УДК 577.124/577.125.3

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ЛІПІДІВ БАКТЕРІЙ І НАЙПРОСТІШИХ ВМІСТУ РУБЦЯ КОРІВ ЗА РІЗНОГО ВМІСТУ В РАЦІОНІ КОНЦЕНТРАТІВ ТА ДОДАВАННІ БІКАРБОНАТУ НАТРІЮ

О .В. Голубець, І. В. Вудмаска

Інститут біології тварин УААН

Наведені дані про жирнокислотний склад ліпідів бактерій та найпростіших рубця корів, які отримували раціон з різним вмістом концентрованих кормів з додаванням або без додавання бікарбонату натрію.При збільшенні кількості концентрованих кормів у раціоні корів у складі ліпідів бактерій рубця збільшувалась відносна масова частка транс-ізомерів олеїнової кислоти, тоді як сумарний її вміст не змінювався. Кількість транс-ізомерів олеїнової кислоти у складі ліпідів бактерій вмісту рубця корів, які отримували висококонцентратний раціон з добавкою бікарбонату натрію була вищою, ніж у корів контрольної групи, але нижчою порівняно до бактерій вмісту рубця корів, що отримували висококонцентратний раціон без бікарбонату натрію. У складі ліпідів найпростіших виявлено у декілька разів більше дієнових кон'югатів лінолевої кислоти і їх метаболітів, ніж у складі клітин бактерій, що вказує на важливе значення найпростіших у транспортуванні цих кислот у сичуг і кишечник жуйних.

Ключові слова: КОРОВИ, ВМІСТ РУБЦЯ, БАКТЕРІЇ, НАЙПРОСТІШІ, ВУГЛЕВОДИ, ЖИРНІ КИСЛОТИ, ЦИС-ТРАНС-ІЗОМЕРИ, БІОГІДРОГЕНІЗАЦІЯ, БІКАРБОНАТ НАТРІЮ

Використання в годівлі концентрованих кормів, які харектеризуються високим вмістом неструктурних вуглеводів впливає на процеси ферментації у рубці і викликає зміни метаболізму в ньому, що в свою чергу негативно впливає на їхню молочну продуктивність. При цьому змінюється перебіг біогідрогенізації ненасичених жирних кислот у рубці, що приводить до збільшення у жирнокислотному складі ліпідів вмісту рубця кількості дієнових кон'югатів лінолевої кислоти та інших ізоформ ненасичених жирних кислот, які виявляють біологічну активність і покращують дієтичну цінність молока. Значна частина жирних кислот вмісту рубця знаходиться у складі клітин мікроорганізмів. Основними жирними кислотами у клітинах бактерій, і найпростіших є пальмітинова і стеаринова кислоти [5, 7]. Пальмітинова кислота переважно походить з ліпідів корму, а основна частина стеаринової кислоти утворюється у рубці мікроорганізмами в результаті гідрогенізації ненасичених С18 жирних кислот. У жирнокислотному складі ліпідів найпростіших переважає пальмітинова, а у бактерій – стеаринова кислота. Крім того до складу ліпідів мікроорганізмів рубця входить значна кількість ізомерів мононенасичених *(trans*-10-С18:1, *trans*-11-С18:1) і поліненасичених *(cis*-9,*trans*-11-18:2, *trans*-10,*cis*-12-18:2, *trans*-11,*cis*-15-18:2) жирних кислот [9–11]. При дослідженнях ДНК найпростіших, не виявлено генів, що кодують ферменти десатурації жирних кислот. Таким чином, лише бактерії синтезують *транс*-ізомери жирних кислот, а найпростіші їх використовують для побудови своїх мембран. Отже, найпростіші, ліпіди яких містять 30–40 % вакценової і рубцевої кислот від їх кількості, виявленої у запілоричному хімусі, відіграють важливу роль в перенесенні дієнових кон'югатів лінолевої кислоти з рубця в кишечник [4, 6, 12, 14].

