

ВПЛИВ СЕЛЕНУ І ВІТАМІНУ Е НА БІОГІДРОГЕНІЗАЦІЮ НЕНАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ У РУБЦІ ВІДГОДІВЕЛЬНОЇ ВРХ

Ю. П. Білаш^{1,2}, О. В. Голубець³, О. Й. Цісарик², І. В. Вудмаска^{1,2}

¹Інститут біології тварин НААН

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

³Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації і захисту прав споживачів (Укрметртестстандарт)

Досліджували вплив додавання до раціону відгодівельних бугайців селену та вітаміну Е у рекомендованих нормах (0,3 і 100 мг/кг сухої речовини корму) та підвищених (0,5 і 300 мг/кг сухої речовини корму) кількостях на жирнокислотний склад ліпідів вмісту рубця з урахуванням ізомеризації поліненасичених жирних кислот.

Встановлено, що рекомендована нормами доза селену та вітаміну Е не впливає на співвідношення жирних кислот у рубці. Введення до складу раціону підвищеної дози вказаних сполук посилює біогідрогенізаційні процеси, що виявляється зменшенням у складі жирних кислот частки олеїнової і лінолевої кислот та збільшення частки стеаринової кислоти. Серед ненасичених ізомерів виявлено збільшення частки біологічно активних транс11-18:1 і цис9,транс11-18:2 і та зменшення частки транс10-18:1 і транс10,цис12-18:2 кислот. Збільшилася також частка жирних кислот транс13-18:1, транс14-18:1, транс13-18:1 і цис15-18:1, які є продуктами біогідрогенізації лінолевої кислоти.

Ключові слова: ВЕЛИКА РОГАТА ХУДОБА, ВМІСТ РУБЦЯ, СЕЛЕН, ВІТАМІН Е, ЖИРНІ КИСЛОТИ, ЦИС-, ТРАНС-ІЗОМЕРИ

Жирнокислотний склад ліпідів організму жуйних тварин суттєво відрізняється від жирнокислотного складу ліпідів спожитих ними кормів [1, 2]. Рослинні корми, що входять до раціону містять значну кількість поліненасичених жирних кислот (лінолевої та лінолевої), подвійні зв'язки яких під впливом ферментів рубцевої мікрофлори гідрогенізуються, внаслідок чого у тонкий кишечник надходить хімум з невеликим вмістом ненасичених жирних кислот. Натомість, у його складі виявляється значна кількість стеаринової кислоти і відносно багато транс-ізомерів олеїнової, лінолевої та лінолевої кислот [3–6].

Такі зміни жирнокислотного складу зумовлені негативним впливом цис-подвійних зв'язків ненасичених жирних кислот на життєдіяльність бактерій. Утворені при гідрогенізації насичені та транс-ненасичені жирні кислоти використовуються бактеріями для синтезу ліпідів своїх біологічних мембран [7]. Після перетравлення бактерій у дванадцятипалій кишці їх жирні кислоти використовуються організмом жуйної тварини для синтетичних та енергетичних потреб.

Внаслідок рубцевої біогідрогенізації органи і тканини жуйних тварин містять велику кількість стеаринової та олеїнової і дуже мало поліненасичених жирних кислот. Організм жуйних еволюційно пристосований до функціонування у таких умовах, тоді як з точки зору харчових властивостей яловичина і, особливо, яловичий жир мають нижчу дієтичну цінність, порівняно з м'ясною продукцією отриманою від моногастричних тварин. Разом з тим, окремі транс- ізомери олеїнової (транс-11) та лінолевої (цис-9,транс-11) кислот володіють біологічною активністю, яка частково компенсує нестачу поліненасичених жирних кислот, особливо кислот родини ω-3 [8, 9].

Останніми роками у науковій літературі з'явилися повідомлення про регуляторну дію вітаміну Е на рубцеву біогідрогенізацію [10–13], згідно з якими додавання до раціону корів підвищених кількостей α-токоферолу стимулює утворення у рубці транс11-18:1 і цис9,транс11-18:2 жирних кислот та зменшує утворення у ньому транс10-18:1 і транс10,цис12-18:2 жирних кислот. Механізм дії вітаміну Е на біогідрогенізацію поліненасичених жирних кислот повністю ще не встановлений. Вважається що токоферол змінює видове співвідношення рубцевої мікрофлори, або ж регулює активність бактеріальних редуктаз.

