

Жижин Николай Анатольевич, н.с.

ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (Россия, г. Москва)

ОЦЕНКА ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА КОРОВЬЕГО И КОЗЬЕГО МОЛОКА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Аннотация. В статье приведены сведения о составе жирных кислот козьего и коровьего молока. Проведена сравнительная оценка жирнокислотного состава этих видов и его влияния на организм человека.

Ключевые слова: жирнокислотный состав, козье молоко, коровье молоко, оценка функциональности.

Zhizhin Nikolay Anatolyevitch, scientist

All-Russian Dairy Research Institute (Russia, Moscow)

THE EVALUATION OF FATTY-ACID COMPOSITION OF COW'S AND GOAT'S MILK IN TERMS OF FUNCTIONAL EFFECT ON HUMAN BODY

Abstract. The information covering the fatty acids composition of cow's and goat's milk is presented in the article. The comparative evaluation of fatty-acid composition of these forms and their effect on human body is considered.

Key words: fatty-acid composition, goat's milk, cow's milk, evaluation of functionality.

Введение

Молоко и молочные продукты являются хорошо сбалансированным компонентом в рационе питания человека. Качество молочных продуктов тесно связано с качеством молочного жира и его составляющими [1,2].

Оценка жирнокислотного состава молочного жира, является необходимым фактором для понимания действия, как отдельных жирных кислот, так и их конгломераций на организм человека [3].

Жирнокислотный состав жировой фазы козьего и коровьего молока качественно различается по своему составу. Это отличие приводит к различному содержанию насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, а так же разнице в содержании отдельных жирных кислот имеющих функциональную направленность в питании человека [4-7].

В данной статье будет проведена оценка состава жирных кислот козьего и коровьего молока и проведен сравнительный анализ их воздействия на организм человека.

Основной материал

Жирные кислоты по характеру связи между атомами углерода делятся на две группы – насыщенные и ненасыщенные.

Насыщенные жирные кислоты являются основным питательным компонентом жиров. Однако чрезмерно высокая доля насыщенных жирных кислот в рационе человека может вызывать хронические заболевания, такие как атеросклероз, сердечная недостаточность и т.д. обусловленные высоким содержанием липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) [8].

В настоящее время считается, что высокое содержание ЛПНП обуславливается лауриновой (C12:0), миристиновой (C14:0) и пальмитиновой (C16:0) жирными кислотами. Принимая во внимание тот факт, что остальные жирные кислоты повышают содержание липопротеидов высокой плотности (ЛПВП), действие лауриновой, миристиновой и пальмитиновой жирных кислот нейтрализуется. Поэтому утверждение диетологов о том, что употребление молока и высокожирных молочных продуктов приводит к развитию болезней сердца, не может быть подтверждено [9].

Насыщенные кислоты в составе жировой фазы молока жвачных животных составляют 60-70 % от общей массы жирных кислот. Самое высокое содержание среди насыщенных жирных кислот у пальмитиновой (C16:0) кислоты.

Содержание пальмитиновой жирной кислоты в козьем молоке характерно ниже, чем в коровьем. При этом доля жирных кислот, в жировой фазе козьего молока, со средней длиной углеродной цепи таких как капроновая (C6:0), каприловая (C8:0) и каприновая (C10:0) более чем в два раза превышает содержание в коровьем молоке [10]. В таблице 1 приведены диапазоны содержания основных жирных кислот козьего и коровьего молока согласно литературным данным.

Таблица 1 – Диапазоны содержания основных жирных кислот козьего и коровьего молока

| Жирные кислоты, % | Коровье молоко | Козье молоко |
|---|----------------|-----------------|
| Масляная (C4:0) | 3,0-4,0 | 1,7-2,4 |
| Капроновая (C6:0) | 1,5-3,0 | 1,8-2,2 |
| Каприловая (C8:0) | 1,0-2,0 | 2,4-2,8 |
| Каприновая (C10:0) | 2,0-3,8 | 6,0-11,0 |
| Лауриновая (C12:0) | 3,0-4,0 | 4,0-5,0 |
| Миристиновая (C14:0) | 10,0-12,0 | 8,0-11,0 |
| Пальмитиновая (C16:0) | 30,0-35,0 | 23,0-31,0 |
| Стеариновая (C18:0) | 9,0-13,0 | 7,5-13,5 |
| Олеиновая (C18:1n9c) | 20,0-24,0 | 18,0-21,0 |
| Линолевая (C18:2n6c) | 2,0-3,5 | 2,0-3,0 |
| Конъюгированная линолевая кислота 18:2 cis-9, trans-11; (КЛА) | 0,5-0,6 | 0,3-0,5 |
| Гамма-линоленовая (C18:3n6) | 0,4-0,7 | 0,7-0,9 |

