

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АЗОТУ ПРИ ВКЛЮЧЕННІ РІПАКОВОЇ ДЕРТІ ДО РАЦІОНІВ КОРІВ

О. Й. Цісарик¹, Г. В. Дроник¹, Ю. Я. Корінець²

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького

²Львівський державний аграрний університет

У статті наведено результати досліджень вивчення впливу заміни частини протеїну раціону дертою з насіння ріпаку на розщеплення кормового протеїну в рубці та засвоєння азоту в організмі дійних корів

Для високопродуктивних корів особливо гострою кормовою проблемою є недостатність протеїну й енергії. Кормами, які одночасно можуть задовольняти потреби в енергії і протеїні, є насіння олійних культур, зокрема, ріпаку. Висока енергетична цінність і високий вміст протеїну із збалансованим амінокислотним складом [1] забезпечують насінню ріпаку добрі кормові якості для жуйних. Це послужило причиною зростаючого інтересу до вивчення використання ріпакових кормів у годівлі корів [2–4].

Цінність кормового протеїну для жуйних визначається не тільки його амінокислотним складом, але й співвідношенням легко- і важкорозщеплюваних фракцій, тобто адекватним для потреб мікроорганізмів ступенем розщеплення в рубці. Потреби організму-господаря в амінокислотах задовільняються із двох джерел — мікробного протеїну і протеїну корму, що уникнув рубцевої деградації. Тому головною проблемою протеїнового живлення жуйних є не допустити надмірного розпаду амінокислот і білків корму під дією мікроорганізмів рубця, а досягти максимального синтезу мікробного білка [5]. У свою чергу, на ступінь розщеплення протеїну корму в рубці здійснюють вплив не тільки його фізико-хімічні характеристики, але й склад раціону, фізична структура інших кормів, тривалість перебування в рубці та інші.

Кількість і властивості кормового протеїну можуть здійснювати вплив на вміст і склад білків в молоці. Зокрема, встановлено, що факторами, які здійснюють найбільший вплив на кількість, фракційний та амінокислотний склад білків молока, є швидкість деградації протеїнової фракції корму в рубці, кількість нерозщепленої фракції і її амінокислотний склад [6, 7].

Ріпакове насіння має жорстку насінну оболонку, яка складає близько 16 % сухої речовини насіння і забезпечує ефективний бар'єр для атаки рубцевих мікроорганізмів [8]. Як результат, ціле насіння гірше перетравлюється, порівнюючи з насінням із пошкодженою оболонкою, однак після руйнування оболонок протеїн швидко деградує в рубці. За даними різних досліджень ефективність рубцевої деградації протеїнового комплексу насіння ріпаку коливається від 44,3 % [9] до 74 % [10]. Згідно з Єрсковим [5], вміст протеїну, який піддається розщепленню рубцевою мікрофлорою, становить у ріпаковому борошні від 71,5 до 88,5 % і залежить від швидкості відтоку рубцевої рідини — із зростанням швидкості ступінь розщеплення знижується. Швидкість відтоку рубцевої рідини залежить від розмірів частинок протеїнової добавки й основного корму [5].

Існують різні способи захисту протеїнів від рубцевої деградації, кожен з яких є ефективним, однак не позбавлений недоліків, у першу чергу, пов'язаних із складністю технологічних прийомів, великим дозуванням препаратів, токсичністю багатьох із них, високими затратами при їх виробництві [11]. Враховуючи це, а також реалії сьогодення

стану тваринницької галузі, коли концентровані корми для корів, в основному, виготовляються безпосередньо в господарствах, предметом наших досліджень послужило застосування ріпакової дерті, яку отримують шляхом грубого розмелення цільного насіння ріпаку. Відповідно, у ріпакову дерть переходять усі компоненти насіння, при цьому розмір отриманих частинок є більшим, ніж у борошні, що позитивно впливає на стійкість до окиснення.

Мета нашої роботи — дослідити вплив заміни частини протеїну раціону (10 %) дертю з насіння ріпаку на інтенсивність ферментативних процесів у рубці, на вміст азотових компонентів в молоці та амінокислотний склад молочних протеїнів, а також на ефективність використання азоту корму.

