

Трансформация жирнокислотного профиля при созревании сыра камамбер из овечьего молока

Т. В. Вобликова^{1,*}, В. В. Садовой², Л. И. Барыбина²

¹ ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12

² ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1

Дата поступления в редакцию: 03.06.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: tppshp@mail.ru



© Т. В. Вобликова, В. В. Садовой, Л. И. Барыбина, 2019

Аннотация. Овечье молоко содержит жирные кислоты, которые могут оказывать положительное влияние на здоровье человека, а его производство может означать экономическую прибыль. Целью настоящего исследования стало изучение особенностей жирнокислотного профиля и качества липидов жировой фазы сыра типа камамбер из овечьего молока и трансформации состава жирных кислот в процессе созревания. Объект исследования – мягкий сыр типа камамбер из овечьего молока. Исследование жирнокислотного состава сыра выполнялось с применением метода газовой хроматографии. Установлены значительные различия в концентрациях жирных кислот в процессе созревания. Отмечено увеличение концентрации короткоцепочечных жирных кислот: масляной (C4:0) капроновой (C6:0), каприловой (C8:0), что может быть связано со специфичностью липаз продуцируемых микроорганизмами, участвующими в процессе созревания. На 14 день созревания концентрация лауриновой кислоты (C12:0) увеличилась на 30 %, миристиновой кислоты (C14:0) – на 13 % по сравнению с исходной концентрацией в начале срока созревания. В начале срока созревания изомер C18:1n9t составлял около 70 % от общего количества транс-изомеров жирных кислот. В процессе созревания концентрация C18:1n9t снизилась на 98 %. Установлено, что независимо от периода созревания жирные кислоты C10:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1t11 и C18:1c9 составляли около 73 % от суммы всех жирных кислот. Увеличение в процессе созревания сыра концентрации гиперхолестеринемических и снижение гипохолестеринемических жирных кислот оказало влияние на увеличение индекса атерогенности и тромбогенного индекса. Установлено, что жирные кислоты с менее чем двенадцатью атомами углерода характеризуют особенность жирнокислотного состава жировой фазы овечьего молока и могут быть использованы для обнаружения в сыре замены овечьего молока молоком других видов животных.

Ключевые слова. Сыр, технология, липиды, жирные кислоты, созревание

Для цитирования: Вобликова, Т. В. Трансформация жирнокислотного профиля при созревании сыра камамбер из овечьего молока / Т. В. Вобликова, В. В. Садовой, Л. И. Барыбина // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 423–430. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-423-430>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Sheep's Milk Camembert Ripening: Transformation of Fatty-Acid Profile

T.V. Voblikova^{1,*}, V.V. Sadovoy², L.I. Barybina²

¹ Stavropol State Agrarian University, 12, Zootekhnicheskyy Lane, Stavropol, 355017, Russia

² North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355017, Russia

Received: June 03, 2019
Accepted: August 30, 2019

*e-mail: tppshp@mail.ru



© T.V. Voblikova, V.V. Sadovoy, L.I. Barybina, 2019

Abstract. Sheep's milk contains fatty acids that have a positive effect on human health. Besides, its production is economically profitable. Thus, fatty-acid profile of cheese and its transformation during maturing remain relevant for scientific research. The present research featured the quality of lipids during the fatty phase of soft-ripened Camembert-type cheese. Its fatty-acid profile was studied using a method of gas chromatography. A set of experiments established significant changes in the concentration of fatty acids during maturing. The concentration of short chain fatty acids increased, namely that of butyric acid (C4:0), butylacetic acid (C6:0), and hexylacetic acid (C8:0). The trend can be associated with the specific lipases produced by microorganisms during ripening. On day 14, the concentration of lauric acid (C12:0) increased by 30% and that of myristic acid (C14:0) – by 13%, as

compared with day 1. The initial concentration of C18:1n9t isomer was about 70% of the total amount of trans-isomers of fatty acids. After maturing, its concentration decreased by 98%. The concentration of C10:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1t11, and C18:1c9 fatty acids equaled 73% of the total amount of fatty acids during all periods of ripening. The concentration of hypercholesterolemic fatty acids increased and that of hypocholesteremic fatty acids decreased during ripening, which raised the Atherogenic and thrombogenic indices. Fatty acids with ≤ 12 carbon atoms were found characteristic of fatty acid profile of sheep's milk Camembert. They can be used to detect other milk in sheep's milk cheese.

Keywords. Cheese, technology, lipids, fatty acids, maturing

For citation: Voblikova TV, Sadovoy VV, Barybina LI. Sheep's Milk Camembert Ripening: Transformation of Fatty-Acid Profile. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):423–430. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-423-430>.