Метою нашої роботи було дослідження впливу вітаміну Е у комплексі з селеном на жирнокислотний склад ліпідів вмісту рубця відгодівельних бугайців.

Матеріали і методи

Дослід провели на трьох групах бугайців, по 5 голів у кожній. Бугайці контрольної групи отримували збалансований за вмістом поживних речовин раціон, що містив сіно лучне — 4 кг, сінаж різнотравний — 10 кг, силос кукурудзяний — 20 кг, брагу пшеничну — 10 кг, дерть пшеничну — 5 кг, шрот соняшниковий 0,5 кг, м'ясу 1,5 кг. 1 кілограм сухої речовини містив 0,1 мг селену і 24 мг вітаміну Е. Бугайці 1-ої дослідної групи отримували такий же раціон з добавкою 0,3 мг/кг селену (у

складі селеніту натрію) і 100 мг вітаміну Е, а 2-ї дослідної групи — 0,5 мг/кг селену (у складі селеніту натрію) і 300 мг вітаміну Е на 1 кг сухої речовини корму.

Жирнокислотний склад ліпідів вмісту рубця 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 [14]. Програмування температури термостату колонок від 40 °С до 260 °С. Температура дозатора 280 °С. Температура детектора 290 °С. Газ-носій — гелій. Для ідентифікації хроматографічних піків та обрахунку хроматограм використовували стандарти метилових ефірів окремих жирних кислот.

Результати й обговорення

Згідно з поданими у таблиці 1 даними, введення до раціону бугайців селеніту натрію та вітаміну Е у кількості 0,3 і 100 мг на 1 кг сухої речовини корму не вплинуло на загальний жирнокислотний склад ліпідів вмісту рубця, за винятком збільшення кількості пентадеканової (15:0) та незначного, хоча й статистично вірогідного, підвищення кількості капринової (10:0) кислоти ($p < 0,05$). Збільшення дози селеніту натрію і вітаміну Е до 0,5 та 300 мг на 1 кг сухої речовини корму викликало значні зміни жирнокислотного складу. У вмісті рубця бугайців цієї групи удвічі, порівняно з бугайцями контрольної групи, зросла частка тридеканової (13:0) і у півтора рази — частка ізомаргаринової (ізо-17:0) кислот ($p < 0,05$), які характерні для мембран бактерій. Натомість, у бугайців 2-ї дослідної групи зменшилася частка ненасичених жирних кислот: пальмітолеїнової (16:1) та сумарних кількостей ізомерів жирних кислот 18:1 та 18:2 ($p < 0,05$).

Жирнокислотний склад ліпідів вмісту рубця, % ($M \pm m$, $n=5$)

Жирні кислоти	Групи корів					
	Контрольна		1-а дослідна		2-а дослідна	
	M	m	M	m	M	m
10:0	0,31	0,03	0,36	0,04*	0,29	0,05
12:0	0,60	0,07	0,64	0,05	0,55	0,07
13:0	0,16	0,03	0,21	0,05	0,33	0,03*
ізо-14:0	0,35	0,03	0,39	0,03	0,40	0,03
14:0	1,39	0,08	1,27	0,16	1,41	0,20
ізо-15:0	0,28	0,03	0,31	0,05	0,25	0,03
антеізо-15:0	0,22	0,03	0,30	0,06	0,25	0,05
15:0	0,64	0,05	0,87*	0,12	1,17	0,06**
ізо-16:0	1,06	0,10	1,10	0,17	1,24	0,14
16:0	18,40	1,12	16,25	1,47	14,95	1,41
16:1	2,03	0,14	1,88	0,17	1,75	0,19*
ізо-17:0	0,77	0,12	1,02	0,18	1,17	0,18*
антеізо-17:0	0,68	0,09	0,91	0,17	1,08	0,20
17:0	0,62	0,07	0,56	0,08	0,62	0,07
17:1	0,21	0,02	0,20	0,01	0,26	0,03
18:0	42,41	1,95	43,90	1,75	47,30	2,39
18:1	21,00	0,90	20,80	0,77	18,72	1,14*
18:2	4,22	0,24	4,29	0,49	3,42	0,31*
20:0	1,51	0,16	1,66	0,16	1,55	0,13
18:3n3	1,60	0,11	1,72	0,13	1,71	0,14
20:1n9	0,90	0,13	0,81	0,05	0,85	0,07
22:0	0,63	0,07	0,58	0,08	0,73	0,04*

