

УДК 636.087.8:636.39.034:619:636.2.034

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-39-44

Е.О. Крупин¹, ✉
 М.К. Гайнуллина²,
 Ш.К. Шакиров¹,
 М. Хоггуи^{1, 2}

¹Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Казань, Россия

²Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, Казань, Россия

✉ evgeny.krupin@gmail.com

Поступила в редакцию:
07.12.2022

Одобрена после рецензирования:
04.05.2023

Принята к публикации:
20.05.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-39-44

Evgeny O. Krupin¹, ✉
 Shamil Sh. Shakirov²,
 Munira K. Gainullina¹,
 Mohammed Hoggui^{1, 2}

¹Tatar Scientific Research Institute of Agriculture is a separate structural subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science «Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Kazan, Russia

²Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia

✉ evgeny.krupin@gmail.com

Received by the editorial office:
07.12.2022

Accepted in revised:
04.05.2023

Accepted for publication:
20.05.2023

Жирнокислотный состав молока коров при включении в их рацион активированного цеолита и пробиотиков

РЕЗЮМЕ

Актуальность. На биосинтез молочного жира влияет большое количество факторов, в том числе немаловажное значение отводится особенностям кормления животных.

Методы. Пробы молока отбирали и подготавливали к анализу согласно ГОСТ 26809.1-2014. Жирнокислотный состав жировой фазы молока определяли методом газовой хроматографии в соответствии с ГОСТ 32915-2014 на газовом хроматографе «Кристаллюкс 4000М», капиллярная колонка SP2560.

Результаты. Достоверно наименьшее содержание стеариновой кислоты наблюдали у особей второй группы — 11,362% ($p < 0,05$). Животные второй группы имели более высокую массовую долю мононенасыщенных жирных кислот: деценовой, миристоолеиновой и пальмитоолеиновой — на 0,062% ($p < 0,05$), а по содержанию миристоолеиновой и пальмитоолеиновой кислот — на 0,242% ($p < 0,05$) и 0,159% ($p < 0,05$) соответственно. У животных второй группы содержание полиненасыщенной линолевой кислоты по сравнению с контролем было достоверно ниже на 0,385% ($p \geq 0,05$). В целом стоит отметить, что установленная массовая доля стеариновой кислоты в молочном жире животных третьей группы была незначительно выше, а пальмитоолеиновой кислоты в молоке коров всех групп несколько ниже референсных значений, предусмотренных ГОСТ 32915-2014. Соотношение метиловых эфиров жирных кислот молочного жира у особей всех групп соответствовало допустимому диапазону значений согласно ГОСТ 32261-2013.

Ключевые слова: корова, рацион, цеолит, пробиотики, молоко, жирные кислоты

Для цитирования: Крупин Е.О., Гайнуллина М.К., Шакиров Ш.К., Хоггуи М. Жирнокислотный состав молока коров при включении в их рацион активированного цеолита и пробиотиков. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 39–44, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-39-44>

© Крупин Е.О., Гайнуллина М.К., Шакиров Ш.К., Хоггуи М.

Fatty acid composition of cow milk when activated zeolite and probiotics are included in their diet

ABSTRACT

Relevance. The biosynthesis of milk fat is influenced by a large number of factors, including the feeding habits of animals.

Methods. Milk samples were taken and prepared for analysis according to GOST 26809.1-2014. The fatty acid composition of the fatty phase of milk was determined by gas chromatography in accordance with GOST 32915-2014 on a gas chromatograph «Crystallux 4000M», capillary column SP2560.

Results. Significantly the lowest content of stearic acid was observed in individuals of the second group — 11.362% ($p < 0.05$). Animals of the second group had a significantly higher mass fraction of monounsaturated fatty acids: decenoic, myristoleic and palmitoleic — by 0.062% ($p < 0.05$), and in terms of the content of myristoleic and palmitoleic acids — by 0.242% ($p < 0.05$) and 0.159% ($p < 0.05$), respectively. In animals of the second group, the content of polyunsaturated linoleic acid compared with the control was significantly lower by 0.385% ($p \geq 0.05$). In general, it should be noted that the established mass fraction of stearic acid in the milk fat of animals of the third group was slightly higher, and palmitoleic acid in the milk of cows of all groups was slightly lower than the reference values provided for by GOST 32915-2014. The ratio of fatty acid methyl esters of milk fat in individuals of all groups corresponded to the permissible range of values according to GOST 32261-2013.

