УДК 577.124/577.125.3

ВПЛИВ РІЗНОЇ КІЛЬКОСТІ ЗЕРНОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ І СОНЯШНИКОВОЇ МАКУХИ В РАЦІОНІ КОРІВ НА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ЛІПІДІВ МОЛОКА ТА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ

О .В. Голубець, І. В. Вудмаска

Інститут біології тварин УААН

Досліджували вплив заміни частини зернових кормів у раціоні корів соняшниковою макухою на жирнокислотний склад ліпідів молока з врахуванням співвідношення ізомерів олеїнової і лінолевої кислот. У ліпідах молока корів дослідної групи збільшилася сумарна частка кислот 18:1 за рахунок олеїнової кислоти та ізомеру транс11-18:1, а також зросла кількість цис9,транс11-18:2 кон'югованої лінолевої кислоти. Вміст кислот транс10-18:1 і транс10,цис12-18:2 залишався незмінним. Насичених жирних кислот у молоці корів дослідної групи було менше, а мононенасичених — більше, внаслідок чого індекс насичення ліпідів молока у них вищий, ніж у корів контрольної групи. У корів дослідної групи збільшився середньодобовий надій та валовий вихід жиру і білка.

Ключові слова: КОРОВИ, РАЦІОН, КРОХМАЛЬ, ЖИР, МОЛОКО, ЦИС-ТРАНС-ІЗОМЕРИ ЖИРНИХ КИСЛОТ

Жирнокислотний склад ліпідів молока корів залежить головним чином від кількісті і співвідношення клітковини і неструктурних вуглеводів у раціоні. Збільшення в раціоні частки неструктурних вуглеводів викликає порушення метаболічних процесів у рубці внаслідок накопичення надмірної кількості летких жирних кислот і різкого зниження показника pH рубцевого вмісту. Це призводить до зміни активності ферментів бактерій і видового складу мікрофлори рубця, що впливає на жирнокислотний склад ліпідів вмісту рубця і молока [1, 5, 15].

Висококонцентратний раціон з низьким вмістом клітковини приводить до збільшення в молочному жирі вмісту транс-ізомерів кислоти С 18:1 внаслідок неповної біогідрогенізації лінолевої та ліноленової кислот рубцевою мікрофлорою. При цьому основними транс-ізомерами олеїнової та лінолевої кислот стають відповідно *транс10*-18:1 і *транс*10,*цис*12-18:2. Масова частка рубцевої (*цис*9,*транс11*-18:2) і вакценової (*транс11*-18:1) кислот, які є основними продуктами біогідрогенізації при достатній кількості в раціоні грубих кормів, знижується [3, 14, 16]. Такі зміни ізомерного складу ненасичених жирних кислот ліпідів молока є небажаними, оскільки кислота *цис9*,*транс11*-18:2 володіє антиканцерогенною, антисклеротичною та імуностимуюючою дією [11, 17, 18]. Рубцева кислота утворюється в організмі тварин і людини з вакценової кислоти внаслідок дії Δ9-стеароїл-десатурази [8, 21], тому зниження в молоці кількості останньої також приводить до зниження біологічної цінності молока. Надмірне накопичення в рубці ізомерів *транс10- 18:1* і *транс10,цис12*-18:2 пригнічує синтез у молочній залозі середньоланцюгових жирних кислот, викликає зниження активності ліпопротеїнліпази і гліцеролсинтази, синтезу ацетил СоА-карбоксилази, ацилзв'язуючого білка. При цьому жирність молока може знижуватись на 50 % [10, 19].

При згодовуванні коровам раціонів з високим вмістом концентрованих кормів у вмісті рубця зменшується мікробний синтез розгалужених жирних кислот і жирних кислот з непарною кількістю вуглецевих атомів [1, 4].

