

УДК 636.2:591.11:546.23

Білаш Ю.П., аспірант^{1,2}
Дідович А.П., к.б.н., доцент²
Вудмаска І.В., д.с.-г.н.^{1,2}©

¹ Інститут біології тварин НААН України

² Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького

ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ СЕЛЕНУ І ВІТАМІНУ Е У РАЦІОНІ КОРІВ НА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД МОЛОКА

Додавання до раціону високопродуктивних корів підвищених кількостей селену і вітаміну Е впливає на жирнокислотний склад молока. У складі молочного жиру дослідних корів зростає частка окремих середньоланцюгових, розгалужених та непарних жирних кислот. Крім того, змінюється перебіг біогідрогенізаційних процесів у рубці, внаслідок чого у молоці зменшується частка транс10-18:1 та транс10,цис12-18:2 і зростає частка транс11 та цис9,транс11-18:2 ізомерів. Жирність молока зросла з 3,4 до 3,7 %.

Ключові слова: корови, молоко, жирні кислоти, кон'югована лінолева кислота, селен, вітамін Е.

Вступ. Для раціонів корів з високим вмістом крохмалю або жиру характерний жирдепресуючий ефект, тобто зменшення вмісту жиру в молоці. Синтез молочного жиру пригнічують зниження рубцевого рН і високий вміст поліненасичених жирних кислот [1,10]. На даний час домінуючим фактором зниження жирності молока жуйних тварин вважається зміна спрямованості біогідрогенізації поліненасичених жирних кислот у рубці із зміною ізомерного складу проміжних транс,цис- ізомерів.

У пасовищний період корови продукують молоко не лише більшої жирності, а й з більшим вмістом цис9,транс11-18:2 (КЛК, кон'югована лінолева кислота) [2,15], яка володіє низкою корисних біологічно активних властивостей [3]. Крім, транс11-18:1 та цис9,транс11-18:2 у рубці синтезується ряд інших ізомерів, серед них — транс10-18:1 та транс10, цис12-18:2, які хоча й з точки зору біологічної активності подібні до транс11-18:1 та цис9,транс11-18:2, мають одну небажану властивість — негативний вплив на синтез молочного жиру [4,5]. Утворення цих кислот у пасовищний період і при використанні раціонів з низьким вмістом концентратів значно менше [6,15]. Більша частина КЛК синтезується у молочній залозі та інших органах і тканинах організму тварин і людини з транс11-18:1, яка також утворюється у рубці [7,8,15]. Таким чином, вміст КЛК у молоці корів можна підвищити збільшенням продукції у рубці самої КЛК, збільшенням продукції її метаболіту транс11-18:1 або підвищенням активності Δ^9 -десатурази, яка каталізує перетворення транс11-18:1 у цис9,транс11-18:2. Разом з тим, ліпіди трави містять понад 60 % поліненасичених жирних кислот [9,15], проте у пасовищний період зниження

pH і жирові добавки впливають на жирність молока значно меншою мірою [10]. Це свідчить про наявність додаткового кормового фактора, крім ПНЖК і неструктурних вуглеводів, який впливає на синтез молочного жиру. У пасовищний період вміст вітаміну Е у раціоні корів в 4–5 разів більший, ніж у стійловий період [11]. В останні роки встановлено, що вітамін Е, крім антиоксидантних властивостей, впливає на жирність молока, знижуючи негативний ефект жирдепресуючих раціонів [12,13]. Зокрема, за використання його у високих дозах змінюється спрямованість рубцевої біогідрогенізації з пригніченням синтезу транс-ізомерів олеїнової та лінолевої кислот, які пригнічують синтез молочного жиру [13,14].

Метою наших досліджень було встановлення впливу вітаміну Е у поєднанні з селеном на жирнокислотний склад молока корів.

Матеріал і методи досліджень. Дослід проведено у агрофірмі «Оршівське» Кіцманського району Чернівецької області, де було сформовано три групи корів, по 10 голів у кожній. Корови першої (контрольної) групи отримували збалансований за вмістом поживних речовин раціон, що містив сіно лучне — 4 кг, сінаж різнотравний — 10кг, силос кукурудзяний — 20 кг, брага пшенична — 10 кг, дерть пшенична — 5 кг, шрот соняшниковий 0,5 кг, меляса 1,5 кг. 1 кілограм сухої речовини містив 0,1 мг селену і 24 мг вітаміну Е. Корови другої (дослідної) групи отримували такий же раціон з добавкою 0,3 мг/кг селену (у формі селенметіоніну) і 100 мг вітаміну Е, а третьої (дослідної) групи — 0,5 мг/кг селену (у формі селенметіоніну) і 300 мг вітаміну Е на 1 кг сухої речовини корму.