Введение

Молочный жир является основным компонентом большинства сортов сыра. Из-за этого многие потребители ограничивают потребление сыра, т. к. более 60 % от общего количества жирных кислот в молочном жире составляют насыщенные жирные кислоты. Потребление молочных продуктов с низким содержанием жиров в последние годы становится все более популярным среди потребителей, заботящихся о своем здоровье. Это привело к разработке новых молочных продуктов с улучшенным жирнокислотным составом [1, 4, 8, 11, 12, 19]. Однако снижение жира представляет собой сложную проблему, поскольку жир важен для текстуры и вкуса молочных продуктов, таких как сыр [2]. Уменьшение жира в сырах приводит к нежелательной текстуре, отсутствию характерного вкуса или наличию посторонних ароматов. Поэтому актуальным является исследование технологических процессов, формирующих сенсорные качества сыров [13, 14, 17].

Белая тонкая корочка с поверхностной плесенью *Penicillium camemberti* образует сложную экосистему. Для производства сыра типа камамбер из пастеризованного молока применяются *Penicillium camemberti*, *Geotrichum candidum*. Мягкие сыры, созревающие с участием поверхностной микрофлоры, образует сложную экосистему, которая не была хорошо изучена. Более того, липолитическая активность поверхностной микрофлоры приводит к типичным сенсорным свойствам сыра. Короткоцепочечные жирные кислоты вносят непосредственный вклад в органолептические характеристики сыров [15, 16].

В научной литературе представлены результаты исследований, посвященных изучению концентрации жирных кислот в сырах из коровьего молока, но практически отсутствует информации об изменении жирнокислотного профиля сыров из овечьего молока в процессе созревания [3, 5, 7, 9, 10, 18, 20, 21].

Таким образом, целью данного исследования стало изучение жирнокислотного состава жировой фазы сыров типа камамбер из овечьего молока в процессе созревания. Результаты могут стать основой для разработки инструментов и стратегий сравнительного анализа, направленного на улучшение пищевых характеристик сыра из овечьего молока.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования стал мягкий сыр типа камамбер из овечьего молока, пастеризованного при

63 °С в течение 30 минут перед изготовлением с применением культур *Penicillium camemberti*, *Geotrichum candidum*, а также *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*. В дозу, обеспечивающую общую продолжительность свертывания в течение 30–45 мин, были внесены хлористый кальций и сычужный фермент. Перед формованием производилась разрезка сгустка на кубики с размером сторон 1–1,5 см и вымешиванием сырного зерна. Затем проводилось формование, самопрессование и созревание при температуре 8 ± 2 °С в течении 14 суток.

Исследование жирнокислотного состава в сыре в процессе созревания с применением метода газовой хроматографии проводили в соответствии с государственным отраслевым стандартом Российской Федерации 32915-2014 «Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии».

Для оценки показателей качества липидов жировой фазы сыра типа камамбер выполнен расчет индекса атерогенности и тромбогенного индекса по формулам [6]:

$$AI = \frac{[12:0(4 \cdot 14:0) + 16:0]}{\omega-3 \text{ ПНЖК} + \omega-6 \text{ ПНЖК} + \text{МНЖК}} \quad (1)$$

$$TI = \frac{(14:0 + 16:0 + 18:0)}{0,5 \cdot \text{МНЖК} + 0,5 \cdot \omega-6 \text{ ПНЖК} + 3 \cdot \omega-3 \text{ ПНЖК}} + \frac{\omega-3 \text{ ПНЖК}}{\omega-6 \text{ ПНЖК}} \quad (2)$$

Результаты и их обсуждение

Липиды в пищевых продуктах могут подвергаться гидролитической или окислительной деградации. Однако в сыре окислительные изменения очень ограничены из-за низкого окислительно-восстановительного потенциала. Триглицериды во всех разновидностях сыра подвергаются гидролизу под действием эндогенных или экзогенных липаз. Это приводит к выделению жирных кислот в сыре во время созревания. Триглицериды молочного жира жвачных животных богаты короткоцепочечными жирными кислотами, которые при высвобождении имеют низкие пороги вкуса и вносят значительный вклад в аромат многих сортов сыра.

Приемлемость сенсорных характеристик сыра во многом зависит от вкуса, который образуется при созревании. Двумя важными классами соединений, способствующие приданию вкуса, являются летучие соединения серы и жирные кислоты. Свободные жирные кислоты способствуют формированию вкуса и аромата сыра.