Key words: cow, diet, zeolite, probiotics, milk, fatty acids

For citation: Krupin E.O., Gainullina M.K., Shakirov Sh., Hoggui M. Fatty acid composition of cow milk when activated zeolite and probiotics are included in their diet. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 39–44 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-39-44>

© Krupin E.O., Gainullina M.K., Shakirov Sh., Hoggui M.

Введение / Introduction

Определение состава жирных кислот в коровьем молоке является гарантом качества при выявлении различных конформаций и модификаций молочного жира, биоактивных свойств отдельных кислот семейства омега-3 и омега-6 и т. д. [1].

По данным Н.Д. Кухтын, О.С. Покотило, Г.В. Карпык [и др.] (2015), в составе свободных жирных кислот молока сырого больше всего пальмитиновой, миристиновой, олеиновой, линолевой, масляной, капроновой, которые составляют основу молочного жира [2]. И.А. Лашнева, А.А. Сермягин (2020) указывают, что наибольшая доля жирных кислот приходится на среднецепочечные (49,07%), пальмитиновую (39,96%) и олеиновую (18,74%) кислоты [3]. А.В. Степанов, О.А. Быкова, О.В. Костюнина (2022) в своих исследованиях установили изменение жирнокислотного состава молока коров в течение суток. Так, например, содержание жирных кислот и их трансизомеров в молоке коров вечером было значительно выше, чем утром. В общей жировой фракции молока преобладают среднецепочечные жирные кислоты во все периоды суток, а основное количество жирных кислот и их трансизомеров поступает в молоко коров в вечернее время [4].

Установлены и отдельные породные особенности изменения жирнокислотного профиля молока. Так, В.В. Цюпко (2011) показал, что жиросинтетическая функция вымени была несколько выше у коров породы Флэквих [5]. А.К. Смагуловым, М.Т. Нургулиевой, М.Р. Тойшимановым (2018) также получены данные по жирным кислотам в зависимости от породы молочного скота и сезона года [6].

О влиянии генотипа на липидный состав молока герефордских коров сообщалось в исследовании Н.В. Фомина, М.А. Дерхо (2016). Они отмечают, что чистопородные животные по их количеству более чем в 1,5 раза отличались от помесей в ходе подсосного периода [7]. Однако, по данным Г.В. Ширяева (2019), в целом недостаточно сведений о биохимических, гормональных и молекулярных механизмах влияния того или иного отдельного гена и его полиморфизмов на жирнокислотный состав молока коров [8].

Отмечалось, что доение коров робототехникой в большей степени влияет на образование свободных жирных кислот в молоке, чем доение на АСД «Карусель». В частности, по результатам А.Н. Бергилевич, А.Н. Марченко, О.А. Бергилевич (2014), при роботизированном доении наибольшую концентрацию в молоке составляли пальмитиновая, олеиновая и стеариновая жирные кислоты [9].

Много сообщений о влиянии кормового фактора на жирнокислотный состав молока [10]. Считается, что для увеличения концентрации жировой фазы молока и повышения ее биологической ценности необходимо оптимизировать рационы высокопродуктивных коров по всем питательным веществам, оценивая жировой состав корма и включая по необходимости недостающие жирные кислоты [11, 12].

Описано положительное влияние антиоксидантов на процессы перекисного окисления липидов в организме коров. Выявлена взаимосвязь между качественным составом молока и выходом творога, полученного из него. Установлены увеличение

количества ненасыщенных жирных кислот в твороге, взаимозаменяемость мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот и их взаимосвязь [13]. При введении в рацион буферной смеси О.В. Hultayeva, А.Р. Petruk, V.V. Vlizlo (2017) наблюдали увеличение содержания масляной кислоты в молоке коров и уменьшение содержания кислот (18:1, 18:2, 18:3 и 20:4) на рационе с соевым шротом. Отмечалось, что при большем количестве в рационе коров жира в составе молока возросла доля олеиновой и линолевой кислот.