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

Хоча сумарні кількості ізомерів 18:1 і 18:2 жирних кислот у рубці бугайців (табл. 2) за згодовування їм селеніту натрію та вітаміну Е у дозі 0,3 і 100 мг на 1 кг сухої речовини корму не змінювалися відносно контролю, частка окремих ізомерів відрізнялася. Серед ізомерів олеїнової кислоти виявлено зменшення частки кислоти 18:1n12c та збільшення частки кислоти 18:1n15c ($p < 0,05$). У складі ізомерів лінолевої кислоти збільшилася частка рубцевої (18:2 9c,11t) кислоти ($p < 0,05$). Значно більший вплив характерний для дози селеніту натрію та вітаміну Е 0,5 і 300 мг на 1 кг сухої речовини корму. У вмісті рубця бугайців цієї групи серед біологічно активних транс-10 і транс-11 ізомерів зростання частки кислот транс11-18:1 і цис9,транс11-18:2 ($p < 0,05$) і та зменшення частки кислот транс10-18:1 і транс10,цис12-18:2 ($p < 0,01$).

Збільшилася також частка жирних кислот транс13-18:1, транс14-18:1, транс13-18:1 і цис15-18:1 ($p < 0,05$), які є продуктами біогідрогенізації ліноленової (цис9,цис12,цис15-18:3) кислоти. Оскільки частка самої ліноленової кислоти у вмісті рубця бугайців 2-ї дослідної групи не відрізнялася від показника контрольної групи, можна припустити, що у їх рубці активніше функціонував метаболічний шлях неповної гідрогенізації лінолеату.

Таблиця 2

Ізмерний склад октадецеенової та октадекадієнової кислот у вмісті рубця, % (M±m, n=5)

Жирні кислоти	Контрольна		1-а дослідна		2-а дослідна	
	M	m	M	m	M	m
18:1n6+7+8t	0,54	0,11	0,36	0,12	0,51	0,12
18:1n9t	0,52	0,10	0,41	0,09	0,46	0,12
18:1n10t	0,63	0,07	0,55	0,07	0,33	0,05**
18:1n11t	3,46	0,45	3,94	0,44	4,80	0,49*
18:1n12t	0,40	0,01	0,37	0,04	0,42	0,08
18:1n13+14t	0,16	0,02	0,14	0,02	0,21	0,01*
18:1n15t	0,11	0,01	0,11	0,02	0,20	0,03*
18:1n6c	0,55	0,08	0,60	0,09	0,50	0,05
18:1n9c	12,27	0,95	12,01	0,70	8,95	0,72*
18:1n10c	0,60	0,07	0,53	0,11	0,34	0,03**
18:1n11c	0,62	0,07	0,62	0,07	0,69	0,07
18:1n12c	0,53	0,04	0,38	0,04*	0,47	0,07
18:1n13c	0,28	0,03	0,30	0,05	0,29	0,04
18:1n15c	0,33	0,04	0,49	0,06*	0,54	0,06*
18:2 9t,12t	0,13	0,02	0,14	0,02	0,23	0,05
18:2 9t,11t	0,17	0,01	0,19	0,02	0,20	0,02
18:2 9c,11t	0,17	0,02	0,27	0,04*	0,24	0,05*
18:2 10t,12c	0,50	0,07	0,40	0,04	0,27	0,03**
18:2 9c,12c	3,09	0,17	3,12	0,47	2,33	0,31*
18:2 11t,15c	0,17	0,02	0,16	0,02	0,14	0,01

Частка олеїнової (цис9-18:1) та лінолевої (цис9,цис12-18:2) кислот у рубці бугайців 2-ї дослідної групи була меншою, ніж у контрольній та 1-й дослідній групах, що свідчить про інтенсивнішу їх гідрогенізацію. Підтвердженням цьому може слугувати тенденція до збільшення частки стеаринової (18:0) кислоти (табл. 1). Зменшення частки цис10-18:1 ізомеру ($p<0,01$) свідчить про меншу інтенсивність ізомеризації олеїнової кислоти у рубці бугайців 2-ї групи.

