

УДК 637.12.047+637.12.61 (470.57)

Жирно-кислотный состав йогурта с использованием кобыльего молока

С. Г. Канарейкина*, Ю. Н. Чернышенко, В. И. Канарейкин, И. Ф. Рахматуллина

*Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия;

e-mail: kanareikina48@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3364-2598>

Информация о статье Реферат

Поступила в редакцию
11.06.2021;

получена
после доработки
23.11.2021

Ключевые слова:

кобылье молоко,
коровье молоко,
йогурт,
жирно-кислотный
состав,
полиненасыщенные
кислоты

В соответствии с местными природно-климатическими условиями и народными традициями в Республике Башкортостан лидирующие позиции занимает молочное коневодство. Кобылье молоко является уникальным сырьем для производства самого разнообразного ассортимента высокопитательных, полноценных и легкоусвояемых продуктов питания. Ученые рекомендуют кобылье молоко как лечебный и диетический продукт. В статье представлена рецептура йогурта, разработанная на основе композиции с использованием кобыльего молока. На композицию получен патент № 2677219 (*Композиция...*, 2019). Известно, что жир кобыльего молока богат полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК), которые имеют особое физиологическое значение для организма человека. Существует необходимость в нормировании и обеспечении постоянного поступления с пищей полиненасыщенных жирных кислот семейства ω -3. Цель работы – исследование жирно-кислотного состава йогурта с использованием кобыльего молока. Для получения кисломолочного продукта в качестве сырья использовалось молоко кобыл башкирской породы. Изготовление и исследования опытных образцов йогурта проводились на базе факультета пищевых технологий Башкирского государственного аграрного университета. Определение жирно-кислотного состава образца йогурта произведено в аккредитованном испытательном лабораторном центре "Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии" (г. Москва). Использование кобыльего молока позволяет изменить жирно-кислотный состав готового кисломолочного продукта. Анализ жирно-кислотного состава образца показал, что он обладает высоким содержанием олеиновой, γ -линоленовой, α -линоленовой и арахидоновой кислот.

Для цитирования

Канарейкина С. Г. и др. Жирно-кислотный состав йогурта с использованием кобыльего молока. Вестник МГТУ. 2021. Т. 24, № 4. С. 408–413. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-4-408-413>.

Fatty acid composition of yogurt drink based on mare's milk

Svetlana G. Kanareykina*, Yuliya N. Chernyshenko, Vladimir I. Kanareykin,
Irina F. Rakhmatullina

*Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia;

e-mail: kanareikina48@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3364-2598>

Article info

Abstract

Received 11.06.2021;

received
in revised form
23.11.2021

In accordance with the local climatic conditions and folk traditions in the Republic of Bashkortostan, dairy horse breeding occupies a leading position. Mare's milk is a unique raw material for the production of a wide variety of highly nutritious, complete and easily digestible food products. Scientists recommend mare's milk as a medicinal and dietary product. The paper presents a yogurt recipe developed on the basis of a composition using mare's milk. The composition received patent No 2677219 (*Composition...*, 2019). It is known that mare's milk fat is rich in polyunsaturated fatty acids, which are of particular physiological importance for the human body. There is a need to ration and ensure a constant intake of polyunsaturated fatty acids of the ω -3 family with food. The purpose of this work is to study the fatty acid composition of yoghurt. To obtain a fermented milk product, milk from Bashkir mares was used as raw material. The production and research of prototypes of yoghurt were carried out on the basis of the Faculty of Food Technologies of the Bashkir State Agrarian University. The determination of the fatty acid composition of the yoghurt sample took place in the accredited testing laboratory centre "Federal Research Centre for Nutrition and Biotechnology" (Moscow). The use of mare's milk allows one to change the fatty acid composition of the finished fermented milk product. Analysis of the fatty acid composition of the sample has showed that it has a high content of oleic, γ -linolenic, α -linolenic and arachidonic acids.

Key words:

mare's milk,
cow's milk,
yogurt drink,
fatty acid composition,
polyunsaturated acids

For citation

Kanareykina, S. G. et al. 2021. Fatty acid composition of yogurt drink based on mare's milk. *Vestnik of MSTU*, 24(4), pp. 408–413. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-4-408-413>.

Введение

Кобылье молоко является перспективным сырьем для создания продуктов питания повседневного спроса (*Канарейкин и др., 2015*). Кобылье молоко содержит меньшее количество белка (*Citta et al., 2017; Malacarne et al., 2002*) и жира по сравнению с молоком других сельскохозяйственных животных, однако по количеству полиненасыщенных жирных кислот оно превосходит многие из них (*Devle et al., 2012*).