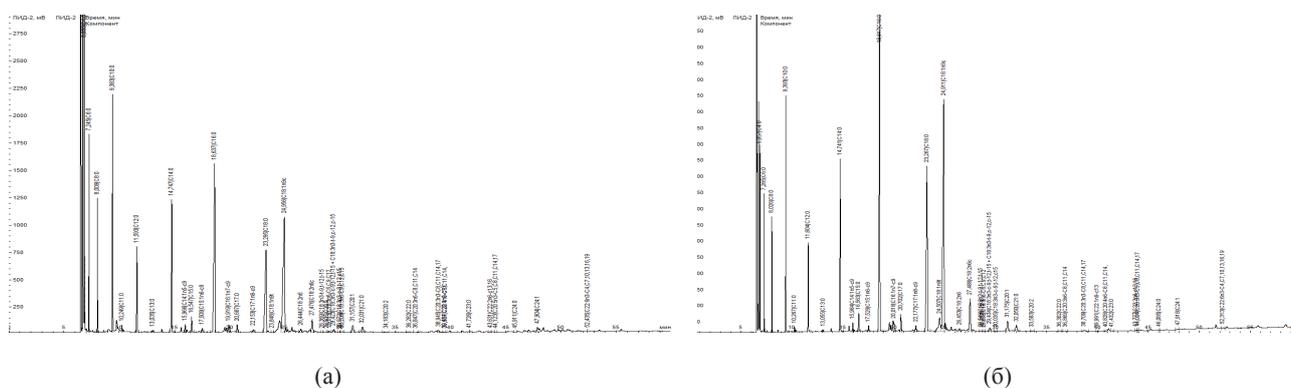


Рисунок 1. Изменение жирнокислотного профиля мягкого сыра типа камамбер из овечьего молока в процессе созревания: (а) без созревания; (б) срок созревания 14 суток

Figure 1. Changes in the fatty acid profile of soft sheep's milk Camembert during ripening: (a) before ripening; (b) day 14

Липолиз является одним из основных биохимических процессов, который способствует развитию вкуса во время созревания сыра. Характерный вкус мягких сыров, таких как камамбер особенно из овечьего молока, формируется в значительной степени в результате воздействия на жировую фазу плесени *Penicillium camemberti*. Исследовано влияние заквасочных культур *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*, *Penicillium camemberti* и *Geotrichum candidum* на изменение профиля жирных кислот в сыре типа камамбер. Профиль жирных кислот в процессе созревания сыра существенно изменялся (рис. 1).

Короткоцепочечные свободные жирные кислоты вносят свой вклад в конечные вкусовые характери-

Таблице 1. Влияние процесса созревания на содержание насыщенных жирных кислот в сыре из овечьего молока, выработанный по типу камамбера, %

Table 1. Effect of ripening on the concentration of saturated fatty acids in sheep's milk Camembert-type cheese, %

Жирная кислота	Срок созревания сыра		
	без созревания	7 суток	14 суток
C4:0	2,532	3,459	5,227
C6:0	2,836	3,767	5,806
C8:0	2,842	2,913	4,824
C10:0	7,272	6,230	10,439
C11:0	0,158	0,291	0,354
C12:0	3,539	3,642	4,811
C13:0	0,070	0,083	0,092
C14:0	8,323	8,768	9,445
C15:0	0,918	1,001	1,068
C16:0	22,688	24,715	18,285
C17:0	1,092	0,612	0,662
C18:0	13,804	10,239	11,172
C20:0	0,007	0,005	0,001
C21:0	0,609	0,740	0,862
C22:0	0,041	0,069	0,117
C23:0	0,009	0,009	0,022
C24:0	0,002	0,047	0,019
∑ насыщенные жирные кислоты	66,742	66,590	73,206

стики сыра. В таблице 1 представлена динамика изменения состава жирных кислот в процессе созревания. Отмечено увеличение концентрации короткоцепочечных жирных кислот: масляной (C4:0) капроновой (C6:0), каприловой (C8:0). Установленная тенденция увеличения концентрации масляной, капроновой, и каприловой кислот во время созревания может быть связана со специфичностью липаз продуцируемых микроорганизмами, участвующими в процессе созревания сыра. На 14 день созревания концентрация лауриновой кислоты (C12:0) увеличилась на 30 %, миристиновой кислоты (C14:0) – на 13 % по сравнению с исходной концентрацией в начале срока созревания.

В таблице 2 представлено изменение состава мононенасыщенных жирных кислот сыра типа камамбер из овечьего молока в процессе созревания. Наиболее распространенным трансизомером C18:1 является C18:1n9t, который составляет 60–80 % от общего количества трансизомеров жирных кислот. В процессе созревания концентрация C18:1n9t уменьшается на 98 %. Это снижает риск негативного воздействия трансизомеров на организм человека.