Введення в раціону корів жирових добавок позитивно впливає на молочну

продуктивність корів. Зміни жирнокислотного складу ліпідів молока залежать від виду жирової добавки. Рослинні олії, які містять велику кількість лінолевої та ліноленової кислот, пригнічують життєдіяльність рубцевої мікрофлори і знижують жирність молока [2, 6, 13]. Від ступеня насиченості ліпідів раціону, особливо від кількості в їх складі поліненасичених жирних кислот, залежить кількість у ліпідах вмісту рубця і молока корів проміжних метаболітів гідрогенізації — позиційних і просторових ізомерів олеїнової та лінолевої кислот [9, 20].

За згодовування коровам незахищених поліненасичених жирів у вмісті рубця і ліпідах молока зростає вміст ізомерів олеїнової кислоти і дієнових кон'югатів лінолевої кислоти [7, 12]. Це пояснюється неповною біогідрогенізацією поліненасичених жирних кислот, які містяться в концентрованих кормах внаслідок менш тривалого перебування в рубці корму з низьким вмістом клітковини.

Метою цього досліду було вивчення впливу заміни у раціоні корів частини зернових кормів макухою на жирнокислотний склад ліпідів молока, зокрема на співвідношення ізомерів олеїнової та лінолевої кислот.

Матеріали і методи

Дослід проведено на двох групах корів по п'ять голів у кожній. Середній надій у корів — 5–6 тис. кг молока на рік. Раціон корів контрольної групи містив: сіна лучного — 4,0 кг, сінажу різнотравного — 10,0 кг, силосу кукурудзяного — 20,0 кг, барди пшеничної — 20,0 кг, дерті пшенично-вівсяної — 6,0 кг, меляси — 2,0 кг. У раціоні корів дослідної групи 2 кг дерті замінили на 1 кг соняшникової макухи.

Обидва раціони збалансовані за основними показниками вмісту поживних речовин. Раціон корів дослідної групи містив на 30 % менше крохмалю (3352 г — у контрольній групі, 2360 г — у дослідний групі, потреба — 2740 г) і на 20 % більше жиру (580 г — у контрольній групі, 700 г — у дослідний групі, потреба — 625 г). Співвідношення клітковина/неструктурні вуглеводи у раціоні корів контрольної групи становило 0,88, а у дослідній — 1,12 (норма 0,9–1,1), відношення цукри/протеїн — 0,92 і 0,88 (норма 0,9–1,1), жир/протеїн — 0,31 і 0,35 (норма 0,32–0,36).

Для біохімічних досліджень у корів щодекади брали зразки молока. Жирнокислотний склад молочного жиру досліджували методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890 з полум'яно-іонізаційним детектором, обладнаному капілярною колонкою SP-2560, довжиною 100 м (Supelco). Програмування температури термостату колонок від 40 °C до 260 °C. Температура дозатора 280 °C. Температура детектора 290 °C. Газ-носій — гелій. Для ідентифікації хроматографічних піків та обрахунку хроматограм використовували стандарти окремих жирних кислот та стандартну для молочного жиру суміш жирних кислот (Supelco).

Результати й обговорення

Заміна у раціоні корів частини зернових кормів макухою вплинула на жирнокислотний склад ліпідів молока: у молоці майже на чверть зросла сумарна частка 18:1 кислот за рахунок олеїнової кислоти, та інших 18:1 ізомерів. Серед моноєнових метаболітів основних дієнових кон'югатів лінолевої кислоти на третину збільшилася частка *транс11*-18:1 кислоти, тоді як частка *транс10*-18:1 кислоти майже не відрізнялася від контролю.

Таблиця

Жирнокислотний склад ліпідів молока корів, відносна масова частка жирних кислот, % (M±m, n=5)

