

ОСОБЛИВОСТІ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ БРИНЗИ, ВИГОТОВЛЕНОЇ З МОЛОКА РІЗНИХ ВИДІВ ТВАРИН

Б. І. Галух*

Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С. З. Гжицького

У статті наведені дані про результати дослідження жирнокислотного складу бринзи, виготовленої з молока корів, овець, кіз та сумішей молока коров'ячого і овечого (1:1), коров'ячого і козиного (1:1) в умовах передгірського і гірського регіону західної України, при застосуванні традиційної і нової технології виробництва бринзи. Встановлено найвищий рівень коротколанцюгових жирних кислот і найнижчий — ненасичених жирних кислот у бринзі з козиного молока. У всіх зразках бринзи був однаковий відносний вміст біологічно активних ізомерів олеїнової і лінолевої кислот.

Молочний жир, який входить до складу сирів, є їхнім найбільш енергетично цінним компонентом, який відзначається високою біологічною цінністю та легкістю засвоєння організмом людини.

У складі молочного жиру вміст жирних кислот становить в середньому 85 %. Триацилгліцерили ліпідів молока містять біля 416 різноманітних жирних кислот [1, 2], з яких 10–12 головних, вміст яких становить більше 1 %. Такий жирнокислотний склад є унікальним серед природних жирів. Завдяки високому вмісту насичених жирних кислот, який коливається в межах 58–78 % [3], молочний жир з точки зору живлення людини відносять до насичених жирів. У складі жирних кислот молочного жиру спостерігається високий вміст кислот з коротким вуглецевим ланцюгом ($C_{4:0}$ – $C_{10:0}$), які легко засвоюються в організмі людини.

У молочному жирі виявлені унікальні жирні кислоти, характерні лише для молока жуйних тварин [4]. Це, зокрема масляна кислота, розгалужені жирні кислоти, цис-9-транс-11 кон'югована лінолева кислота та її попередник — вакценова кислота. Усі ці кислоти володіють цінними біологічними властивостями. Зокрема, масляна кислота інгібує поліферацію клітин та володіє антиканцерогенним впливом. Розгалужені жирні кислоти з довжиною ланцюга 13–17 атомів вуглецю у формі ізо- та антиізо- володіють антипухлинною активністю.

Не дивлячись на те, що у молочному жирі міститься порівняно невелика кількість ненасичених жирних кислот, серед них є унікальна за властивостями ізомерна форма лінолевої кислоти — кон'югована цис-9-транс-11, яка присутня лише у складі молока і м'яса жуйних тварин. Багаточисельними дослідженнями проведеними в останнє десятиліття з'ясовано вплив цієї кислоти на здоров'я людини [4, 5, 6]. При вживанні в дозі 0,8–1,2 мг/день вона знижує співвідношення в плазмі крові ліпопротеїдів низької і високої щільності та вміст загального холестеролу. Кон'югована лінолева кислота проявляє антисклеротичну дію, підвищує імунний статус, регулює ліпідний обмін.

*Науковий керівник — директор Буковинського інституту АПВ, доктор біологічних наук, професор, академік НААН України, Г. В. Дроник.

Встановлено також антиканцерогенний ефект цис-9-транс-11 лінолевої кислоти [7]. Джерелом цієї кислоти, окрім лінолевої і ліноленової, є також олеїнова кислота, яка в рубці жуйних у процесі біогідрогенізації перетворюється у так звану трансвакценову кислоту [8]. Вакценова кислота є основним джерелом утворення кон'югованої цис-9-транс-11 лінолевої кислоти як у рубці жуйних, так і в організмі людини.

З огляду на такі властивості цих жирних кислот в останні роки переглядається уява про молочний жир, як причину атеросклерозу та інших захворювань, пов'язаних з підвищеним вмістом холестеролу.

Метою роботи було дослідити жирнокислотний склад бринзи, виготовленої за новою технологією з використанням молока різних видів тварин. Об'єктами досліджень були розсолений сир бринза з коров'ячого, овечого, козиного молока та сумішей коров'ячого і овечого (1:1) та коров'ячого і козиного молока (1:1).

Матеріали і методи. Виготовлення дослідних зразків бринзи проводили в умовах фермерських господарств: СВС «Сервіс» с. Костичани та с. Малинівка Новоселицького району Чернівецької області, а також с. Устеріки Верховинського району Івано-Франківської області.