Таблица 2. Влияние процесса созревания на содержание мононенасыщенных жирных кислот в сыре из овечьего молока, выработанный по типу камамбера, %

Table 2. Effect of ripening on the concentration of monounsaturated fatty acids in cheese from sheep milk in sheep's milk Camembert-type cheese, %

Жирная кислота	Срок созревания сыра		
	без созревания	7 суток	14 суток
C14:1n5-c9	0,449	0,676	0,562
C15:1n6-c9	0,333	0,312	0,316
C16:1n7-c9	0,523	1,080	0,643
C17:1n8-c9	0,379	0,235	0,236
C18:1n9t	2,055	1,029	0,023
C18:1n9c	23,836	23,407	19,461
C20:1	1,033	0,512	0,990
C22:1n9-c13	0,007	0,018	0,031
C24:1	0,036	0,306	0,608
∑MUFA (мононенасыщенных)	28,651	27,575	22,870

Таблица 3. Влияние процесса созревания на содержание полиненасыщенных жирных кислот в сыре из овечьего молока, выработанный по типу камамбера, %

Table 3. Effect of ripening on the concentration of polyunsaturated fatty acids in sheep's milk Camembert-type cheese, %

Жирная кислота	Срок созревания сыра		
	без созревания	7 суток	14 суток
C18:2n6	0,256	0,326	0,457
C18:2n6c	3,453	4,328	1,910
C18:3n3-t-9,t-12,t-15	0,025	0,034	0,034
C18:3n6-C6,C9,C12	0,003	0,069	0,133
C18:3n3-t-9, t-12,c-15	–	–	–
C18:3n3-c-9,t-12,t-15 + C18:3n3-t-9,c-12,c-15	0,398	0,360	0,410
C18:3n3-c-9,t-12,c15	0,015	–	0,026
C18:3n6-C9,C12,C15	–	0,132	0,132
C20:2	0,075	0,068	0,135
C20:3n6-C8,C11,C14	0,050	0,027	0,040
C20:3n3-C8,C11,C14,	0,224	0,332	0,499
C20:4n6-C8,C11,C14, C17	0,022	0,029	0,031
C22:2n6-c13,16	0,014	0,049	0,075
C20:5n3-C5,C8,C11,C14,17	0,006	0,032	0,018
C22:6n3-C4,C7,10,13,16,19	0,066	0,049	0,024
∑ полиненасыщенные жирные кислоты	4,607	5,835	3,924

В результате анализа данных, представленных в таблице 2, можно отметить, что происходит снижение концентрации мононенасыщенных жирных кислот в процессе созревания. Отмечено снижение концентрации цис-изомера олеиновой кислоты (C18:1n9c) на 18 %.

К концу срока созревания происходит снижение концентрации полиненасыщенных жирных кислот на 14 %. Однако необходимо отметить повышение кон-

центрации линолевой кислоты.

В результате анализа изменений жирнокислотного профиля в процессе созревания сыра камамбер установлено, что независимо от периода созревания жирные кислоты C10:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1t9 и C18:1c9 составляют около 73 % от суммы всех жирных кислот. На рисунке 2 представлены данные по изменению профиля жирных кислот C10:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1t11 и C18:1c9 в процессе созревания сыра.

Данные представленные на рисунке 2 свидетельствуют о том, что при созревании сыра происходит существенное изменение концентрации короткоцепочечных насыщенных жирных кислот, формирующих органолептические особенности сыра.

На рисунке 3 представлено изменение соотношения жирных кислот в процессе созревания сыра. Суммы жирных кислот во всех образцах уменьшались в порядке: насыщенные жирные кислоты > мононенасыщенные жирные кислоты > полиненасыщенные жирные кислоты. Индекс атерогенности находится в тесной взаимосвязи с качественным и количественным составом жирных кислот. Отмечается положительная корреляция между рассматриваемыми переменными, т. е. увеличение в молоке миристиновой (C:14) и пальмитиновой (C:16) кислот приводит к увеличению индекса атерогенности. Отрицательной корреляции между суммой ненасыщенных жирных кислот с длинными цепями и индексом атерогенности. Индекс атерогенности снижается при увеличении содержания ненасыщенных жирных кислот с длинными цепями (∑ C:18; C:20; C:22) в составе жировой фазы мягкого сыра из овечьего молока.