Также описано, что скармливание буферной смеси уменьшало в составе молочного жира содержание транс-10, но увеличивало содержание транс-11 изомеров жирных кислот [14]. Установлено, что при наличии в рационе зеленой массы пастбищной травы, комбикорма, оксидов металлов (и особенно цеолитовой муки) у коров повышается среднесуточное выделение с молоком неэтерифицированных жирных кислот [15]. Отмечалось, что скармливание модифицированных кремнийсодержащих добавок, обогащенных аминокислотами, также положительно влияет на жирнокислотный состав молока коров, повышает концентрацию каприновой (C10:0), лауриновой (C12:0), миристиновой (C14:0), пальмитиновой (C16:0) и маргариновой (C17:0) жирных кислот [16]. Комплексная добавка, включающая модифицированный диатомит, диацетофенонилселенид, органический селен, подсолнечное масло и кормовые дрожжи, оказала влияние на жирнокислотный состав молока и способствовала увеличению фракции насыщенных жирных кислот с короткой цепью при одновременном резком уменьшении содержания стеариновой и арахидиновой кислот.

Также указывается на снижение уровня мононенасыщенных жирных кислот [17]. Результаты исследований И.Ф. Горлова, А.Р. Каретникова, В.В. Ранделина [и др.] (2017) свидетельствуют о том, что введение в рацион лактирующих коров кормовой добавки «КореМикс» оказывало положительное влияние на химический, аминокислотный и жирнокислотный состав молока, а на качество воздействует доза получаемой добавки. Содержание таких жирных кислот, как масляная, капроновая, стеариновая, по мере увеличения количества подкормки в рационах коров не изменялось, а каприновой, линолевой — уменьшалось [18]. Не только кормовые добавки, но и основные корма способны влиять на продукцию молочного жира. Так, Л.Н. Гордийчук, И.Ю. Вахуткевич (2015) установили, что в молоке коров, которым скармливали пастбищную траву, комбикорм и сечку сена с различной величиной частиц (0,2–2,0 см и 3,0–5,0 см), повышалось содержание общих липидов за счет насыщенных жирных кислот с четным числом углеродных атомов в цепи. При этом повышались среднесуточные надои молока и содержание в нем жира [19].

Таким образом, на биосинтез молочного жира влияет большое количество факторов, в том числе немаловажное значение отводится особенностям кормления животных.

Исходя из вышеизложенного, целью настоящей работы было изучение жирнокислотного профиля молока коров при использовании в составе рационов кормовых добавок на основе активированного цеолита с включением пробиотиков.

Материал и методы исследования / Material and methods

Научно-хозяйственный опыт проведен в ООО «Возрождение» Арского муниципального района Республики Татарстан на дойных коровах чернопестрой породы в период разгара лактации в 2022–2023 гг. Для проведения опыта по принципу пар-аналогов сформировали три группы животных с учетом возраста, породы, живой массы, продуктивности и др. В каждой группе было по 13 голов. Продолжительность опыта составила 80 дней, среднее количество дней доения на момент начала исследований — 90. Приемы постановки опыта выполнены согласно методологии А.И. Овсянникова (Москва, 1976). Рационы, состав и питательность комплексных кормовых добавок рассчитаны с использованием программы «Корм Оптима Эксперт» («КормоРесурс», Россия).

Потребности дойных коров в питательных и биологически активных веществах определяли по А.П. Калашникову, В.И. Фисинину, В.В. Щеглову и др. (2003). Основной рацион кормления животных всех групп состоял из сенажа многолетних бобовых трав, силоса кукурузного, пивной дробины свежей, рапсового шрота, зерна кукурузы и ячменя, соли поваренной, мела кормового, витаминно-минерального премикса. Коровы контрольной группы получали дополнительно к основному рациону активированный цеолит. Активированный цеолит изготавливается путем термомеханической активации цеолитсодержащей породы Татарско-Шатрашанского месторождения, расположенного в Республике Татарстан ООО «Цеолиты Поволжья» по ТУ 2163-001-27860096-2016¹.

Животные второй группы дополнительно к основному рациону получали комплексную кормовую добавку, включающую активированный цеолит и дрожжевой пробиотик «Клювер Про» (ООО «Протеин КормБиоТех Исследования», Россия), а коровы третьей группы — активированный цеолит и фитопробиотик «Провитол» (ООО «Биотроф», Россия), взятые в определенном оптимальном соотношении. Комплексные кормовые добавки были получены путем смешивания компонентов в горизонтальном лопастном смесителе «МК «ТЕХНЭКС»» до однородной консистенции в течение 5 мин. при 140 об/мин.

Во время эксперимента условия содержания всех животных были одинаковыми, а обращение с коровами проводилось в соответствии с European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes.