Згідно з існуючими вимогами ДСТУ 3762–97 у молоці визначали: густину, кислотність, чистоту, масову частку жиру, масову частку білка, масову частку лактози, вміст сухих речовин. Густину, вміст білка, вміст жиру та СЗМЗ визначали на апараті «Екомілк». Виготовлення контрольних зразків бринзи проводили у відповідності до традиційної технології, що передбачена РСТ УССР 1602-82.

Дослідні зразки бринзи були виготовлені за новою, розробленою технологією [9].

Загальні ліпіди екстрагували сумішшю хлороформ-метанол 2:1 за методом Фолча [10]. Жирнокислотний склад досліджували методом газорідинної хроматографії на хроматографі Hewlett Packard HP-6890 з капілярною колонкою SP-2560 (бісцианопропілсилоксан) довжиною 100 м.

Результати й обговорення. Як видно із таблиці 1, жирнокислотний склад бринзи, виготовленої із коров'ячого, овечого, козиного молока та їх сумішей має цілий ряд особливостей (відмінностей) за співвідношенням сум окремих груп жирних кислот. Слід відзначити, що в процесі дозрівання дослідних зразків бринзи не спостерігалось змін співвідношення всіх груп жирних кислот.

Найвищий вміст коротколанцюгових жирних кислот (C_4 – C_{12}) спостерігався у зразка бринзи із козиного молока і був у 1,70–1,99 раза більшим, ніж у бринзі з овечого і коров'ячого молока. Це обумовлено тим, що в козиному молоці міститься в 2,3 раза більше каприлової ($C_{8:0}$), 4,8 раза капринової ($C_{10:0}$) та 1,7 раза лауринової ($C_{12:0}$) кислоти. Саме така кількість цих жирних кислот обумовлює специфічний смак і запах козиного сиру. Ці жирні кислоти легко засвоюються в організмі людини.

Сума цих кислот в бринзі із козиного молока була в 2,59 і 2,25 раза більшою, ніж у бринзі з коров'ячого і овечого молока. Помітно зростала сума каприлової, капринової і лауринової кислот (C_4 – C_{12}) у суміші із коров'ячого і козиного молока.

Жирнокислотний склад бринзи, виготовленої з молока різних видів тварин, % ($M \pm m$, $n=3$)

	Контроль		№1		№2		№3		№4		№5	
	п/п	зріла	п/п	зріла	п/п	зріла	п/п	зріла	п/п	зріла	п/п	зріла
Сума C_{4-12}	12,52 $\pm 0,88$	12,06 $\pm 0,61$	12,17 $\pm 0,12$	11,82 $\pm 0,75$	14,24 $\pm 0,43$	13,81 $\pm 0,40$	24,26 $\pm 0,75^{***}$	23,60 $\pm 0,79^{***}$	13,21 $\pm 0,44$	12,81 $\pm 0,38$	18,21 $\pm 0,57^{**}$	17,71 $\pm 0,89^{**}$
В тому числі: Сума C_{8-12}	6,84 $\pm 0,19$	6,84 $\pm 0,22$	7,09 $\pm 0,19$	6,83 $\pm 0,24$	8,18 $\pm 0,43^*$	7,77 $\pm 0,21^*$	18,37 $\pm 0,54^{***}$	17,86 $\pm 1,01^{***}$	7,63 $\pm 0,25$	7,30 $\pm 0,38$	12,73 $\pm 0,46^{***}$	12,34 $\pm 0,53^{***}$
Сума C_{14-17}	43,74 $\pm 1,79$	42,80 $\pm 1,79$	42,94 $\pm 1,77$	43,23 $\pm 0,76$	40,11 $\pm 1,53$	41,14 $\pm 1,59$	37,74 $\pm 1,81^{***}$	37,94 $\pm 1,91^*$	41,52 $\pm 1,33$	42,18 $\pm 1,47$	40,34 $\pm 1,11$	40,58 $\pm 1,48$
Сума $C_{18-20:1}$	42,58 $\pm 1,75$	43,12 $\pm 1,84$	42,88 $\pm 1,69$	42,93 $\pm 0,82$	43,49 $\pm 1,65$	42,74 $\pm 1,70$	36,18 $\pm 1,77^*$	37,06 $\pm 1,86^*$	43,18 $\pm 1,41$	42,83 $\pm 1,44$	39,65 $\pm 1,27$	39,99 $\pm 1,55$
Насичені	65,64 $\pm 1,87$	64,51 $\pm 1,83$	65,82 $\pm 1,98$	65,20 $\pm 1,33$	63,05 $\pm 1,72$	63,09 $\pm 1,79$	72,49 $\pm 1,88^{**}$	72,44 $\pm 1,95^*$	64,43 $\pm 1,82$	64,14 $\pm 1,96$	69,16 $\pm 1,76^*$	68,82 $\pm 1,84^*$
Ненасичені	31,47 $\pm 1,84$	31,92 $\pm 1,75$	32,18 $\pm 1,86$	32,34 $\pm 1,07$	34,31 $\pm 0,99$	34,51 $\pm 0,93$	24,92 $\pm 0,94^*$	25,32 $\pm 1,02^*$	33,51 $\pm 1,56$	33,53 $\pm 1,62$	28,76 $\pm 1,18$	28,86 $\pm 1,25$
Інші кислоти	1,16 $\pm 0,11$	2,02 $\pm 0,11$	2,01 $\pm 0,09^{**}$	2,02 $\pm 0,12$	2,16 \pm 0,14 **	2,31 $\pm 0,14$	1,40 $\pm 0,11$	1,40 0,12 \pm^*	2,09 $\pm 0,14^{**}$	2,18 $\pm 0,12$	1,80 $\pm 0,10^*$	1,72 $\pm 0,09$

