состава в процессе производства различных сортов мягких сыров. Исследуемым материалом являлись молоко, подсырная сыворотка и сыры, полученные на научно-инновационной производственной лаборатории "LacCor". В данной статье проанализировано изменение жирно-кислотного состава молока в производственном процессе приготовления сыров, охарактеризован процесс перехода жирных кислот от сырья – молока – в конечный продукт – сыр, а также побочный продукт – сыворотку. Проанализировано изменение биологической эффективности жирных кислот молока в производственном процессе сыроделия.

Ключевые слова: жир, сыр, молоко, жирные кислоты, скор, рикотта, халлуми, моцарелла.

PARAMETERS OF FATTY ACID COMPOSITION IN THE CHEESE PRODUCTION PROCESS

Research article

Makarov A.V.^{1,*}, Khanipova V.A.², Zemlyansky R.D.³

¹ ORCID : 0000-0002-2593-207X;

² ORCID : 0000-0002-3088-2628;

³ ORCID : 0000-0002-0142-9955;

^{1,2,3} Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation

* Corresponding author (andmak83[at]yandex.ru)

Abstract

Milk and dairy products contain numerous elements essential for humans, one of them being fatty acids. They are necessary for the body development, as well as for maintaining the physiological well-being of the organism. The presence of these components varies depending on the production influence on milk, and also the content of these components determines the adulteration of dairy products. The aim of this work was to study the parameters of fatty acid composition in the process of production of different varieties of soft cheeses. The researched material was milk, cheese whey and cheeses obtained at the scientific and innovative production laboratory "LacCor". In this article the change of fatty acid composition of milk in the production process of cheese making is analysed, the process of fatty acids transfer from raw material – milk – to the final product – cheese, as well as its by-product – whey – is characterized. The change of biological efficiency of fatty acids of milk in the production process of cheese making is analysed.

Keywords: fat, cheese, milk, fatty acids, score, ricotta, halloumi, mozzarella.

Введение

Качество продукта во многом определяется его составом. При этом, чтобы максимально раскрыть потенциал продукта, а также свести к минимуму нежелательные негативные эффекты, необходимо максимально подробно изучить продукт.

Молоко, сыр, сыворотка – это продукты, в которых преобладают вещества, необходимые для энергетического и пластического обмена в организме. Они содержат жирные кислоты, недостаток которых приводит к снижению естественной резистентности организма, что может привести к различным нарушениям в работе систем организма [1], [2]. Однако бывают и обратные ситуации, при которых необходимо ограничить потребление этих веществ, в связи с теми или иными индивидуальными заболеваниями и расстройствами потребителя.

Необходимость четко отслеживать количество, а также качество жирных кислот в молочных продуктах, обуславливается также фальсификацией со стороны производителей и поставщиков продукции. По данным Россельхознадзора на состояние 2020 г., на территории Российской Федерации общая доля от фальсифицированного молока и молочной продукции составляет около 17%. Такая фальсификация приводит к снижению пользы продукции, при этом её цена остается на уровне качественных товаров, а реализация может принести вред организму [3], [4].

Методы и принципы исследования

Материалом исследования служили образцы молока, подсырной сыворотки и сыров, отбирались из научно-инновационной производственной лаборатории «ЛасСог». Молоко и подсырная сыворотка отбирались согласно ГОСТу 26809.1 – «Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1. Молоко, молочные, молочные составные и молокосодержащие продукты». Сыры отбирались согласно ГОСТу 26809.2 – «Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 2. Масло из коровьего молока, спреды, сыры и сырные продукты, плавленые сыры и плавленые сырные продукты». Пробы отбирали на каждом этапе производства: молоко и подсырную сыворотку в объеме 500 мл в стерильную стеклянную тару, сырную массу 250 г в целлофановые пакеты.

Исследуемое молоко поступает в НИПС «ЛакКор» от ООО «Емельяновское» Емельяновского района Красноярского края. Отбор сырья проводился в НИПС «ЛакКор» ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, последующее изучение проводилось на базе НИИЦ ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ.