Пробы молока были отобраны в заключительный день исследований и подготовлены к анализу согласно ГОСТ 26809.1-2014². Жирнокислотный состав жировой фазы молока определяли методом газовой хроматографии в соответствии с ГОСТ 32915-2014³ на газовом хроматографе «Кристаллюкс 4000М» (Россия), капиллярная колонка SP2560. Установили содержание следующих жирных кислот: насыщенных (масляной, капроновой, каприловой, каприновой, лауриновой,

миристиновой, пальмитиновой, стеариновой, арахидиновой, бегеновой), мононенасыщенных (деценовой, миристоолеиновой, пальмитоолеиновой, олеиновой), полиненасыщенных (линолевой, линоленовой). Учитывались границы соотношения метиловых эфиров жирных кислот молочного жира: пальмитиновой к лауриновой; стеариновой к лауриновой; олеиновой к миристиновой; линолевой к миристиновой; сумма олеиновой и линолевой к сумме лауриновой, миристиновой, пальмитиновой и стеариновой.

Полученные результаты обрабатывали с применением биометрических методов по А.Н. Плохинскому (Москва, 1970), А.Т. Усовичу, П.Т. Лебедеву (Омск, 1976). Достоверность различий оценивали по *t*-критерию Стьюдента. Анализ данных выполняли в программах Microsoft Excel (Microsoft Corporation, США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты анализа жирнокислотного состава жировой фазы молока животных контрольной и опытных групп представлены в таблице 1. Из данных видно, что по содержанию отдельных жирных кислот особи опытных групп превосходили аналоги контрольной группы. Так, оценивая содержание насыщенных жирных кислот, следует отметить, что в молоке коров второй группы наблюдалось достоверно более высокое содержание масляной кислоты, а также тенденция большего содержания в молочном жире капроновой, миристиновой и пальмитиновой жирных кислот на 0,136%, 0,141% и 2,245%. Тенденция наибольшего содержания в молоке стеариновой кислоты была характерна коровам третьей группы — 14,892%, что на 0,986% и 3,530% выше по сравнению с аналогичным показателем животных первых двух групп. Наименьшее содержание стеариновой кислоты наблюдали у коров второй группы (11,362%), причем установленная разница в сравнении с показателем в контроле была достоверной ($p < 0,01$). Коровы опытных групп имели тенденцию большего содержания в молочном жире каприловой, лауриновой и арахидиновой кислот по сравнению с показателями контрольной группы, причем среди опытных групп наиболее высокими были значения, характерные особям третьей группы. Однако полученные значения не были статистически достоверными. По уровню бегеновой кислоты различий между группами не установлено.

Анализируя долю мононенасыщенных жирных кислот, установлено, что животные второй группы имели достоверно более высокую массовую долю деценовой, миристоолеиновой и пальмитоолеиновой жирных кислот в молочном жире по сравнению со значениями, характерными контрольным особям. Так, по уровню деценовой кислоты различия составили 0,062% ($p < 0,05$), а по содержанию миристоолеиновой и пальмитоолеиновой кислот — 0,242% ($p < 0,05$) и 0,159% ($p < 0,05$)

¹ <https://zeol.ru/catalog/ceolit-aktivirovannyi/>

² ГОСТ 26809.1-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу.

³ ГОСТ 32915-2014. Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии

Таблица 1. Жирнокислотный состав жировой фазы молока, %
Table 1. Fatty acid composition of the fatty phase of milk, %