Характерной чертой жирнокислотного состава козьего молока является высокое содержание каприновой жирной кислоты. Превышающее таковое содержание в коровьем молоке в среднем в два раза. Если рассмотреть

соотношение каприновой и лауриновой кислот, то в коровьем молоке этот показатель составляет от 0,6 до 1,0, а в козьем от 1,5 до 2,2. Этот фактор можно рассматривать для выявления возможной фальсификации козьего молока коровьим молоком [11].

Доля мононенасыщенных жирных кислот приблизительно одинакова для козьего и коровьего молока и может составлять от 20 % до 32 %. Мононенасыщенные жирные кислоты оказывают положительное влияние на концентрацию липопротеидов высокой плотности, транспортируя холестерин от стенок кровеносных сосудов к печени. Там происходит расщепление холестерина посредством желчных кислот, которые впоследствии выводятся из организма. В группе мононенасыщенных жирных кислот содержание олеиновой (C18:1n9c) жирной кислоты наиболее высоко. Коровье молоко является более богатым источником олеиновой кислоты, чем козье. Ее содержание в коровьем молоке варьируется в диапазоне 20-24 %, тогда как в козьем молоке олеиновая кислота содержится на уровне 18-21 % [12,13]. Так же в молоке жвачных животных есть другие важные для организма человека мононенасыщенные жирные кислоты, такие как миристолеиновая, пальмитолеиновая и вакценовая. Вакценовая (18:1ω7) кислота является предшественником конъюгированной линолевой кислоты (КЛЖ) в организме человека.

Основные полиненасыщенные жирные кислоты – α-линоленовая кислота из семейства n-3 и линолевая кислота из семейства n-6 достаточно долго относились к разряду незаменимых жирных кислот, которые не синтезируются в организме человека. Недавно было обнаружено, что эти жирные кислоты могут образовываться в организме человека из гексадекатриеновой кислоты (C16:3) и гексадекадиеновой кислоты (C16:2) [14].

Рацион питания человека в развитых странах характеризуется низкой долей n-3 жирных кислот и высоким содержанием n-6 жирных кислот. В то время как линолевая кислота и α-линоленовая кислота конкурируют за одни и те же ферментативные системы в метаболических путях организма человека.

К важным полиненасыщенным жирным кислотам семейства n-3 относятся такие кислоты как эйкозапентаеновая кислота (ЭПК) и докозагексаеновая кислота (ДГК). Эти кислоты могут поступать в организм с пищей или синтезироваться из α-линоленовой кислоты.

Докозагексаеновая кислота представляет собой n-3 жирную кислоту, которая является основным структурным компонентом мозговой синергии. Она активно участвует в развитии нервной системы, а в пожилом возрасте используется для профилактики и лечения старческого слабоумия. Потребность в ДГК особенно высока в последнем триместре внутриутробной жизни, во время чрезвычайно ускоренного развития мозга [15,16].

Результаты клинических исследований показывают, что увеличение доли n-3 жирных кислот в рационе способствует профилактике и лечению раковых заболеваний, заболеваний сердца, тромбоза, артериальной гипертензии,

гиперлипидемии, старческого слабоумия, болезни Альцгеймера, депрессии или ревматоидного артрита [17].

Рыба и морепродукты являются основными источниками ЭПА и ДГК из семейства n-3. Тем не менее, их наиболее важными источниками являются продукты животного происхождения, в том числе и молоко.

Молочный жир является одним из самых сложных натуральных жиров, которые состоят примерно из 400-500 жирных кислот, биосинтез которых представляет собой сложный процесс, состоящий из многих клеточных процессов и метаболических путей [18]. Полиненасыщенные жирные кислоты, потребляемые жвачным животным, микробно дегидрируются в рубце. У коров и коз ЭПА и ДГК жирные кислоты обнаруживаются в следовых количествах и составляют всего около 3 % от всех жирных кислот [19].