Жирнокислотний склад бактерій рубця характеризується високим вмістом непарних та розгалужених жирних кислот (*iso*-14:0, 15:0, *iso*-15:0, *anteiso*-15:0, *iso*-16:0, 17:0, *iso*-17:0, *anteiso* -17:0), внаслідок чого ліпіди молока і м'яса корів містять від 1 до 3 % розгалужених жирних кислот. Довголанцюгові жирні кислоти з непарною кількістю вуглецевих атомів (15:0 і 17:0) синтезуються бактеріями з непарних летких жирних кислот: пропіонової і валеріанової, а розгалужені довголанцюгові жирні кислоти *(iso*-14:0, *iso*-15:0, *iso*-16:0, *iso*-17:0, *anteiso*-15:0, *anteiso*-17:0) — з розгалужених летких жирних кислот: ізомасляної, ізовалеріанової та 2-метил-бутирату [10, 13].

Виявлено значні видоспецифічні відмінності у співвідношенні непарних і розгалужених жирних кислот у ліпідах мікроорганізмів рубця. Так, амілолітичні бактерії

(Prevotella ruminicola, Ruminobacter amilophilus, Succinivibrio dextrinosolvens) містять відносно велику кількість кислоти *антеізо*-15:0, а целюлозолітичні бактерії *(Ruminococcus flavefaciens, Butyrivibrio fibrisolvens)* — кислоти *ізо*-17:0 [8].

Більшість досліджень про вплив раціону на жирнокислотний склад мікроорганізмів рубця корів стосується вивчення впливу на нього жирових добавок, тоді як вплив вуглеводного складу раціону на жирнокислотний склад ліпідів бактерій і найпростіших рубця вивчений недостатньо. Вивчення цього питання було метою нашої роботи.

Матеріал і методи

Для досліду було підібрано три групи корів добовою продуктивністю 20 кг молока, по п'ять голів у кожній групі. Корови всіх груп отримували збалансовані за вмістом поживних речовин раціони. Раціон корів контрольної групи містив: сіно різнотравне – 3 кг, сінаж – 12 кг, силос кукурудзяний – 20 кг, барду пшеничну – 20 кг, дерть пшенично-вівсяну – 3 кг, мелясу – 1 кг. До складу раціону корів дослідних груп входили: сіно різнотравне – 3 кг, сінаж – 6 кг, силос кукурудзяний – 20 кг, барда пшенична – 20 кг, дерть пшенично-вівсяна – 6 кг, меляса – 1 кг. Корови другої дослідної групи отримували бікарбонат натрію у кількості 100 г на добу.

На 30-й і 60-й день досліду, через 2 години після годівлі, за допомогою зонду одержували зразки вмісту рубця. Для дослыджувань фракції бактерій і найпростіших виділяли диференційним центрифугуванням. При цього 10 мл фільтрату вмісту рубця центрифугували 15 хв. при 1000 g. З осаду, в якому знаходяться найпростіші, екстрагували ліпіди методом Фолча. Надосадову рідину повторно центрифугували 30 хв. при 20000 g для осадження бактерій, з яких також екстрагували ліпіди. Ліпідні фракції бактерій і найпростіших метилювали і досліджували жирнокислотний склад методом газорідинної хроматографії.

Жирнокислотний склад 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 °С до 260 °С. Температура дозатора 280 °С. Температура детектора 290 °С. 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

Проведені дослідження показали, що жирнокислотний склад ліпідів бактерій вмісту рубця корів, які отримували висококонцентратний раціон, характеризувався більшим вмістом насичених жирних кислот 12:0, 17:0, 21:0, 22:0 та ненасиченої кислоти — 18:2 і меншим вмістом жирних кислот розгалужених жирних кислот *iso*-15:0, *anteiso*-15:0, *iso*-16:0, *anteiso*-17:0, ніж жирнокислотний склад ліпідів бактерій вмісту рубця корів контрольної групи (табл.1). При додаванні до висококонцентратного раціону корів буферної добавки вміст жирних кислот С 12:0 та 13:0 у складі ліпідів бактерій зменшувався (P<0.01, P<0,001).