Показатель	Группа (n = 3)		
	первая	вторая	третья
Насыщенные жирные кислоты			
Масляная (C _{4:0})	2,688 ± 0,086	3,106 ± 0,032***	2,969 ± 0,224
Капроновая (C _{6:0})	1,935 ± 0,106	2,071 ± 0,035	1,869 ± 0,235
Каприловая (C _{8:0})	1,268 ± 0,088	1,303 ± 0,028	1,365 ± 0,010
Каприновая (C _{10:0})	3,043 ± 0,225	2,982 ± 0,094	3,295 ± 0,210
Лауриновая (C _{12:0})	3,477 ± 0,192	3,535 ± 0,1298	3,690 ± 0,356
Миристиновая (C _{14:0})	11,207 ± 0,379	11,348 ± 0,284	10,724 ± 0,360
Пальмитиновая (C _{16:0})	26,466 ± 0,519	28,711 ± 1,399	24,838 ± 0,872
Стеариновая (C _{18:0})	13,906 ± 0,687	11,362 ± 0,305**	14,892 ± 0,197
Арахидовая (C _{20:0})	0,176 ± 0,010	0,179 ± 0,017	0,192 ± 0,011
Бегеновая (C _{22:0})	0,010 ± 0,002	0,010 ± 0,003	0,010 ± 0,004
Мононенасыщенные жирные кислоты			
Деценовая (C _{10:1})	0,248 ± 0,019	0,310 ± 0,019*	0,219 ± 0,021
Миристолеиновая (C _{14:1})	0,952 ± 0,072	1,194 ± 0,063*	0,853 ± 0,074
Пальмитолеиновая (C _{16:1})	1,098 ± 0,041	1,257 ± 0,064*	1,109 ± 0,209
Олеиновая (C _{18:1})	26,764 ± 1,235	25,368 ± 1,095	26,263 ± 0,137
Полиненасыщенные жирные кислоты			
Линолевая (C _{18:2})	3,171 ± 0,116	2,786 ± 0,194*	3,113 ± 0,335
Линоленовая (C _{18:3})	0,681 ± 0,040	0,693 ± 0,047	0,737 ± 0,023

Примечание: * p < 0,05, ** p < 0,01; *** p < 0,001

Рис. 1. Соотношение жирных кислот жировой фазы молока коров, %
Fig. 1. The ratio of fatty acids in the fatty phase of cow's milk, %



Таблица 2. Соотношение метиловых эфиров жирных кислот молочного жира, %
Table 2. The ratio of methyl esters of fatty acids of milk fat, %

Показатель	Группа (n = 3)		
	первая	вторая	третья
Пальмитиновая — лауриновая	7,685 ± 0,265	8,242 ± 0,589	6,995 ± 0,910
Стеариновая — лауриновая	4,099 ± 0,393	3,228 ± 0,077	4,136 ± 0,345
Олеиновая — миристиновая	2,419 ± 0,182	2,243 ± 0,108	2,459 ± 0,095
Линолевая — миристиновая	0,285 ± 0,016	0,247 ± 0,020	0,289 ± 0,023
Сумма олеиновой и линолевой к сумме лауриновой, миристиновой, пальмитиновой и стеариновой	0,545 ± 0,029	0,518 ± 0,033	0,543 ± 0,004

соответственно. Тенденция большего содержания олеиновой кислоты была характерна молоку коров контрольной группы.

Несмотря на то что среди полиненасыщенных жирных кислот тенденцией большей массовой доли линолевой кислоты в жире молока характеризовались особи контрольной группы, у животных второй группы значения этого показателя были ниже на 0,385%, причем установленная разница была статистически достоверна (p < 0,05). Стоит отметить, что особи второй и третьей группы имели тенденцию несколько большего содержания в жировой фазе молока линолевой кислоты.

В целом же (рис. 1) видно, что максимальная доля насыщенных жирных кислот установлена в молоке коров второй группы, мононенасыщенных жирных кислот — в молоке животных контрольной группы, насыщенных жирных кислот и полиненасыщенных жирных кислот — в молоке коров третьей группы. Особо подчеркнем, что доля прочих жирных кислот в молоке коров контрольной и опытных групп составила в среднем 3,669%, причем разница в показателе между значением контрольной и третьей группами составила 0,522% (p < 0,01).

Анализ соотношения метиловых эфиров жирных кислот молочного жира коров контрольной и опытных групп представлен в таблице 2. Так, животные контрольной группы характеризовались большим соотношением (0,545%) суммы олеиновой и линолевой к сумме лауриновой, миристиновой, пальмитиновой и стеариновой кислот. Молочный жир коров второй группы имел тенденцию большего соотношения пальмитиновой и лауриновой кислот, тогда как для молочного жира коров третьей группы была характерна тенденция большего соотношения стеариновой к лауриновой, олеиновой к миристиновой и линолевой к миристиновой жирной кислоте.

Однако в целом стоит отметить, что установленная массовая доля стеариновой кислоты в молочном жире животных третьей группы была незначительно выше, а пальмитоолеиновой кислоты в молоке коров всех групп несколько ниже референсных значений, предусмотренных ГОСТ 32915-2014.