Жирнокислотний склад ліпідів молока досліджували методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890 з полум'яно-іонізаційним детектором, обладнаному капілярною колонкою SP-2560 (95% biscyanopropyl/5% cyanopropylphenyl polysiloxane, Supelco), довжиною 100 м. Програмування температури термостату колонок від 40 °С до 260 °С. Температура дозатора 280 °С. Температура детектора 290 °С. Газ-носії – гелій. Для ідентифікації хроматографічних піків та обрахунку хроматограм використовували стандарти метилових ефірів окремих жирних кислот.

Результати досліджень. Як видно з наведених у таблиці 1 даних, додавання до раціону корів селен-метіоніну та вітаміну Е у кількості 0,3 та 100 мг/кг сухої речовини корму не впливало на жирнокислотний склад молока, за винятком незначного збільшення у ньому частки стеаринової кислоти ($p < 0,05$). У той же час, збільшення дози селен-метіоніну та вітаміну Е до 0,5 і 100 мг/кг сухої речовини викликало значні зміни у співвідношенні жирних кислот молочного жиру. Зокрема, у молоці корів 2-ї дослідної групи на третину зростав вміст жирних кислот з розгалуженим ланцюгом і непарною кількістю вуглецевих атомів ($p < 0,001$). Це свідчить про збільшення чисельності або зміну видового складу бактерій рубця, для ліпідів яких характерні жирні кислоти такої будови.

Серед коротко- і середньоланцюгових жирних кислот, під впливом згодовування збільшеної кількості селену та вітаміну Е зросла частка масляної ($p < 0,001$), каприлової ($p < 0,01$) і капринової ($p < 0,05$) кислот, завдяки чому загальна кількість синтезованих молочною кислотою жирних кислот (C4-C14)

була на 4 % більшою. Вміст атерогенних лауринової та міристинової (12:0 і 14:0) кислот від селену і вітаміну Е не залежав.

Таблиця 1

Жирнокислотний склад ліпідів молока корів, % (M±m, n=10)

Жирні кислоти	Групи корів		
	Контрольна	1-а дослідна	2-а дослідна
4:0	3,27±0,12	3,19±0,14	3,91±0,07***
6:0	2,31±0,15	2,35±0,16	2,52±0,10
8:0	1,64±0,09	1,60±0,05	2,11±0,07**
10:0	2,87±0,15	2,82±0,08	3,43±0,12*
12:0	3,52±0,11	3,30±0,19	3,28±0,20
14:0	12,40±0,38	12,23±0,47	12,21±0,54
<i>Iso</i> -15:0	0,11±0,01	0,10±0,01	0,17±0,01**
14:1	0,86±0,03	0,75±0,02	0,78±0,05
<i>Anteiso</i> -15:0	0,29±0,03	0,32±0,02	0,36±0,02*
15:0	0,69±0,04	0,74±0,05	0,90±0,03**
16:0	31,11±1,10	31,14±1,83	29,48±0,85
<i>Iso</i> -17:0	0,38±0,02	0,37±0,01	0,49±0,03**
16:1	1,76±0,07	1,70±0,04	1,48±0,05*
<i>Anteiso</i> -17:0	0,25±0,02	0,29±0,02	0,37±0,03*
17:0	0,49±0,03	0,48±0,02	0,64±0,05*
17:1	0,20±0,01	0,15±0,01	0,18±0,01
18:0	8,56±0,24	9,31±0,33*	9,88±0,64
18:1	23,21±1,05	23,12±1,30	22,07±0,53
18:2	4,08±0,12	4,01±0,21	4,22±0,18
20:0	0,14±0,02	0,17±0,01	0,15±0,01
18:3n3	1,58±0,12	1,55±0,03	1,64±0,05
20:4n6	0,28±0,01	0,31±0,02	0,33±0,02
Ненасичені	31,97±1,91	31,59±1,58	30,70±1,15
Поліненасичені	5,94±0,15	5,87±0,24	6,19±0,20
Непарні	2,21±0,11	2,30±0,09	2,93±0,07***
Розгалужені	1,03±0,04	1,08±0,03	1,39±0,05***

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

Додавання до раціону корів високих доз селену і вітаміну Е вплинуло на ізомерний склад жирних кислот ліпідів молока (табл. 2). У молоці корів 2-ї дослідної групи дещо зменшилась частка цис-ізомерів 18:1 жирних кислот, ($p < 0,05$) внаслідок меншої кількості олеїнової кислоти (цис9-18:1). Натомість, кількість транс-18:1 жирних кислот у корів цієї групи зросла ($p < 0,05$), причому виключно за рахунок транс-вакценової кислоти (транс11-18:1), частка якої збільшилась в 1,4 рази ($p < 0,001$). Частка інших транс-18:1 ізомерів зменшувалась. Особливо важливим є зменшення кількості транс10-18:1 ($p < 0,001$), яка за надмірного вмісту знижує жирномолочність корів. З огляду на це, позитивним фактором є і менша кількість у молоці іншої жирдепресуючої кислоти — транс10,цис12-18:2 — попередника кислоти транс10-18:1 при біогідрогенізації лінолевої кислоти у рубці жуйних. Кількість іншого кон'югованого ізомеру лінолевої кислоти, який не впливає на жирність молока — цис9,транс11-18:2 навпаки зростала, що узгоджується з кількістю у складі молочного жиру його попередника транс11-18:1 кислоти.