Методы, используемые в ходе исследования: ГОСТ Р 70238-2022 «Молоко и молочная продукция. Метод идентификации состава жировой фазы и определение массовой доли молочного жира»; ГОСТу 32915-2014 – «Молоко и молочная продукция определение жирно-кислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии»; МУ 4.1./4.2.2484-09 «Методические указания по оценке подлинности и выявлению фальсификации молочной продукции». Разделение жирной фракции молока, сыворотки и сыров проводили с использованием гексана, при этом сыр измельчали до мелкодисперсной суспензии. После гомогенизации выбранного материала гексаном, метиловые эфиры жирных кислот экстрагировали из триглицеридов путем перэтерификации метанольным раствором этиоксида натрия.

Биологическую эффективность липидов рассчитывали, используя жировые баллы насыщенных, полиненасыщенных жирных кислот и линолевой кислоты.

$$C_{ij} = (F_{ij}) / (F_{0j}) \quad (1)$$

C_{ij} – оценка липидов для каждой конкретной фракции

F_{ij} – содержание фракций в исследуемом липиде, г

F_{0j} – содержание фракций в идеальном липиде, г

$$f_i = 3 \times C_{ik} / \sum C_{ij} \quad (2)$$

f_i – коэффициент биологической эффективности липидов

C_{ik} – скоро на минимальном уровне любой из фракций

C_{ij} – оценка липидов для каждой фракции

Основные результаты

Результаты изучения жирно-кислотного состава молочной и подсырной сыворотки представлены в табл. 1.

По данным табл. 1, содержание жирных кислот в молоке находится в пределах МУ.4.1./4.2.2484-09, что указывает на возможность реализации, а также использования данного товара в пищевых целях. В результате исследования можно проследить изменение жирно-кислотного состава молока после производства сыра, эти изменения можно проследить с помощью анализа показателей сыворотки. Так, например, отмечается снижение содержания масляной, капроновой, олеиновой кислот соответственно на 0,20, 0,6, 0,58%, при этом содержание других кислот в сыворотке увеличивается в пределах 0,20% что может объясняться погрешностью измерений, кроме пальмитиновой кислоты, где показатель изменился на 0,7%. В результате биохимических реакций образуются новые мононенасыщенные и полиненасыщенные кислоты с цис- и транс-изомерией – изомеры олеиновой и нервной кислот. Эти изменения характеризуются влиянием температуры и бактерий на молоко. При этом сыворотка содержит кислоты, в достаточном количестве для производства дополнительных единиц продукции, которыми могут выступать сыры мягких сортов.

Таблица 1 - Содержание жирных кислот в молоке, сыворотке и сырах

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.37.3.1>

№ п/п	Жирные кислоты	% от суммы жирных				
		Молоко	Сыворотка	Сыры		
				Моцарелла	Халлуми	Рикотта
1	Масляная С 4:10	2,28	2,08	2,58	2,57	2,36
2	Капроновая С 6:10	1,60	1,54	1,81	1,81	1,67
3	Каприловая С 8:10	1,03	1,06	1,17	1,18	1,08
4	Каприновая С 10:0	2,43	2,51	2,74	2,73	2,56
5	Ундцилова	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06

	я С 11:0					
6	Лауриновая С 12:0	3,02	3,01	3,35	3,33	3,25
7	Тридицило вая С 13:0	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
8	Миристино вая С 14:0	10,79	10,95	11,4	11,30	11,32
9	Миристоле иновая С 14:1	1,45	1,45	1,28	1,30	1,26
10	Пентадецел овая С 15:0	1,16	1,16	1,17	1,16	1,17
11	Пентадецел овая С 15:1 цис-10	-	-	-	-	0,01
12	Пальмитин овая С 16:0	31,51	32,21	32,72	32,17	32,79
13	Пальмитол еиновая С 16:1	1,42	1,40	1,16	1,18	1,14
14	Маргарино вая С 17:0	0,55	0,54	0,57	0,54	0,56
15	Маргарино вая С 17:1	0,24	0,24	-	-	0,21
16	Стеаринова я С 18:0	12,83	13,01	15,01	14,58	15,09
17	С 18:1 транс-1	0,10	0,03	0,09	0,10	0,10
18	С 18:1 транс-2	-	-	-	1,56	1,84
19	С 18:1 транс-9	0,55	0,09	0,59	0,74	0,47
20	Олеиновая С 18:1 цис- 9	23,77	23,19	21,47	21,73	21,09
21	S 18:1 цис- 1	0,97	0,87	0,89	0,89	0,88
22	S 18:1 цис- 2	0,37	0,30	0,34	0,34	0,34
23	Линолевая С 18:2 транс-9,12	0,33	0,34	0,26	0,25	0,26
24	С 18:2 транс-1	0,17	0,14	0,11	0,05	0,07
25	С 18:2 транс-2	0,05	-	0,16	0,14	0,15
26	Линолевая С 18:2 цис- 9,12	1,49	1,60	0,04	0,04	0,04
27	Гамма- Линолевая 18: 3 цис- 9,12	0,02	0,01	-	-	-
28	Альфа- Линолевая 18:3 цис- 9,12	0,31	0,49	-	-	-
29	Арахинова я С 20:0	0,24	0,26	0,27	-	-