Преобладающей n-3 жирной кислотой в молочном жире большинства млекопитающих является α -линоленовая кислота. Молоко коз обычно имеет меньшее значение отношения n-6 / n-3 и более высокую концентрацию α -линоленовой кислоты по сравнению с коровьим молоком (таблица 2).

Таблица 2 – Профиль жирных кислот коровьего и козьего молока

| Среднее значение содержания жирных кислот, % | Коровье молоко | Козье молоко |
|--|----------------|--------------|
| Сумма n-6 жирных кислот | 2,8 | 1,8 |
| Сумма n-3 жирных кислот | 0,6 | 0,4 |
| Насыщенные жирные кислоты | 68,7 | 68,7 |
| Мононенасыщенные жирные кислоты | 27,4 | 24,5 |
| Полиненасыщенные жирные кислоты | 4,0 | 3,7 |
| Соотношение n6/n3 жирных кислот | 6 | 5 |

В последние годы конъюгированная линолевая кислота (КЛА) представляет большой интерес для исследований. Исследования на животных показывают, что КЛА проявляет иммуностимулирующие, антигипертензивные, антиканцерогенные и антиатерогенные свойства и способствует снижению массы тела [20,21]. Однако исследования о влиянии обогащенных КЛА молочных продуктов путем изменения рациона для молочных животных не подтвердили их полезного для здоровья эффекта [22].

Овечье и козье молоко, как правило, богаче КЛА, чем коровье, вероятно из-за характера системы кормления, в которой обычно разводят мелких жвачных животных [23].

Существуют различные варианты обогащения жирнокислотного состава молока жвачных животных посредством изменения рациона кормления. Например, отмечено, что профиль жирных кислот жировой фазы молока у животных, потребляющих в основном зеленые корма, имеет более высокое содержание моно- и полиненасыщенных жирных кислот [24,25].

Так же некоторые исследования указывают на то, что на жирнокислотный состав оказывает и генетический полиморфизм. Так аллель DGAT1 K232A связана с соотношением насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, а так же содержанием конъюгированной линолевой кислоты [26].

Дополнительное внесение в рацион кормов для жвачных животных рыбьего жира и растительных масел, также может в определенной степени влиять на увеличение содержания ненасыщенных жирных кислот в молоке. Но в тоже время, это может вызвать депрессию молочного жира и снижение надоя

молока. Изменение жирнокислотного состава молока также может изменить реологические свойства молочных продуктов [27].

Выводы.

Несмотря на то, что имеется много данных о жирнокислотном составе коровьего молока, эта область нуждается в дальнейших исследованиях, особенно из-за больших различий в профиле жирных кислот в молоке других сельскохозяйственных животных.

Кроме того, быстро растущий рынок функциональных продуктов питания и данные о физиологическом воздействии жирных кислот на организм человека, которые присутствуют в молоке, привели к необходимости расширения области применения знаний о воздействии молочных продуктов на организм. Что позволит применять новые сведения о возможностях улучшения состава молочного жира в зависимости от различных факторов, таких как режим кормления, система производства, порода или стадия лактации.

Список литературы

1. Харитонов Д.В., Будрик В.Г. Качество молочной продукции как основа здоровья нации // Молочная промышленность. 2017. № 6. С. 36-37.
2. Богатырев А.Н., Пряничникова Н.С., Макеева И.А. Натуральные продукты питания – здоровье нации // Пищевая промышленность. 2017. № 8. С. 26-29.
3. Е.А. Юрова, Н.А. Жижин Оценка жировой фазы молочной продукции. Влияние технологических факторов и времени хранения на жирнокислотный состав // Молочная промышленность. 2016. № 12. С. 36-38.
4. Гаврилова Н.Б., Щетинина Е.М. Козье молоко – биологически полноценное сырье для специализированной пищевой продукции // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 1. С. 66-75.
5. Зобкова З.С. Страничка технолога. Инновационные функциональные молочные продукты // Молочная промышленность. 2019. № 2. С. 63-64.
6. Кручинин А.Г., Агаркова Е.Ю. Различные подходы к формированию функциональных свойств молочных продуктов // Переработка молока. 2018. №5. С. 36-39.
7. Полянская И.С., Семенихина В.Ф. Классификация функциональных пищевых продуктов на молочной основе // Молочная промышленность. 2017. № 2. С. 56-58.
8. Бритов А.Н. Современные проблемы профилактики сердечно сосудистых заболеваний // Кардиология. 2016. № 3. С. 18-22.
9. Parodi P. Has the association between saturated fatty acids, serum cholesterol and coronary heart disease been over emphasized? // Int Dairy J. 2009. V.19. P. 345-361.
10. Tudisco R., Grossi M., Addi L. [et al.]. Fatty Acid Profile and CLA Content of Goat Milk: Influence of Feeding System // Journal of Food Research. 2014. V. 3. № 4. P. 93-100.
11. Самойлов А.В., Сураева Н.М., Копцев С.В., Рачкова В.П., Колпаков Е.Ю., Петров А.Н. Особенности жирнокислотного состава козьего молока и продуктов на его основе // Вестник КрасГАУ. 2018. № 4. С. 151-156.
12. Mayer H.K., Fiechter G. Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria // Int Dairy J. 2012. V. 24. P. 57-63.

