

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 637.1

Т.Ч.ТУЛТАБАЕВА, У.Ч.ЧОМАНОВ, А.Ф.АРТАМОНОВ

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», г.Алматы

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА КОРОВЬЕГО МОЛОКА

Аннотация

Проведен газохроматографический анализ жирнокислотного состава коровьего молочного жира летнего сезона лактации. Идентифицированы два изомера мононенасыщенных и два изомера полиненасыщенных жирных кислот.

Ключевые слова: жирные кислоты, молочный жир коровьего молока.

Жир в коровьем молоке находится в виде тонкой эмульсии (мельчайших жировых шариков, окруженных белково-лецитиновой оболочкой и равномерно распределенных среди водной части молока). Содержание его колеблется в пределах 2,7-6,0% и зависит в значительной степени от состава кормов (увеличивается при питании коров высококалорийными кормами, бобово-злаковыми смесями и др.).

Молочный жир состоит из триглицеридов (соединение глицерина с жирными кислотами) и так называемой неомыляемой части, составляющей около 75 мг%. Триглицериды молочного жира отличаются от других жиров значительным разнообразием жирнокислотного состава (Таблица 1) /1/. В них обнаружено более 40 видов жирных кислот, из которых 57% составляют насыщенные, 32% - ненасыщенные (биологически более активные), 11% - летучие жирные кислоты. Из насыщенных в молочном жире в наибольшем количестве представлены пальмитиновая (22-33%), стеариновая (9-13%), миристиновая 8-13% кислоты, из ненасыщенных - олеиновая (22-32%) и линолевая (3,0-5,5%). Около 6% от общего состава жирных кислот в молочном жире составляют низкомолекулярные летучие жирные кислоты (масляная, капроновая, каприловая), которые являются специфическими для молочного жира. Полиненасыщенные жирные кислоты, обладающие высокой биологической активностью, содержатся в молочном жире в сравнительно небольших количествах: линоленовая, арахидоновая и бегеновая — около 2%.

Таблица 1 - Жирно-кислотный состав молочного жира коровьего молока

Условное обозначение жирной кислоты	Наименование жирной кислоты по тривиальной номенклатуре	Массовая доля жирной кислоты, % от суммы жирных кислот
C 4:0	Масляная	2,0-4,2
C 6:0	Капроновая	1,5-3,0
C 8:0	Каприловая	1,0-2,0
C 10:0	Каприновая	2,0-3,5
C 10:1	Деценовая	0,2-0,4
C 12:1	Лауриновая	2,0-4,0
C 14:0	Миристиновая	8,0-13,0
C14:1	Миристолеиновая	0,6-1,5

C 16:0	Пальмитиновая	22,0-33,0
C 16:1	Пальмитолеиновая	1,5-2,0
C 18:0	Стеариновая	9,0-13,0
C 18:1	Олеиновая	22,0-32,0
C18:2	Линолевая	3,0-5,5
C 18:3	Линоленовая	До 1,5
C 20:0	Арахиновая	До 0,3
C 22:0	Бегеновая	До 0,1

Жирнокислотный состав молочного жира колеблется в широких пределах в зависимости от географического положения местности выпаса коров, их породы, сезона надоя молока, состав кормов. Например, максимальное содержание линолевой кислоты отмечено в жире молока, наденного ранней весной, пальмитиновой и миристиновой — зимой и т. д. В неомыляемой части молочного жира содержится значительное количество биологически активных веществ: фосфатиды (1,2—1,4%), холестерин (0,2 — 0,3%), витамины (A — до 0,6 мг%, В — до 0,01 мг%, Е — до 2 — 5 мг%), пигменты. Эти составные части молочного жира входят во все молочные продукты /2/.

Низкая температура плавления (27 — 34°C), а также высокая степень дисперсности молочного жира способствуют хорошей усвояемости его в кишечнике из всех молочных продуктов. Это является одной из причин использования молочных продуктов в качестве диетических.

В Дании, Голландии, Новой Зеландии данные о сезонных изменениях химического состава молочного жира коров ежемесячно сообщаются маслодельным заводам для каждой природно-хозяйственной зоны /3/. В нашей стране, с резко различающимися природно-климатическими условиями регионов, условиями кормления и содержания, такая служба к сожалению не налажена. Практически повсеместно одинаковые технологические режимы производства масла применяются во всех природно-хозяйственных зонах страны, что отрицательно отражается на качестве масла.