Выводы / Conclusion

Введение в рацион кормления коров опытных групп испытываемых кормовых добавок в целом повлияло на изменение жирнокислотного состава жировой фазы молока и соотношение метиловых эфиров жирных кислот молочного жира. При скармливании животным активированного цеолита и дрожжевого пробиотика «Клювер Про» достоверно увеличивалось содержание в молочном жире насыщенной жирной кислоты (масляной), мононенасыщенных жирных кислот (деценовой, миристолеиновой, пальмитолеиновой), полиненасыщенных жирных кислот (линолевой). Вариации состава кормовой добавки могут оказать влияние на изменение содержания той или иной жирной кислоты, а именно при скармливании коровам дрожжевого фитопробиотика «Провитол» достоверно возросло содержание в молочном жире прочих, не идентифицированных нами жирных кислот.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Работа выполнена в рамках государственного задания «Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработка сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды» (рег. № 122011800138-7).

FUNDING:

The work was carried out as part of the state assignment «Ecological and Genetic approaches to the creation and preservation of plant resources and animals, expand their adaptive potential and biodiversity, the development of saving agricultural technologies in order to increase the stability of the production of high-quality products, and achieve safety for human health and the environment» (reg. No. 122011800138-7).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жижин Н.А. Применение метода «быстрой» газовой хроматографии для регулярного анализа жирных кислот в молоке и молочных продуктах. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2020; 82(1): 164–168. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-1-164-168>
2. Кухтын Н.Д., Покотило О.С., Карпук Г.В., Кравченко Х.Ю., Шинкарук О.Ю. Изменение содержания свободных жирных кислот и жирнокислотного состава молока под влиянием психотрофных микроорганизмов. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2015; 17(1-4): 50–55. <https://elibrary.ru/vlabid>
3. Лашнева И.А., Сермягин А.А. Влияние наличия трансизомеров жирных кислот в молоке на его состав и продуктивность коров. *Достижения науки и техники АПК*. 2020; (3): 46–50. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10309>
4. Степанов А.В., Быкова О.А., Костюнина О.В. Жирнокислотный состав молока коров черно-пестрой породы Уральского региона. *Вестник КрасГАУ*. 2022; (12): 181–188. <https://elibrary.ru/uvdfgp>
5. Цюпко В.В. Состав молока и содержание жирных кислот в молочном жире коров пород флеквих и браунвих. *Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины*. 2011; 104: 224–230. <https://elibrary.ru/skxlrz>
6. Хастаева А.Ж., Смагулов А.К., Нургалиева М.Т., Тойшиманов М.Р. Жирнокислотный состав молока коров голштинской породы. *Вестник Алтайского технологического университета*. 2018; (2): 37–41. <https://elibrary.ru/xryxhv>
7. Фомина Н.В., Дерхо М.А. Влияние генотипа коров-матерей герефордской породы на липидный состав молока. *Достижения науки и техники АПК*. 2016; (9): 91–94. <https://elibrary.ru/wwwrgur>
8. Ширяев Г.В. Влияние полиморфизмов генов, определяющих жирнокислотный состав молока, на репродуктивные показатели крупного рогатого скота (обзор). *Молочное и мясное скотоводство*. 2019; (8): 24–27. <https://doi.org/10.33943/MMS.2019.32.82.002>
9. Бергилевич А.Н., Марченко А.Н., Бергилевич О.А. Влияние современных технологий доения и психотрофных микроорганизмов на содержание свободных жирных кислот в молоке. *ScienceRise*. 2014; 5(4): 61–68. <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2014.32252>
10. Харитонов Е.Л., Панюшкин Д.Е. Кормовые и метаболические факторы формирования жирнокислотного состава молока у коров. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2016; (2): 76–106. <https://elibrary.ru/waacbj>
11. Хромова Л.Г., Байлова Н.В., Петрин А.Н. Жирнокислотный состав и биологическая ценность молока коров голштинской породы различной селекции в период адаптации. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2018; (3): 81–87. <https://www.elibrary.ru/yggwj>
12. Полищук В.В., Андреева Л.Ю. Жирнокислотный состав сырого коровьего молока. *Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета*. 2021; (1): 154–157. <https://elibrary.ru/wywyty>
13. Каширина Л.Г., Иванисhev К.А. Влияние антиоксидантов в виде витаминсодержащих препаратов на качественные показатели молока и жирнокислотный состав творога, изготовленного из него. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. 2018; (2): 142–148. <https://elibrary.ru/xsvhkh>
14. Гульятеева О.В., Петрук А.П., Влизло В.В. Влияние количества жира в рационе коров и рН соевого жмыха на его ферментацию и соотношение жирных кислот в липидах молока. *Біологія тварин*. 2017; 19(2): 23–29. <https://doi.org/10.15407/animbiol19.02.023>
15. Ривис И.Ф., Коляда С.М. Выделение неэтерифицированных жирных кислот с молоком, молочная продуктивность и состав молока коров при наличии целюлита в рационе пастбищного периода. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2015; 17(1-3): 171–178. <https://elibrary.ru/vlaaur>