Вміст у молоці лінолевої кислоти звичайної будови (цис9,цис12-18:2) незначно залежав від кількості селену і вітаміну Е в раціоні корів.

Таблиця 2

Ізомерний склад ненасичених жирних кислот молока корів, % (M±m, n=10)

Жирні кислоти	Групи корів		
	Контрольна	1-а дослідна	2-а дослідна
транс6-8-18:1	0,63±0,03	0,55±0,04	0,49±0,03*
транс9-18:1	0,40±0,02	0,49±0,03	0,44±0,01
транс10-18:1	0,68±0,04	0,50±0,04*	0,37±0,02***
транс11-18:1	1,52±0,08	1,83±0,09*	2,19±0,06***
Сума транс-18:1	3,23±0,11	3,37±0,09	3,49±0,08*
цис6-18:1	0,12±0,01	0,10±0,01	0,11±0,01
цис9-18:1	18,82±0,53	18,75±0,55	17,49±0,48*
цис11-18:1	0,76±0,02	0,65±0,03*	0,71±0,05
цис12-18:1	0,28±0,02	0,25±0,01	0,27±0,02
Сума цис-18:1	19,98±0,81	19,75±0,60	18,58±0,42
цис9,цис12-18:2	3,16±0,15	2,97±0,11	3,09±0,17
транс10,цис12-18:2	0,11±0,01	0,09±0,01	0,05±0,01**
цис9,транс11-18:2	0,81±0,04	0,95±0,05*	1,28±0,07***

За введення у раціон корів високих доз селену та вітаміну Е у складі молочного жиру зменшилась частка олеїнової кислоти (цис9-18:1). Це може бути викликано двома факторами: вищим ступенем біогідрогенізації ненасичених жирних кислот у рубці та зменшенням активності Δ^9 -стеароїлдесатурази молочної залози. На меншу активність Δ^9 -стеароїлдесатурази вказує зниження коефіцієнта цис9-18:1/18:0, який для корів контрольної, 1-ї дослідної та 2-ї дослідної груп становив відповідно 2,20; 2,01 і 1,77. Отже, активність вказаного ферменту для олеїнової кислоти у молочній залозі корів 1-ї дослідної групи була на 9 %, а у молочній залозі корів 2-ї дослідної на 20 % меншою, ніж у корів контрольної групи.

Разом з тим, активність щодо іншого субстрату Δ^9 -стеароїлдесатурази — транс11-18:1 транс-вакценової кислоти у корів 2-ї дослідної групи зростала. Так, співвідношення цис9,транс11-18:2/транс11-18:1 у молоці корів контрольної і 2-ї дослідної груп становило 0,53 і 0,58; тобто за додавання до раціону корів 0,5 мг/кг сухої речовини селену і 300 мг сухої речовини вітаміну Е утворення цис9,транс11 кон'югованої лінолевої кислоти зросло на 9 %. Таким чином, зниження активності Δ^9 -стеароїлдесатурази пов'язана не з абсолютним її інгібуванням, а з перерозподілом специфічності до різних субстратів.

Згодовування високопродуктивним коровам 0,5 мг селену та 300 мг вітаміну Е на 1 кг сухої речовини корму підвищило жирність молока з 3,4 до 3,7 %.

Висновки. 1. Введення у раціон високопродуктивних корів селену та вітаміну Е у кількості 0,5 і 300 мг на 1 кг сухої речовини корму підвищує у складі молочного жиру вміст масляної, каприлової і капринової кислот, що свідчить про посилення синтезу молочного жиру *de novo*.

2. У складі молочного жиру зростає частка жирних кислот з розгалуженим ланцюгом і непарною кількістю вуглецевих атомів характерних для бактерій рубця, отже селен і вітаміну Е стимулювали ріст мікробної маси.

3. Додавання селену та вітаміну Е змінювало спрямованість біогідрогенізаційних процесів у рубці, на що вказує зменшення за їх згодовування частки транс10-18:1 та транс10,цис12-18:2 і збільшення частки транс11 та цис9,транс11-18:2 ізомерів олеїнової та лінолевої кислот.

