

ІЗОМЕРНИЙ СКЛАД ЖИРНИХ КИСЛОТ МОЛОКА КОРІВ ПРИ ЗАМІНІ ЧАСТИНИ КЛІТКОВИНИ РАЦІОНУ ЦУКРОМ

О. В. Голубець, І. В. Вудмаска

Інститут біології тварин УААН

Зниження у раціоні корів співвідношення структурні:неструктурні вуглеводи, за рахунок заміни частини грубих кормів мелясою, стимулювало синтез коротко- та середньоланцюгових жирних кислот молочною залозою.

У молоці корів, які отримували раціон з більшою кількістю меляси, зростав вміст транс10-18:1 і транс11-18:1 жирних кислот, тоді як кількість дієнових кон'югатів лінолевої кислоти змінювалася незначно.

Зменшення на 10 % кількості клітковини і збільшення на 20 % кількості цукру в раціоні корів позитивно вплинуло на молочну продуктивність і підвищило вихід молочного білка та жиру.

Жирнокислотний склад ліпідів молока жуйних тварин, на відміну від молока тварин з однокамерним шлунком, не відображає жирнокислотний склад раціону і значним чином залежить від спрямованості бродильних процесів у рубці, перебіг яких головним чином визначається кількістю та співвідношенням у раціоні окремих фракцій вуглеводів [3, 5, 10]. Корови, як травоядні тварини, споживають корми, що містять в основному поліненасичені жирні кислоти: лінолеву та ліноленову, проте під впливом ферментів рубцевої мікрофлори ці кислоти майже повністю гідрогенізуються до стеринової кислоти і великої кількості різних просторових і позиційних ізомерів олеїнової і лінолевої кислот — проміжних метаболітів біогідрогенізації [6, 7, 9, 12]. Іншим важливим фактором, від якого залежить жирномолочність корів, є синтез у рубці летких жирних кислот, кількість і співвідношення яких також залежить від кількості і співвідношення у раціоні структурних та неструктурних вуглеводів [1, 2, 4, 7, 10].

У залежності від функціонального стану і видового співвідношення рубцевих мікроорганізмів, окремі етапи біогідрогенізації полієнових жирних кислот у вмісті рубця корів відбуваються з різною інтенсивністю і у складі ліпідів накопичуються різні проміжні продукти ізомеризації та гідрогенізації жирних кислот, які після засвоєння у кишечнику використовуються молочною залозою для синтезу молочного жиру [6, 10, 12]. Крім цього, молочна залоза вибірково засвоює жирні кислоти з плазми крові, а жирні кислоти, у свою чергу, виявляють регуляторний вплив на активність ліпопротеїнліпази молочної залози [14], отже від жирнокислотного складу ліпідів плазми крові залежить ефективність синтезу ліпідів молока. Зокрема, у деяких ізомерів ненасичених жирних кислот — дієнових кон'югатів лінолевої кислоти та їх транс-мононенасичених метаболітів, виявлено суттєву регуляторну дію на використання молочною залозою корів жирних кислот для синтезу триацилгліцеролів молока [14].

Метою нашої роботи було дослідження впливу зниження кількості структурних і збільшення кількості неструктурних вуглеводів у раціоні корів на вміст жирних кислот у молоці та молочну продуктивність.

Матеріали і методи. Дослід проведено в дослідному господарстві "Центральне" Буковинського інституту агропромислового виробництва на 10-ти коровах української молочної червоно-рябої породи в останню третину лактації, продуктивністю 10–15 кг молока на день, розділених на дві групи. У підготовчому періоді тварин утримувалися на раціоні, збалансованому за деталізованими нормами з врахуванням фактичного хімічного складу та поживності кормів. Раціон корів контрольної групи містив сіна лучного 7 кг, соломи пшеничної 2 кг, силосу кукурудзяного 15 кг, буряка кормового 10 кг, дерті ячмінно-пшеничної 2,5 кг, шроту соняшникового 0,2 кг, меляси 0,5 кг. Раціон корів дослідної групи

містив сіна лучного 7 кг, соломи пшеничної 1 кг, силосу кукурудзяного 15 кг, буряка кормового 10 кг, дерті ячмінно-пшеничної 2,5 кг, шроту соняшникового 0,2 кг, меляси 1,0 кг.