Матеріали і методи. Дослід проведено методом груп-періодів у дослідному господарстві Інституту біології тварин УААН «Чишки» на двох групах корів, по 3 голови в групі, аналогах за віком, продуктивністю та датою отелення. У підготовчому періоді тривалістю 30 днів усі тварини утримувались на однаковому, збалансованому згідно з нормами, раціоні, який складався з сіна лугового (8 кг), кормового буряка (20,0 кг), ячмінно-пшеничної й 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 152Ю5 МД, концентрація енергії — 10,05 МДж/кг СР. У дослідному періоді (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. Раціони були ізоазотними. У заключному періоді, який тривав 25 днів, усі тварини утримувались на однаковому, без ріпакової дерті, раціоні.

Хімічний склад кормів визначали за загальноприйнятими методиками [12], амінокислотний склад протеїну кормів визначали на аналізаторі Т-339. У ріпаковій дерті, крім того, визначали жирнокислотний склад ліпідів (газорідинною хроматографією) і вміст глюकोзинолатів (реакцією ферментативного звільнення глюकोзи) [13].

У кожному періоді відбирали зразки крові і молока для біохімічних досліджень. У зразках крові визначали концентрацію білка (рефрактометрично) і сечовини (набором «Біоластест»). У зразках молока визначали вміст жиру (за Гербером), концентрацію загального та залишкового азоту (за К'ельдалем), вміст сечовини (набором «Біоластест»), амінокислотний склад білків на аналізаторі Т-339.

У підготовчому і дослідному періодах за допомогою носоглоткового зонда від корів брали 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).

Наприкінці дослідного періоду провели балансовий дослід і визначили ступінь засвоєння поживних речовин корму. Систематично проводили контрольні доїння.

Результати та обговорення. Дерть з насіння ріпаку сорту «Гисменицький», яку ми використовували в досліді, містила 3,34 % ерукової кислоти і 0,13 % загальних глюकोзинолатів, тобто цей ріпак відноситься до канолових сортів.

Ріпакова дерть характеризується більшим вмістом сирого протеїну (183,6 г/кг), порівнюючи із ячмінно-пшеничною (108,0 г/кг), однак меншим, ніж екструдована бобова (261,0 г/кг). Ріпакова дерть відрізняється також більшим співвідношенням між легко- і важкорозщеплюваними фракціями протеїну. Як було зазначено вище, ступінь деградації протеїнової добавки, великою мірою, залежить від розмірів частинок, а також від асоціативних впливів інших компонентів раціону. В лабораторії фізіології лактації Інституту біології тварин на фістульних бичках був проведений порівняльний аналіз ступеня розщеплення ріпакової дерті і ріпакового борошна в нейлонових мішечках *in situ* на фоні сухого корму і *in vitro* на фоні зеленого корму. Згідно з отриманими результатами, ріпакова

дерть відзначається меншим ступенем рубцевої деградації в усіх випадках. Результати цих досліджень послужили нам аргументом у виборі вигляду ріпакової добавки. При заміні ріпаковою дертю частини ячмінно-пшеничної й екструдованої бобової дерті, частка протеїну, що піддається розщепленню в рубці, зросла із 6,7 % у контрольному раціоні до 7 % у дослідному (від сухої речовини корму).

Включення до раціонів корів ріпакової дерті із дещо вищим вмістом легкорозщеплюваної фракції у складі протеїну, не здійснило істотного впливу на вміст азотових сполук у вмістимому рубця корів, про що свідчать дані, приведені у таблиці 1. Важливо відзначити, що вміст аміаку в рубцевій рідині у дослідних тварин під час дослідного періоду, як можна було очікувати, не підвищився, а навпаки, був меншим порівняно з контролем на 29,5 % ($p < 0,01$), що вказує на відсутність інтенсифікації розщеплення протеїну в рубці. Натомість, концентрація білкового азоту у вмістимому рубця корів дослідної групи була вищою ($p < 0,05$), порівнюючи з тваринами контрольної групи, що може бути свідченням кращого використання аміаку в синтетичних процесах. Це підтверджується даними, отриманими Ван Горном і співавторами в досліді, в якому кількість протеїну в раціоні була співмірна з такою в нашому досліді, що свідчать про вищий рівень синтезу протеїну мікробною популяцією рубця при збільшенні у складі протеїну важкорозщеплюваної фракції [14]. Слід зазначити, що аналіз результатів 15 дослідів, у яких розчинне соєве борошно заміняли на важкорозщеплювані протеїнові добавки, показав, що у 22 із 29 порівнянь встановлено зниження синтезу мікробного протеїну в рубці [14]. Такий вплив супроводжується також відсутністю покращення молочної продуктивності у дослідних корів, що пояснюється неадекватною кількістю азоту для рубцевих бактерій і зміною співвідношення амінокислот, абсорбованих у тонкому кишечнику. Варто зазначити, що сьогодні багато дослідників вважає заниженим співвідношення легко- та важкорозщеплюваного в рубці протеїну в існуючих нормах, особливо, для високопродуктивних корів [16].