4. Введення у раціон селену та вітаміну Е у кількості 0,5 і 300 мг на 1 кг сухої речовини корму на 0,3 % збільшила жирність молока. Зростання вмісту жиру у молоці відбувалося внаслідок збільшення синтезу молочною залозою середньоланцюгових жирних кислот та зменшення утворення у рубці транс10 ізомерів ненасичених жирних кислот.

Література

1. Bauman D.E. Regulation and nutritional manipulation of milk fat : low-fat milk syndrome / D.E. Bauman, Griinari J.M // *Livestock Production Sci.* — 2001 . — Vol.70. — P.15–29.

2. Concentrations of conjugated linoleic acid in milk from cows grazing pasture or fed a total mixed ration for an entire lactation / M.J. Auld, J.K. Kay, N.A. Thomson [et al.] // *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* . — 2002. — Vol. 62 . — P. 240–241.

3. Belury M.A. Dietary conjugated linoleic acid in health: Physiological effects and mechanisms of action / M.A. Belury // *Annual Review of Nutrition*. — 2002. — Vol. 22 . — P. 505–531.

4. Baumgard L.H. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis / L.H. Baumgard, B.A. Corl, D.A. Dwyer [et al.] // *American Journal of Physiology* . — 2000. — Vol. 278 — P. 179–184.

5. Mammary lipogenic enzyme activity, trans fatty acids and conjugated linoleic acids are altered in lactating dairy cows fed a milk fat-depressing diet / L.S. Piperova, B.B. Teter, I Bruckental [et al.] // *Journal of Nutrition* — 2000. — Vol. 130. — P. 2568–2574.

6. Effects of abomasal infusion of conjugated linoleic acid on milk fat concentration and yield from pasture-fed dairy cows / T.R. Mackle, J.K. Kay, A.K.H. MacGibbon [et al.] // *Journal of Dairy Sci.* — 2003. — Vol.86. — P. 644–652.

7. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by D9-desaturase / J.M. Griinari, B.A. Corl, S.H. Lacy, P.Y. Chouinard, [et al.] // *Journal of Nutrition*. — 2000. — Vol.130. — P. 2285–2291.

8. The role of D9-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA / B.A. Corl, L.H. Baumgard, D.A. Dwyer [et al.] // *Journal of Nutritional Biochemistry*. — 2001. — Vol. 12. — P. 622–630.

9. Effects of a stay-green trait on the concentrations and stability of fatty acids in perennial ryegrass / R.J. Dewhurst, J.M. Moorby, N.D. J.K.S. Scollan [et al.] // *Grass and Forage Science*. — 2002. — Vol.57. — P. 360–366.

10. Kolver E.S. Prediction of ruminal pH from pasturebased diets / E.S. Kolver, M.J. Veth // *Journal of Dairy Science*. — 2002. — Vol. 85 — P.1255–1266.

11. National Research Council 7th rev. National Academy Press. 2001 Nutrient Requirements of Dairy Cattle.

12. The effect of vitamin E supplementation of cows diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk fat oxidation / M.Focant, E. Mignolet, M.Marique, [et al.] // Journal of Dairy Science. — 1998. — Vol.81 — P.1095–1101.

13. J. K. Kay. A comparison between feeding systems (pasture and TMR) and the effect of vitamin E supplementation on plasma and milk fatty acid profiles in dairy cows / J. K. Kay, J. R. Roche, E. S. Kolver [et al.] // Journal of Dairy Research. — 2005. — Vol. 72 — P. 322–332

14. Pottier J. Effect of dietary vitamin E on rumen biohydrogenation pathways and milk fat depression in dairy cows fed high-fat diets / J. Pottier, M. Focant, C. Debier [et al.] // J. Dairy Sci. — 2006. — Vol. 89. — P. 685–92.

15. Endogenous synthesis of cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid in dairy cows fed fresh pasture / J.K.Kay, T.R. Mackle, M.J. Auldist [et al.] // J.Dairy Sci. — 2004. — Vol.87. — P. 369–378.

Summary

Bilash Y.P., Didovych A.P., Vudmaska I.V.

EFFECT OF DIETARY SELENIUM AND VITAMIN E QUANTITY ON MILK FATTY ACIDS PROFILE IN THE COWS

Dietary supplementation of cows diets with high doses of selenium and vitamin E affect fatty acid profile in milk fat. The elevated quantities of some middle-chain, branched-chain and odd-chain fatty acids have been found in the cows milk fat. In addition the changes in hydrogenation processes have been established. The part of trans10-18:1 and trans10,cis12-18:2 were decreased, where as part of trans11-18:1 and cis9,trans11-18:2 were risen. Milk fat yield was increased from 3.4 to 3.7 %.

Стаття надійшла до редакції 17.09.2010