В последние годы в связи с уменьшением двигательной активности населения наблюдается склонность людей к ожирению. В конечном счете, это приводит к увеличению заболеваемости сердечно-сосудистыми болезнями, смертность от которых в развитых странах занимает первое место в мире. Поэтому становится целесообразным снижение жирового компонента в питании. С этой целью разрабатываются новые виды сливочного масла, в которых за счет уменьшения жирового компонента увеличивается количество плазмы, а следовательно, и сухого молочного остатка. Это в свою очередь приводит к увеличению содержания в числе биологически ценных веществ: белков, лактозы, фосфолипидов, витаминов и других нежировых веществ. Изучаются также возможности повышения биологической ценности масла путем дополнительного введения в его состав белковых веществ (белковое масло), направленного регулирования жирнокислотного состава (обогащение полиненасыщенными жирными кислотами). Перспективно также использование большого количества вкусовых наполнителей /4,5/.

Хорошие вкусовые качества сливочного масла способствуют широкому использованию его в питании населения как в натуральном виде, так и в качестве кулинарного жира. Легкая усвояемость сливочного масла, разнообразие жирнокислотного состава и наличие большого количества биологически активных веществ обусловливают его высокую пищевую ценность, в силу чего сливочное масло широко используется и в диетическом питании.

Исследования, проведенные в ведущих научно-исследовательских учреждениях страны, показывают, какую огромную роль в жизнедеятельности организма человека играют полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). Являясь физиологически активными веществами принимают активное участие в обменных процессах, являются факторами роста, обладают антисклеротическим действием, участвуют в обеспечении нормального углеводно-жирового обмена, регулирование окислительно-восстановительных процессов, нормализации холестеринового обмена. Особенно важными в этом смысле являются глицериды жиров, содержащие линолевую (ω -3), линоленовую (ω -6) и арахidonовую (ω -9) жирные кислоты, которые называются эссенциальными. При недостатке этих кислот в организме человека холестерин образует с насыщенными жирными кислотами сложные эфиры, трудно расщепляющиеся при обмене веществ /6/.

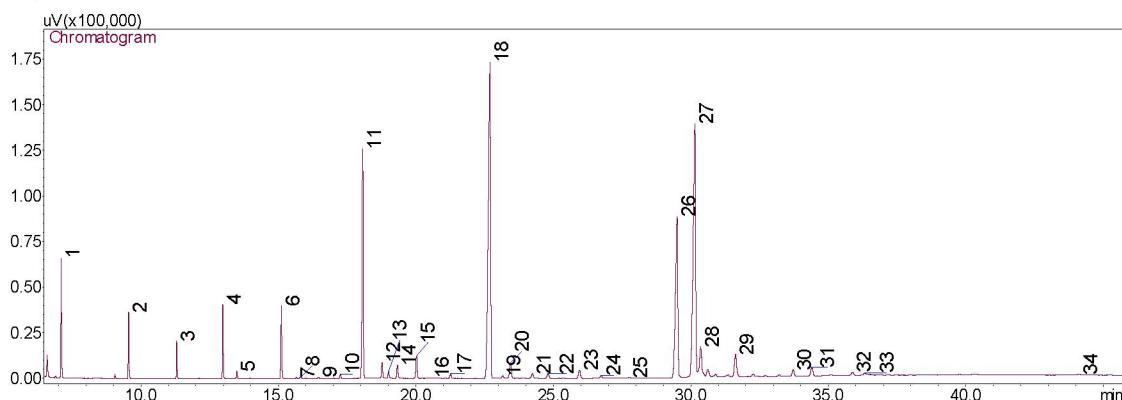
Следует отметить, что, в масле из коровьего молока содержится недостаточное количество ПНЖК. Ни одно из вырабатываемых в настоящее время сливочных масел не имеет необходимого соотношения насыщенных (НЖК), мононенасыщенных (МНЖК) и полиненасыщенных (ПНЖК) жирных кислот.

В этой связи нами были проведены исследования жирнокислотного состава молочного жира коровьего молока с применением хроматографических методов.

Газохроматографический анализ жирнокислотного состава молочного жира коровьего молока является одним из основных способов определения липидов молочного жира.

Газохроматографический анализ проводили на газовом хроматографе "Shimadzu GC 2010" с пламенно-ионизационным детектором после переведения их в метиловые эфиры по методике межгосударственного стандарта (ГОСТ 30418-96) переэтерификацией жира с помощью метилата натрия в метаноле. Разделение метиловых эфиров проводили на капиллярной колонке длиной 30 м и внутренним диаметром 0,25 мм, газ-носитель водород пропускали со скоростью 40 мл/м. Разделение проводили на полярной неподвижной фазе SUPELCOΩAX 10 с повышением температуры от 60°C до 180°C со скоростью 20°C в минуту, максимальная температура в колонке 230 °C.

Результаты исследования молочного жира в летний период лактации приведены на рисунке 1 и таблице 1.