13. Strzałkowska N., Józwick A., Bagnicka E., Krzyżewski J., Horbańczuk K., Pyzel B., Horbańczuk J.O. Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation // *Anim Sci Pap Rep.* 2009. V.27. P. 311-320.
14. Cunnane S. Problems with essential fatty acids: time for a new paradigm? // *Prog Lipid Res.* 2003. V. 42. P. 544-568.
15. Helland I., Smith L., Saarem K., Saugstad O., Drevon C. Maternal supplementation with very-long-chain n-3 fatty acids during pregnancy and lactation augments children's IQ at 4 years of age // *Pediatrics.* 2003. V. 111. P. 39-44.
16. Файзулина Р.А., Самороднова Е.А., Федотова О.Б. Кисломолочные продукты в питании детей раннего возраста: эволюция от традиционных к функциональным // *Российский вестник перинатологии и педиатрии.* 2019. № 4. С. 133-140.
17. Гладышев М.И. Незаменимые ПНЖК и их пищевые источники для человека, *Журнал Сибирского федерального университета // Биология.* (Journal of Siberian Federal University. Biology.). 2012. № 4. С. 352-386.
18. Smoczyński M., Staniewski B., Kiełczewska K. Biogenesis of the milk fat globules // *Med Weter.* 2012. V. 68. P. 163-167.
19. Оразов А., Надточий Л.А., Сафронова А.В. Оценка биологической ценности молока сельскохозяйственных животных // *Техника и технология пищевых производств.* 2019. Т. 49ж. № 3. С. 447-453.
20. Mougios V., Matsakas A., Petridou A., Ring S., Sagredos A., Melissopoulou A., Tsigilis N., Nikolaidis M. Effect of supplementation with conjugated linoleic acid on human serum lipids and body fat // *J Nutr Biochem.* 2001. V. 12. P. 585-594.
21. Зобкова З.С., Фурсова Т.П., Зенина Д.В., Гаврилина А.Д., Шелагинова И.Р. Изучение функциональных свойств обогащенного творожного продукта // *Пищевая промышленность.* 2020. № 3. С. 22-28.
22. Tricon S., Burge G., Jones E., Russell J., El-Khazen S., Moretti E., Hall W., Gerry A., Leake D., Grimble R., Williams C., Calder P., Yaqoob P. Effects of dairy products naturally enriched with cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid on the blood profile in healthy middle-aged men // *Am J Clin Nutr.* 2006.V. 83. P. 744-753.
23. Zervas G., Tsiplakou E. The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants // *Small Ruminant Res.* 2011. V. 101. P. 140-149.
24. O'Donnell-Megararo A., Barbano D., Bauman D. Survey of the fatty acid composition of retail milk in the United States including regional and seasonal variations // *J Dairy Sci.* 2011. V. 94. P. 59-65.
25. Горлов И.Ф., Короткова А.А., Храмова В.Н. Повышение биологической ценности молока // *Вестник российской сельскохозяйственной науки.* 2015. №1. С. 60-63.
26. Schennink A., Stoop W.M., Visker M.H.P.W., Heck J.M.L., Bovenhuis H., van der Poel J.J., van Valenberg H.J.F., van Arendonk J.A.M. DGAT1 underlies large genetic variation in milk-fat composition of dairy cows // *Anim Genet.* 2007. V.38. P. 467-473.
27. Schmidely P., Andrade P.V.D. Dairy performance and milk fatty acid composition of dairy goats fed high or low concentrate diet in combination with soybeans or canola seed supplementation // *Small Ruminant Res.* 2011. V. 99. P.135-142.