Таблиця 1

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

Жирні кислоти	Групи корів		
	Низькоконцентратний раціон	Висококонцентратний раціон	Висококонцентратний раціон з додаванням бікарбонату натрію
С 12:0	0,77±0,03	1,15±0,09**	0,92±0,03**
С 13:0	0,29±0,02	0,34±0,02*	0,21±0,02***
С *ізо*-14:0	0,24±0,02	0,30±0,03	0,32±0,03
С 14:0	1,32±0,12	1,54±0,12	1,60±0,08
С *ізо*-15:0	2,24±0,18	1,75±0,08*	2,18±0,09

С *антеізо*-15:0	1,75±0,10	1,01±0,22*	2,32±0,15*
С 15:0	2,34±0,16	1,50±0,09**	1,80±0,11*
С *ізо*-16:0	0,55±0,05	0,32±0,03**	0,51±0,04
С 16:0	15,74±2,15	16,76±2,68	14,35±2,80
С 16:1	0,14±0,03	0,12±0,03	0,17±0,02
С *ізо*-17:0	1,46±0,03	1,38±0,02	1,44±0,07
С *антеізо*-17:0	0,58±0,07	0,36±0,05*	0,59±0,07
С 17:0	1,82±0,10	2,30±0,05*	2,57±0,07
С 17:1	0,11±0,02	0,12±0,01	0,15±0,02
С 18:0	51,42±2,70	47,98±1,97	49,02±3,22
С18:1	13,17±0,85	16,37±1,14	15,83±1,21
С18:2	3,60±0,22	4,62±0,30*	4,12±0,29
С 20:0	0,90±0,05	0,82±0,03	0,80±0,06
С 18:3n3	1,20±0,19	0,99±0,08	0,83±0,16
С 20:1	0,16±0,03	0,18±0,02	0,14±0,03
С 21:0	0,09±0,01	0,04±0,01**	0,05±0,01
С 22:0	0,11±0,01	0,05±0,01**	0,08±0,01
С 18:1n6t+7t+8t	0,30±0,02	0,58±0,07**	0,59±0,03***
С 18:1n9t	0,25±0,02	0,52±0,03***	0,30±0,03
С 18:1n10t	0,38±0,04	1,29±0,11***	0,46±0,02
С 18:1n11t	2,82±0,11	2,06±0,43	2,40±0,31
С 18:1n12t	0,39±0,04	0,75±0,03***	0,52±0,05
С 18:1n13t+14t	0,41±0,02	0,46±0,01	0,42±0,03
С 18:1n15t	0,51±0,02	0,71±0,02***	0,63±0,03*
Всього С18:1 транс	5,06±0,37	6,37±0,46	5,32±0,44
С 18:1n6c+7c+8c	0,37±0,04	0,55±0,02**	0,63±0,05**
С 18:1n9c	6,96±0,23	8,32±0,25**	8,79±0,18***
С 18:1n11c	0,35±0,01	0,53±0,09	0,48±0,02***
С 18:1n12c	0,17±0,01	0,33±0,02***	0,32±0,03**
С 18:1n13c	0,04±0,01	0,06±0,01	0,04±0,01
С 18:1n15c	0,22±0,03	0,21±0,01	0,25±0,03
Всього С18:1 цис	8,11±0,49	10,00±0,82	10,51±0,73
С 18:2n 9t,12t	0,26±0,03	0,43±0,03**	0,36±0,03*
С 18:2n 9t,11t	0,33±0,03	0,51±0,03**	0,46±0,05
С 18:2 9c,11t	0,16±0,02	0,35±0,01**	0,32±0,02***
С 18:2n 10t,12c	0,05±0,01	0,16±0,03	0,07±0,01
С 18:2n 9c,12c	2,49±0,07	2,69±0,19	2,51±0,13
С 18:2n 11t,15c	0,31±0,02	0,48±0,03**	0,40±0,04

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

Відносна масова частка жирної кислоти 15:0 у складі ліпідів бактерій вмісту рубця корів першої дослідної групи була меншою ніж у корів контрольної групи, і достовірно не змінювалась при додаванні до раціону з високим вмістом концентратів буферу.