Среди высших жирных карбоновых кислот выделяют 2 группы – высшие жирные предельные кислоты и высшие жирные непредельные кислоты.

В питании человека существенную роль играют высшие жирные карбоновые кислоты, содержащие 2 или более кратных связей (*Khan et al., 2019; Yue et al., 2016*). Они представляют собой компоненты мембран клеток, а также отвечают за нормальное развитие организма и способствуют его адаптации к неблагоприятным условиям.

Полиненасыщенные жирные кислоты участвуют в образовании структурных элементов организма человека – фосфатидов, липопротеинов. Именно ω -3 жирные кислоты (ЖК) (линоленовая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая), у которых кратная связь расположена между 3 и 4 атомами углерода (нумерация начинается с метильной группы), являются наиболее эффективными функциональными ингредиентами (*Routray et al., 2011; Yang et al., 2015*). К семейству ω -6 относят линолевую, γ -линолевую, арахидоновую кислоты, у которых двойная связь располагается между 6 и 7 атомами углерода. Институт питания Российской академии медицинских наук (РАМН) рекомендует соотношение ω -3 : ω -6 равное 1 : 5–10.

Миристоолеиновая $C_{13}H_{25}COOH$, пальмитолеиновая $C_{15}H_{29}COOH$ и олеиновая $C_{17}H_{33}COOH$ кислоты содержат одну кратную связь. Они могут поступать как с пищей, так и синтезироваться в организме (*Дмитрук и др., 2019*). Согласно рекомендациям РАМН физиологическая потребность в них составляет 10 % от калорийности рациона.

Учитывая уникальный состав кобыльего молока, в том числе высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот, перспективным является расширение ассортимента продукции, вырабатываемой из кобыльего молока. В связи с этим были разработаны новые кисломолочные продукты комбинированного состава, состоящие из смеси кобыльего и коровьего молока. Однако у этих продуктов были изучены только органолептические и физико-химические показатели (*Дунченко и др., 2018*). Исследования актуальны в свете повышенного спроса населения на продукты, произведенные на основе кобыльего молока, что также стимулирует развитие молочного коневодства и способствует выполнению стратегии импортозамещения сырья и молочной продукции с использованием кобыльего молока. Поэтому цель нашей работы – изучение жирнокислотного состава кисломолочных продуктов на основе смеси кобыльего и коровьего молока.

Материалы и методы

Экспериментальные и теоретические исследования были проведены в 2016–2017 гг. на базе факультета пищевых технологий (г. Уфа) в партнерстве с ООО "Национальные продукты и услуги" (г. Уфа).

Исследования проводились в 2 этапа. Цель первого этапа – предварительная разработка, изготовление и исследование опытных образцов йогурта с использованием кобыльего молока с проведением органолептической оценки и расчетом пищевой ценности продукта.

В ходе разработки и производства продукта исследованы молочная смесь на основе кобыльего молока, закваска прямого внесения, сухое обезжиренное молоко, коровье молоко. Сырье, использованное для приготовления напитка, соответствовало стандартам, предъявляемым к сырью для производства кисломолочных продуктов. Использовалось молоко кобыл башкирской породы.

На первом этапе были подобраны компоненты йогурта, разработаны и изготовлены его опытные образцы. Чтобы повысить показатели массовой доли белка, сухого вещества была изучена возможность применения сухого обезжиренного молока для обогащения смеси продукта. Приготовление йогурта осуществлялось по технологии, описанной в патенте на изобретение РФ № 2350088 (*Сносок..., 2009*).

Подбор количества сухого обезжиренного молока варьировался в диапазоне от 1 до 10 % с шагом 1 % от общей массы молочной смеси: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10 %. При приготовлении опытных образцов йогурта использовались следующие закваски: закваска YF-L811 ("Христиан Хансен", Дания), YF-L904 ("Христиан Хансен", Дания), YFHarmony 1.0 ("Христиан Хансен", Дания), YO-MIX 495 ("Даниско", Дания), AiBi серия Lbs 22.11 (ООО "Зеленые линии", Россия), AiBiGoldenTime серия Lbs 22.44 (ООО "Зеленые линии", Россия), закваска-бакконцентрат КТС (Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, г. Москва).

Органолептическую оценку проводили по характеристикам, представленным в ГОСТ 31981-2013¹.

¹ ГОСТ 31981-2013. Йогурты. Общие технические условия. М., 2019.

Лучшие органолептические показатели при сенсорной оценке опытных образцов получены с закваской прямого внесения YF-L904 Thermophilic Yoghurt Culture – YoFlex ("Христиан Хансен", Дания).