30	Гондоинова я 20:1 цис- 11	0,60	0,61	-	-	-
31	Генэйкозан овая С 21:0	0,03	0,06	-	-	-
32	Эйкозациен овая С 20:2 цис-11,14	0,01	0,03	-	-	-
33	Арахидоно вая С 20:3цис- 11,14,1	0,07	0,08	0,03	-	-
34	Бегеновая С 22:0	0,06	0,07	0,06	-	-
35	Арахидино вая С 20:4	0,12	0,13	-	-	-
36	Эруковая С 22: цис-13	0,04	0,05	-	-	-
37	Трикозанов аяС 23:0	0,01	0,02	-	-	-
38	Тимнодоно ваяС 20:5 цис-5,8,1	0,04	0,02	-	-	-
39	Лигноцери новая С 24:0	0,10	0,04	0,11	-	-
40	Нервоновая С 24:1 цис- 15	0,01	-	0,30	-	-
41	Цервоновая С 22:6 цис 4,7,10	0,01	0,01	-	-	0,03
42	Эйкозапент аеновая С 20:5 цис- 5,8,1	0,04	0,08	-	-	-

По данным исследования сыров в таблице 1 можно проследить количественное изменение жирных кислот в молоке в результате производства сырной массы. В общем плане происходит увеличение соотношения жирных кислот в пределах от 0,02% до 0,3%. При этом можно обратить внимание на уменьшение содержания в сырах моно- и полиненасыщенных жирных кислот, в особенности полиненасыщенных, например происходит полная редукция кислот арахидиновой, бегеновой, эйкозациеновой.

Масляная, капроновая, каприновая, каприловая кислоты характеризуют органолептические характеристики, в первую очередь запах и качество готового продукта их соотношения в молочном жире должно составлять соответственно 2,0-4,2%; 1,5-3,0%; 1,0-2,0%; 1,8-3,3% [5], [6]. Содержание данных кислот в результате обработки молока уменьшается в сыворотке от 0,03 до 0,2 %, при этом в производственном процессе можно отчетливо наблюдать характерные изменения со стороны молока – изменяются цвет, запах, консистенция, вкус.

Повышенное или пониженное содержание лауриновой и миристиновой кислоты выше или ниже 4% и 8,0-13%, свидетельствует о наличии в продукте растительных жиров и факте фальсификации продукта [7], [8]. В процессе изготовления мягких сыров показатели данных кислот изменяются в диапазоне 0,1-0,5%, при этом они остаются в рамках регламента нормативной документации, из чего можно сделать заключение о том, что производственный процесс не искажает факт о фальсификации молока растительными жирами, которые влияют на содержания лауриновой и миристиновой кислоты в молочном жире.

Пальмитиновая кислота занимает большую долю в молочном жире, её верхний предел содержания в молочных продуктах составляет 35%. Стеариновая кислота влияет на формирование фактуры молочной продукции, а также она играет определенную роль в выявлении содержания жира немолочного происхождения в молочной продукции [7]. В исследуемом молоке содержание пальмитиновой кислоты составило 31,51% на всем протяжении приготовления сыров, показатель увеличился от 1,72% до 1,28% в подсырной сыворотке и сырах. Показатель стеариновой кислоты увеличился на 0,8% в сыворотке, на 2,18, 1,75, 2,26% соответственно сырам моцарелла, рикотта, халлуми. При этом можно визуально увидеть различия плотности готовых сыров и сырья – молока. Помимо микрокартины, при

микроскопировании мягких сыров, молока и сыворотки можно также наблюдать изменения расположения плотности жировых капель [9].