Примітка: * — різниця вірогідна у порівнянні з контролем: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$. (у таблицях 1 і 2): № 1 — бринза виготовлена з коров'ячого молока; № 2 — овеча бринза; № 3 — козина бринза; № 4 — бринза виготовлена з суміші коров'ячого і овечого молока (1:1); № 5 — бринза виготовлена з суміші коров'ячого і козиного молока (1:1); п/п — бринза після пресування, зріла — бринза після 20 діб дозрівання.

Вміст ізомерів олеїнової (C_{18:1}) та лінолевої (C_{18:2}) кислот у бринзі, % загальної кількості жирних кислот, (M±m, n=3)

	Контроль		№ 1		№ 2		№ 3		№ 4		№ 5	
	п/п	зріла	п/п	зріла	п/п	зріла	п/п	зріла	п/п	зріла	п/п	зріла
C _{18:1} транс (6–10;12–15)	2,12 ±0,17	2,03 ±0,09	1,99 ±0,16	2,11 ±0,21	1,34 ±0,13**	1,38 ±0,14**	0,75 ±0,06**	0,79 ±0,09** *	1,66± 0,07*	1,74 ±0,11*	1,37 ±0,13**	1,45 ±0,15*
C _{18:1} транс 11 вакценова	1,89 ±0,15	1,92 ±0,18	2,06 ±0,17	1,98 ±0,19	2,04 ±0,16	2,05 ±0,19	1,89 ±0,14	1,97 ±0,17	2,05 ±0,18	2,01 ±0,17	1,97 ±0,15	1,98 ±0,16
C _{18:1} цис 9 олеїнова	18,62 ±1,52	18,73 ±1,41	18,78 ±0,98	19,02 ±1,07	21,85 ±1,53*	21,86 ±1,61*	15,32 ±0,92*	15,55 ±0,96*	20,32 ±1,46	20,44 ±1,54	17,05 ±1,19	17,28± 1,48
C _{18:1} цис 10–15	1,92 ±0,16	1,95 ±0,07	1,98 ±0,12	2,01 ±0,13	1,96 ±0,09	1,91 ±0,14	1,80 ±0,10	1,86 ±0,17	1,97 ±0,16	1,97 ±0,15	1,89 ±0,14	1,93 ±0,17
C _{18:2} транс	0,36 ±0,03	0,34 ±0,05	0,39 ±0,04	0,37 ±0,05	0,65 ±0,04**	0,61 ±0,04**	0,25 ±0,02*	0,28 ±0,04*	0,52 ±0,06*	0,49 ±0,07*	0,32 ±0,07	0,32 ±0,08
C _{18:2} цис-9, цис-12 лінолева	2,39 ±0,12	2,41 ±0,14	2,64 ±0,19	2,62 ±0,18	3,15 ±0,13**	3,24 ±0,16**	2,04 ±0,10	2,21 ±0,11	2,89 ±0,16	2,93 ±0,17	2,38 ±0,09	2,4 ±0,11
C _{18:2} цис-9 транс-11 кон'югована	0,97 ±0,09	0,98 ±0,10	1,01 ±0,09	0,96 ±0,07	0,86 ±0,05	0,85 ±0,08	0,78 ±0,05	0,80 ±0,05	0,85 ±0,06	0,91 ±0,09	0,89 ±0,07	0,88 ±0,09
C _{18:3} n 3 ліноленова	0,55 ±0,04	0,59 ±0,05	0,51 ±0,03	0,49 ±0,04	0,45 ±0,05	0,42 ±0,04*	0,62 ±0,09	0,58 ±0,11	0,48 ±0,04	0,46 ±0,05	0,56 ±0,04	0,53 ±0,03

Примітка: * — різниця вірогідна у порівнянні з контролем: * — P<0,05; ** — P<0,01; *** — P<0,001.

