

## ВПЛИВ БУФЕРНОЇ ДОБАВКИ НА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ЛІПІДІВ ВМІСТУ РУБЦЯ КОРІВ ЗА РІЗНОГО РІВНЯ ВУГЛЕВОДІВ У РАЦІОНІ

О. В. Голубець

Інститут біології тварин УААН

Досліджували вплив добавки бікарбонату натрію на жирнокислотний склад та співвідношення ізомерів жирних кислот у вмісті рубця корів, які отримували раціони з різним вмістом крохмалю та цукру та додаванням до них бікарбонату натрію у кількості 1% за сухою речовиною. Встановлено, що введення бікарбонату натрію стимулює синтез специфічних для бактерій непарних та розгалужених жирних кислот, сприяє більш інтенсивному перебігу біогідрогенізації поліненасичених жирних кислот. При цьому у вмісті рубця корів, які отримували раціон з більшим вмістом крохмалю і буферною добавкою, збільшувалась кількість ізомеру *цис-9, транс-11 C18:2*, а у ліпідах вмісту рубця корів, які отримували раціон з більшим вмістом цукру і бікарбонатом натрію — кількість ізомеру *транс-11 C18:1*, в той час як кількість ізомерів *транс-10, цис-12 18:2*, та *транс-10 18:1* зменшувалась.

Вуглеводний склад раціону є важливим чинником, що впливає на жирнокислотний склад ліпідів вмісту рубця [2, 3, 4]. При надмірній кількості крохмалю або цукру в раціоні у вмісті рубця накопичується кінцевий продукт їх метаболізму — молочна кислота, що викликає зниження рН. При цьому змінюється перебіг біогідрогенізації поліненасичених жирних кислот у рубці, що проявляється у зростанні в жирнокислотному складі ліпідів рубцевого вмісту сумарної кількості ізомерів жирної кислоти 18:1 і жирних кислот *транс-10 18:1* і *транс-10, цис-12 18:2*, у той час як частка рубцевої кислоти (*цис-9, транс-11 18:2*) і її попередника — вакценової кислоти (*транс-11 18:1*) зменшується [3, 13, 14].

Дієнові кон'югати лінолевої кислоти пригнічують синтез молочного жиру і депонування ліпідів у жировій тканині. *Транс-10, цис-12 18:2* кислота включається у склад ліпідів молока, причому існує пряма залежність між її концентрацією у молоці і ступенем зниження його жирності [6, 7, 16]. Зменшення кількості рубцевої кислоти також є небажаним, оскільки її антиканцерогенні властивості були доведені вченими [8–11, 15].

Для попередження виникнення таких явищ до раціонів з високим вмістом неструктурних вуглеводів додають буферні солі, зокрема бікарбонат натрію, який стабілізує рН вмісту рубця, створюючи більш сприятливі умови для росту мікроорганізмів [5, 14]. За даними позитивний вплив бікарбонату натрію на обмін речовин пояснюється також зниженням концентрації крохмалю у вмісті рубця внаслідок прискорення його відтоку у кишечник, внаслідок чого зменшується концентрація пропіонату, і не відбувається різкого зниження рН [5].

Збільшення у раціоні високопродуктивних корів кількості неструктурних вуглеводів, за умови дотримання необхідного співвідношення клітковини і легкоперетравного протеїну, позитивно впливає на ріст мікробної маси у рубці та синтез мікробного протеїну. За умови фізіологічно оптимального значення рН як крохмаль, так і цукор однаково ефективні джерела енергії для мікробного синтезу [1, 12].

Метою дослідження було вивчення впливу добавки бікарбонату натрію на жирнокислотний та ізомерний склад ліпідів вмісту рубця корів, які отримували раціон з різним вмістом крохмалю та цукру.

---

Науковий керівник: д.с.-г.н. І. В. Вудмаска

**Матеріали і методи.** Для дослідження було підібрано чотири групи корів чорно-рябої породи продуктивністю 20 кг молока, по п'ять голів у кожній групі. Корови всіх груп отримували збалансовані за вмістом поживних речовин раціони. Корови 1- та 2-ї груп одержували раціон, що містив сіна лучного 3 кг, сінажу різнотравного 12 кг, силосу

кукурудзяного 20 кг, барди пшеничної 20 кг, дерті пшеничної 4 кг. У раціонах корів 3- і 4-ї груп 1 кг дерті замінили на 1 кг меляси. До раціонів корів 2- і 4-ї груп додавали бікарбонат натрію у кількості 1 % за сухою речовиною.