Цель исследований второго этапа – экспериментальное исследование жирнокислотного состава опытных образцов йогурта.

Определение жирнокислотного состава опытного образца йогурта производилось в аккредитованном испытательном лабораторном центре "Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии" (г. Москва).

Содержание жира определяли согласно ГОСТ 5867-90². Состав высших жирных кислот исследовали по ГОСТ 31663-2012³.

Полученные результаты подвергались обработке в соответствии с общепринятыми методами вариационной статистики с использованием программного обеспечения MS Excel 2007 (Microsoft).

Результаты и обсуждение

Осуществляли подбор наиболее рационального соотношения смеси кобыльего и коровьего молока, обогащенного сухим обезжиренным молоком (СОМ). В связи с этим исследовали опытные образцы смеси, состоящие из кобыльего молока (96 %) – образец № 1, кобыльего и коровьего молока (в соотношении 48 на 48 % и 68 на 28 %) – образцы № 2 и № 3. При этом количество вносимого СОМ во все образцы было одинаковое, равное 4 %. Все три образца подвергались ферментации одной закваской. В первом образце преобладал специфический вкус кобыльего молока. Наивысшей оценки удостоились образцы под № 2 и 3, поэтому дальнейшие исследования жирнокислотного состава были проведены с данными образцами. Подобраны виды заквасок для ферментации, которые наилучшим образом повлияли на органолептические и физико-химические показатели готового продукта, установлен качественный и количественный характер изменения характеристик (жир, белок, углеводы) опытных образцов йогурта в зависимости от доли внесенных компонентов.

Рецептура йогурта состояла из смеси кобыльего и коровьего молока (68 и 28 % соответственно) с добавлением сухого обезжиренного молока.

Биологическая ценность продукта характеризуется жирнокислотным составом молока, а именно количественными показателями непредельных жирных кислот. Табл. 1 иллюстрирует результаты проведенного анализа жирнокислотного состава опытного образца с использованием кобыльего молока. Выявлено содержание 15 предельных и 19 непредельных жирных кислот. Содержание ПНЖК ω -3 в опытном образце отражено в табл. 2.

Анализ результатов показал, что из насыщенных жирных кислот высоким содержанием в представленных йогуртах отличаются миристиновая (9,61 %), пальмитиновая (32,53 %) и стеариновая (6,76 %). Среди мононенасыщенных жирных кислот высоким показателем характеризуется олеиновая кислота (21,92 %). Из полиненасыщенных жирных кислот наибольшее значение показали линолевая (6,18 %) и α -линоленовая (2,82 %) кислоты (табл. 1).

Таблица 1. Показатели жирнокислотного состава опытного образца йогурта
Table 1. Indicators of the fatty acid composition of the prototype yogurt

Название ЖК	Индекс ЖК	Содержание ЖК, %
Масляная	4 : 0	0,58
Капроновая	6 : 0	0,62
Каприловая	8 : 0	0,90
Каприновая	10 : 0	2,68
Дециновая	10 : 1	0,24
Лауриновая	12 : 0	3,85
Тридекановая	13 : 0	0,11
Миристиновая	14 : 0	9,61
Миристолеиновая	14 : 1	0,70
Изо-пентадекановая	15 : 0	0,20
Антеизо-пентадекановая	15 : 0	0,44
Пентадекановая	15 : 0	1,22

² ГОСТ 5867-90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. М., 2009.

³ ГОСТ 31663-2012. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот. М., 2019.

Пентадеценовая	15 : 1	0,28
Пальмитиновая	16 : 0	32,53
Гексадеценовая	16 : 1	0,32
Пальмитолеиновая	16 : 1	3,50
Маргариновая	10 : 0	0,66
Гептадеценовая	17 : 1	0,50
Стеариновая	18 : 0	6,76
Элаидиновая	18 : 1	0,87
Олеиновая	18 : 1	21,92
Вакценовая	18 : 1	1,00
Октадеценовая	18 : 1	0,15
Изо-октадеценовая	18 : 1	0,22
Изо-октадекадиеновая	18 : 2	0,06
Линолевая	18 : 2	6,18
γ -линоленовая	18 : 3	0,03
α -линоленовая	18 : 3	2,82
Париаровая	18 : 4	0,24
Арахидовая	20 : 4	0,24
Эйкозопентаеновая	20 : 5	0,06
Бегеновая	22 : 0	0,09
Эруковая	22 : 1	0,03
Лигноцериновая	24 : 0	0,04