Що стосується середньоланцюгових жирних кислот ($C_{14:0}$ – $C_{17:1}$) та рівень їх у складі жиру, окрім бринзи з козиного молока, був приблизно однаковим. Така ж картина спостерігалась стосовно суми довголанцюгових жирних кислот ($C_{18:0}$ – $C_{20:1}$). У бринзі із козиного молока пропорція цих жирних кислот була нижчою. У складі середньоланцюгових жирних кислот такі зміни відбувалися за рахунок міристинової ($C_{14:0}$) та міристоолеїнової ($C_{14:1}$) жирних кислот, а в складі довголанцюгових жирних кислот — за рахунок цис- і транс-ізомерів олеїнової ($C_{18:1}$) та лінолевої ($C_{18:2}$) жирних кислот. Останнє очевидно, пов'язано з особливостями перебігу процесів біогідрогенізації лінолевої і ліноленої жирних кислот ферментами мікроорганізмів рубця кіз [11]. У той же час, частка насичених жирних кислот була найвищою у бринзі із козиного молока та його суміші із коров'ячим молоком. Це пояснюється високим вмістом у козиному молоці коротколанцюгових жирних кислот. Близькі величини суми середньо- та довголанцюгових жирних кислот були у бринзі із коров'ячого і овечого молока та їх суміші.

Що стосується суми ненасичених жирних кислот, то найвищий рівень був у бринзі з овечого молока (34,51 %), а найнижчий — у бринзі з козиного молока (25,32 %) та його суміші з коров'ячим молоком (28,86 %). Така ж закономірність спостерігалась відносно моно- і поліненасичених жирних кислот.

Найвні в молочному жирі ненасичені жирні кислоти представлені в основному транс- та цис-ізомерами олеїнової ($C_{18:1}$) та лінолевої кислот. Як видно із представлених у таблиці 2 даних бринза, виготовлена із коров'ячого, овечого, козиного молока та їх сумішей мала неоднакову кількість різних ізомерних форм цих ненасичених жирних кислот.

Найвищий відносний вміст трансізомерних форм $C_{18:1}$ жирних кислот, а в їх складі вакценової кислоти, був у бринзі з коров'ячого і овечого молока та їх суміші. У бринзі із козиного молока вміст вакценової кислоти ($C_{18:1}$ транс-11) був майже в 2 рази меншим, ніж в бринзі з коров'ячого і овечого молока.

Серед ізомерів лінолевої кислоти в бринзі із овечого молока відсоток транс- форм був приблизно в два рази більшим, ніж в бринзі із коров'ячого і козиного молока та їх суміші. У бринзі із овечого молока був найвищий рівень цис-9, цис-12 $C_{18:2}$ лінолевої кислоти.

Важливо відзначити, що високий рівень в усіх зразках бринзи так званої рубцевої кислоти ($C_{18:2}$ цис-9, транс-11) має важливе значення для здоров'я людини. Порівняно вищий вміст цієї кислоти був у бринзі з коров'ячого молока, а найнижчим у бринзі з козиного молока. За рахунок коров'ячого молока відбувалося збагачення бринзи, виготовленої з суміші овечого і козиного молока, цією важливою жирною кислотою. У той же час у бринзі з козиного молока було в 1,2–1,4 рази більше ліноленої кислоти ($C_{18:3}$ п 3).

З одержаних даних випливає, що при виготовленні бринзи в ній зберігаються біологічно активні ненасичені жирні кислоти. За рахунок споживання 100–150 г бринзи в день можна забезпечити споживання оптимальної дози цих кислот для потреб організму людини.

В И С Н О В К И

1. У бринзі, виготовленій із козиного молока, в складі молочного жиру, порівняно із бринзою із коров'ячого і овечого молока та їх суміші, міститься в 1,77–1,99 рази більше коротколанцюгових насичених жирних кислот за рахунок вищого вмісту каприлової, капринової і лауринової кислот.

2. У бринзі із коров'ячого і овечого молока та їх сумішей, у складі молочного жиру міститься вищий рівень ненасичених жирних кислот, ніж у бринзі із козиного молока та її суміші із коров'ячим.

3. При виробництві у бринзі зберігаються біологічно активні ненасичені жирні кислоти, рівень яких був приблизно однаковий у всіх зразках сиру.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть скеровані на з'ясування впливу нової технології виробництва бринзи на її амінокислотний склад та біологічну цінність.