Жирні кислоти	Групи корів	
	Контрольна	Дослідна
C 4:0	3,15 ± 0,08	3,25 ± 0,28
C 6:0	2,40 ± 0,05	2,34 ± 0,09
C 8:0	1,77 ± 0,07	1,70 ± 0,04
C 10:0	4,81 ± 0,23	4,26 ± 0,22
C 12:0	6,07 ± 0,37	5,09 ± 0,28
C 14:0	14,62 ± 0,29	13,29 ± 0,48*
Iso-C 15:0	0,15 ± 0,01	0,19 ± 0,01*
Anteiso-C 15:0	0,35 ± 0,02	0,48 ± 0,01***
C 14:1	1,10 ± 0,11	1,03 ± 0,11
C 15:0	1,09 ± 0,03	1,13 ± 0,06
C 16:0	36,82 ± 1,38	29,43 ± 0,71**
Iso-C 17:0	0,25 ± 0,009	0,32 ± 0,01***
C 16:1	1,66 ± 0,11	1,55 ± 0,10
Anteiso-C 17:0	0,18 ± 0,012	0,20 ± 0,01
C 17:0	0,44 ± 0,01	0,51 ± 0,02*
C 17:1	0,18 ± 0,006	0,16 ± 0,02
C 18:0	5,96 ± 0,88	8,98 ± 0,20*
C 18:1n6t	0,23 ± 0,027	0,28 ± 0,01
C 18:1n9t	0,17 ± 0,019	0,22 ± 0,01
C 18:1n 10t	0,38 ± 0,064	0,43 ± 0,03
C 18:1n 11t	0,72 ± 0,098	0,99 ± 0,04*
C 18:1n6c	0,38 ± 0,006	0,40 ± 0,02
C 18:1n9c	12,50 ± 0,54	18,28 ± 0,66***
C 18:1n11c	0,46 ± 0,019	0,58 ± 0,054
C 18:1n12c	0,32 ± 0,046	0,40 ± 0,033
C 19:0	0,08 ± 0,006	0,10 ± 0,004
C 18:2n 10t,12c	0,042 ± 0,002	0,056 ± 0,006
C 18:2n 9c,12c	2,61 ± 0,26	2,92 ± 0,17
C 18:2 9c,11t	0,41 ± 0,029	0,56 ± 0,036*
C 20:0	0,07 ± 0,012	0,11 ± 0,003
C 18:3n3	0,22 ± 0,005	0,26 ± 0,003
C 20:1n9	0,03 ± 0,002	0,042 ± 0,004
C 22:0	0,02 ± 0,0048	0,038 ± 0,04*
C 20:3n6	0,11 ± 0,019	0,10 ± 0,005
C 20:4n6	0,15 ± 0,02	0,14 ± 0,01
C 22:5	0,07 ± 0,007	0,07 ± 0,007
Сумарний вміст транс-ізомерів C 18:1	1,50 ± 0,20	1,91 ± 0,06
Сумарний вміст цис- і транс-ізомерів C 18:1	15,12 ± 0,75	21,57 ± 0,72***
Непарні кислоти	2,72 ± 0,06	3,09 ± 0,11*
Розгалужені кислоти	0,94 ± 0,038	1,19 ± 0,04**
Мононенасичені кислоти	18,10 ± 0,64	24,34 ± 0,82***
Поліненасичені кислоти	3,61 ± 0,33	4,11 ± 0,19
Насичені кислоти	78,24 ± 0,79	71,41 ± 0,89***
Індекс насиченості ліпідів	3,63 ± 0,17	2,52 ± 0,11***

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

Відповідні зміни виявлено і в кількості дієнових кон'югатів: частка *цис9,транс11*-18:2 кислоти зростала, а частка *транс10,цис12*-18:2 кислоти залишалася без змін. Ці дані становлять інтерес у зв'язку з негативним впливом *транс10*-18:1 і *транс10,цис12*-18:2 ізомерів на жирність молока.

Сумарна частка *транс*-18:1 ізомерів у молоці корів дослідної групи була у 1,3 раза більша, ніж у корів контрольної групи. Сумарна частка дієнових кон'югатів лінолевої кислоти також зросла в 1,3 раза.

Ліпіди молока корів дослідної групи містили більше стеаринової (18:0) і менше пальмітинової (16:0) кислоти. Загальна кількість насичених кислот у молоці корів дослідної групи була більша, а мононенасичених кислот — менша, ніж у молоці корів контрольної групи. Внаслідок цього індекс насиченості ліпідів молока корів дослідної групи був нижчим.