Линолевая кислота является незаменимой из группы омега-6, её содержание в молоке должно колебаться от 2,0 до 6,0% [8], [9]. Олеиновая кислота также обладает уникальными свойствами, делающими её незаменимой, она относится к группе омега-9, её содержание в молочном жире находится в пределах 22,0-32,0% [6]. Количество линолевой кислоты в подсырной сыворотке остается почти неизменённым (включая её изомеры), в пределах 0,1% кроме транс-2 изомера линолевой кислоты, который в результате обработки молока перешел в другое соединение, в сырах показатель линолевой кислоты уменьшен в границах 0,15%, однако содержание транс-2 изомера увеличилось на 0,1%. Содержание олеиновой кислоты в сырах и подсырной сыворотке уменьшается на 0,58% в сыворотке, и на 2,3, 2,04, 2,68 % соответственно сырам моцарелла, халлуми, рикотта. При этом в сырах халлуми и рикотта появляется транс-2 изомер олеиновой кислоты. Таким образом, можно предположить, что в результате производства сыров, в молоке происходит изомеризация жирных кислот, проявляющаяся в продуктах производства – сыворотке, сырах. Тем не менее можно наблюдать снижение полезности основного продукта производства – мягких сыров, так как происходит снижение содержания кислот групп омега-6 и омега-9.

Анализируя данные таблиц 1, можно сделать вывод о неоднозначном изменении уровня полезности жирно-кислотного состава изучаемых молочных продуктов в сравнении с молоком. Так, в сыворотке процентное изменение жирно-кислотного состава незначительно изменяется в отношении молока. В сыре происходят более существенные изменения, в производственном процессе часть кислот подвергается изомеризации, другая часть подвергается распаду, что в конечном итоге сказывается на снижении ценности готового продукта. При этом показатель одних кислот увеличивается, а других уменьшается, что затрудняет интерпретацию уровня полезности продукта (сыров мягких сортов) в сравнении с молоком.

Данные и результаты расчета биологической эффективности липидов представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Расчет коэффициента биологической эффективности

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.37.3.2>

Фракции липидов	Молоко	Сыворотка	Моцарелла	Халлуми	Рикотта
Содержание насыщенных жирных кислот (НЖК) (г/100г липида)	67,8	68,68	73,14	71,55	72,03
Содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) (г/100г липида)	2,59	2,93	1,17	0,48	0,26
Содержание олеиновой кислоты (г/100г липида)	25,76	24,48	23,38	25,36	24,72
Скор НЖК (г)	3,39	3,43	3,65	3,57	3,60
Скор ПНЖК (г)	0,43	0,48	0,195	0,08	0,04
Скор олеиновой кислоты (г)	0,73	0,69	0,66	0,72	0,70
Коэффициент биологической эффективности и липидов	0,28	0,31	0,12	0,05	0,02

Для расчета биологической эффективности принято использовать понятие «идеальный липид», его коэффициент эффективности составляет 1 [8]. Рассматривая данные таблицы 2, можно проследить, что при производственном процессе приготовления происходит снижение биологической эффективности липидов у произведенных продуктов –

сыров моцарелла, халлуми и рикотта на 0,15, 0,23 и 0,25 единиц соответственно. Однако происходит увеличение биологической эффективности липидов у побочного продукта сыворотки на 0,3 единицы. Отметим, что при производстве сыров, увеличивается содержание насыщенных жирных кислот на 5,34, 3,75, 4,23 г соответственно сырам моцарелла, халлуми, рикотта, что, возможно, объясняется изомеризацией полиненасыщенных жирных кислот, которая происходит вследствие процессов производства. В результате чего происходит снижение полиненасыщенных жирных кислот, а также олеиновой кислоты. Также, по данным таблицы, можно отметить, что качество жировых компонентов сыворотки, в сравнении с молоком, имеет различия, проявляющиеся увеличением количества насыщенных жирных кислот на 0,88 г и полиненасыщенных жирных кислот на 0,34 г, что также характеризует увеличение коэффициента биологической эффективности липидов у сыворотки.