Таблиця 1

Поживність раціону корів

Показники	Норма	Контроль	Дослід
Кормові одиниці, кг	10,60	11,73	11,92
Суша речовина, г	14100	15131	14678
Сирий протеїн, г	1630,00	1658	1667
Перетравний протеїн, г	1060,00	1065	1085
Сира клітковина, г	3810,00	3890	3535
Крохмаль, г	1435,00	1432	1433
Цукор, г	955,00	920	1189
Сирий жир, г	340,00	409	407

Жирнокислотний склад молочного жиру досліджували методом газорідинної хроматографії [8] на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890, обладнаному капілярною колонкою SP-2380, довжиною 100 м. Програмування температури від 40 °С до 260 °С. Газ-носіє — гелій. Температура дозатора 280 °С. Температура детектора 290 °С. Для ідентифікації хроматографічних піків та обрахунку хроматограм використовували стандарти окремих жирних кислот та стандартну для молочного жиру суміш жирних кислот.

Результати та обговорення. Добавка до раціону корів цукру посилювала синтез коротко- та середньоланцюгових жирних кислот молочною залозою (табл. 2), що свідчить про відсутність негативної дії такої зміни складу раціону на метаболізм вуглеводів у рубці та утворення з них оцтової і масляної кислот. Іншою причиною збільшення кількості коротколанцюгових жирних кислот у молочному жирі корів дослідної групи очевидно є зростання в отриманому від них молоці індексу насиченості ліпідів внаслідок зниження кількості мононенасичених жирних кислот, у складі яких до того ж зросла частка транс-ізомерів. Така компенсаторна реакція — посилення синтезу низькоплавких коротколанцюгових кислот для підтримання фізіологічно оптимальної температури плавлення молочного жиру, характерна для жуйних тварин. Хоча у складі молочного жиру корів наявні статистично вірогідні відмінності за вмістом окремих розгалужених жирних кислот, сумарні їх кількості у молоці тварин контрольної та дослідної груп не відрізнялися. Цей показник характеризує метаболізм розгалужених легких жирних кислот (ізомаляної та ізовалеріанової) у рубці корів. При згодовуванні добавок цукру концентрація розгалужених жирних кислот у вмісті рубця корів, як правило, знижується. Очевидно, при заміні частини клітковини у складі раціону цукром такі зміни не відбуваються.

Таблиця 2

Жирнокислотний склад молочного жиру корів, % (M±m, n=5)

Жирні кислоти	Групи корів	
	Контрольна	Дослідна
4:0	2,79±0,18	3,69±0,19**
6:0	1,79±0,11	2,39±0,06**
8:0	1,65±0,05	1,56±0,06
10:0	2,92±0,10	3,08±0,13
10:1	0,24±0,02	0,40±0,02***
12:0	2,73±0,24	3,10±0,12
12:1	0,06±0,01	0,08±0,01
ізо-14:0	0,16±0,01	0,18±0,02
14:0	9,83±0,38	10,01±0,54
ізо-15:0	0,34±0,05	0,23±0,02*
14:1	0,55±0,01	0,48±0,05
антеізо-15:0	0,55±0,03	0,62±0,03
15:0	1,44±0,05	1,06±0,10**
ізо-16:0	0,21±0,04	0,31±0,03*

16:0	26,63±0,91	25,45±1,68
ізо-17:0	0,64±0,02	0,60±0,04
16:1	1,76±0,05	1,29±0,13**
антеізо-17:0	0,61±0,03	0,57±0,04
17:0	0,58±0,01	0,68±0,07
ізо-18:0	0,60±0,01	0,51±0,03*
17:1	0,40±0,04	0,42±0,04
18:0	11,88±0,42	11,95±0,81
18:1	25,46±1,03	24,43±1,63
18:2	4,17±0,15	4,63±0,21
20:0	0,21±0,01	0,35±0,07*
18:3	0,70±0,04	0,62±0,12
20:1	0,36±0,01	0,37±0,09
20:2	0,08±0,01	0,09±0,01
20:3	0,13±0,01	0,14±0,02
20:4	0,53±0,02	0,60±0,04
Насичені	65,57±0,93	66,20±1,87
Ненасичені	34,43±0,93	33,80±1,87
Мононенасичені	28,82±1,07	27,71±1,76
Поліненасичені	5,60±0,17	6,09±0,19*
Індекс насиченості ліпідів	1,91±0,08	2,00±0,17

Примітка: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$.

