

РУБЦЕВИЙ МЕТАБОЛІЗМ І МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ ПРИ ВКЛЮЧЕННІ У ЇХНІ РАЦІОНИ ДЕРТІ З НАСІННЯ РІПАКУ

О. Й. Цісарик¹, Г. В. Дроник¹, В. А. Чаркін²

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини імені С. З. Гжицького

²Інститут біології тварин УААН

Наведено результати досліджень впливу насіння ріпаку як джерела протеїну і жиру в раціонах корів на метаболізм у рубці, молочну продуктивність та якість молока.

Ключові слова: КОРОВИ, РУБЕЦЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, МЕТАБОЛІЗМ, НАСІННЯ РІПАКУ.

Основною проблемою живлення високопродуктивних корів є обмежене споживання ними обмінної енергії порівняно з її потребою для утворення і секреції молока. Корма, які характеризуються високою енергетичною цінністю і високим вмістом протеїну, є насіння олійних культур, зокрема, ріпаку, енергетична цінність якого становить 18–19 МДж/кг, що зумовлено високим вмістом цінних ліпідів (близько 40 %) [1]. Насіння ріпаку характеризується також високим вмістом білків (205–230 г перетравного протеїну/кг) і незамінних амінокислот [2]. Тому насіння ріпаку може служити джерелом як енергії, так і протеїну для корів. Однак, використання у годівлі корів ріпаку у вигляді цільного чи подрібненого насіння, внаслідок високого вмісту у складі ліпідів ненасичених жирних кислот, має кількісні обмеження. Численними дослідженнями встановлено, що концентрація жиру в раціонах для жуйних повинна знаходитись в межах 6 % від сухої речовини раціону [3].

Наявні в літературі дані про ефективність використання ріпаку в годівлі корів суперечливі. Одні автори повідомляють про зниження молочної продуктивності корів при включенні в раціон канолового борошна незалежно від форми і ступеню захисту [4], інші — про підвищення молочної продуктивності та зниження вмісту жиру в молоці [5, 6]. Є також дані про позитивний вплив канолового борошна як на молочну продуктивність, так і на вміст жиру та білів в молоці [7, 8].

Узагальнені результати багатьох дослідів, в яких корови отримували жирову добавку, свідчать про позитивний вплив їх на молочну продуктивність та продукцію молочного жиру, причому більш значну у високопродуктивних корів [9].

Автори, які виявили зниження кількості молочного жиру у корів при включенні рослинних жирів до їхніх раціонів, пояснюють його депресивним впливом ненасичених довголанцюгових жирних кислот, які переважають у складі рослинних ліпідів, на ріст мікробної популяції рубця, наслідком чого є пригнічення перетравності клітковини в рубці і зниження співвідношення ацетат:пропіонат у вмістимому рубця [10].

Запропоновано декілька теорій для пояснення причин зменшення вмісту жиру в молоці корів при високому рівні ненасичених жирних кислот в їхньому раціоні. На сьогоднішній день найбільш вірогідною є теорія, яка пояснює молочножирову депресію впливом високої концентрації транс-ізомерів жирних кислот, як проміжних сполук процесів біогідрогенізації ненасичених жирних кислот корму [11]. Серед транс-ізомерів головним інгібітором синтезу молочного жиру в тканині молочної залози вважається транс-10, цис-12 кон'югована ліолева кислота [12]. Механізми, які лежать в основі депресії синтезу молочного жиру, до кінця не з'ясовані, однак, недавні роботи експериментально показують,

що транс-ізомери ненасичених жирних кислот знижують експресію мРНК для ключових ферментів, які приймають участь у синтезі жиру в молочній залозі корів [12].

Слід відзначити, що вплив ліпідів на синтез жиру в молочній залозі корів важко диференціювати внаслідок взаємодії їх із іншими компонентами раціону, а також через вплив таких факторів, як стабільність та способи захисту жирів, що також здійснюють вплив на характер рубцевої ферментації.

