

ВПЛИВ ЕКСТРУЗІЇ ЗЕРНОВИХ КОРМІВ І ОБРОБКИ ФОРМАЛЬДЕГІДОМ СОНЯШНИКОВОЇ МАКУХИ НА ФЕРМЕНТАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ У РУБЦІ КОРІВ

І. В. Невоструєва, Г. М. Галяс, І. В. Вудмаска

Інститут біології тварин УААН

При згодовуванні коровам раціонів з екструдованою ячмінно-пшеничною дертю, кількість білкового азоту у вмісті рубця збільшувалася за рахунок посилення синтезу мікробного білка, а при згодовуванні раціонів з обробленою формальдегідом соняшnikовою макухою — внаслідок захисту наявного у макусі протеїну. Екструзія ячмінно-пшеничної дерті не впливала на ліпідний склад вмісту рубця, а обробка формальдегідом — захищала наявні у складі соняшnikової макухи ліпіди від гідролізу у рубці. Середньодобові надої корів при згодовуванні обох досліджуваних раціонів зростали на 11%.

Молочна продуктивність корів значною мірою залежить від забезпечення раціону кормами з достатнім вмістом важкорозщеплюваного протеїну та оптимального співвідношення цукру, крохмалю і клітковини. Ступінь розщеплення білків у рубці є основним критерієм оцінки кормового протеїну, від якого залежить доступність азоту амінокислот для рубцевих мікроорганізмів і, відповідно, кількість нерозщепленого протеїну, що надходить у тонкий кишечник. Вуглеводи, які є основним джерелом енергії у рубці, поділяються на легкоперетравні і важкоперетравні. Від вмісту та співвідношення окремих фракцій вуглеводів залежить спрямованість процесів ферментації, перетравність поживних речовин, формування фонду субстратів і використання їх в синтезі молока.

Досягти оптимального співвідношення легкоперетравних і важкоперетравних фракцій протеїну шляхом підбору кормів не завжди можливо, тому корми перед згодовуванням коровам піддають додатковій обробці. Серед існуючих на даний час способів підготовки кормів для жуйних, з метою зменшення розщеплюваності протеїну в рубці, найпоширенішими є екструзія [1, 2, 3, 9, 10] та обробка формальдегідом [2, 4, 5, 6, 7, 8].

Використання екструзії, яка поєднує в собі теплову і механічну обробку корму в умовах високого тиску, забезпечує захист протеїну від розщеплення. При екструзії частково гідролізуються полісахариди корму, внаслідок чого у раціоні зростає частка цукрів, зменшується частка крохмалю і пришивидшується його ферментація у рубці. З іншого боку, наявні у кормах цукри під впливом високої температури частково карамелізуються і їх ферментація сповільнюється.

Протеїн, оброблений формальдегідом, не розщеплюється у рубці в результаті чого підвищується кількість амінокислот, які надходять з рубця в сичуг, чим забезпечується як покращення протеїнового живлення у цілому, так і ефективніше забезпечення організму незамінними амінокислотами. Разом з тим, жирні кислоти ліпідів виявляються захищеними від ліполітичних ферментів мікрофлори. Оскільки біогідрогенізація ненасичених жирних кислот у рубці відбувається лише після їх гідролізу із складних ліпідів, ці кислоти не гідрогенізуються.

Метою наших досліджень було вивчити особливості азотного і вуглеводного обміну у вмісті рубця лактуючих корів при введенні до складу раціону екструдованої ячмінно-пшеничної дерті або обробленої формальдегідом соняшnikової макухи.

Матеріали і методи. Для досліду сформовано групу корів-аналогів у кількості п'яти голів, яким послідовно згодовували три досліджувані раціони. Кожний дослідний період тривав 14 днів.

Дослід проведено методом періодів на п'яти коровах чорнорябої породи, аналогах по датах отелення, вагітності та продуктивності.

Перший (підготовчий) період, у якому коровам згодовували стандартний раціон, збалансований згідно деталізованих норм годівлі, служив контролем. У другому періоді

зернові корми, що входили до складу раціону (дерть пшенична і ячмінна) екструдували, в результаті чого кількість цукру в раціоні зростала на 13,4%, що призводило до зменшення розщеплюваності сирого протеїну в рубці на 11%. До складу раціону корів у третьому періоді вводили оброблену 1% розчином формальдегіду соняшникову макуху. Склад кормів згодовуваних коровам раціонів наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Раціони дослідних корів

Корми	Спожито, кг		
	1-й дослід	2-й дослід	3-й дослід
Сіно	6,0	6,0	6,0
Солома	1,0	1,0	1,0
Силос	20,0	20,0	20,0
Буряк кормовий	15,0	15,0	15,0
Дерть	2,0	—	2,0
Дерть екструдована	—	2,0	—
Макуха	1,0	1,0	
Макуха оброблена формальдегідом	—	—	1,0