У складі ліпідів молока корів дослідної групи, порівняно до контрольної, дещо зріс сумарний вміст октадекадієнових (18:2) і знизився вміст октадеценєнових (18:1) жирних кислот. Ці зміни незначні у кількісному відношенні і невірні статистично. Проте, при аналізі ізомерного співвідношення вказаних кислот (табл. 3) виявлено ряд суттєвих відмінностей між показниками контрольної та дослідної груп. У молоці корів дослідної групи був вищим вміст попередників дієнових кон'югатів лінолевої кислоти 18:1 *транс* 10 і 18:1 *транс* 11 жирних кислот, хоча кількість самих кон'югованих похідних лінолевої кислоти в обох групах відрізнялася незначно. Таким чином, незважаючи на більше надходження у молочну залозу корів дослідної групи екзогенних транс-моноєнових жирних кислот їх подальша десатурація не відбувалася. Проте ці кислоти здатні десатуруватися до дієнових кон'югатів у органах і тканинах тварин і людей — споживачів молочної продукції [11, 13], що дозволяє розглядати їх у плані харчової цінності як аналогів кислот 18:2 *транс* 10, *цис* 12 та 18:2 *цис* 9, *транс* 11.

Серед моноєнових жирних кислот у складі молочного жиру корів дослідної групи, порівняно до контрольної, значно більший вміст 18:1 *транс* 6 і 18:1 *транс* 15 ізомерів — продуктів біогідрогенізації у рубці ліноленової кислоти. При цьому кількість попередника 18:1 *транс* 15—18:1 *цис* 15 жирної кислоти у ліпідах молока корів обох груп була однаковою, а попередника *транс* 6 – 18:1 ізомеру — *цис* 6 – 18:1 жирної кислоти у складі молочного жиру корів не виявлено. Очевидно це пов'язано з вибірковою ретенцією окремих екзогенних жирних кислот молочною залозою. У молоці корів дослідної групи значно знижувався вміст елаїдинової (18:1 *транс* 9) кислоти, наявність якої у складі молочного жиру вважається небажаною.

Таблиця 3

Вміст ізомерів олеїнової і лінолевої кислот у молочному жирі корів, % ($M \pm m$, $n=5$)

Жирні кислоти	Групи корів	
	Контрольна	Дослідна
18:1 <i>транс</i> 6	0,16±0,01	0,28±0,05*
18:1 <i>транс</i> 9	0,65±0,01	0,38±0,05***
18:1 <i>транс</i> 10	0,49±0,02	0,73±0,10*
18:1 <i>транс</i> 11	1,64±0,04	2,36±0,21**
18:1 <i>транс</i> 12	0,21±0,01	0,27±0,05
18:1 <i>транс</i> 13	0,21±0,03	0,17±0,02
18:1 <i>транс</i> 15	0,16±0,03	0,27±0,01*

Сума 18:1 <i>транс</i>	3,52±0,06	4,45±0,41*
18:1 <i>цис</i> 9	20,62±1,11	18,84±1,46
18:1 <i>цис</i> 10	0,15±0,01	0,13±0,03
18:1 <i>цис</i> 11	0,70±0,05	0,49±0,05*
18:1 <i>цис</i> 12	0,13±0,07	0,13±0,02
18:1 <i>цис</i> 13	0,11±0,01	0,15±0,02
18:1 <i>цис</i> 15	0,24±0,01	0,24±0,01
Сума 18:1 <i>цис</i>	21,94±1,08	19,98±1,57
18:2 <i>транс</i> 9, <i>транс</i> 12	0,13±0,01	0,11±0,03
18:2 <i>цис</i> 9, <i>транс</i> 11	1,65±0,04	1,48±0,11
18:2 <i>транс</i> 10, <i>цис</i> 12	0,11±0,01	0,16±0,03
18:2 <i>цис</i> 9, <i>цис</i> 12	2,27±0,12	2,87±0,12**

Аналіз вмісту у ліпідах молока 18:2 жирних кислот вказує на зростання їх кількості за рахунок лінолевої кислоти, кількість інших ізомерів змінювалася незначно і статистично не вірогідно.

За період досліду середньодобові надої у корів контрольної групи склали 11,8 кг, а у корів дослідної групи — 13,2 кг, або на 11,8% більше. Від однієї корови за цей час у контрольній групі одержано 1062 кг молока, а в дослідній — 1188 кг, або на 126 кг більше. Якщо в контрольній групі від однієї корови одержано 38,6 кг жиру і 34,5 кг білка, то в дослідній групі відповідно 44,1 і 38,1 кг, або на 14,2 і 10,1 % більше.