Друга проблема, пов'язана із застосування ріпакового насіння, полягає в тому, що протеїн насіння ріпаку характеризується високою розщеплюваністю в рубці, ступінь якої, коливається від 44,3 % [13] до 74 % [14]. Високий ступінь рубцевої деградації білків насіння ріпаку може негативно позначитись на поступленні амінокислот з рубця до тонкого кишечника і викликати пригнічення синтезу білків молока. Однак, відповідь рубцевої популяції у здатності деградувати білки корму і синтезувати мікробний протеїн при включенні в раціони жирових добавок може бути різною. Є дані про зниження потоку мікробного білку до тонкого кишечника [15] і, навпаки, про зниження перетравності протеїну в рубці, зростання його потоку в тонкий кишечник та зниження вмісту аміаку в рубці у відповідь на згодовування жирових добавок [17].

Суперечливість повідомлень про значення насіння олійних рослин, як вагомого джерела енергії і протеїнів у годівлі дійних корів, зумовлюють необхідність подальших досліджень у цьому напрямі. Така необхідність зумовлена також тим, що жирові добавки у вигляді олійних рослин є не тільки вагомим джерелом енергії для тварин, але виконують важливу роль у збереженні та покращенні здоров'я людей завдяки модифікації жирнокислотного складу ліпідів молока і молочних продуктів. Модифікація полягає у зниженні частки насичених та зростанні частки ненасичених кислот, зокрема, кон'югованої лінолевої кислоти, яка володіє унікальними антиканцерогенними та оздоровчими властивостями [17], у складі молочних ліпідів.

Матеріали і методи

Дослід проведено методом груп-періодів в дослідному господарстві Інституту біології тварин УААН «Чишки» на двох групах корів, по 3 голови у групі, аналогах за віком, продуктивністю та датою отелення. У підготовчому періоді тривалістю 30 днів всі тварини утримувались на однаковому, збалансованому згідно з нормами, раціоні. Раціон складався з сіна лугового (8 кг), кормового буряка (20,0 кг), ячмінно-пшеничної і екструдованої бобової дерті (6,4 кг у співвідношенні 4:1). Раціон містив 12,8 % сирого протеїну, 15,8 % клітковини, 2,3 % сирого жиру від сухої речовини раціону, енергетична цінність раціону становила 152,4 Мдж, концентрація енергії — 10,05 Мдж/кг СР. В дослідному періоді, тривалістю 30 днів, коровам дослідної групи, на відміну від контрольної, 10 % протеїну раціону було замінено дертю з насіння ріпаку сорту «Гисменицький» (1,1 кг). За рахунок ріпакової дерті кількість жиру в раціоні корів зросла на 339 г і становила 4,5 % від сухої речовини. У заключному періоді, який тривав 25 днів, усі тварини утримувалися на однаковому, без ріпакової дерті, раціоні.

Хімічний склад кормів визначали загальноприйнятими методами [18], амінокислотний склад протеїнів кормів визначали на аналізаторі Т-339. В ріпаковій дерті визначали жирнокислотний склад ліпідів (газорідинною хроматографією) і вміст глюкозинолатів (реакцією ферментативного звільнення глюкози) [19].

У кожному періоді здійснювали відбір зразків крові і молока для біохімічних досліджень. В зразках молока визначали вміст жиру (за Гербером), концентрацію загального та залишкового азоту (за К'ельдалем), вміст сечовини (набором «Біоластест»).

У підготовчому і дослідному періоді за допомогою носоглоткового зонда від корів відбирали зразки вмістимого рубця, в яких визначали вміст загального, залишкового азоту (за К'ельдалем), білкового азоту (за різницею вмісту загального і залишкового азоту), вміст

аміаку (за Конвеєм), вміст летких жирних кислот (методом парової відгонки в апараті Маркгама), процентне співвідношення летких жирних кислот (газорідинною хроматографією), вміст цукрів (з антроновим реактивом), вміст молочної кислоти (за Бекнером і Сомерсеном) [20].

Результати й обговорення

Ліпіди насіння ріпаку сорту «Тисменицький» мали наступний жирнокислотний склад, у %: C_{14:0} – 0,11; C_{16:0} – 5,09; C_{16:1} – 3,12; C_{18:0} – 1,43; C_{18:1} – 47,80; C_{18:2} – 25,12; C_{18:3} – 9,72; C_{19:0} – 0,68; C_{20:0} – 2,52; C_{20:2} – 0,31; C_{22:0} – 0,35; C_{22:1} – 3,34. Вміст загальних глікозинолатів у насінні ріпаку складав 0,13 %. Отже, цей ріпак належить до низькоглікозинолатних безерукових сортів.