На 30- і 60-й день досліду, через 2 години після годівлі, за допомогою зонду брали зразки вмісту рубця, в яких визначали жирнокислотний склад ліпідів.

Жирнокислотний склад досліджували методом газорідної 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-носієй — гелій. Для ідентифікації хроматографічних піків та обрахунку хроматограм використовували стандарти метилових ефірів окремих жирних кислот.

**Результати та обговорення.** Хоча жирнокислотний склад раціонів корів усіх дослідних груп не відрізнявся, у співвідношенні жирних кислот вмісту рубця корів контрольних та дослідних груп виявлено відмінності.

Таблиця 1

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

Позначення жирних кислот	Групи корів				P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>
	1 (крохмаль)	2 (крохмаль + NaHCO <sub>3</sub> )	3 (цукор)	4 (цукор + NaHCO <sub>3</sub> )				
C10:0	0,35±0,07	0,36±0,06	0,32±0,05	0,29±0,05				
C12:0	0,71±0,08	0,66±0,10	0,62±0,10	0,61±0,09				
C13:0	0,12±0,02	0,27±0,03	0,24±0,05	0,45±0,06	**	*		*
ізо-C14:0	0,35±0,03	0,48±0,06	0,37±0,06	0,44±0,05	*			
C14:0	1,40±0,08	1,40±0,20	1,42±0,16	1,45±0,17				
ізо-C15:0	0,24±0,02	0,37±0,04	0,22±0,04	0,25±0,03	*			*
антеізо-C15:0	0,21±0,03	0,36±0,05	0,18±0,03	0,28±0,02	*	*		
C15:0	0,71±0,06	1,34±0,22	0,89±0,13	1,17±0,26	*			
ізо-C16:0	0,97±0,07	1,31±0,08	1,06±0,16	1,26±0,13	*			
C16:0	19,15±1,12	16,61±2,02	17,64±1,06	14,95±1,41				
C16:1	2,00±0,17	1,78±0,13	2,44±0,24	1,75±0,19		*		
ізо-C 17:0	0,58±0,04	0,99±0,19	0,57±0,06	1,13±0,20	*	*		
антеізо-C17:0	0,53±0,07	0,93±0,16	0,87±0,09	1,06±0,11	*		*	
C17:0	0,58±0,05	0,75±0,11	0,69±0,12	0,68±0,07				
C17:1	0,21±0,01	0,19±0,02	0,28±0,02	0,26±0,03			*	
C18:0	40,16±1,98	45,14±2,79	39,06±1,04	46,13±2,91		*		
C18:1	22,16±0,85	19,26±1,40	23,31±1,40	19,77±1,68				
C18:2	4,53±0,44	3,27±0,29	5,11±0,46	3,35±0,37	*	*		
C18:3n3	1,57±0,11	1,62±0,14	1,50±0,08	1,71±0,14				
C20:0	1,62±0,19	1,35±0,11	1,53±0,17	1,37±0,17				
C20:1n9	0,97±0,09	0,73±0,01	0,88±0,13	0,89±0,06				
C22:0	0,65±0,07	0,83±0,13	0,78±0,08	0,65±0,07				

Примітка: вірогідність різниці: P<sub>1</sub> — між групами 1 і 2; P<sub>2</sub> — групами 3 і 4; P<sub>3</sub> — між групами 1 і 3; P<sub>4</sub> — між групами 2 і 4; \* — P < 0,05; \*\* — P < 0,01

У жирнокислотному складі ліпідів вмісту рубця корів, які отримували раціон з більшою кількістю дерті та добавкою бікарбонату натрію, в порівнянні із контрольною групою виявлено більшу кількість розгалужених: ізо-14:0, ізо-15:0, антеізо-15:0, ізо-16:0, ізо-17:0, антеізо-17:0 (P < 0,05) та непарних: 13:0, 15:0, 17:0 (P < 0,05–0,01) кислот (табл. 1).

Це свідчить про збільшення у рубці корів кількості бактерій, для ліпідів клітин яких характерні жирні кислоти з розгалуженим ланцюгом і непарною кількістю вуглецевих атомів. Відомо, що збільшення частки легкоперетравних вуглеводів у раціоні корів посилює синтез мікробного білка рубцевою мікрофлорою, причому цей процес значною мірою залежить від рН вмісту рубця [1].