У складі молочного жиру корів дослідної групи зросла частка непарних та розгалужених жирних кислот, що узгоджується зі змінами, виявленими у жирнокислотному складі вмісту рубця і свідчить про збільшення кількості бактерій у ньому.

Заміна у складі раціону високопродуктивних корів частини крохмалю еквівалентною за енергетичною цінністю кількістю жиру та зменшення у раціоні частки розщеплюваного протеїну підвищило середньодобові надої з 21,2 до 22,7 кг, або на 7 %. Хоча відсоток жиру у молоці зростав незначно, а відсоток білка не змінювався, їх валовий вихід у корів дослідної групи був більшим.

Висновки

1. Заміна частини зернових концентратів у раціоні високопродуктивних корів макухою дозволяє зменшити негативний вплив надлишку крохмалю на жирність молока і підвищити надої та вихід молочного жиру та білка.

2. У складі молочного жиру при додаванні до раціону корів макухи зростає вміст біологічно активних вакценової та рубцевої жирних кислот, знижується індекс насиченості ліпідів.

Перспективи подальших досліджень. Забезпечення потреби високопродуктивних корів у метаболічній енергії неможливе без введення до складу раціону кормів з високим вмістом крохмалю або жиру. Надмірні кількості крохмалю та жиру можуть знижувати жирність молока. Оскільки вказані джерела енергії впливають на різні метаболічні ланки рубцевої ферментації та обміну речовин у молочній залозі, необхідно встановити оптимальне їх співвідношення, за якого достатній вміст енергії у раціоні не пригнічує молочної продуктивності.

O. Golubets, I. Vudmaska

EFFECT OF DIFFERENT AMOUNT OF GRAIN CONCENTRATES AND SUNFLOWER OILCAKE IN DAIRY COWS DIETS ON FATTY ACID PROFILE OF MILK AND MILK PRODUCTION

S u m m a r y

Influence of replacement the part of grain in dairy cows diet by sunflower oil cake on milk lipids fatty acid profile were investigated.

Increasing of concetration of oleic acid, trans11-18:1 and cis9,trans11-18:1 isomers in the milk of cows fed oil cake has been pointed. There were no changes in trans10-18:1 and

trans10,cis12-18:1 fatty acids concetration. The milk yield and content of fat and protein in the milk were higher in the cows fed oil cake.

О .В. Голубец, И. В. Вудмаска

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОГО КОЛИЧЕСТВА ЗЕРНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ И ПОДСОЛНЕЧНОГО ЖМЫХА В РАЦИОНЕ КОРОВ НА ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ МОЛОКА И МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

А н н о т а ц и я

Исследовали влияние замены в рационе коров части зерновых кормов подсолнечным жмыхом на жирнокислотный состав липидов молока с учетом соотношения изомеров олеиновой и линолевой кислот. В липидах молока коров опытной группы увеличилась суммарная доля кислот 18:1 за счет олеиновой кислоты и изомера транс11-18:1, а также количество изомера цис9,транс11-18:2. Содержание кислот транс10-18:1 и транс10,цис12-18:2 не изменялось. Насыщенных жирных кислот в молоке коров опытной группы было меньше, а мононенасыщенных — больше, в результате чего индекс насыщенносты липидов выше, чем у контрольной группы. У коров опытной группы увеличился среднесуточный удой, валовый выход жира и белка.