REFERENCES

1. Zhizhin N.A. Application of the «fast» gas chromatography method for regular analysis of fatty acids in milk and dairy products. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2020; 82(1): 164–168 (In Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-1-164-168>
2. Kukhtyn M.D., Pokotylo O.S., Karpyk G.V., Kravchenyk K.J., Shynkaruk O.J. Changes in the content of free fatty acids composition of the milk under the influence of microorganisms psychrotrophik. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2015; 17(1-4): 50–55 (In Ukrainian). <https://elibrary.ru/vlabid>
3. Lashneva I.A., Sermiyagin A.A. The effect of the presence of trans fatty acids in milk on its composition and cows' productivity. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2020; (3): 46–50 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10309>
4. Stepanov A.V., Bykova O.A., Kostyunina O.V. Fatty acid composition of black-mottled breed cows milk of the Ural region. *Bulletin of KSAU*. 2022; (12): 181–188 (In Russian). <https://elibrary.ru/uvdfgp>
5. Tsyupko V. Milk composition and fatty acid content in fleckvieh and braunvieh milk fat. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. 2011; 104: 224–230 (In Ukrainian). <https://elibrary.ru/skxlrz>
6. Khastaeva A.Zh., Smagulov A.K., Nurgalieva M.T., Toishimanov M.R. Fatty acid composition of milk of cows of Holstein breed. *The Journal of Altay Technological University*. 2018; (2): 37–41 (In Russian). <https://elibrary.ru/xryxhv>
7. Fomina N.V., Derkho M.A. Influence of genotype of hereford cows-mothers on the lipid composition of milk. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016; (9): 91–94 (In Russian). <https://elibrary.ru/wwwrgur>
8. Shiryayev G.V. The effect of genes' polymorphisms determined the fatty acid composition of milk on the reproductive indicators of cattle (review). *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2019; (8): 24–27 (In Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2019.32.82.002>
9. Bergilevich A.N., Marchenko A.N., Bergilevich O.A. Effect of modern milking technologies and psychrotrophic microorganisms on fatty acid in milk. *ScienceRise*. 2014; 5(4): 61–68 (In Russian). <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2014.32252>
10. Kharitonov E.L., Panyushkin D.E. Food and metabolic factors of the milk fatty acid composition in cows. *Problems of productive animal biology*. 2016; (2): 76–106 (In Russian). <https://elibrary.ru/waacbj>
11. Khromova L., Baylova N., Petrin A. Fatty acid composition and biological value of milk of holstein cows of different selection in adaptation period. *The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2018; (3): 81–87 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yggwj>
12. Polishchuk V.V., Andreyeva L.Yu. Fatty acid composition of raw cow's milk. *Vestnik molodezhnoy nauki Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; (1): 154–157 (In Russian). <https://elibrary.ru/wywyty>
13. Kashirina L.G., Ivanishev K.A. The influence of antioxidants in the form of vitaminous preparations on milk quality parameters and fatty acid content of curd made of it. *Herald of Ryzan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*. 2018; (2): 142–148 (In Russian). <https://elibrary.ru/xsvhkh>
14. Hulyayeva O.V., Petruk A.P., Vlizlo V.V. Effect of fat content in cows diet and pH of rumen on Ruminal fermentation and fatty acid composition of milk fat. *The Animal Biology*. 2017; 19(2): 23–29 (In Ukrainian). <https://doi.org/10.15407/animbiol19.02.023>
15. Rivis I.F., Kolyada S.M. Isolation of non-esterified fatty acids with milk, milk productivity and milk composition of cows in the presence of zeolite in the diet of the pasture period. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2015; 17(1-3): 171–178 (In Ukrainian). <https://elibrary.ru/vlaaur>