Сумарний вміст ізомерів жирної кислоти С 18:1 у складі ліпідів бактерій корів першої і другої групи не змінювався, проте відносна масова частка окремих *цис*- і *транс*-ізомерів значно відрізнялась від аналогічних показників у складі ліпідів бактерій вмісту рубця контрольної групи.

Вміст ізомерів жирної кислоти 18:1 *транс*-6, *транс*-9, *транс*-10, *транс*-12 і *транс*-15 у складі ліпідів бактерій вмісту рубця корів першої дослідної групи був набагато більшим, порівняно з показниками у корів контрольної групи. При додаванні до висококонцентратного раціону бікарбонату натрію вміст *транс*-9, *транс*-10 та *транс*-15 ізомерів жирної кислоти 18:1 у ліпідах бактерій рубця зменшився. Вміст *цис*-ізомерів жирної кислоти 18:1 у складі ліпідів бактерій корів першої дослідної групи збільшується за рахунок зростання відносної масової частки *цис*-6, *цис*-9, *цис*-11 та *цис*-12-ізомерів.

У складі ліпідів бактерій виявлено меншу, порівняно до ліпідів вмісту рубця, кількість моноєнових та поліенових ненасичених жирних кислот [1, 3]. Внаслідок цього індекс насиченості ліпідів у бактерій був значно вищим, ніж у ліпідів вмісту рубця, що можна пояснити наявністю в ньому деякої кількості негідрогенізованих жирних кислот раціону. Якщо у ліпідах вмісту рубця корів 1-ї та 3-ї груп кількість 18:1 *транс*-ізомерів у була приблизно однаковою, то у ліпідах бактерій рубця їх кількість у корів 3-ї групи була вищою,

ніж у корів 1-ї групи, але нижчою, порівняно до їх кількості у ліпідах бактерій рубця корів 2-ї групи. Отже, у ліпідах вмісту рубця корів співвідношення *транс*-ізомерів олеїнової кислоти залежало лише від pH рубцевої рідини, тоді як на їх співвідношення у ліпідах бактерій впливав і склад компонентів раціону.

На відміну від бактерій, для найпростіших рубця характерний жирнокислотний склад ліпідів, який суттєво відрізняється від жирнокислотного складу ліпідів вмісту рубця (табл. 2). Це зумовлено складнішою будовою клітин найпростіших, більш близькою до клітин організму тварин, ніж до клітин бактерій. Так, у складі жирних кислот ліпідів найпростіших рубця корів виявлено значно меншу кількість насичених і розгалужених та більшу кількість моно- і поліненасичених жирних кислот, ніж у ліпідах бактерій. На тлі низької загальної кількості розгалужених жирних кислот, звертає на себе увагу значно більша кількість *антеізо*-17:0 кислоти у ліпідах найпростіших, порівняно до ліпідів бактерій.

Серед насичених жирних кислот у найпростіших виявлено більшу, ніж у бактерій, кількість пальмітинової кислоти (16:0) і значно меншу кількість стеаринової кислоти (18:0).

Особливістю жирнокислотного складу ліпідів найпростіших рубця корів була менша, порівняно до жирнокислотного складу ліпідів бактерій, залежність від складу раціону, хоча характерні для бактерій тенденції впливу концентратів при збільшені їх вмісту в раціоні і добавки до нього бікарбонату натрію виявлені і у найпростіших. Це можна пояснити незначною роллю найпростіших у процесах рубцевої біогідрогенізації, вони в основному використовують для побудови свого клітинних мембран гідрогенізовані бактеріями жирні кислоти вмісту рубця.

При цьому найпростіші відіграють ключову роль у депонуванні утворених бактеріями дієнових кон'югатів лінолевої кислоти (*транс*10,*цис*12 і *цис*9,*транс*11 18:2) і їх метаболітів – *транс*-10 і *транс*-11 18:1 жирних кислот. Кількість цих кислот у складі ліпідів клітин найпростіших була у декілька разів більша, ніж у складі ліпідів клітин бактерій, що вказує на важливе значення найпростіших у транспортуванні цих жирних кислот у сичуг і кишечник жуйних.