Основными видами жирных кислот ω-3, используемых организмом, являются: α-линоленовая кислота (C18:3n-3, αLA), эйкозапентаеновая кислота (C20:5n-3), докозапентаеновая кислота (C22:5n-3) и докозагексаеновой кислоты (C22:6n-3). Пищевые рекомендации основаны на различных соотношениях, таких как ω-3 полиненасыщенные жирные

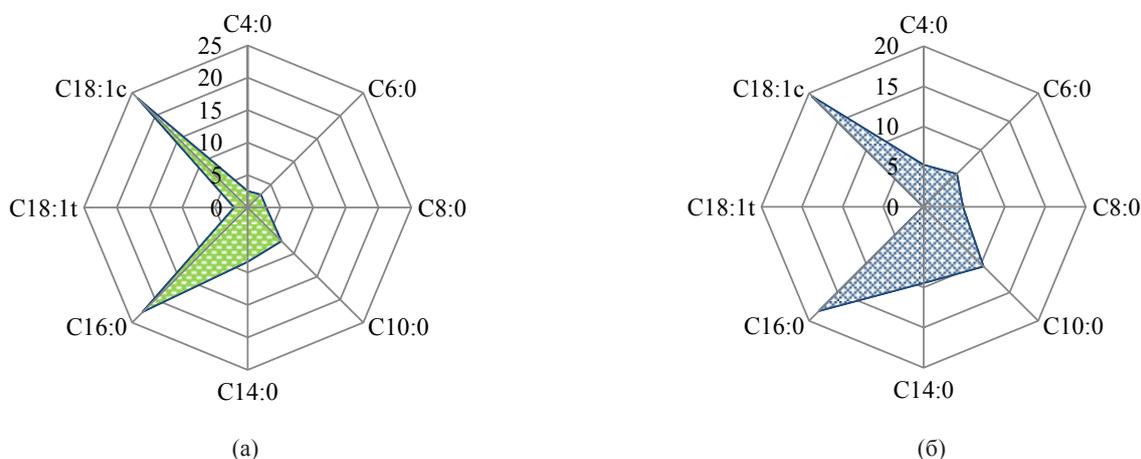


Рисунок 2. Профиль жирных кислот жировой фазы сыра типа камамбер в процессе созревания: (а) без созревания (б) срок созревания 14 суток

Figure 2. Fatty acid profile of sheep's milk Camembert-type cheese during ripening: (a) before ripening (b) day 14

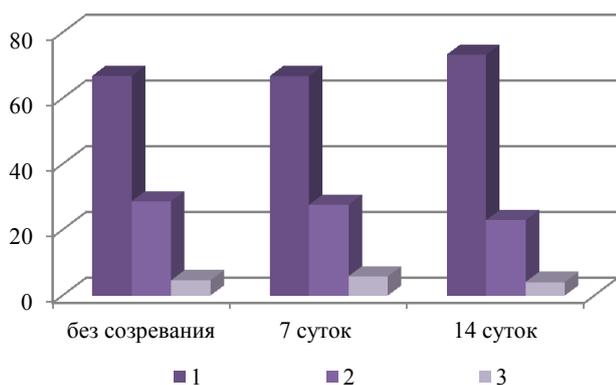


Рисунок 3. Соотношение суммы насыщенных, мононенасыщенных, полиненасыщенных жирных кислот в процессе созревания сыра типа камамбер: 1 – насыщенные жирные кислоты; 2 – мононенасыщенные жирные кислоты; 3 – полиненасыщенные жирные кислоты

Figure 3. The ratio of saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids during ripening of sheep's milk Camembert-type cheese: 1 – saturated fatty acids; 2 – monounsaturated fatty acids; 3 – polyunsaturated fatty acids

кислоты/ ω -6 полиненасыщенные жирные кислоты и полиненасыщенные жирные кислоты/насыщенные жирные кислоты. Эти значения используются для оценки питательной ценности жира для потребления человеком. Здоровая диета должна содержать примерно в 4 раза больше ω -6 жирных кислот, чем ω -3 жирных кислот. Соотношение ω -6/ ω -3 является важным определяющим фактором для снижения риска многих хронических заболеваний. В таблице 4 представлены данные по пищевой ценности липидов в сыре типа камамбер из овечьего молока.

В процессе созревания происходит изменение соотношения ω -3 и ω -6 полиненасыщенных жирных кислот. Происходит снижением концентрации ω -6 полиненасыщенных жирных кислот и с одновременным увеличением концентрация ω -3 полиненасыщенных жирных кислот. Полученные данные свидетельствуют о возможности направленного регулирования жирнокислотного профиля сыров в процессе созревания.