При аналізі змін жирнокислотного складу ліпідів вмісту рубця за групами жирних кислот (табл. 3) жодних статистично вірогідних різниць у бугайців контрольної та 1-ї дослідної груп не встановлено. Разом з тим, вміст рубця бугайців 2-ї дослідної групи відрізнявся від контролю за усіма досліджуваними показниками.

Таблиця 3

Співвідношення груп жирних кислот вмісту рубця, % (M±m, n=5)

Групи жирних кислот	Контрольна		1-а дослідна		2-а дослідна	
	M	m	M	m	M	m
Непарні	3,58	0,21	4,37	0,55	5,14	0,17**
Розгалужені	3,37	0,21	4,03	0,49	4,38	0,45*
Насичені	70,04	1,01	70,31	1,30	73,29	1,37*
Ненасичені	29,96	1,01	29,69	1,30	26,71	1,37*
Сума транс 18:1	5,83	0,38	5,87	0,59	6,93	0,45*
Сума цис 18:1	15,17	0,93	14,93	0,59	11,79	0,79*
ІНЛ	2,35	0,11	2,40	0,15	2,78	0,20*

Зокрема, зросла частка жирних кислот з непарною кількістю вуглецевих атомів ($p<0,01$) та розгалуженим вуглецевим ланцюгом ($p<0,05$), змінилося співвідношення насичених та ненасичених жирних кислот у бік більшої насиченості ($p<0,05$), а для співвідношення 18:1 ізомерів було характерним посилення транс-ізомеризації і сповільнення цис- ізомеризації ($p<0,05$).

Висновки

- У вмісті рубця дослідних бугайців зменшилася кількість ненасичених жирних кислот — олеїнової (цис9-18:1) та лінолевої (цис9,цис12-18:2) кислот та зросла кількість стеаринової (18:0) кислоти. Кількість пальмітинової (16:0) кислоти при цьому зменшувалася, а лінолевої (цис9,цис12,цис15-18:3) залишалася без змін.
- Під впливом високих доз селену і вітаміну Е у складі ліпідів вмісту рубця зростає частка транс11-18:1 і цис9,транс11-18:2, зменшується частка транс10-18:1 і транс10,цис12-18:2 кислот та збільшується

частка жирних кислот транс13-18:1, транс14-18:1, транс13-18:1 і цис15-18:1 ($p < 0,05$), які є продуктами біогідрогенізації лінолевої кислоти.

3. Введення до раціону жуйних селену і вітаміну Е у кількості 0,5 і 300 мг на 1 кг сухої речовини корму може бути застосовано для регулювання процесу гідрогенізації ненасичених жирних кислот у вмісті рубця.

Перспективи подальших досліджень. Передбачаються дослідження антиоксидантного статусу, харчової якості та біологічної цінності м'ясної та молочної продукції великої рогатої худоби при застосуванні збільшених доз селену і вітаміну Е. Плануються дослідження впливу підвищених кількостей антиоксидантів на обмін ліпідів і жирнокислотний склад крові та органів і тканин у жуйних тварин.

Y. P. Bilash, O. V. Golubets, O. Y. Tsisaryk, I. V. Vudmaska

EFFECTS OF SELENIUM AND VITAMIN E ON UNSATURATED FATTY ACIDS HYDROGENATION IN THE RUMEN OF FATTENING CATTLE

S u m m a r y

The effect of adding to the diet of fattening bulls selenium and vitamin E in the recommended (0,3 and 100 mg/kg of feed dry matter) and high (0,5 and 300 mg/kg of feed dry matter) quantities on fatty acid composition of rumen, with special attention to isomerization of polyunsaturated fatty acids has been studied.