Відомо, що надій корів і вміст жиру в молоці, значною мірою, залежить від метаболізму в рубці, насамперед, від продукції і співвідношення летких жирних кислот. Оскільки, в раціон корів ми вводили додаткову кількість ліпідів з високим вмістом ненасичених жирних кислот, які здійснюють депресивний вплив на мікробну популяцію рубця, то, в першу чергу, ми досліджували ряд показників метаболізму в рубці, які характеризують інтенсивність і напрямок ферментативних процесів.

Загальна концентрація ЛЖК у вмістимому рубця корів дослідної групи була на 10,3 % вищою ($p < 0,05$), ніж у корів контрольної групи (табл. 1). Ці дані свідчать про відсутність інгібуючого впливу наявного в ріпаковій дерті жиру на інтенсивність ферментативних процесів у рубці корів при додаванні її до раціону в кількості 1,1 кг (вміст жиру 41,4 %, вміст ПНЖК 35,15 %). При аналізі одержаних результатів звертає на себе увагу зниження сумарної частки кислот, які походять із пірувату, зокрема, оцтової кислоти у вмістимому рубця корів дослідної групи під час дослідного періоду — 62,25 % проти 71,27 % у тварин контрольної групи. Така зміна може бути викликана меншим розщепленням клітковини целолюлолітичними бактеріями, як наслідок впливу ненасичених довголанцюгових жирних кислот корму. Співвідношення ацетат/пропіонат знизилось із 4,6 до 4,0 у вмістимому рубця корів при зростанні кількості жирів у раціоні, однак, воно не вийшло за межі ацетатного типу ферментації [21]. Зменшення частки оцтової кислоти у вмістимому рубця може привести до зниження синтезу жирних кислот *de novo* в молочній залозі і зміні співвідношення середньо–та довголанцюгових кислот у складі молочного жиру [22]. У складі ЛЖК вмістимого рубця корів дослідної групи спостерігається тенденція до збільшення частки масляної кислоти, очевидно, це є результатом активізації маслянокислих бактерій, зокрема *Butyrivibrio fibrisolvens*, за участю ферментів яких відбувається гідрогенізація ненасичених жирних кислот [23], кількість яких зросла у раціонах корів дослідної групи. Стосовно летких жирних кислот, які утворюються шляхом окислювального дезамінування і декарбоксілювання розгалужених амінокислот [24], то встановлено нижчий вміст ізовалер'янової кислоти у вмістимому рубця корів, яким згодовували ріпакову дерть. Джерелом ізовалер'янової кислоти є лейцин, вміст якого у протеїні ріпакової дерті вищий, ніж у екструдованій бобовій і ячмінно–пшеничній, тому, така зміна може свідчити або про відсутність зростання розщеплення протеїну в рубці дослідних корів, або про більш активне включення лейцину у бактеріальні клітини (до 50 % лейцину включається безпосередньо в клітини бактерій [21], або про подальший метаболізм ізовалер'яту. Протилежна тенденція характерна для валер'янової кислоти, вміст якої у вмістимому рубця корів, які отримували ріпакову дерть, складає 9,26 %, а у контрольних корів її, взагалі, не виявлено. Відомо, що жирні кислоти з непарною кількістю вуглеців після засвоєння в тонкому кишечнику використовуються для синтезу молочних ліпідів [25].

Таблиця 1

Концентрація та співвідношення летких жирних кислот у вмістимому рубця піддослідних корів ($M \pm m$, $n=3$)

Групи	Конц. ЛЖК, ммоль/100 мл	Жирині кислоти, моль%					Співвідн. С2/С3
		оцтова	пропіонова	масляна	ізовале-р'янова	валер'я-нова	
Підготовчий період							
К	5,4 ± 0,42	68,60 ± 5,2	14,89 ± 3,2	12,99 ± 2,4	1,0 ± 0,21	2,51 ± 0,08	4,6
Д	6,9 ± 0,54	67,60 ± 4,9	15,55 ± 2,92	14,44 ± 2,3	0,29 ± 0,1*	1,86 ± 0,12*	4,3
Дослідний період							
К	5,8 ± 0,40	71,29 ± 5,05	15,67 ± 2,9	11,63 ± 1,6	1,36 ± 0,09	–	4,6
Д	6,4 ± 0,61	62,25 ± 4,15	15,45 ± 0,9	12,64 ± 2,7	0,38 ± 0,02**	9,26 ±	4,0