Жирнокислотний склад ліпідів бактерій рубця корів порівняно до жирнокислотного складу вмісту рубця характеризувався більшою, кількістю насичених жирних кислот, стеаринової кислоти, кислот з непарною кількістю вуглецевих атомів та розгалужених жирних кислот [2].

Таблиця 2

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

Жирні кислоти	Групи корів		
	Низькоконцентратний раціон	Висококонцентратний раціон	Висококонцентратний раціон з додаванням бікарбонату натрію
С 12:0	0,56±0,13	0,37±0,04	0,39±0,05
С 13:0	0,05±0,01	0,04±0,01	0,03±0,01
ізо-С14:0	0,15±0,01	0,24±0,02**	0,18±0,01
С 14:0	2,51±0,15	1,96±0,17*	1,86±0,08
Iso-C15:0	0,36±0,02	0,56±0,06*	0,48±0,03*
антеізо-С15:0	0,49±0,07	0,28±0,02*	0,36±0,07
С 15:0	1,28±0,15	0,80±0,07*	1,14±0,06
ізо-С 16:0	0,31±0,02	0,30±0,02	0,29±0,01
С 16:0	27,70±0,90	25,56±1,66	26,73±0,95
ізо-С17:0	0,27±0,01	0,20±0,05	0,26±0,02
С 16:1	0,42±0,03	0,53±0,04	0,54±0,02
антеізо-С17:0	2,35±0,03	2,25±0,04	2,21±0,02
С 17:0	0,72±0,05	0,58±0,04	0,64±0,04
С 17:1	0,25±0,03	0,30±0,02	0,28±0,03
С 18:0	19,47±1,24	15,79±0,57*	18,89±1,39

C18:1	28,19±1,85	33,13±2,11	29,73±1,91
C18:2	9,18±0,68	11,86±0,82*	10,22±0,90
C 20:0	0,57±0,02	0,56±0,04	0,67±0,03*
C 18:3n3	2,52±0,15	2,08±0,23*	2,20±0,12*
C 20:1n9	0,63±0,06	0,44±0,06	0,88±0,11
C 22:0	0,46±0,04	0,57±0,07	0,42±0,04
C 20:3n6	0,15±0,02	0,27±0,02**	0,15±0,01
C 20:4n6	0,24±0,04	0,18±0,03	0,26±0,04
C 20:5	0,32±0,05	0,50±0,06	0,44±0,09
C 18:1n6t+7t+8t	1,23±0,12	1,30±0,13	1,25±0,18
C 18:1n9t	1,26±0,19	1,40±0,04	1,35±0,17
C 18:1n10t	1,31±0,05	2,95±0,14***	1,42±0,15
C 18:1n11t	7,02±0,60	5,41±0,37	6,78±0,51
C 18:1n12t	0,51±0,04	0,95±0,06***	0,49±0,03
C 18:1n13t+14t	0,72±0,05	0,91±0,04*	0,61±0,05
C 18:1n15t	0,65±0,03	0,74±0,05	0,61±0,04
C 18:1n6c+7c+8c	1,15±0,07	0,89±0,08*	0,97±0,12
C 18:1n9c	10,90±0,80	14,39±1,31	12,55±1,02
C 18:1n11c	2,53±0,31	3,16±0,20	2,66±0,33
C 18:1n12c	0,64±0,04	0,67±0,07	0,66±0,03
C 18:1n13c	0,08±0,01	0,10±0,01	0,07±0,01
C 18:1n15c	0,19±0,01	0,26±0,02*	0,31±0,02*
C 18:2n 9t,12t	0,19±0,02	0,17±0,02	0,21±0,01
C 18:2n 9t,11t	0,41±0,02	0,43±0,07	0,65±0,07*
C 18:2 9c,11t	1,91±0,12	2,24±0,14*	1,32±0,07**
C 18:2 10t,12c	0,23±0,03	0,32±0,02*	0,21±0,01**
C 18:2n 9c,12c	5,93±0,11	8,03±0,37**	7,34±0,46
C 18:2 11t,15c	0,51±0,03	0,67±0,05*	0,49±0,04