It has been established that recommended dietary intake of selenium and vitamin E does not affect the ratio of fatty acids in the rumen. Supplementation bull diet with increased doses of mentioned antioxidants led to lower oleic and linoleic acid and higher of stearic acid contents. Among the unsaturated isomers increased part of trans11-18:1 and cis9, trans11-18:2 and reduced part of trans10 and trans10,cis12-18:2 acids have been found. Also parts of products of linolenic acid hydrogenation: trans13-18:1, trans14-18:1, trans13-18:1 and cis15-18:1 fatty acids were increased.

Ю. П. Билаш, О. В. Голубец, О. Й. Цисарык, И. В. Вудмаска

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНА И ВИТАМИНА Е НА БИОГИДРОГЕНИЗАЦИЮ НЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В РУБЦЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А н н о т а ц и я

Исследовали влияние добавления в рацион откормочных бычков селена и витамина Е в рекомендуемых нормами (0,3 и 100 мг / кг сухого вещества корма) и повышенных (0,5 и 300 мг / кг сухого вещества корма) количествах на жирнокислотный состав липидов содержимого рубца с учетом изомеризации полиненасыщенных жирных кислот. Установлено, что рекомендуемая нормами доза селена и витамина Е не влияет на соотношение жирных кислот в рубце. Введение в состав рациона повышенной дозы указанных соединений усиливает биогидрогенизационные процессы, что проявляется уменьшением в составе жирных кислот доли олеиновой и линолевой кислот и увеличении доли стеариновой кислоты. Среди ненасыщенных изомеров обнаружено увеличение доли биологически активных транс11-18:1 и цис9,транс11-18:2 и уменьшение доли транс10-18:1 и транс10,цис12-18:2 кислот. Увеличилась также доля жирных кислот транс13-18:1, транс14-18:1, транс13-18:1 и цис15-18:1, которые являются продуктами биогидрогенизации линолеовой кислоты.

1. *Jenkins T. C.* Lipid metabolism in the rumen / T. C. Jenkins // *J. Dairy Sci.* — 1993. — Vol. 76. — P. 3851–3863.
2. *Harefoot C. G.* Lipid metabolism in the rumen / C. G. Harefoot, G. P. Hazlewood // *The Rumen Microbial Ecosystem*, second ed. — Blackie Academic, London. — 1999. — P. 382–426.
3. *Bessa R. J. B.* Reticulo — rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers / R. J. B. Bessa, J. Santos-Silva, J. M. R. Ribeiro et al. // *Livest. Prod. Sci.* — 2000. — Vol. 63. — P. 201–211.
4. *Izumi Y.* Effects of fresh grass feeding on the formation of conjugated linoleic acid (CLA) and vaccenic acid (trans-11C18:1) in the rumen / Y. Izumi, J. K. An, Y. Kobayashi et al. // *Proceedings of Japanese Society for Rumen Metabolism and Physiology.* — 2002. — Vol. 15. — P. 43–46.
5. *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.
6. *Kay J. K.* 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.
7. *Nam I. S.* Biohydrogenation of linoleic acid by rumen fungi compared with rumen bacteria / I. S. Nam, P. C. Garnsworthy // *J. Appl. Microbiol.* — 2007. — Vol. 103, N 3. — P. 551–556.

8. *Corl B.A.* The role of $\Delta 9$ -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. *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.
10. *Focant M.* 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.
11. *Kay J. K.* 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. // *J. of Dairy Res.* — 2005. — V. 72. — P. 322–332.
12. *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. — V. 89. — P. 733–748.
13. *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. — V. 89. — P. 685–692.
14. Визначення жирнокислотного складу ліпідів методом капілярної газорідинної хроматографії : методичні рекомендації / О. В. Голубець, І. В. Вудмаска. — Львів, 2010. — 37 с.

Рецензент: завідувач кафедри тваринництва та біотехнологій Львівського національного аграрного університету, доктор біологічних наук, професор Вовк С. О.