Обсуждение результатов

Согласно немецкому ученому Альфреду Тепелу в молочном жире обнаружено более 400 жирных кислот, при этом 15 жирных кислот в молочном жире считается основными, так как имеют массовую долю более 0,5%, от суммы всех жирных кислот, а остальные считаются минорными [5]. Отечественные исследователи изучали 140 жирных кислот в молочном жире, при этом считая 13 из них основными, на основании того что, основной является та жирная кислота, которая имеет массовую долю более 1% от суммы всех жирных кислот [6]. В проведенном исследовании в молочном жире, при помощи газовой хроматографии, было обнаружено 42 жирные кислоты, 12 из которых имеют массовую долю более 1%, а также 3 жирные кислоты, имеющие массовую долю более 0,5 %. Таким образом, в данном исследовании 27 жирных кислот являются минорными. Тем не менее при небольшой массовой доле от общего содержания жирных кислот минорные кислоты оказывают влияние на физико-химические свойства молока, сыворотки и сыров [5]. На основании современных исследований можно отметить, что количество и массовые доли жирных кислот в коровьем молоке зависит от генетических особенностей, содержания животных, рациона, а также времени года, в который был произведен удой [5], [6], [10], [11].

Заключение

1. Количество жирных кислот в производственном процессе молока изменяется, на изменения влияет технологический процесс продукта, связанный с изменением его характеристик. Основными характеристиками влияющими на процесс производства являются температурные режимы, количество добавляемых микроорганизмов (закваска), количество добавляемых ферментов.

2. В результате обработки молока происходит уменьшение содержания одних мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот и увеличение других кислот в произведенных сырах и подсырной сыворотке. Изменения происходят в результате изомеризации, при этом уменьшение некоторых кислот происходит вплоть до полной редукции их в продукте.

3. Вследствие значительного изменения состава жирных кислот в молоке, сырах и сыворотке затрудняется интерпретация полезности данных продуктов в сравнении между собой, учитывая лишь один критерий – жирно-кислотный состав.

4. Производственный процесс не искажает факт о фальсификации молочного жира жирами немолочного происхождения, так как изменение количества жирных кислот происходит в пределах, которые регламентируются нормативной документацией на данные продукты. При этом достаточно провести проверку одного продукта сыра, сыворотки или сырья – молока.

5. На основании вычисления биологической эффективности молока, подсырной сыворотки и сыров – моцарелла, халлуми, рикотта можно проследить, что производственный процесс оказывает влияние на состояние жирового качества продуктов, уменьшая биологическую эффективность липидов у произведённых сыров и незначительно повышая у подсырной сыворотки.

6. На основании проведенного анализа жирно-кислотного состава и биологической эффективности липидов, можно удостовериться в том что подсырная сыворотка, после обработки молока, содержит достаточное количество жирных кислот для производства сыров, как минимум в рамках того же сорта, что и основной продукт.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Бонь Е.И. Корректирующий эффект омега-3 полиненасыщенных жирных кислот при оценке неврологического дефицита у крыс с ишемией головного мозга / Е.И. Бонь, Н.Е. Максимович, А.В. Малыгина // Оренбургский медицинский вестник. — 2022. — №1 (37). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korrigiruyuschiy-effekt-omega-3-polinenasyschennyh-zhirnyh-kislot-pri-otsenke-nevrologicheskogo-defitsita-u-krys-s-ishemiy> (дата обращения: 09.08.2023)

2. Хамошина М.Б. Недостаточность витамина D И ω-3 Жирных кислот при пролиферативных гинекологических заболеваниях: взгляд на проблему / М.Б. Хамошина, Е.М. Дмитриева, И.С. Журавлева [и др.] // Акушерство и гинекология: Новости. Мнения. Обучения. — 2023. — №5. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nedostatocnost->

vitamina-d-i-3-zhirnyh-kislot-pri-proliferativnyh-ginekologicheskikh-zabolevaniyah-vzglyad-na-problemu (дата обращения: 09.08.2023)

3. Бояршинова Е. В. Обнаружение фальсификации молока методом определения его жирно-кислотного состава / Е. В. Бояршинова // Мичуринский агрономический вестник. — 2022. — № 1. — С. 59-62. — EDN PTNJLO.