Відомо, що на інтенсивність синтезу мікробного протеїну в рубці нашаровується багато факторів, а вміст ліпідів у раціонах, зокрема ступінь насичення жирних кислот, що входять до них, є одним із найвпливовіших. Є багато повідомлень, які свідчать про несприятливий вплив підвищених кількостей жиру в раціонах корів на мікробну ферментацію і продукцію мікробного протеїну, що, в свою чергу, знижує рівень протеїну для утилізації організмом [17–19]. Однак у нашій роботі, судячи із вмісту білкового азоту в рубцевому вмістимому, такого ефекту не спостерігалось. Ми пояснюємо це тим, що незважаючи на високий вміст жиру в складі ріпакової дерті, його кількість у раціоні дослідних тварин не перевершила рекомендовані дози (до 6 %) [20]. Наші дані підтверджуються результатами досліджень Гусейна і співавторів, у яких встановлено, що згодовування коровам подрібненого насіння ріпаку в кількості 5 % від сухої речовини раціону, не змінює інтенсивності і характеру рубцевого метаболізму [21].

Таблиця 1

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

Групи тварин	Загальний азот, мг %	Білковий азот, мг %	Небілковий азот, мг %	Аміак, мг %
<i>Підготовчий період</i>				
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
<i>Дослідний період</i>				
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**

За вмістом загального білка в крові піддослідних корів не встановлено істотних міжгрупових відмінностей (табл. 2), однак слід зазначити, що в крові корів, яким згодовували ріпакову дерть, зареєстровано на 43 % меншу концентрації сечовини, порівнюючи з контролем ($p < 0,05$). Наші дані не узгоджуються із результатами, отриманими Джонсоном і співавторами [22], які повідомляють, що при включенні у раціони 4,0 і 5,6 % (від сухої речовини раціонів) насіння ріпаку і бавовни підвищується концентрація перетравного протеїну і зростає вміст сечовини в крові. Однак, у нашому досліді раціони були ізоазотними, а зниження вмісту сечовини в крові свідчить про раціональне використання протеїну корму дослідними тваринами і підтверджується результатами згаданих досліджень, в яких частина протеїну була замінена насінням ріпаку [21].

Таблиця 2

Вміст загального білка і сечовини в крові піддослідних корів ($M \pm m$, $n=3$)

Групи корів	Білок, г %	Сечовина, мг %
<i>Підготовчий період</i>		
Контрольна	6,62 ± 0,14	10,10 ± 1,2
Дослідна	7,09 ± 0,10	10,19 ± 1,01
<i>Дослідний період</i>		
Контрольна	6,80 ± 0,14	12,07 ± 0,85
Дослідна	7,09 ± 0,17	8,43 ± 0,84*
<i>Заключний період</i>		
Контрольна	6,70 ± 0,16	10,21 ± 0,72
Дослідна	6,98 ± 0,15	9,09 ± 0,55

Вміст загального і білкового азоту в молоці корів, що отримували ріпакову дерть, був на 20,5 % і 21,9 %, відповідно, вищий, ніж у молоці контрольних тварин, однак різниці статистично невірні (табл. 3). Наші дані узгоджуються з результатами дослідів, у яких вивчали вплив трьох протеїнових добавок — борошна з насіння сої, бавовни і канолі, і за результатами яких встановлено найбільшу продукцію молочних білків при згодовуванні канолового борошна [23]. В літературі є суперечливі дані щодо вмісту і продукції молочних протеїнів на фоні згодовування насіння олійних рослин — про зниження їх вмісту [21] і про відсутність змін [24]. Причини, які викликають зниження вмісту протеїну в молоці при згодовуванні жирових добавок остаточно не з'ясовані. Механізми, відповідальні за зниження інтенсивності синтезу білків клітинами інших тканин, наприклад, печінки чи легень, на фоні зростання надходження жирних кислот, не можуть бути застосованими до клітин молочної залози [25]. Зниження вмісту білка в молоці при збільшеному поступленні жирних кислот дослідники пояснюють нашаруванням факторів, які спричиняють менше поглинання амінокислот тканинами молочної залози, що пов'язано із низкою факторів, зокрема, зміною концентрації соматотропного гормону в крові [25, 26]. Відсутність негативного впливу згодовування ріпакової дерті в нашому досліді на вміст білка в молоці ми пояснюємо кількістю додаткових ліпідів, яка не перевищує рекомендовані дози, про що згадувалось вище. В той же час, зростання енергетичної цінності раціонів здійснило, навпаки, позитивний вплив на вміст білків у молоці, що можна пояснити більшим використанням амінокислот в синтетичних процесах, а не в процесах глюконеогенезу [27]. Із факторів годівлі, кількість і концентрація обмінної енергії є факторами, які найтісніше пов'язані з вмістом молочних білків і їх продукцією — такий висновок зроблено на підставі результатів 53 годівельних дослідів [28].