Через 2 години після ранішньої годівлі у корів за допомогою зонду брали зразки вмісту рубця, в яких визначали загальний і білковий азот (за К'ельдалем), азот аміаку (в чашках Конвея), загальний цукор (антроновим методом), молочну кислоту (за Беркером і Коммерсоном). Вміст летких жирних кислот визначали методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Chrom-4, набивна колонка Carbowax 20M TPA довжиною 1 м (Supelco), газ носій — азот, температура термостата 100 °С, температура дозатора 150 °С, температура детектора 100 °С. Для ідентифікації хроматографічних піків і обрахунку поправкових коефіцієнтів використовували стандарти індивідуальних летких жирних кислот (Sigma).

Екстракцію загальних ліпідів розділяли на класи методом тонкошарової хроматографії на силікагелі у системі розчинників гексан:диетиловий ефір:оцтова кислота (70:30:1), спалювали сірчаною кислотою і визначали кількість на спектрофотометрі.

Результати та обговорення. У 2 та 3-му періодах досліду, порівняно до 1-го періоду, у вмісті рубця корів помірно зростала кількість білкового азоту (табл. 2).

Таблиця 2

Показники вуглеводного і азотного обмінів у рубці корів, (M±m, n=5)

Показники	1-й дослід	2-й дослід	3-й дослід
Білковий азот, мг%	57,14±4,39	60,45±2,94	65,34±3,58
Азот мікроорганізмів, мг%	40,70±4,27	44,78±3,06	39,87±2,76
Аміак, мг%	10,22±0,94	7,45±0,52*	8,44±0,31
Сума цукрів, мг%	41,34±3,28	50,81±4,50	45,25±5,17
Лактат, ммоль/л	3,69±0,27	5,11±0,31**	2,91±0,24
pH	6,62±0,09	6,31±0,15	6,89±0,18

Примітка: * — P < 0,05; ** — P < 0,01; *** — P < 0,001.

Проте, якщо під впливом згодовування раціону з екструдованими зерновими (2-й період) вміст білкового азоту збільшувався за рахунок азоту мікроорганізмів, то при згодовуванні раціону з обробленою формальдегідом соняшниковою макухою це відбувалось за рахунок зменшення розщеплюваності протеїну корму в рубці. Це узгоджується з результатами дослідження концентрації аміаку у вмісті рубця. Кількість аміаку у вмісті рубця корів протягом 2- та 3-го періодів була меншою, ніж під час 1-го періоду. Якщо у 2-му періоді це було зумовлено інтенсивнішим синтезом мікробного білка, то у 3-му періоді зниження кількості аміаку відбувалося без зростання кількості білка мікроорганізмів, що можливе лише при зменшенні катаболізму амінокислот раціону.

У 2-му періоді досліду спостерігалось зростання кількості цукру у вмісті рубця, що було результатом екструзії зернових в раціоні корів в наслідок чого частина крохмалю розщепилася до олігосахаридів та коротких вуглеводних молекул, що призводило до

зростання кількості цукрів у вмісті рубця. Як наслідок, у рубці зростала кількість лактату ($P<0,01$) і знижувався показник рН. При введенні до раціону соняшникової макухи обробленої формальдегідом кількість лактату зменшувалася, а показник рН зростав.

Загальна концентрація летких жирних кислот у вмісті рубця корів (табл. 3) під впливом згодовування екструдованих зернових концентратів (2-й період) була вірогідно більшою ($P<0,05$), ніж у дослідях у яких коровам згодовували раціони, що містили не екструдовані концентрати (1-й період), або оброблену формальдегідом соняшкову макуху (3-й період). Характер годівлі впливав і на співвідношення летких жирних кислот у вмісті рубця корів. Зокрема, частка пропіонової кислоти у вмісті рубця корів під час 2-го періоду дещо зростала, а під час 3-го періоду — знижувалася. Очевидно, що зміни інтенсивності пропіоновокислого бродіння були причиною збільшення концентрації молочної кислоти у вмісті рубця корів (табл. 2)

Таблиця 3

Концентрація і співвідношення ЛЖК у вмісті рубця корів, ммоль/ 100 ммоль ЛЖК ($M\pm m$, $n=5$)

Показники	1-й дослід	2-й дослід	3-й дослід
ЛЖК, ммоль/л	121,29±5,87	137,33±4,35*	115,18±7,60
Оцтова	64,17±2,58	60,84±4,29	66,20±3,55
Пропіонова	18,58±0,76	21,42±1,82	17,54±1,05
Ізомаляна	0,72±0,04	0,60±0,07	0,57±0,05*
Масляна	13,74±1,23	14,49±0,97	13,28±1,24
Ізовалеріанова	1,35±0,08	1,12±0,14	1,04±0,09*
Валеріанова	1,44±0,12	1,53±0,16	1,37±0,10
Ацетат/пропіонат	3,43±0,21	2,93±0,19	3,78±0,27