З наведених у таблиці 2 даних видно, що різниці у вмісті загальних цукрів у рубцевому вмістимому корів контрольної та дослідної груп у підготовчому і дослідному періодах відсутні, проте вміст молочної кислоти у рубцевому вмістимому корів, яким згодовували ріпакову дерть, вірогідно більший порівняно як з контролем, так і з підготовчим періодом. Ці дані свідчать про відсутність інгібуючого впливу ненасичених жирних кислот, що містяться в ріпаковій дерті, на анаеробну фазу розщеплення цукрів у вмісті рубця корів. Слід зазначити, що збільшення рівня лактату в рубцевому вмістимому корів дослідної групи супроводжується підвищенням його вмісту в крові, що також встановлено нашими дослідженнями (дані не опубліковані). Це, в свою чергу, може сприяти більшому перетворенню лактату в печінці у глюкозу і, відповідно, зростанню надходження її до молочної залози для синтетичних процесів.

Таблиця 2

Вміст загальних цукрів і молочної кислоти у вмістимому рубця піддослідних корів ($M \pm m$, n=3)

Групи корів	Загальні цукри, мг%	Молочна кислота, мг%
Підготовчий період		
Контрольна	101,0 ± 5,41	13,10 ± 0,9
Дослідна	74,3 ± 4,03*	10,86 ± 0,56
Дослідний період		
Контрольна	102,0 ± 5,83	13,55 ± 0,76
Дослідна	70,1 ± 2,06*	17,20 ± 0,93*

Різниця у вмісті білкового азоту у вмістимому рубця корів дослідної групи порівняно до корів контрольної групи (табл. 3) була вірогідно вищою під час дослідного періоду, що свідчить про відсутність інтенсифікації розщеплення протеїну корму. При цьому вміст аміаку у вмістимому рубця корів дослідної групи був на 29,5 % менший ($p < 0,01$), ніж у вмістимому рубця корів контрольної групи. Причиною цього може бути або зменшення інтенсивності дезамінування амінокислот, або більше використання їх у синтезі мікробного протеїну у вмісті рубця корів дослідної групи. Це підтверджується також тенденцією до нижчого вмісту сечовини як у крові, так і в молоці дослідних корів, що встановлено нашими попередніми дослідженнями (дані не опубліковані).

Загалом, з одержаних результатів випливає, що ріпакова дерть, при згодовуванні її коровам у кількості 1,1 кг істотно не впливає на деградацію протеїну та синтез мікробіального протеїну в рубці. Слід зазначити, що сьогодні переглядаються норми, особливо, для високопродуктивних корів, щодо потреб у протеїні, який піддається розщепленню в рубці. Результати експериментальних досліджень, присвячених цій проблемі, вказують, що існуючими нормами пропонуються занижені рівні розщеплюваного в рубці

протеїну, що приводить до зменшення вмісту білку в молоці внаслідок зменшення синтезу мікробного протеїну [26].

Таблиця 3

Концентрація азотових сполук у вмістимому рубці піддослідних корів ($M \pm m$, $n=3$)

Групи тварин	Загальний азот, мг%	Білковий азот, мг%	Небілковий азот, мг%	Аміак, мг%
Підготовчий період				
Контрольна	184,6 ± 2,1	151,1 ± 1,7	33,42 ± 0,39	8,20 ± 0,03
Дослідна	183,7 ± 2,6	152,9 ± 0,7	30,82 ± 1,90	8,44 ± 0,05*
Дослідний період				
Контрольна	188,5 ± 0,4	157,3 ± 1,3	31,15 ± 1,71	7,90 ± 0,17
Дослідна	191,7 ± 1,8	163,4 ± 1,2*	28,30 ± 0,70	6,10 ± 0,17**

Згодовування ріпакової дерти коровам позитивно вплинуло на молочну продуктивність (табл. 4). Якщо в підготовчому періоді у корів дослідної групи вміст жиру в молоці і продукція молочного жиру була дещо меншою, ніж у корів контрольної групи, то в дослідному періоді корови дослідної групи мали вищі надої, вищий вміст жиру в молоці і, відповідно, продукували більшу кількість молочного жиру. Отже, часткова заміна протеїну раціону корів ріпаковою дертою позитивно впливає на молочну продуктивність, що узгоджується з даними інших авторів [7, 8].