16. Ахметова В.В. и др. Характеристика жирнокислотного состава молока коров при включении в их рацион активированных и обогащенных кремнийсодержащих добавок. *Аграрная наука*. 2023; (1): 39–43. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-39-43>

17. Ахметова В.В., Мерчина С.В., Мухитов А.З. Анализ жирнокислотного состава молока коров на фоне добавки модифицированного диатомита. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020; (4): 246–250. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-4-246-250>

18. Горлов И.Ф., Каретникова А.Р., Ранделина В.В., Сложенкина М.И., Сивков А.И., Мосолова Н.И. Влияние разных доз новой кормовой добавки в рационах лактирующих коров на содержание аминокислот и жирных кислот в молоке. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2017; (6): 63–66. <https://elibrary.ru/zwgxhl>

19. Гордийчук Л.Н., Вахуткевич И.Ю. Содержание жирных кислот общих липидов в молоке коров за дополнительного введения клетчатки в рацион у летний период. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2015; 17(1-3): 43–47. <https://elibrary.ru/vlaajx>

16. Akhmetova V.V. et al. Characteristics of the fatty acid composition of cow's milk when including in their diet activated and enriched silicon-containing additives. *Agrarian science*. 2023; (1): 39–43 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-39-43>

17. Akhmetova V.V., Merchina S.V., Mukhitov A.Z. Analysis of the fatty acid composition of cow's milk against the background of modified diatomite additives. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020; (4): 246–250 (In Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-4-246-250>

18. Gorlov I.F., Karetnikova A.R., Randelina V.V., Slozhenkina M.I., Sivkov A.I., Mosolova N.I. The influence of different doses of a new feed additive in rations of lactating cows on content of fatty on amino-acids in milk. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2017; (6): 63–66 (In Russian). <https://elibrary.ru/zwgxhl>

19. Gordiychuk L.M., Vakhutkevych I.U. Fatty acids of total lipids in milk cows for an additional injection of fiber in the diet in the summer. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2015; 17(1-3): 43–47 (In Ukrainian). <https://elibrary.ru/vlaajx>

ОБ АВТОРАХ:

Евгений Олегович Крупин,

доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник отдела физиологии, биохимии, генетики и питания животных, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», ул. Оренбургский тракт, д. 48, Казань, 420059, Россия evgeny.krupin@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-8086-1788>

Мунира Кабировна Гайнуллина,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой технологии производства и переработки сельхозпродукции, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, ул. Сибирский тракт, д. 35, Казань, 420029, Россия gainullinamun@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-3539-4065>

Шамиль Касымович Шакиров,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиологии, биохимии, генетики и питания животных, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», ул. Оренбургский тракт, д. 48, Казань, 420059, Россия intechkorm@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-3362-0463>

Мохаммед Хоггуи,

- аспирант кафедры технологии производства и переработки сельхозпродукции, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, ул. Сибирский тракт, д. 35, Казань, 420029, Россия;
- младший научный сотрудник отдела физиологии, биохимии, генетики и питания животных, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», ул. Оренбургский тракт, д. 48, Казань, 420059, Россия miloudidjafer@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-4439-3761>

ABOUT THE AUTHORS:

Evgeny Olegovich Krupin,

Doctor of Veterinary Sciences, Leading Researcher of the Department of Physiology, Biochemistry, Genetics and Animal Nutrition, Tatar Scientific Research Institute of Agriculture is a separate structural subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science «Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», 48 Orenburg tract, Kazan, 420059, Russia evgeny.krupin@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-8086-1788>

Munira Kabirovna Gainullina,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Production and Processing of agricultural Products, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, 35 Sibirskiy tract, Kazan, 420029, Russia gainullinamun@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-3539-4065>

Shamil Kasimovich Shakirov,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Physiology, Biochemistry, Genetics and Animal Nutrition, Tatar Scientific Research Institute of Agriculture is a separate structural subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», 48 Orenburg tract, Kazan, 420059, Russia intechkorm@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-3362-0463>

Mohammed Hoggui,

- postgraduate student of the department of technology of production and processing of agricultural products, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, 35 Sibirskiy tract, Kazan, 420029, Russia;
- junior researcher of the department of physiology, biochemistry, genetics and nutrition of animals, Tatar Scientific Research Institute of Agriculture is a separate structural subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science «Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», 48 Orenburg tract, Kazan, 420059, Russia miloudidjafer@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-4439-3761>