Як при згодовуванні раціону з екструдованими зерновими концентратами, так і при використанні раціону з обробленою формальдегідом соняшниковою макухою, у вмісті рубця корів знижувалася концентрація розгалужених летких жирних кислот — ізомаляної та ізовалеріанової ($P<0,05$). У першому випадку це може бути пов'язано з більш інтенсивним синтезом розгалужених амінокислот, а у другому — з менш інтенсивним розпадом протеїну раціону.

Екструзія ячмінно-пшеничної дерті (2-й період) незначно змінювала ліпідний склад вмісту рубця (табл. 4). У ньому виявлено лише незначні тенденції до зростання кількості фосфоліпідів та посилення гідролізу диацилгліцеролів. У той же час, введення до складу раціону корів обробленої формальдегідом соняшникової макухи (3-й період) викликало помітну зміну співвідношення окремих класів ліпідів рубцевого вмісту. У вмісті рубця корів зростала частка триацилгліцеролів ($P<0,001$), та зменшувалася частка моно- і диацилгліцеролів ($P<0,05$), неетерифікованих жирних кислот ($P<0,05$) та восків ($P<0,05$).

Таблиця 4

Вміст ліпідів і співвідношення їх класів у вмісті рубця корів, % ($M\pm m$, $n=5$)

Показники	1-й дослід	2-й дослід	3-й дослід
Загальні ліпіди, мг%	137,63±15,31	135,46±12,84	151,19±20,18
Фосфоліпіди	25,32±1,28	28,11±1,22	27,71±1,75
Триацилгліцероли	8,43±0,46	8,64±0,51	17,21±0,89***
Моно- і диацилгліцероли	17,22±0,85	15,41±1,17	13,23±1,09*
НЕЖК	20,34±1,73	21,81±2,68	15,10±1,98*
Стерини	12,81±0,67	12,06±1,05	13,34±0,72
Воски	15,88±0,73	15,97±0,63	13,41±0,88*

Захист ліпідів не відбувався, оскільки кількість ацилгліцеролів і вільних жирних кислот у вмісті рубця корів у 1- і 2-му періодах була майже однаковою.

Оброблення формальдегідом помітно захищало наявні у складі соняшникової макухи ліпіди від мікробного гідролізу у рубці. Частка триацилгліцеролів у складі ліпідів рубцевого вмісту корів у 3-му періоді удвічі перевищувала вказаний показник під час 1- та 2-го періодів досліду ($P<0,001$), а загальна кількість ліпідів вмісту рубця була найвищою.

Зменшення у третьому досліді частки восків у складі ліпідів вмісту рубця корів пояснюється меншою кількістю цього класу ліпідів у макусі, порівняно до грубих і зернових кормів.

Згодовування в складі раціонів як екструдованої ячмінно-пшеничної дерті так і обробленої формальдегідом соняшникової макухи підвищувало середньодобові надої корів (табл. 5)

Таблиця 5

Середньодобовий надій та склад молока досліджуваних корів, ($M\pm m$, $n=5$)

Показники	1-й період	2-й період	3-й період
Середньодобовий надій, кг	16,34±0,45	18,37±0,69*	18,16±0,58*
Загальний білок, %	3,21±0,19	3,20±0,15	3,32±0,11
Жир молока, %	3,42±0,08	3,51±0,12*	3,46±0,09
Лактоза, %	4,68±0,28	4,76±0,24	4,72±0,22

За 2-ий період досліду середньодобові надої молока, порівняно до 1-го (підготовчого), були більшими на 20,3 кг або на 12,4%, а за 3-ій період — відповідно на 1,82 кг або 11,2% більшими. У середньому від однієї корови за дослідні періоди було надоєно по періодам в 1-ий 228,76 кг, в 2-ий 257,18 кг, в 3-ій 254,24 кг молока або на 28,42 і 25,48 кг більше порівняно з 1-им періодом.

Дослідження хімічного складу молока не виявило достовірних змін концентрації білка, жиру та лактози.

За рахунок валового надою від однієї корови отримано по періодам досліду 7,34; 8,23 (12,1%) і 8,44 (15,0%) кг білка, 7,82; 9,03(15,5%) і 8,80(12,5%) кг жиру, 10,7; 12,24(14,4%) і 12,0(12,1%) кг лактози. Порівняно з 1-им періодом у 2-му і 3-му періодах було синтезовано більше білка відповідно на 12,1 і 15,0%, жиру — на 15,5 і 12,5%, лактози — на 14,4 і 12,1%.