ВИСНОВКИ

Зменшення на 10 % вмісту клітковини і збільшення на 20 % вмісту цукру в раціоні корів викликало зростання у складі молочного жиру кількості коротколанцюгових жирних кислот і жирних кислот з непарною кількістю вуглецевих атомів, що свідчить про зміни у перебігу рубцевої ферментації.

Співвідношення довголанцюгових жирних кислот у молоці корів при цьому змінювалося незначно, проте виявлені суттєві зміни у кількостях ізомерів олеїнової кислоти. У складі молочного жиру корів дослідної групи, порівняно до контрольної, зростав з 3,52 до 4,45 % від загальної кількості жирних кислот вміст *транс*-ізомерів 18:1 за рахунок *транс* 10-18:1 і *транс* 11-18:1 кислот, які у тканинах організму тварин і людини є попередниками біологічно активних дієнових кон'югатів лінолевої кислоти.

CHANGES IN COMPOSITION OF LONG-CHAIN FATTY ACIDS ISOMERS IN COWS MILK FAT AFTER REPLACING PART OF RATION FIBER BY SUGAR

O. V. Golubets, I. V. Vudmaska

SUMMARY

Decreasing of fiber: nonstructural carbohydrates ration after replacing part of forage by molasses stimulated short- and middle-chain fatty acids synthesis in the udder of cows. The content of *trans*10-18:1 і *trans*11-18:1 fatty acids increased in the milk fat of cows fed with higher level of molasses, whereas CLA content did not change. Decrease of fiber to 10 % and increase of sugar to 20 % in cows diet stimulated milk yields, milk protein and fat production.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вудмаска И. В. Обмен жирных кислот в рубце и молочной железе коров в конце лактации в зависимости от углеводного состава рациона // Международная научно-практическая конференция "Достижения и перспективы развития животноводства" 28—29.09.2006 — Ch.: Elena-VI SRL, Moldova, 2006. — P. 56–60.

2. Вудмаска І. В. Вплив підвищеного рівня неструктурних вуглеводів у раціоні корів на показники вуглеводно-білкового обміну у вмісті рубця // Аграрні вісті. — 2007. — 2. — С. 27–29.
3. Вудмаска І. В. Вплив співвідношення вуглеводів на ізомеризацію та гідрогенізацію жирних кислот у вмісті рубця корів // Наук. вісн. ЛДАВМ. — 2007. — № 4 (35). — Ч. 1. — С. 35–40.
4. Вудмаска І. В. Обмін речовин у рубці корів при заміні частини клітковини раціону цукром // Сільський господар. — 2007. — № 5-6. — С. 9-11.
5. Вудмаска І. В., Голубець О. В. Порівняльна характеристика жирнокислотного складу ліпідів вмісту рубця корів, інкубованого з крохмалем або з цукром // НТБ Інституту біології тварин. — 2007. — 8 (1–2). — С. 80–85.
6. Bauman D. E., Mather I. H., Wall R. J., Lock A. L. Major advances associated with the biosynthesis of milk // J. Dairy Sci. — 2006. — 89. — P. 1235–1243.
7. Firkins J. L., Hristov A. N., Hall M. B., Varga G. A., St-Pierre N. R. Integration of ruminal metabolism in dairy cattle // J. Dairy Sci. — 2006. — 89, (E. Suppl.). — P. E31–E51.
8. ISO 15885:2002 Milk fat — Determination of the fatty acid composition by gas-liquid chromatography.
9. [Jensen R. G.](#) The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. Review // J. Dairy Sci. — 2002. — 85 (2). — P. 295–350.
10. Khorasani G. R., Kennelly J. J. Influence of carbohydrate source and buffer on rumen fermentation characteristics, milk yield, and milk composition in late-lactation Holstein cows // J. Dairy Sci. — 2001. — 84. — P. 1707–1716.
11. Schmid A., Collomb M., Sieber R., Bee G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review // Meat Science. — 2006. — 73. — P. 29–41.
12. Tanaka K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions // Animal Science Journal. — 2005. — 76. — P. 291–303.
13. Turpeinen A. M., Mutanen M., Aro A., Salminen I., Basu S., Palmquist D. L., Griinari J. M. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans // Am. J. Clin. Nutr. — 2002. — 76. — P. 504–510.
14. Piperova L. S., Teter B. B., Bruckental I. Mammary lipogenic enzyme activity, *trans* fatty acids and conjugated linoleic acids are altered in lactating dairy cows fed a milk fat-depressing diet // J. Nutr. — 2000. — 130. — P. 2568–2574.