4. Жилинкова К.Б. Проблемы фальсификации молочной продукции и их влияние на рынок молока и состояние молочной отрасли / К.Б. Жилинкова // Экономика. Информатика. — 2021. — №4. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-falsifikatsii-molochnoy-produktsii-i-ih-vliyanie-na-rynok-moloka-i-sostoyanie-molochnoy-otrasli> (дата обращения: 09.08.2023)

5. Тёпел А. Химия и физика молока: книга / А. Тёпел; под ред. С. А. Фильчаковой. — Спб.: Профессия, 2012. — С. 176-202.

6. Аппалонова И.В. Исследование жирнокислотного состава липидов молока / И.В. Аппалонова, Е.А. Смирнова, Н.П. Никонорова // Пищевая промышленность. — 2012. — №11. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-zhirkislotnogo-sostava-lipidov-moloka> (дата обращения: 09.08.2023)

7. Хижин Н. А. Разработка алгоритма аутентификации жировой фазы молока и молочной продукции: автореф. дис. ...канд. тех. наук; ФГАНУ ВНИМИ / Н. А. Хижин. — Москва, 2020. — С. 24.

8. Ежкова А.М. Качественные и количественные показатели молока по содержанию стерина при его фальсификации растительными жирами / А.М. Ежкова, Д.И. Самигуллин, Р.А. Волков [и др.] // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. — 2020. — №1. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvennyye-i-kolichestvennyye-pokazateli-moloka-po-soderzhaniyu-sterinov-pri-ego-falsifikatsii-rastitelnymi-zhirami> (дата обращения: 09.08.2023)

9. Землянский Р. Д. Физико-химические изменения молока в процессе производства сыров: мат-лы XVI Всерос. студ. науч. конф. Часть 1 / Р. Д. Землянский. — Краснояр. гос. аграр. ун-т. — Красноярск, 2021. — 229-233 с.

10. Заболотных М.В. Изменение жирно-кислотного состава молока коровьего в весенне-зимний период / М.В. Заболотных, К.А. Баркунова // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. — 2023. — №1 (57). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-zhirno-kislotnogo-sostava-moloka-koroviego-v-vesenne-zimniy-period> (дата обращения: 09.08.2023)

11. Булгакова Д. А. Влияние типов защищённых жиров в кормлении высокопродуктивных коров на жирнокислотный состав молока / Д. А. Булгакова, А. М. Булгаков, В. М. Жуков [и др.] // Вестник АГАУ. — 2022. — №7 (213). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tipov-zaschisyonnyh-zhirov-v-kormlenii-vysokoproduktivnyh-korov-na-zhirkislotnyy-sostav-moloka> (дата обращения: 09.08.2023)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bon' E.I. Korrigiruyushchij effekt omega-3 polinenasyshchennyh zhirnyh kislot pri ocenke neurologicheskogo deficita u kryss s ishemiej golovnoy mozga [Corrective Effect of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids in the Occurrence of Neurological Deficiency in Rats with Cerebral Ischemia] / E.I. Bon', N.E. Maksimovich, A.V. Malyhina // Orenburgskij medicinskij vestnik [Orenburg Medical Bulletin]. — 2022. — №1 (37). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korrigiruyushchiy-effekt-omega-3-polinenasyshchennyh-zhirnyh-kislot-pri-otsenke-neurologicheskogo-deficita-u-kryss-s-ishemiej> (accessed: 09.08.2023) [in Russian]

2. Hamoshina M.B. Nedostatochnost' vitamina D i ω -3 Zhirnyh kislot pri proliferativnyh ginekologicheskikh zabolevaniyah: vzglyad na problemu [Deficiency of Vitamin D and ω -3 Fatty Acids in Proliferative Gynecological Diseases: a look at the problem] / M.B. Hamoshina, E.M. Dmitrieva, I.S. Zhuravleva [et al.] // Akusherstvo i ginekologiya: Novosti. Mneniya. Obucheniya [Obstetrics and Gynecology: News. Opinions. Training]. — 2023. — №5. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nedostatochnost-vitamina-d-i-3-zhirnyh-kislot-pri-proliferativnyh-ginekologicheskikh-zabolevaniyah-vzglyad-na-problemu> (accessed: 09.08.2023) [in Russian]

3. Boyarshinova E. V. Obnaruzhenie fal'sifikatsii moloka metodom opredeleniya ego zhirno-kislotnogo sostava [Detection of Milk Adulteration by the Method of Determining Its Fatty Acid Composition] / E. V. Boyarshinova // Michurinskij agronomicheskij vestnik [Michurinsky Agronomic Bulletin]. — 2022. — № 1. — p. 59-62. — EDN PTNJLO [in Russian].