ВИСНОВКИ

1. При згодовуванні коровам раціону з екструдованою ячмінно-пшеничною дертю вміст білкового азоту в рубці зростав за рахунок збільшення кількості азотових сполук мікроорганізмів, а при згодовуванні раціону з соняшниковою макухою обробленою формальдегідом — внаслідок зменшення розщеплюваності протеїну.

2. Загальна концентрація летких жирних кислот у вмісті рубця корів під впливом згодовування екструдованих зернових концентратів була вірогідно більшою ($P<0,05$), ніж у періоди, де коровам згодовували раціони, що містили оброблену формальдегідом соняшникову макуху. Обробка формальдегідом соняшникової макухи помітно захищала наявні у її складі ліпіди від мікробного гідролізу у рубці. Внаслідок чого в них зростав відносний вміст триацилгліцеролів та зменшувався вміст моно- і диацилгліцеролів, неетерифікованих жирних кислот та восків.

3. Використання в складі раціонів екструдованої ячмінно-пшеничною дерті або соняшникової макухи обробленої формальдегідом обумовлювало зростання середньодобових надоїв молока на 12,4 і 11,2%. Синтез білка при цьому зростав на 12,1 і 15,0%, молочного жиру — на 15,5 і 12,5%, лактози — на 14,4 і 12,1%.

EFFECTS OF EXTRUSION OF CONCENTRATES OR FORMALDEHYDE-TREATED SUNFLOWER OIL-CAKE ON RUMEN FERMENTATION

I. V. Nevostruyeva, G. M. Galjas, I. V. Vudmaska

S U M M A R Y

Protein content in the rumen of cows fed with extruded concentrates rose as a result of microbial protein level increase. Protein content increased in the rumen of cows fed with formaldehyde-treated sunflower oil-cake because oil-cake protein was protected from degradation. Extrusion of concentrates did not change lipid composition in the cows rumen. Treatment of sunflower oil-cake with formaldehyde protected lipids from hydrolysis in cows rumen. The results of both experiments shown that daily yields increased to 12,4 % and 11,2 %.

Л І Т Е Р А Т У Р А

1. Вплив згодовування коровам екструдованої ріпакової макухи на обмін ліпідів у рубці і молочній залозі корів / Вудмаска І. В., Корінець Ю. Я., Хірівський П. Р., Чаркін В. А., Покотило О. С. // Біологія тварин. — 1999. — 1 (1). — С. 93–98.
2. Порівняльна характеристика жирнокислотного складу молочного жиру корів при різних способах захисту ліпідів / Вудмаска І. В., Кишко В. І., Клепач Л. В., Чаркін В. А. // НТБ Інституту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. — 2005. — 6. — 2. — С. 41–43
3. Вудмаска І. В., Кишко В. І., Чаркін В. А. Жирнокислотний склад ліпідів вмісту рубця і молочного жиру високопродуктивних корів при згодовуванні їм екструдованих соєвих бобів // Біологія тварин. — 2004. — 6 (1–2). — С. 92–96.
4. Bayourthe C., Enjalbert F., Moncoulon R. Effects of different forms of canola oil fatty acids plus canola meal on milk composition and physical properties of butter // J. Dairy Sci. — 2000. — 83. — P. 690–696.
5. 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.
6. Extrusion conditions affect chemical composition and in vitro digestion of select food ingredients / Dust J. M., Gajda A. M., Flickinger E. A., Burkhalter T. M., Merchen N. R., Fahey G. C. Jr. // J. Agric. Food Chem. — 2004. — 52 (10). — P. 2989–2996.
7. Carcass, sensory, and adipose tissue traits of Brangus steers fed casein-formaldehyde-protected starch and/or canola lipid / Gilbert C. D., Lunt D. K., Miller R. K., Smith S. B. // J. Anim. Sci. — 2003. — 81 (10). — P. 2457–2468.
8. Michalet-Doreau B., Philippeau C. Doreau M. In situ and in vitro ruminal starch degradation of untreated and formaldehyde-treated wheat and maize // Reprod. Nutr. Dev. — 1997. — 37 (3). — P. 305–312.
9. Petit H. V. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed formaldehyde treated flaxseed or sunflower seed // J. Dairy Sci. — 2003. — 86. — P. 2637–2646.
10. Singh S., Wakeling L., Gamlath S. Retention of essential amino acids during extrusion of protein and reducing sugars // J. Agric. Food Chem. — 2007. — 55 (21). — P. 8779–8786.
11. Effects of extrusion of grain and feeding frequency on rumen fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition in dairy cows / Shabi Z., Bruckental I., Zamwell S., Tagari H., Arieli A. // J. Dairy Sci — 1999. — 82. — P. 1252–1260.