Таблиця 4

Молочна продуктивність піддослідних корів ($M \pm m$, $n=3$)

Групи	Надій, кг	Вміст жиру, %	Продукція жиру, г	Молоко з м.ч.ж. 3,4%
Підготовчий період				
Контрольна	15,2 ± 0,71	3,83 ± 0,44	582,2 ± 1,3	17,2 ± 0,62
Дослідна	15,0 ± 0,19	3,63 ± 0,29	544,5 ± 2,4**	16,0 ± 0,35
Дослідний період				
Контрольна	11,4 ± 0,68	3,61 ± 0,1	411,5 ± 2,2	12,1 ± 0,28
Дослідна	12,0 ± 0,15	3,87 ± 0,1	464,4 ± 3,5**	13,7 ± 0,14**
Заклучний період				
Контрольна	7,9 ± 1,44	3,72 ± 0,18	293,9 ± 3,5	8,64 ± 0,56
Дослідна	8,7 ± 0,32	4,0 ± 0,2	348,0 ± 3,7**	10,23 ± 0,21*

Висновки

Заміна 10 % протеїну в раціоні корів меленим насінням ріпаку (частка ліпідів в раціоні збільшується із 2,3 % до 4,5 % від сухої речовини) не пригнічує ферментативні процеси в рубці, при цьому позитивно впливає на молочну продуктивність: кількість молока з базовою масовою часткою жиру збільшується на 13,2 %, продукція молочного жиру — на 12,9 %.

RUMEN METABOLISM AND MILK PRODUCTION IN COWS UNDER THE ADDITION OF CANOLA MEAL IN THEIR RATIONS

Summary

Replacement of 10 % dietary protein with canola meal, which increased dietary lipid from 2,3 to 4,5 % on a dry matter, did not significant effect on the ruminal fermentation. Feeding diets with canola meal increased cow's milk production and yield of milk fat.

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology the S. Z. Gzhytskyj name
Institute of Animal Biology of Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Lviv

1. Analiza składu chemicznego nasion, wytlukow i poekstrakcyjnwj sruty rzepakowej. / Dorszewski P., Podkowka Z., Szterk P., Podkowka W. // *Rosliny Oleiste*. — 1996. — XVII(2). — P. 441–446.

2. *Piepenbrink M. S., Shingoethe D. J.* Ruminal degradation, amino acid composition, and estimated intestinal digestibility of four protein supplements // *J. Dairy Sci.* — 1998. — 81. — P. 454–461.

3. *Kennely J. J.* The fatty acid composition of milk as influenced by feeding oilseeds // *Anim. Feed Sci. Technol.* — 1996. — 60. — P. 137–152.

4. Milk Fatty acid composition and mammary lipid metabolism in Holstein cows fed protected or unprotected canola seeds. / *Delbecchi L., Ahnadi C.E., Kennelly J.J., Lacasse P.* // *J. Dairy Sci.* — 2001. — 84. — P. 1375–1381.

5. The effect of oilseeds in diets of lactating cows on milk production and methane emissions. / *Johnson K. A. Kincaid R. L., Westberg H. H. et all.* // *J. Dairy Sci.* — 2002. — 85. — P. 1509–1515.

6. Fatty acid and triglyceride composition of milk fat from lactating Holstein cows in response to supplemental canola oil. / *De Peters E. J., German J. B., Taylor S. J., Essex S. T., Perez-Monti H.* // *J. Dairy Sci.* — 2001. — 84. — P. 929–936.

7. *Brito A. F., Broderick G. A.* Effects of different protein supplements on nitrogen utilisation in dairy cows. 1. Lactation performance and ruminal metabolism // *J. Dairy Sci.* — 2004. — 87 (Suppl.1). — P. 161.