1.C_{4:0}, 2.C_{6:0}, 3.C_{8:0}, 4.C_{10:0}, 5.C_{10:1}, 6.C_{12:0}, 7.C_{12:1} ω 3, 8.C_{13:0} изо, 9.C_{13:0}, 10.C_{14:0} изо, 11.C_{14:0}, 12.C_{14:1} ω 5, 13.C_{15:0} изо, 14.C_{15:0} антеизо, 15.C_{15:0}, 16.C_{15:1} ω 5, 17.C_{16:0} изо, 18.C_{16:0}, 19.C_{16:1} ω 9, 20.C_{16:1} ω 7, 21.C_{17:0} изо, 22.C_{17:0} антеизо, 23.C_{17:0}, 24.C_{17:1} ω 7, 25.C_{18:0} изо, 26.C_{18:0}, 27.C_{18:1} ω 9, 28.C_{18:1} ω 7, 29.C_{18:2} ω 6, 30.C_{18:3} ω 6, 31.C_{18:3} ω 3, 32.C_{20:0}, 33.C_{20:1} ω 9, 34.C_{22:0}

Рисунок 1 – Хроматограмма разделения метиловых эфиров жирных кислот коровьего молока

Таблица 1 – Содержание жирных кислот в коровьем молочном жире

Пик №	Название	Код кислоты	Содержание, %
1	Масляная	C 4:0	3,2764
2	Капроновая	C6:0	1,7884
3	Каприловая	C8:0	1,0035
4	Каприновая	C 10:0	2,1797
5	Каприноленовая	C 10:1	0,2549
6	Лауриновая	C12:0	2,5472
7	Лауролеиновая	C12:1ω3	0,0670
8	Изотридениловая	C 13:0 изо 11-метилдодекановая	0,1194
9	Тридециловая	C 13:0	0,0742
10	изомеристиновая	C14:0 изо 12-метилтетрадекановая	0,1920
11	Миристиновая	C 14:0	10,2596
12	Миристолеиновая	C14:1ω5	0,7823
13	Изопентадециловая	C 15:0 изо 13-метилтетродекановая	0,3743
14	Антеизопентадециловая	C 15:0 антеизо 12-метилтетрадекановая	0,6781
15	Пентадециловая	C15:0	1,2076
16	10-пентадециновая	C15:1 ω5	0,0415

17	Изопальмитиновая	C 16:0 изо 14-метилпентадекановая	0,2970
18	Пальмитиновая	C16:0	26,9714
19	7-гексаденовая	C 16:1 ω9	0,1681
20	Пальмитолеиновая	C16:1 ω7	1,0944
21	Изомаргариновая	C 17:0 изо 15-метилгексадекановая	0,3830
22	Антиизомаргариновая	C 17:0 антиизо 14-метилгексадекановая	0,4317
23	Маргариновая	C17:0	0,6820
24	10-гептаденовая	C 17:1ω7	0,2419
25	Изостеариновая	C 18:0 изо 16-метилгептадекановая	0,0950
26	Стеариновая	C 18:0	14,3923
27	Олеиновая	C18:1 ω9	23,8283
28	Вакценовая	C 18:1 ω7	2,6292
29	Линолевая	C18:2 ω6	1,9336
30	γ-линоленовая	C18:3 ω6	0,5023
31	α-линоленовая	C18:3 ω3	0,7099
32	Арахиновая	C20:0	0,2827
33	11-эйкозеновая	C 20:1 ω9	0,3955
34	Бекеновая	C22:0	0,1157

Как видно из таблицы 1 в липидах коровьего молока содержание жирных кислот от C_{4:0} до C_{12:0} составляет 0,3-3,3%, наблюдается значительное количество более высокомолекулярных жирных кислот C_{14:0} (миристиновая) – 10,3%, C_{16:0} (пальмитиновая) – 27,0% и C_{18:0} (стеариновая) – 14,4%.

Для молочного коровьего жира летнего сезона характерно присутствие разветвленных изо- и антиизо насыщенных жирных кислот с четным и нечетным числом атомов углерода от C_{13:0} до C_{18:0} – 8 кислот, так например в небольших количествах 0,1-0,7%. Содержание 7 мононенасыщенных жирных кислот от C_{10:1} до C_{17:1} находится в пределах 0,1-1,1%. Характерно присутствие в большом количестве C_{18:1} ω 9 (олеиновой) кислоты 23,8%, а также обнаружено небольшое количество C_{18:1} ω 7 (вакценовая) 2,6% и C_{20:1} ω 9 (11-эйкозеновая) - 0,4% кислоты. Содержание C_{18:3} ω 3 и ω 6 (α и γ-линоленовая) кислоты составляет всего лишь 0,5-0,7%.

В таблице 2 представлено общее количество жирных кислот коровьего жира.