Висновки

Біогідрогенізація ненасичених жирних кислот у рубці жуйних здійснюється, головним чином, бактеріями, які трансформують шкідливі для них цис- подвійні зв'язки у транс-форму. Найпростіші вмісту рубця можуть використовувати у синтезі фосфоліпідів як транс- так і цис- жирні кислоти. Включаючи дієнові кон'югати жирних кислот у склад своїх клітин, вони захищають їх від повної гідрогенізації до стеаринової кислоти.

При збільшенні кількості концентрованих кормів у раціоні корів у складі ліпідів бактерій рубця збільшувалась відносна масова частка транс-ізомерів жирної кислоти С 18:1, тоді як сумарний вміст її не змінювався.

У складі ліпідів бактерій вмісту рубця корів, які отримували висококонцентратний раціон з добавкою бікарбонату натрію кількість *транс*-ізомерів жирної кислоти С 18:1 була вищою, ніж у корів контрольної групи, але нижчою порівняно до її кількості у корів першої дослідної групи.

У складі жирних кислот найпростіших рубця, порівняно до бактерій, виявлено менше насичених і розгалужених та більше моно- і поліненасичених жирних кислот. На тлі низького вмісту розгалужених жирних кислот у ліпідах найпростіших, виявлена велика кількість *антеізо*-17:0 кислоти.

У складі клітин найпростіших виявлено у декілька разів більше дієнових кон'югатів лінолевої кислоти (*транс*10,*цис*12 і *цис*9,*транс*11 18:2) та їх метаболітів – *транс*-10 і *транс*-11-18:1 жирних кислот, ніж у складі клітин бактерій, що вказує на важливе значення найпростіших у транспортуванні цих кислот у сичуг і кишечник жуйних.

Перспективи подальших досліджень

При біогідрогенізації полієнових жирних кислот корму утворюється ряд позиційних і просторових ізомерів олеїнової і лінолевої кислот. Вивчення їх обміну в останні роки набуло важливого значення у зв'язку з виявленою біологічною активністю, а саме антиканцерогенною, антиатерогенною, антидіабетичною, антиліпогенною дією дієнових кон'югатів жирних кислот. Передбачається дослідження впливу різних кормових чинників на утворення окремих ізомерів ненасичених жирних кислот мікроорганізмами рубця.

I.V. Vudmaska, O.V. Golubets

FATTY ACIDS COMPOSITION OF RUMEN BACTERIA AND PROTOZOA IN COWS FED DIET WITH DIFFERENT CONCETRATES LEVEL AND SODIUM BICARBONATE ADDITION

S u m m a r y

The effect of forage to concentrate ratio change with and without of buffer addition in the diets of dairy cows on fatty acids composition of rumen bacteria and protozoa were investigated. Increasing of content of concentrate in diets of cows have resulted to increasing of level of trans-isomers C 18:1 while sum quantity of C 18:1 was not changed. Mass part of trans-isomers C 18:1 in lipids of bacteria was higher in cows fed by a diet with a large content of concentrate with buffer than in animal of control group, but lower than in cows of experimental group without buffer addition. In the cells of rumen protozoa was founded much more conjugated linoleic acids and its metabolites than in the bacteria.

Institute of Animal Biology UAAS
О. В. Голубец, И. В. Вудмаска

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ БАКТЕРИЙ И ПРОСТЕЙШИХ СОДЕРЖИМОГО РУБЦА КОРОВ ПРИ РАЗНОМ СОДЕРЖАНИИ КОНЦЕНТРАТОВ В РАЦИОНЕ И ДОБАВКЕ БИКАРБОНАТА НАТРИЯ

А н н о т а ц и я

Исследовали жирнокислотный состав липидов бактерий и простейших рубца коров, которым скармливали рацион с различным содержанием концентрированных кормов с добавлением или без добавления бикарбоната натрия.