8. Heat- and lignosulfate-treated canola meal as a source of ruminal undegradable protein for lactating dairy cows. / *Wright C. F., von Keyserlingk M. A. G., Swift M. L., Fisher L. J., Shelford J. A., Dinn N. E.* // *J. Dairy Sci.* — 2005. — 88. — P. 239–243.

9. *Пальмквист Д. Л.* Использование жиров в рационах для лактирующих коров молочных пород // В кн. *Жиры в питании сельскохозяйственных животных*. Под ред. Алиева А. А. — М.: Агропромиздат, 1987. — С 289–310.

10. *Pantoya J., Firkins J. L., Eastridge M. L., Hull B. L.* Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows // *J. Dairy Sci.* — 1994. — 77. — P. 2341–2356.

11. Effect of dietary vitamin E on rumen biohydrogenation pathways and milk fat depression in dairy cows fed high-fat diets. / *Pottier J., Focant M., Debier C. et all* // *J. Dairy Sci.* — 2006. — 89. — P. 685–692.

12. trans-10, cis-12 Conjugated linoleic acid decreases lipogenic rates and expression of genes involved in milk synthesis in dairy cows. / *Baumgard L. H. Matitashvili E., Corl B. A., Dwyer D. A., Bauman D. E.* // *J Dairy Sci.* — 2002. — 85. — P. 2155–2163.

13. *Kendal E. M., Ingalls J. M., Boila R. J.* Variability in the rumen degradability and post-ruminal digestion of dry matter, nitrogen and amino acids of canola meal // *Can. J. Anim. Sci.* — 1991. — 71. — P. 739–754.

14. Use of lignosulfonate to decrease the rumen degradability of canola meal protein. / McAlister T. A., Cheng K.-J., Beauchemin K. A. et al // *Can. J. Anim. Sci.* — 1993. — 73. — P. 211–215.
15. *Keele J. W., Roffler R. E., Beyers K. Z.* Ruminant metabolism in nonlactating cows fed whole cottonseed or extruded soybeans // *J. Dairy Sci.* — 1989. — 67. — P. 1612–1622.
16. *Ikwuegu O. A., Sutton J. D.* The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep // *Br. J. Nutr.* — 1982. — 48. — P. 365–375.
17. *Abu Ghazaleh A. A., Holmes L. D.* Diet supplementation with fish oil and sunflower oil to increase conjugated linoleic acid levels in milk fat of partially grazing dairy cows // *J. Dairy Sci.* — 2007. — 90. — P. 2897–29004.
18. Методики досліджень з фізіології і біохімії сільськогосподарських тварин. — Львів, 1998. — 132 с.
19. *Smith C. A., Dacombe C.* Rapid method for determining total glucosinolates in rapeseed by measurement of enzymatically released glucose // *J. Sci. Food Agric.* — 1987. — 38. — P. 141–150.
20. Изучение пищеварения у жвачных (Методические указания) / Под ред. Курилова Н. В. — Боровск, 1987. — 105 с.
21. *Янович В. Г., Сологуб Л. І.* Біологічні основи трансформації поживних речовин у жуйних тварин. — Львів: «Тріада плюс». — 2000. — 384 с.
22. *Dhiman T. R., Zanten K. V., Satter L. D.* Effect of dietary fat source on fatty acid composition of cow's milk // *J. Sci. Food Agric.* — 1995. — 69. — P. 101–107.
23. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. / Solomon R., Chase L. E., Ben-Ghedalia D., Bauman D. E. // *J. Dairy Sci.* — 2000. — 83. — P. 1322–1329.
24. Isoacids in ruminant nutrition: Their role in ruminal and intermediary metabolism and possible influences on performances — A review. / Andries J. L., Buysse F. X., De Brabander D. L., Cottyn B. G. // *Anim. Feed. Sci. — Technol.* — 1987. — 18. — P. 169–180.
25. *Christie W. W.* The effects of diet and other factors on the lipid composition of ruminant tissues and milk // *Prog. Lipid Res.* — 1979. — 17. — P. 245–277.
26. Milk production of dairy cows fed different concentrations of rumen-degraded protein. / Kalsheur K. F., Baldwin R. L., Glenn B. P., Kohn R. A. // *J. Dairy Sci.* — 2006. — 89. — P. 249–259.