Выводы

Исследованы закономерности, характеризующие процесс трансформации состава жирных кислот при созревании сыра типа камамбер из овечьего молока. Установлено, что независимо от периода созревания жирные кислоты C10:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1t11 и C18:1c9 составляли около 73 % от суммы всех жирных кислот. К концу срока созревания происходит

Таблица 4. Показатели биологической ценности жира для потребления человеком

Table 4. Indicators of the biological value of fat for human consumption

Жирная кислота	Срок созревания сыра	
	без созревания	14 суток
ω -3 полиненасыщенные жирные кислоты	0,734	1,011
ω -6 полиненасыщенные жирные кислоты	3,864	2,777
ω -6/ ω -3	5,264	2,747
ПНЖК/SFA	0,069	0,054
Индекс атерогенности	1,695	2,238
Тромбогенный индекс	2,66	2,795

снижение концентрации полиненасыщенных жирных кислот на 14 %. Увеличение в процессе созревания сыра концентрации гиперхолестеринемических и снижение гипохолестеринемических жирных кислот оказало влияние на увеличение индекса атерогенности и тромбогенного индекса. Установлено, что жирные кислоты с менее чем двенадцатью атомами углерода характеризуют особенность жирнокислотного состава жировой фазы овечьего молока и могут быть использованы для обнаружения в сыре замены овечьего молока молоком других видов животных. Результаты данного исследования могут стать основой для разработки инструментов и стратегий сравнительного анализа, направленных на улучшение пищевых характеристик овечьего сыра.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарности

Выражаем благодарность за помощь в подготовке статьи ректору ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», академику РАН Трухачеву Владимир Ивановичу, директору Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», доктору биологических наук, профессору Селионовой Марине Ивановне.

Финансирование

Научно-исследовательская работа выполнена в рамках контракта ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» с Министерством сельского хозяйства Ставропольского края 199/16 от 02.09.2016.

Список литературы

1. Гурьянова, Л. В. Использование добавок растительного происхождения в производстве плавящихся сыров / Л. В. Гурьянова, А. А. Матвеева // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2018. – № 20. – С. 278–280.
2. Особенности формирования органолептических показателей сырных продуктов / В. А. Мордвинова, О. В. Лепилкина, И. Л. Остроухова [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2012. – № 2. – С. 31–33.