Таблица 2 – Содержание жирных кислот в липидах коровьего молока

№	Группы кислот	Содержание, %
1	Насыщенные, н-изо, антиизо	64,78
2	Мононенасыщенные	29,33
3	Ненасыщенные	1,93
4	Триеновые	1,21
5	Изокислоты ненасыщенные	2,57

Как видно из таблицы 2 суммарное содержание насыщенных жирных кислот составляет 64,78%, мононенасыщенных – 29,33%, ненасыщенных жирных кислот в сумме составляет - 5,71%.

Таким образом, в результате газохроматографического анализа в липидах молочного коровьего жира нами впервые идентифицированы изомеры мононенасыщенных C_{16:1} и C_{18:1} кислот: наряду с C_{16:1} ω 7 (9-гексаденовая или пальмитолеиновая) обнаружен ее изомер C_{16:1} ω 9 (7-гексадекановая), изомер C_{18:1} ω 9 (9-октодекаценоная или олеиновая), C_{18:1} ω 7 (11-октоденовая или вакценовая кислота) и два изомера C_{18:3} (октодекатриеновая): C_{18:3} ω 6 (6,9,12-октодекатриеновая или γ-линоленовая), C_{18:3} ω 3 (9,12,15-октодекатриеновая или α-линоленовая) кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ 30418-96 Масла растительные. Методы определения жирнокислотного состава.
- 2 Горбатова К.К. Химия и физика молока.-СПб.:ГИОРД, 2003.-288с.
- 3 Potter D. Positive Nutrition – Making and Happen // Food Ingredients Europe. Conference Processing.–1995. – Р. 180.
- 4 Вышемирский Ф.А., Топникова Е.В. Современный ассортимент сливочного масла //Журн.Сыроделие и маслоделие. – 2008. - №7. – С.12-14.

5 Иванкин А.Н., Чернуха А.Н., Иванкин И.М., Кузнецова Т.Г. О качестве растительных и животных жиров // Журн. Масложировая промышленность. – 2007. - №2. – С.8-11.

6 Зайцева, Л.В. Роль жирных кислот в питании человека и при производстве пищевых продуктов // Журн. Масложировая промышленность. – 2010. - №5. – С.11-15.

REFERENCES

1 GOST 30418-96 Masla rastitel'nye. Metody opredelenija zhirnokislotnogo sostava.

2 Gorbatova K.K. Himija i fizika moloka.-SPb.:GIORD, 2003.-288s.

3 Potter D. Positive Nutrition – Making and Happen // Food Ingredients Europe. Conference Processing.–1995. – P. 180.

4 Vyshemirskij F.A., Topnikova E.V. Sovremennyj assortiment slivochnogo masla //Zhurn.Syrodelie i maslodelie. – 2008. - №7.– S.12-14.

5 Ivankin A.N., Chernuha A.N., Ivankin I.M., Kuznecova T.G. O kachestve rastitel'nyh i zhivotnyh zhirov // Zhurn. Maslozhirovaja promyshlennost'. – 2007. - №2. – S.8-11.

6 Zajceva, L. V. Rol' zhirnyh kislot v pitanii cheloveka i pri proizvodstve pishchevyh produktov // Zhurn. Maslozhirovaja promyshlennost'. – 2010. - №5. – S.11-15.

V.Ч. ЧОМАНОВ, Т.Ч. ТУЛТАБАЕВА, А.Ф.АРТАМОНОВ

СИЫР СҮТІНІҢ МАЙҚЫШҚЫЛДЫ ҚҰРАМЫН АНЫҚТАУ

Резюме

Сиырдың сүттеу жазғы кезеңдегі сүтінің липидтарының майқышқылды құрамын газды хроматографта анықтау. Екі изомерлі моноканықлаған және екі измерлі поликанықлаған май қышқылдардың идентифицирлеу.

*Chomanov U.CH., Tultabaeva T.CH., Artamonov A.F
STUDY OF FATTY ACID COMPOSITION OF COW MILK
Summary*

Analysed the fatty acid composition of cow's fat milk of summer lactation by GC. Identified two isomers of monounsaturated and two and polyunsaturated fatty acid isomers.

Авторы:

1. Чоманов Урусбек Чоманович – Академик НАН РК, д.т.н., профессор, г. Алматы, пр. Гагарина 238 Г, ТОО «КазНИИ перерабатывающей и пищевой промышленности» АО «КазАгроИнновация, тел/факс (727) 3960419

2. Тултабаева Тамара Чомановна – доктор технических наук, г. Алматы, пр. Гагарина 238 Г, ТОО «КазНИИ перерабатывающей и пищевой промышленности» АО «КазАгроИнновация, тел/факс (727) 3960419

3. Артамонов Авенир Федорович – доктор химических наук,

г. Алматы, пр. Гагарина 238 Г, ТОО «КазНИИ перерабатывающей и пищевой промышленности» АО «КазАгроИнновация, тел/факс (727) 3960419