Таблица 2. Содержание ПНЖК ω -3 в образце йогурта
 Table 2. Content of PUFA ω -3 in yogurt sample

Название ЖК	Индекс ЖК	Содержание ПНЖК ω -3, мг/100 г продукта
α -линоленовая	18 : 3	65 (\pm 20 %)
Эйкозопентаеновая	20 : 5	1 (\pm 20 %)
Сумма ПНЖК ω -3		66 (\pm 20 %)

Анализ жирнокислотного состава подтверждает тот факт, что при введении в состав молочной смеси кобыльего молока жирнокислотный состав йогуртов изменяется в сторону увеличения содержания полиненасыщенных жирных кислот и уменьшению содержания насыщенных жирных кислот. Так, содержание линоленовой кислоты в йогурте из коровьего молока составляет 0,67 %, а в йогурте на основе кобыльего молока – 2,82 %.

В целом, в йогурте содержится 60,29 % предельных высших жирных карбоновых кислот и 39,36 % – непредельных жирных кислот. Отношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным составляет 0,65.

Обращает на себя внимание факт содержания пальмитолеиновой кислоты, которая отсутствовала в йогурте из коровьего молока. Поэтому полученные данные подтверждают ценные питательные свойства йогурта на основе кобыльего молока.

Заключение

Применение смеси кобыльего и коровьего молока для получения йогурта приводит к изменению содержания непредельных жирных кислот в сторону увеличения и уменьшению количества предельных кислот и непредельных кислот с одной кратной связью. Полученные данные об отличительных чертах жирнокислотного состава напитков с содержанием кобыльего молока дают основание для разработки новых кисломолочных продуктов, благоприятно влияющих на здоровье человека.

Таким образом, исследуемый образец йогурта обладает оптимальным жирнокислотным составом.

Для получения достоверных статистических данных по изменению жирнокислотного состава исследования будут продолжены.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

- Дмитрук Е. В., Ефимова Е. В., Шлемен М. М., Вырина С. И. Технологическая совместимость молока-сырья различных животных и его предельное соотношение в комбинированных смесях // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. 2019. № 13. С. 76–84.
- Дунченко Н. И., Волошина Е. С., Гаврилова О. С., Безрукова Е. А. Прогнозирование показателей качества йогуртов // Молочная промышленность. 2018. № 8. С. 29–30.
- Канарейкин В. И., Канарейкина С. Г. Разработка йогурта из кобыльего молока для работников с вредными условиями труда // Нефтегазовое дело. 2015. № 6. С. 467–480.
- Композиция для получения кисломолочного продукта : пат. 2677219 Рос. Федерация / С. Г. Канарейкина, В. И. Канарейкин № 2018100969 ; заявл. 10.01.2018 ; опубл. 16.01.2019.
- Способ производства йогурта : пат. 2350088 Рос. Федерация / С. Г. Канарейкина, И. А. Ахатова, В. И. Канарейкин № 2007112550/13 ; заявл. 27.03.2007 ; опубл. 27.03.2009.
- Citta A., Folda A., Scalcon V. [et al.]. Oxidative changes in lipids, proteins, and antioxidants in yogurt during the shelf life // Food Science and Nutrition. 2017. Vol. 5. P. 1079–1087.
- Devle H., Vetti I., Naess-Andresen C. F. [et al.]. A comparative study of fatty acid profiles in ruminant and non-ruminant milk // European Journal of Lipid Science and Technology. 2012. Vol. 114, Iss. 9. P. 1036–1043.
- Khan I. T., Nadeem M., Imran M. [et al.]. Antioxidant properties of milk and dairy products: A comprehensive review of current knowledge // Lipids in Health and Disease. 2019. Vol. 18. P. 41. DOI:10.1186/s12944-019-0969-8.
- Malacarne M., Martuzzi F., Summer A., Mariani P. Protein and fat composition of mare's milk: Some nutritional remarks with reference to human and cow's milk // International Dairy Journal. 2002. Vol. 12, Iss. 11. P. 869–877.
- Routray W., Mishra H. N. Scientific and technical aspects of yogurt aroma and taste: A review // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2011. Vol. 4. P. 208–220.
- Yang B., Chen H., Stanton C. [et al.]. Review of the roles of conjugated linoleic acid in health and disease. Journal of Functional Foods. 2015. Vol. 15. P. 314–325.
- Yue J., Zheng Y., Liu Z. [et al.]. Effects of microfiltration and storage time on cholesterol, cis-9, trans-11 and trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid levels, and fatty acid compositions in pasteurized milk // International Journal of Food Properties. 2016. Vol. 19. P. 13–24.