3. Орлюк, Ю. Т. Исследование протеолиза и липолиза в сырах с плесенью / Ю. Т. Орлюк, М. И. Степанищев // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – Т. 30, № 3. – С. 45–48.
4. Коноплева, Г. Ф. Заменитель молочного жира – продукт здорового питания / Г. Ф. Коноплева, Л. В. Лапшина // Переработка молока. – 2015. – Т. 192, № 10. – С. 80–83.
5. Власова, Ж. А. Жирнокислотный состав сыра с пряно-ароматическими растениями / Ж. А. Власова, А. А. Кочиева, Н. Ю. Власов // Сыроделие и маслоделие. – 2013. – № 4. – С. 18–19.
6. Ulbrich, T. L. V. Coronary heart disease seven dietary factors / T. L. V. Ulbrich, D. A. T. Southgate // The Lancet. – 1991. – Vol. 338, № 8773. – P. 985–992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M).
7. Горбатова, К. К. Биохимия молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова, П. И. Гуньков. – СПб. : ГИОРД, 2010. – 336 с.
8. Bakeet, Z. A. N. Fatty acid composition with special emphasis on unsaturated trans fatty acid content in margarines and shortenings marketed in Saudi Arabia / Z. A. N. Bakeet, F. M. H. Alobeidallah, S. Arzoo // International Journal of Biosciences. – 2013. – Vol. 3, № 1. – P. 86–93.
9. Effect of Only Pasture on Fatty Acid Composition of Cow Milk and Ciminà Caciocavallo Cheese / M. Scerra, L. Chies, P. Caparra [et al.] // Journal of Food Research. – 2016. – Vol. 5, № 3. – P. 20–28. DOI: <https://doi.org/10.5539/jfr.v5n3p20>.
10. Shahein, M. R. Fatty Acids and Amino Acids Composition of Milk and Resultant Domiati Cheese Produced from Lactating Cows Fed Different Energy and Protein Sources Rations / M. R. Shahein, E. S. Soliman // World Journal of Dairy and Food Sciences. – 2014. – Vol. 9, № 2. – P. 184–190. DOI: <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2014.9.2.8624>.
11. Characterizing volatile compounds and proteolysis in Gokceada artisanal goat cheese / A. A. Hayaloglu, K. Yasar, C. Tölü [et al.] // Small Ruminant Research. – 2013. – Vol. 113, № 1. – P. 187–194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.01.001>.
12. Mohamed, A. G. Low-Fat Cheese: A Modern Demand / A. G. Mohamed // International Journal of Dairy Science. – 2015. – Vol. 10, № 6. – P. 249–265. DOI: <https://doi.org/10.3923/ijds.2015.249.265>.
13. Effect of elevated temperature on the microstructure of full fat Cheddar cheese during ripening / K. Soodam, L. On, I. B. Powell [et al.] // Food Structure. – 2017. – Vol. 14. – P. 8–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2017.05.003>.
14. Compositional, Functional and Sensory Characteristics of Selected Mexican Cheeses / I. Caro, S. Soto, L. Fuentes [et al.] // Food and Nutrition Sciences. – 2014. – Vol. 5, № 4. – P. 366–375. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.54044>.
15. The individual contribution of starter and non-starter lactic acid bacteria to the volatile organic compound composition of Caciocavallo Palermitano cheese / V. Guarrasi, C. Sannino, M. Moschetti [et al.] // International Journal of Food Microbiology. – 2017. – Vol. 259. – P. 35–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.07.022>.
16. Discrimination of commercial cheeses from fatty acid profiles and phytosterol contents obtained by GC and PCA / N. S. Kim, J. H. Lee, K. M. Han [et al.] // Food Chemistry. – 2014. – Vol. 143. – P. 40–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.083>.
17. Principal volatile odorants and dynamics of their formation during the production of May Bryndza cheese / J. Sádecká, E. Kolek, D. Pangallo [et al.] // Food Chemistry. – 2014. – Vol. 150. – P. 301–306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.163>.
18. Composition and textural properties of Mozzarella cheese naturally-enriched in polyunsaturated fatty acids / M. Caroprese, A. Sevi, R. Marino [et al.] // Journal of Dairy Research. – 2013. – Vol. 80, № 3. – P. 276–282. DOI: <https://doi.org/10.1017/S002202991300023X>.
19. Prosekov, A. Yu. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world / A. Yu. Prosekov, S. A. Ivanova // Foods and Raw Materials. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 201–211. DOI: <http://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211>.
20. Fatty Acid Composition and Quality Characteristic of Some Vegetable Oils Used in Making Commercial Imitation Cheese in Egypt / I. A. Abd El-Gawad, E. M. Hamed, M. A. Zidan [et al.] // Journal of Nutrition and Food Sciences. – 2015. – Vol. 5, № 4. – P. 380–384. DOI: <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000380>.
21. Pietrzak-Fiećko, R. Fatty acid profile of milk fat in the local dairy products from north-eastern Poland / R. Pietrzak-Fiećko, K. Staniewska, B. Staniewski // Polish Journal of Natural Sciences. – 2017. – Vol. 32, № 1. – P. 143–151.

References

1. Gur'yanova LV, Matveeva AA. Ispol'zovanie dobavok rastitel'nogo proiskhozhdeniya v proizvodstve plavlenykh syrov [Plant additives in processed cheese production]. Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaystva [Relevant Issues of Improving the Technology of Production and Processing of Agricultural Products]. 2018;(20):278–280. (In Russ.).
2. Mordvinova VA, Lepilkina OV, Ostrouhova IL, Samoilov AV. Special features of formation of the organoleptic indices of cheese products. Magazine cheesemaking and buttermaking. 2012;(2):31–33. (In Russ.).
3. Orlyuk UT, Stepanishev MI. The research of proteolysis and lipolysis in cheeses with mold. Food Processing: Techniques and Technology. 2013;30(3):45–48. (In Russ.).