1. *Вудмаска І. В*. Обмін жирних кислот у рубці корів за різного вуглеводного складу раціону / І. В. Вудмаска, О. В. Голубець, І. М. Ткач та ін. // Біологія тварин. — 2007. — Т. 9, № 1–2. — С. 156–161.
2. *Banks W.* Effect of oil-enriched diets on the milk yield and composition, and on the composition and physical properties of the milk fat, of dairy cows receiving a basal ration of grass silage / W. Banks, J. L. Clapperton, M. E. Kelly // J. Dairy Res. — 1980. — Vol. 47. — P. 277–285.
3. *Bell J. A.* Effect of safflower oil, flaxseed oil, monensin, and vitamin E on concentration of conjugated linoleic acid in bovine milk fat / J. A. Bell, J. M. Griinari, J. J. Kennelly // J. Dairy Sci. — 2006. — Vol. 89, N 2. — P. 733–748.
4. *Palmquist D. L.* Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans / D. L. Palmquist, A. L. Lock, K. J. Shingfield et al. // Adv. Food Nutr. Res. — 2005.— Vol. 50. — P. 179–217.
5. *Ramaswamy N.* Composition and flavor of milk and butter from cows fed fish oil, extruded soybeans, or their combination / N. Ramaswamy, R. J. Baer, D. J. Schingoethe et al. // J Dairy Sci. — 2001. — Vol. 84. — P. 2144–2151.
6. *Chouinard P. Y.* Conjugated linoleic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows / P. Y. Chouinard, L. Corneau, D. M. Barbano et al. // J. Nutr. — 1999. — Vol. 129. — P. 1579–1584.
7. *Chew B. P.* Effects of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and beta-carotene in modulating lymphocyte and macrophage function / B. P. Chew, T. S. Wong, T. D. Shultz et al. // Anticancer Res. — 1997. — Vol. 17. — P. 1099–1106.
8. *An J. K.* Effects of dietary fat sources on occurrences of conjugated linoleic acid and *trans* fatty acids in rumen contents / J. K. An, C. W. Kang, Y. Izumi et al. // Asian-Australasian Journal of Animal Science. — 2003. — Vol. 16. — P. 222–226.
9. *Soita H. W.* Effects of flaxseed supplementation on milk production, milk fatty acid composition and nutrient utilization by lactating dairy cows / H. W. Soita, J. A. Meier, M. Fehr et al. // Arch. Tierernahr. — 2003. — Vol. 57, N 2. — P. 107–116.

10. *Bas P*. Fatty Acid Composition of Mixed-Rumen Bacteria: Effect of Concentration and Type of Forage / P. Bas, H. Archimede, A. Rouzeau et al. // J. Dairy Sci. — 2003. — Vol. 86. — P. 2940–2948.

11. *Stockdale C. R*. Influence of pasture and concentrates in the diet of grazing dairy cows on the fatty acid composition of milk / C. R. Stockdale, G. P. Waler, W. J. Wales et al. // J. Dairy Res. — 2003. — Vol. 70. — P. 267–276.

12. *Khorasani G. R*. Influence of carbohydrate source and buffer on rumen fermentation characteristics, milk yield, and milk Composition in Late-Lactation Holstein Cows / G. R. Khorasani and J. J. Kennelly // J. Dairy Sci. — 2001. — Vol. 84. — P. 1707–1716.

13. *Kritchevsky D*. Antimutagenic and some other effects of conjugated lnoleic acid / Kritchevsky D. // Br. J. Nutr. — 2000. — Vol. 83, № 5. — P. 459–465.

14. *Lee K. N.* Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits / K. N. Lee, D. Kritchevsky, M. W. Pariza // Atherosclerosis — 1994.—Vol. 108 — P. 19–25.

15. *Gaynor P. J.* Milk fat yield and composition during abomasal infusion of *cis* or *trans* octadecenoates in Holstein cows / P. J. Gaynor, R. A. Erdman, B. B. Teter et al. // J. Dairy Sci. — 1994. — Vol. 77. — P. 157–165.

16. *Offer N. W.* Effect of oil supplementation of a diet containing a high concentration of starch on levels of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in bovine milk / N. W. Offer, M. Marsden, R. H. Phipps // Anim. Sci. — 2001. — Vol. 73. — P. 533–540.

17. *Santora J. E.* Trans-vaccenic acid is desaturated to conjugated linoleic acid in mice / J. E. Santora, D. L. Palmquist, K. L. Roehrig // J. Nutr. — 2000. — Vol. 130. — P. 208–215.

Рецензент: завідувач сектору інтелектуальної власності та маркетингу інновацій, кандидат біологічних наук, с. н. с. Грабовська О. С.