При увеличении количества концентрированных кормов в рационе коров в составе липидов бактерий рубца увеличивалась относительная массовая часть *транс*-изомеров жирной кислоты С 18:1, в то время как ее суммарное содержание не изменялось. Количество *транс*-изомеров жирной кислоты С 18:1 в составе липидов бактерий содержимого рубца коров, которым скармливали высококонцентратний рацион с добавкой бикарбоната натрия было большим, чем у коров контрольной группы, но меньше по сравнению с коровами первой опытной группой.

В составе клеток простейших обнаружено в несколько раз больше диеновых конъюгатов линолевой кислоты и их метаболитов, чем в составе клеток бактерий, что указывает на важное значение простейших в транспорте этих кислот в сычуг и кишечник жвачных.

Институт биологии животных УААН

1. Вудмаска І. В. Вплив співвідношення вуглеводів на ізомеризацію та гідрогенізацію жирних кислот у вмісті рубця корів / І. В. Вудмаска // Наук. вісн. ЛДАВМ. — 2007. — Т. 9, № 4 (35). — Ч. 1. — С. 35–40.

2. 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.

3. 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. — Вип. 9, № 1–2. — С. 156–161.

4. Devillard E. Rumen ciliate protozoa contain high concentrations of conjugated linoleic acids and vaccenic acid, yet do not hydrogenate linoleic acid or desaturate stearic acid / E. Devillard, F. M. McIntosh, C. J. Newbold [et al.] // Br. J. Nutr. — 2006. – Vol. 96, № 4. — P. 697–704.

5. Harefoot C. G. Lipid metabolism in the rumen / C. G. Harefoot, G. P. Hazlewood // In : P. N., Hobson, C. S. Stewart, (Eds.), The Rumen Microbial Ecosystem, second ed. Blackie Academic, London, 1999. — P.382–426.

6. Hirayama T. Fatty acids composition of rumen protozoa as influenced by feeding ratio of concentrate in goats under feeding of wild grass / T. Hirayama, M. Hirakawa, S. Shiroma // Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus. — 2002. — Vol. 49. — P. 213–221.

7. Jenkins T.C. Lipid metabolism in the rumen / T. C. Jenkins // J.Dairy Sci. — 1993. — Vol.75. — P.3851.

8. Kaneda T. Iso-and anteiso-fatty acids in bacteria: Biosynthesis, function and taxonomic significance / T. Kaneda // Microbiol.Rev. — 1991. — Vol. 55 .— P. 288–302.

9. Maia M. R. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen / M. R. Maia, L. C. Chaudhary, L. Figueres [et al.] // Antonie Van Leeuwenhoek. — 2007. — Vol. 91, № 4. — P. 303–314.

10. Merry R. J. B. A comparison of chemical composition of mixed bacteria harvested from the liquid and solid fraction of digesta / R. J. Merry, A. B. McAllan.// Br. J. Nutr. — 1993. — Vol. 50. — P. 701–709.

11. 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., №3. — P. 551–556.

12. O'KellyJ. C. Influence of host diet on the fatty acid composition and content of rumen protozoa in cattle / J. C. O'Kelly, W. G. Spiers // The Journal of Eukaryotic Microbiology. – 1990. — Vol. 37 — № 3. — P. 190–193.

13. Variation in the concentration of the odd-chain fatty acids in rumen bacteria / Bae G.S., Chang B., Maeng R.J, Dewhurst R.J., Davies D.R. // Proc. 25th Conf. Rumen Function.– Chicago. IL.– 2000.–P.32.

14. Yáñez-Ruiz D. R., Scollan N. D., Merry R. J., Newbold C. J. Contribution of rumen protozoa to duodenal flow of nitrogen, conjugated linoleic acid and vaccenic acid in steers fed silages differing in their water-soluble carbohydrate content // Br. J. Nutr. – 2006. – 96 (5). – P. 861-869.