CHARACTERISTICS OF FATTY ACIDS CONTENT IN BRYNZA CHEESE PRODUCED FROM MILK OF VARIOUS SPECIES OF ANIMALS

B. I. Halukh

S U M M A R Y

The results of fatty acids content in Brynza cheese produced from milk of cows, sheep, goats and mixture of cows and sheep, cows and goat milk under conditions of premountain and mountain region of Western Ukraine using traditional and new technologies in Brynza cheese production are given in this article. It was proved that the highest level of short-chained fatty acids and the lowest with unsaturated fatty acids in Brynza from goat milk was observed. In all Brynza samples there was the same relative content of biologically active isomers of oleic and linoleic acids.

ОСОБЕННОСТИ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА БРЫНЗЫ ИЗГОТОВЛЕННОЙ ИЗ МОЛОКА РАЗНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ

Б. И. Галух

А Н Н О Т А Ц И Я

В статье представлены данные о результатах исследования жирнокислотного состава брынзы изготовленной из молока коров, овец и коз, а также смесей коровьего и овечьего (1:1), коровьего и козьего (1:1), в условиях предгорного и горного регионов Западной Украины, при использовании традиционной и новой технологии производства брынзы. Исследования показали, что наиболее высокий уровень короткоцепочных жирных кислот и наиболее низкий уровень ненасыщенных жирных кислот был в брынзе из козьего молока. У всех образцах брынзы был одинаковый относительный уровень биологически активных изомеров олеиновой и линолевой кислот.

Л І Т Е Р А Т У Р А

1. *Jensen R. G.* Invited review: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000 / R. G. Jensen // *Journal of Dairy Science*. — 2002. — Vol. 85. — P. 295–350.
2. *Jensen R. G.* Lipids of bovine and human milks: a comparison / R. G. Jensen, A. M. Ferris, C. J. Lammi-Keefe [et al.] // *Journal of Dairy Science*. — 1990. — Vol. 73, № 2. — P. 223–240.
3. *Горбатова К. К.* Физико-химические биохимические основы производства молочных продуктов / К. К. Горбатова. — СПб. : ГИОРД, 2004. — 362 с.
4. *Цісарик О. Й.* Жирнокислотний склад молочного жиру корів / О. Й. Цісарик, Г. В. Дроник // *Біологія тварин*. — 2008. — Т. 10, № 1–2. — С. 84–102.
5. *Kritchevsky D.* Conjugated linoleic acid isomer effects in atherosclerosis: Growth and regression of lesions / D. Kritchevsky, S. A. Tepper, S. Wright [et al.] // *Lipids* — 2004. — Vol. 39. — P. 611–616.

6. *Tricon S.* Effects of a *trans-10, cis-12* conjugated Linoleic acid on immune cell function in healthy humans / S. Tricon, G. C. Burdge, S. Kew [et al.] // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2004. — Vol. 80. — P. 1626–1633.
7. *Tricon S.* Opposing effects of *cis-9, trans-11* and *trans-10, cis-12* conjugated linoleic acid on blood lipids in healthy humans / S. Tricon, G. C. Burdge, S. Kew [et al.] // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2004. — Vol. 80. — P. 614–620.
8. *Nudda A.* Seasonal Variation in Conjugated Linoleic Acid and Vaccenic Acid in Milk Fat Of Sheep and its Transfer to Cheese and Ricotta / A. Nudda, M. A. McGuire, G. Battacone [et al.] // *Journal of Dairy Science.* — 2005. — Vol. 88, № 4. — P. 1311–1319.
9. *Галух Б. І.* Накопичення продуктів протеолізу в процесі дозрівання бринзи з молока різних видів тварин / Б. І. Галух // Науковий вісник ЛНУВМтаБТ імені С. З. Ґжицького. — 2010. — Т. 12, № 2 (44), Ч. 4. — С. 19–25.
10. *Folch J.* A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues / J. Folch, M. Less, G. H. Stoane-Stanley // *J. Biol. Chem.* — 1957. — Vol. 226, № 1, — P. 497–509.].
11. *Mallatou H.* Changes in free fatty acids during ripening of Teleme cheese made with ewes', goats', cows' or a mixture of ewes or goats milk / H. Malattou, E. Pappa, T. Massouras // *International Dairy Journal.* — 2003. — Vol. 13. — P. 211–219.

Рецензент: доктор біологічних наук, професор кафедри органічної та неорганічної хімії, директор НДІ біотехнологічних основ підвищення продуктивності тварин, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького Г. І. Калачнюк