4. ZHilinkova K.B. Problemy fal'sifikatsii molochnoy produktsii i ih vliyanie na rynek moloka i sostoyanie molochnoy otrasli [Problems of Falsification of Dairy Products and Their Impact on the Milk Market and the State of the Dairy Industry] / K.B. ZHilinkova // Ekonomika. Informatika [Economic. Informatics]. — 2021. — №4. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-falsifikatsii-molochnoy-produktsii-i-ih-vliyanie-na-rynok-moloka-i-sostoyanie-molochnoy-otrasli> (accessed: 09.08.2023) [in Russian]

5. Tyopel A. Himiya i fizika moloka: kniga [Chemistry and Physics of Milk: a book] / A. Tyopel; ed. by S. A. Fil'chakovaya. — Spb.: Professiya, 2012. — P. 176-202 [in Russian].

6. Appalona I.V. Issledovanie zhirkislotnogo sostava lipidov moloka [Investigation of the Fatty Acid Composition of Milk Lipids] / I.V. Appalona, E.A. Smirnova, N.P. Nikonorova // Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry]. — 2012. — №11. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-zhirkislotnogo-sostava-lipidov-moloka> (accessed: 09.08.2023) [in Russian]

7. Hizhin N. A. Razrabotka algoritma autentifikatsii zhirovoy fazy moloka i molochnoy produktsii [Development of an Algorithm for Authentication of the Fat Phase of Milk and Dairy Products]: abstract. dis. ...PhD in Technical Sciences; FGANU VNIMI / N. A. Hizhin. — M., 2020. — p. 24. [in Russian]

8. Ezhkova A.M. Kachestvennyye i kolichestvennyye pokazateli moloka po sodержaniyu sterinov pri ego fal'sifikatsii rastitel'nymi zhirami [Qualitative and Quantitative Indicators of Milk on the Content of Sterols When It Is Adulterated with Vegetable Fats] / A.M. Ezhkova, D.I. Samigullin, R.A. Volkov [et al.] // Uchenye zapiski KSAVM im. N.E. Bauman [Scientific Notes of the KSAVM named after N.E. Bauman]. — 2020. — №1. — URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvennye-i-kolichestvennye-pokazateli-moloka-po-soderzhaniyu-sterinov-pri-ego-falsifikatsii-rastitelnymi-zhirami> (accessed: 09.08.2023) [in Russian]

9. Zemlyanskij R. D. Fiziko-himicheskie izmeneniya moloka v processe proizvodstva syrov: mat-ly HVI Vseros. stud. nauch. konf. CHast' 1 [Physico-Chemical Changes of Milk in the Process of Cheese Production: materials of the 16th All-Russian Student Scientific Conference. Part 1] / R. D. Zemlyanskij. — Krasnoyarsk State Agrarian University. — Krasnoyarsk, 2021. — 229-233 p. [in Russian]

10. Zabolotnyh M.V. Izmenenie zhirno-kislotnogo sostava moloka korov'ego v vesenne-zimnij period [Changes in the Fatty Acid Composition of Cow's Milk in the Spring-Winter Period] / M.V. Zabolotnyh, K.A. Barkunova // Aktual'nye voprosy veterinarnoj biologii [Topical Issues of Veterinary Biology]. — 2023. — №1 (57). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-zhirno-kislotnogo-sostava-moloka-koroviego-v-vesenne-zimnij-period> (accessed: 09.08.2023) [in Russian]

11. Bulgakova D. A. Vliyanie tipov zashchishchyonykh zhirov v kormlenii vysokoproduktivnykh korov na zhirnokislotnyj sostav moloka [The Influence of the Types of Protected Fats in the Feeding of Highly Productive Cows on the Fatty Acid Composition of Milk] / D. A. Bulgakova, A. M. Bulgakov, V. M. Zhukov [et al.] // Vestnik AGAU [Bulletin of ASAU]. — 2022. — №7 (213). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tipov-zaschischyonykh-zhirov-v-kormlenii-vysokoproduktivnykh-korov-na-zhirnokislotnyj-sostav-moloka> (accessed: 09.08.2023) [in Russian]