Подібна, але менш виражена тенденція, спостерігалась і при аналізі жирнокислотного складу ліпідів вмісту рубця корів 3- і 4-ї груп: у складі ліпідів корів, які отримували раціон з мелясою і добавкою бікарбонату натрію, збільшилась кількість жирних кислот 13:0, антеізо-15:0 та ізо-17:0 ( $P < 0,05$ ).

У складі ліпідів вмісту рубця корів обох дослідних груп виявлено тенденцію до зменшення загальної кількості жирної кислоти 18:1, яке відбувалось через олеїнову кислоту (*цис*-9 18:1), і вірогідне зниження вмісту кислоти 18:2 через лінолеву кислоту (*цис*-9, *цис*-12 C18:2) (табл. 2), що вказує на більш інтенсивну біогідрогенізацію ненасичених жирних кислот у корів, які отримували раціон з добавкою бікарбонату натрію.

У рубці корів, які отримували раціон з більшою кількістю цукру і добавкою бікарбонату натрію, біогідрогенізація лінолевої кислоти перебігала більш ефективно, про що свідчить зменшення кількості її основного проміжного метаболіту — ізомеру *цис*-9, *транс*-11 18:2 ( $P < 0,05$ ) та збільшення відносної масової частки стеаринової кислоти (18:0) ( $P < 0,05$ ).

Таблиця 2

Склад ізомерів олеїнової та лінолевої кислот у ліпідах вмісту рубця корів, відносна масова частка жирних кислот, % ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Позначення жирних кислот	Групи корів				P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>
	1 (крохмаль)	2 (крохмаль +NaHCO <sub>3</sub> )	3 (цукор)	4 (цукор +NaHCO <sub>3</sub> )				
C18:1 6+7+8t	0,57±0,04	0,44±0,09	0,21±0,02	0,54±0,08		**	***	
C18:1 9t	0,63±0,09	0,39±0,04	0,44±0,05	0,48±0,14	*			
C18:1 10t	0,72±0,05	0,57±0,08	1,07±0,10	0,67±0,09		*		
C18:1 11t	3,31±0,37	4,18±0,42	3,22±0,29	4,80±0,49		*		
C18:1 12t	0,44±0,03	0,40±0,05	0,47±0,05	0,40±0,06				
C18:1 13+14t	0,16±0,01	0,14±0,02	0,49±0,06	0,31±0,04		*	***	**
C18:1 15t	0,11±0,02	0,13±0,01	0,38±0,03	0,23±0,02		**	***	**
C18:1 6c	0,69±0,09	0,65±0,10	0,72±0,09	0,56±0,06				
C18:1 9c	13,01±0,95	10,40±1,04	14,12±1,27	9,57±1,09		*		
C18:1 10c	0,76±0,03	0,34±0,04	0,25±0,03	0,24±0,03	***		***	
C18:1 11c	0,71±0,06	0,58±0,04	0,69±0,05	0,69±0,08				
C18:1 12c	0,56±0,03	0,44±0,04	0,54±0,03	0,47±0,05				
C18:1 13c	0,30±0,06	0,35±0,03	0,32±0,06	0,32±0,03				
C18:1 15c	0,12±0,02	0,35±0,03	0,37±0,03	0,52±0,07	***	*	***	
C18:2 9t,12t	0,12±0,02	0,14±0,02	0,11±0,03	0,23±0,05		*		
C18:2 9t,11t	0,18±0,02	0,17±0,02	0,17±0,03	0,20±0,02				
C18:2 9c,11t	0,15±0,03	0,49±0,05	0,37±0,03	0,24±0,05	***	*	**	*
C18:2 10t,12c	0,53±0,04	0,16±0,02	0,49±0,03	0,31±0,04	***	**		
C18:2 9c,12c	3,40±0,39	2,10±0,23	3,67±0,36	2,23±0,31	*	*		
C18:2 11t,15c	0,14±0,02	0,17±0,01	0,23±0,024	0,14±0,01		**	*	

У рубці корів, раціон яких містив більше крохмалю і добавку бікарбонату натрію, вміст ізомеру *цис*-9, *транс*-11 18:2, навпаки, збільшувався ( $P < 0,001$ ), що, вочевидь, є наслідком більш інтенсивного перебігу початкового етапу біотрансформації олеїнової кислоти.