4. Konopleva GF, Lapshina LV. Zamenitel' molochnogo zhira – produkt zdorovogo pitaniya [Milk fat substitute as a product of healthy nutrition]. *Milk Processing*. 2015;192(10):80–83. (In Russ.).
5. Vlasova JA, Kochieva AA, Vlasov NYu. Fatty acids composition of the cheese with spices and aroma plants. *Magazine cheesemaking and buttermaking*. 2013;(4):18–19. (In Russ.).
6. Ulbrich TLV, Southgate DAT. Coronary heart disease seven dietary factors. *The Lancet*. 1991;338(8773):985–992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M).
7. Gorbatoва КК, Gun'kov PI. Biokhimiya moloka i molochnykh produktov [Biochemistry of milk and dairy products]. St. Petersburg: GIORД; 2010. 336 p. (In Russ.).
8. Bakeet ZAN, Alobeidallah FMH, Arzoo S. Fatty acid composition with special emphasis on unsaturated trans fatty acid content in margarines and shortenings marketed in Saudi Arabia. *International Journal of Biosciences*. 2013;3(1):86–93.
9. Scerra M, Chies L, Caparra P, Cilione C, Foti F. Effect of Only Pasture on Fatty Acid Composition of Cow Milk and Ciminà Caciocavallo Cheese. *Journal of Food Research*. 2016;5(3):20–29. DOI: <https://doi.org/10.5539/jfr.v5n3p20>.
10. Shahein MR, Soliman ES. Fatty Acids and Amino Acids Composition of Milk and Resultant Domiati Cheese Produced from Lactating Cows Fed Different Energy and Protein Sources Rations. *World Journal of Dairy and Food Sciences*. 2014;9(2):184–190. DOI: <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2014.9.2.8624>.
11. Hayaloglu AA, Yasar K, Tölü C, Sahingil D. Characterizing volatile compounds and proteolysis in Gokceada artisanal goat cheese. *Small Ruminant Research*. 2013;113(1):187–194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.01.001>.
12. Mohamed AG. Low-Fat Cheese: A Modern Demand. *International Journal of Dairy Science*. 2015;10(6):249–265. DOI: <https://doi.org/10.3923/ijds.2015.249.265>.
13. Soodam K, On L, Powell IB, Kentish SE, Gras SL. Effect of elevated temperature on the microstructure of full fat Cheddar cheese during ripening. *Food Structure*. 2017;14:8–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2017.05.003>.
14. Caro I, Soto S, Fuentes L, Gutiérrez-Méndez N, García-Islas B, Monroy-Gayosso KE, et al. Compositional, Functional and Sensory Characteristics of Selected Mexican Cheeses. *Food and Nutrition Sciences*. 2014;5(4):366–375. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.54044>.
15. Guarrasi V, Sannino C, Moschetti M, Bonanno A, Di Grigoli A, Settanni L. The individual contribution of starter and non-starter lactic acid bacteria to the volatile organic compound composition of Caciocavallo Palermitano cheese. *International Journal of Food Microbiology*. 2017;259:35–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.07.022>.
16. Kim NS, Lee JH, Han KM, Kim JW, Cho S, Kim J. Discrimination of commercial cheeses from fatty acid profiles and phytosterol contents obtained by GC and PCA. *Food Chemistry*. 2014;143:40–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.083>.
17. Sádecká J, Kolek E, Pangallo D, Valík L, Kuchta T. Principal volatile odorants and dynamics of their formation during the production of May Bryndza cheese. *Food Chemistry*. 2014;150:301–306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.163>.
18. Caroprese M, Sevi A, Marino R, Santillo A, Tateo A, Albenzio M. Composition and textural properties of Mozzarella cheese naturally-enriched in polyunsaturated fatty acids. *Journal of Dairy Research*. 2013;80(3):276–282. DOI: <https://doi.org/10.1017/S002202991300023X>.
19. Prosekov AYu, Ivanova SA. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world. *Foods and Raw Materials*. 2016;4(2):201–211. DOI: <http://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211>.
20. Abd El-Gawad IA, Hamed EM, Zidan MA, Shain AA. Fatty Acid Composition and Quality Characteristic of Some Vegetable Oils Used in Making Commercial Imitation Cheese in Egypt. *Journal of Nutrition and Food Sciences*. 2015;5(4):380–384. DOI: <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000380>.
21. Pietrzak-Fiećko R, Staniewska K, Staniewski B. Fatty acid profile of milk fat in the local dairy products from north-eastern Poland. *Polish Journal of Natural Sciences*. 2017;32(1):143–151.

Сведения об авторах

Вобликова Татьяна Владимировна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел.: +7 (905) 491-30-34, e-mail: agro@spbgau.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-7684-9025>

Садовой Владимир Всеволодович

д-р. техн. наук, профессор кафедры технологий продуктов питания и товароведения, ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
 <https://orcid.org/0000-0002-0182-9318>

Information about the authors

Tatyana V. Voblikova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technologies of Production and Processing of Agricultural Products, Stavropol State Agrarian University, 12, Zootekhnichesky Lane, Stavropol, 355017, Russia, phone: +7 (905) 491-30-34, e-mail: agro@spbgau.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-7684-9025>

Vladimir V. Sadovoy

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Department of Food Technology and Commodity Research, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355017, Russia
 <https://orcid.org/0000-0002-0182-9318>

Барыбина Людмила Ивановна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры пищевых технологий и инжиниринга, ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: +7 (8652) 33-08-57
 <https://orcid.org/0000-0001-5113-9289>

Lyudmila I. Barybina

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technologies and Engineering, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355017, Russia, phone: +7 (8652) 33-08-57
 <https://orcid.org/0000-0001-5113-9289>