References

- Dmitruk, E. V., Efimova, E. V., Shlemen, M. M., Vyrina, S. I. 2019. Technological compatibility of raw milk of various animals and its limiting ratio in combined mixtures. *Topical issues of processing meat and dairy raw materials*, 13, pp. 76–84. (In Russ.)
- Dunchenko, N. I., Voloshina, E. S., Gavrilova, O. S., Bezrukova, E. A. 2018. Prediction of quality indicators of yoghurts. *Dairy Industry*, 8, pp. 29–30. (In Russ.)
- Kanareikin, V. I., Kanareikina, S. G. 2015. Development of yogurt from mare's milk for workers with harmful working. *Oil and Gas Business*, 6, pp. 467–480. (In Russ.)
- Kanareikina, S. G., Kanareikin, V. I. Bashkir State Agrarian University. 2019. Composition for obtaining a fermented milk product, Russian Federation, Pat. 2677219. (In Russ.)
- Kanareikina, S. G., Akhatova, I. A., Kanareikin, V. I. Bashkir State Agrarian University. 2009. Method for the production of yoghurt, Russian Federation, Pat. 2350088. (In Russ.)
- Citta, A., Folda, A., Scalcon, V. et al. 2017. Oxidative changes in lipids, proteins, and antioxidants in yogurt during the shelf life. *Food Science and Nutrition*, 5, pp. 1079–1087.
- Devle, H., Vetti, I., Naess-Andresen, C. F. et al. 2012. A comparative study of fatty acid profiles in ruminant and non-ruminant milk. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114(9), pp. 1036–1043.
- Khan, I. T., Nadeem, M., Imran, M. et al. 2019. Antioxidant properties of milk and dairy products: A comprehensive review of current knowledge. *Lipids in Health and Disease*, 18, p. 41. DOI:10.1186/s12944-019-0969-8.
- Malacarne, M., Martuzzi, F., Summer, A., Mariani, P. 2002. Protein and fat composition of mare's milk: Some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. *International Dairy Journal*, 12(11), pp. 869–877.
- Routray, W., Mishra, H. N. 2011. Scientific and technical aspects of yogurt aroma and taste: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 4, pp. 208–220.
- Yang, B., Chen, H., Stanton, C. et al. 2015. Review of the roles of conjugated linoleic acid in health and disease. *Journal of Functional Foods*, 15, pp. 314–325.
- Yue, J., Zheng, Y., Liu, Z. et al. 2016. Effects of microfiltration and storage time on cholesterol, cis-9, trans-11 and trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid levels, and fatty acid compositions in pasteurized milk. *International Journal of Food Properties*, 19, pp. 13–24.

Сведения об авторах

Канарейкина Светлана Георгиевна – ул. 50 лет Октября, 34, г. Уфа, Россия, 450001;
Башкирский государственный аграрный университет, канд. с.-х. наук, доцент;
e-mail: kanareikina48@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3364-2598>

Svetlana G. Kanareykina – 50 Years of October Str., 34, Ufa, Russia, 450001;
Bashkir State Agrarian University, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor;
e-mail: kanareikina48@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3364-2598>

Канарейкин Владимир Иванович – ул. Карла Маркса, 12, г. Уфа, Россия, 450008; Уфимский
государственный авиационный технический университет, Уфимский авиационный техникум,
канд. техн. наук, доцент; e-mail: kanareikina1948@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1723-1548>

Vladimir I. Kanareykin – 12 Karl Marx Str., Ufa, Russia, 450008; Ufa State Aviation Technical University,
Ufa Aviation Technical School, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor;
e-mail: kanareikina1948@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1723-1548>

Чернышенко Юлия Николаевна – ул. 50 лет Октября, 34, г. Уфа, Россия, 450001;
Башкирский государственный аграрный университет, канд. хим. наук, доцент;
e-mail: hem-bsau@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1929-7049>

Yulia N. Chernyshenko – 50 Years of October Str., 34, Ufa, Russia, 450001;
Bashkir State Agrarian University, Cand. Sci. (Chemistry), Associate Professor;
e-mail: hem-bsau@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1929-7049>

Рахматуллина Ирина Фирдинатовна – ул. 50 лет Октября, 34, г. Уфа, Россия, 450001;
Башкирский государственный аграрный университет, магистрант; e-mail: irishka199812@gmail.com

Irina F. Rakhmatullina – 50 Years of October Str., 34, Ufa, Russia, 450001;
Bashkir State Agrarian University, Master's Student; e-mail: irishka199812@gmail.com