Кількість ізомеру *транс*-10, *цис*-12 18:2 у ліпідах вмісту рубця корів 2- та 4-ї груп була меншою ( $P < 0,001$  та  $P < 0,01$  відповідно). Для кислоти *транс*-10 18:1 виявлено подібні зміни, особливо виражені у корів, які отримували раціон з більшим вмістом цукру і добавкою бікарбонату натрію ( $P < 0,05$ ).

Такі зміни в ізомерному складі ненасичених жирних кислот вмісту рубця корів обох дослідних груп очевидно пояснюються активізацією ферментативних процесів внаслідок оптимізації рН рубцевої рідини.

Збільшення у складі ліпідів вмісту рубця кількості рубцевої та вакценової кислоти сприятиме переходу більшої кількості цих речовин до ліпідів молока і підвищенню його біологічної цінності.

Гідрогенізація ліноленової кислоти у рубці корів обох дослідних груп перебігала менш повно, про що свідчить накопичення у ліпідах вмісту рубця більшої кількості проміжного продукту її перетворення в стеаринову кислоту — ізомеру *цис*-15 18:1.

## В И С Н О В К И

1. Введення бікарбонату натрію до раціонів корів сприяло зростанню у складі ліпідів вмісту рубця кількості жирних кислот з розгалуженим ланцюгом і непарною кількістю вуглецевих атомів, що свідчить про інтенсивніше розмноження бактерій.

2. За додавання бікарбонату натрію до раціонів корів обох дослідних груп біогідрогенізація ненасичених жирних кислот перебігала більш інтенсивно. При цьому у ліпідах вмісту рубця корів, які отримували раціон з більшим вмістом крохмалю і буферною добавкою, збільшувалась кількість рубцевої кислоти, а у ліпідах вмісту рубця корів, які отримували раціон з більшим вмістом цукру і бікарбонатом натрію — кількість вакценової кислоти.

3. У ліпідах вмісту рубця корів дослідних груп виявлено меншу кількість ізомеру *транс*-10, *цис*-12 18:2, а у корів, які отримували раціон з більшим вмістом цукру і бікарбонатом натрію — більшу кількість ізомеру *транс*-10 18:1.

**Перспективи подальших досліджень.** В останні двадцять років у світі велику увагу приділяють вмісту біологічно активних дієвих кон'югатів лінолевої кислоти у молоці корів. Оскільки утворення ізомерів ненасичених жирних кислот у рубці значним чином залежить від складу раціону, перспективним є дослідження впливу співвідношення вуглеводів та інших компонентів корму на рубцеву біогідрогенізацію та встановлення шляхів її корекції. Планується вивчення дії бікарбонату натрію на рубцеву ферментацію та синтез молочного жиру при заміні частини крохмалю раціону жирними добавками.

## ВЛИЯНИЕ БУФЕРНОЙ ДОБАВКИ НА ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ СОДЕРЖИМОГО РУБЦА КОРОВ ПРИ РАЗНОМ УГЛЕВОДНОМ СОСТАВЕ РАЦИОНА

*О. В. Голубець*

### А Н Н О Т А Ц И Я

Исследовали влияние добавки бикарбоната натрия на жирнокислотный состав и соотношение изомеров жирных кислот в содержимом рубца коров, получавших рационы с разным содержанием крахмала и сахара и добавки к ним бикарбоната натрия в количестве 1 % по сухому веществу. Установлено, что введение бикарбоната натрия стимулирует синтез специфических для бактерий нечетных и разветвленных жирных кислот, способствует более интенсивной биогидрогенизации полиненасыщенных жирных кислот. При этом в содержимом рубца коров, которые получали рацион с большим содержанием крахмала и буферной добавкой, увеличивалось количество изомера *цис*-9, *транс*-11 C18:2, а в липидах содержимого рубца коров, получавших рацион с большим содержанием сахара и бикарбонатом натрия — количество изомера *транс*-11 C18:1, в то время как количество изомеров *транс*-10, *цис*-12 18:2, и *транс*-10 18:1 уменьшалось.

## INFLUENCE OF BUFFER ON FATTY ACID PROFILE OF COW'S RUMEN DIGESTA DEPENDING ON CARBOHYDRATE COMPOSITION OF DIET

*O. V. Golubets*

### S U M M A R Y

The effect of buffer addition on fatty acid profile of rumen digesta in cows fed rations with different composition of nonstructural carbohydrates and addition of 1 % of DM of sodium bicarbonate was investigated. The addition of sodium bicarbonate to diets with starch and sugar resulted in increased rumen bacteria growth and efficiency of biohydrogenation of unsaturated fatty acids. Cows fed ration with higher content on starch and buffer had higher level of *cis* 9, *trans* 11 C18:2, cows fed diet with higher content on sugar and buffer had higher level of *trans* 11 C18:1. At the same time contents of *trans* 10, *cis* 12 C18:2 and *trans* 10 C18:1 isomers were lower in rumen digesta of cows fed both diet with buffer addition.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Вудмаска І. В. Вплив заміни частини клітковини цукром на обмін азоту і летких жирних кислот у рубці сухостійних корів / І. В. Вудмаска // Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва. — 2007. — № 95. — С. 41–46.
2. Вудмаска І. В. Порівняльна характеристика жирнокислотного складу ліпідів вмісту рубця корів, інкубованого з крохмалем або з цукром / І. В. Вудмаска, О. В. Голубець // Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. — 2007. — Вип. 8, № 1–2. — С. 80–85.
3. Вудмаска І. В. Ізомерний склад жирних кислот вмісту рубця корів залежно від кількості концентратів у раціоні / І. В. Вудмаска, О. В. Голубець, І. В. Невоструєва // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. — 2008. — Вип. III. — С. 9–14.
4. Вудмаска І. В. Жирнокислотний склад заплідоричного хімусу і молока корів у залежності від вуглеводного складу раціону : міжнар. наук. конф. присвячена 100-й річниці народження С. З. Гжицького 4–6 трав. 2000 р. / І. В. Вудмаска, В. А. Чаркін, Ю. Я. Корінець [та ін.]. — Львів, 2000. — С. 30.
5. Russell J. B. Another theory for the action of ruminal buffer salts: Decreased starch fermentation and propionate production / J. B. Russell, J. M. Chow // J. Dairy Sci. — 1993. — Vol. 76. — P. 826–830.
6. Baumgard L. H. Milk fat synthesis in dairy cows is progressively reduced by increasing supplemental amounts of *trans*-10,*cis*-12 conjugated linoleic acid (CLA) / L. H. Baumgard, J. K. Sangster, D. E. Bauman // J. Nutr. — 2001. — Vol. 131. — P. 1764–1769.
7. 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.
8. Conjugated linoleic acid inhibits proliferation and induces apoptosis of normal rat mammary epithelial cells in primary culture / M. M. Ip, P. A. Masso-Welch, S. P. Shoemaker [et al.] // Experimental Cell Research. — 1999. — Vol. 250. — P. 22–34.
9. Conjugated linoleic acid-enriched butterfat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats / C. Ip, S. Banni, E. Angioni [et al.] // J. Nutr. — 1999. — Vol. 129. — P. 2135–2142.
10. Decrease in linoleic acid metabolites as a potential mechanism in cancer risk reduction by conjugated linoleic acid / S. Banni, E. Angioni, V. Casu [et al.] // Carcinogenesis. — 1999. — Vol. 20. — P. 1019–1024.
- 1.11. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognised class of anticarcinogens / S. F. Chin, W. Liu, J. M. Storkson [et al.] // J. Food Compos. Anal. — 1992. — Vol. 5. — P. 185–197.
12. Effects of nonstructural carbohydrate level and starch:sugar ratio on microbial metabolism in continuous culture of rumen contents / W. H. Hoover, C. Tucker, J. Harris [et al.] // Animal Feed Science and Technology. — 2006. — Vol. 128, N3–4. — P. 307–319.
- 2.13. Fatty acid composition of mixed-rumen bacteria: Effect of concentration and type of forage / P. Bas, H. de Archime, A. Rouzeau [et al.] // J. Dairy Sci. — 2003. — Vol. 86. — P. 2940–2948.
14. 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.

15. Parodi P. W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat / P. W. Parodi // J. Dairy Sci. — 1999. — Vol. 82. — P. 1339–1349.

16. Trans-10,cis-12 conjugated linoleic acid decreases lipogenic rates and expression of genes involved in milk lipid synthesis in dairy cows / L. H. Baumgard, E. Matitashvili, B. A. Corl [et al.] // J. Dairy Sci. — 2002. — Vol. 85. — P. 2155–2163.

**Рецензент** — науковий співробітник лабораторії обміну речовин, кандидат сільськогосподарських наук І. В. Лучка.