Щодо вмісту сечовини (ці величини в крові і молоці є взаємопов'язаними [29]), то в молоці дослідних корів під час дослідного періоду він є меншим, ніж у контролі, різниця становить 1,2 мг % ($p < 0,05$).

Згодовування коровам ріпакової дерті позитивно вплинуло на їх молочну продуктивність, середньодобові надої в перерахунку на молоко базової (3,4 %) жирності були на 13,2 % більшими, ніж у корів контрольної групи. Корови, які отримували ріпакову дерть, відзначались також вищою продукцією молочного жиру (на 12,9 %), порівнюючи з контрольними. Де Петерс і Кант, проаналізувавши результати багатьох дослідів, пояснюють вплив згодовування жирових добавок на зростання молочної продуктивності вищою ефективністю синтезу молочних ліпідів і стимулюванням синтезу лактози, кількість якої, як основної осмотичної сполуки молока, відповідно, визначає величину надоїв [25].

Таблиця 3

Вміст азотових сполук у молоці піддослідних корів ($M \pm m$, $n=3$)

Групи тварин	Загальний азот, мг %	Залишковий азот, мг %	Білковий азот, мг %	Сечовина, мг %
<i>Підготовчий період</i>				
Контрольна	441,7 ± 42,5	29,0 ± 0,76	412,7 ± 42,4	10,1 ± 1,20
Дослідна	468,7 ± 10,4	34,6 ± 1,67	434,1 ± 11,8	10,2 ± 1,0
<i>Дослідний період</i>				
Контрольна	396,0 ± 41,2	32,5 ± 1,85	363,5 ± 40,1	12,1 ± 0,9
Дослідна	477,4 ± 32,2	34,3 ± 3,17	443,1 ± 30,9	8,5 ± 0,7*
<i>Заклучний період</i>				
Контрольна	445,7 ± 26,6	32,0 ± 1,03	413,8 ± 25,9	10,3 ± 0,7
Дослідна	461,5 ± 29,7	34,2 ± 1,12	426,3 ± 28,8	9,1 ± 0,5

Відомо, що для жуйних тварин вміст амінокислот в кормі має досить слабкий взаємозв'язок з їхньою доступністю, крім того, всі незамінні амінокислоти можуть синтезуватись рубцевими мікроорганізмами [5]. Однак, для високопродуктивних корів лімітуючими амінокислотами є сірковмісні та лізин, оскільки бактеріальний протеїн недостатньо забезпечує потребу в них для синтезу молочних протеїнів [30–32]. Тому, оптимізація амінокислотного складу кормового протеїну в раціонах корів є одним із шляхів збільшення інтенсивності синтезу молочних протеїнів. Нами було проаналізовано амінокислотний склад кормів, результати аналізів свідчать, що білки ріпакового насіння мають добре збалансований амінокислотний склад, сума незамінних амінокислот є вищою (45,2 %), ніж у бобовій (44,3 %) і пшенично-ячмінній дерті (43,6 %). У ріпаковій дерті вищий вміст метіоніну (1,36 %), ніж у бобовій (1,01 %) і пшенично-ячмінній (1,06 %), а вміст лізину (4,23 %) вищий, ніж у пшенично-ячмінній (3,73 %), але нижчий, ніж у бобовій (4,23 %).

Результати аналізу вмісту амінокислот у білках молока (табл. 4) показують, що вміст лізину майже не зазнав змін, натомість вміст метіоніну вищий у складі білків молока корів дослідної групи під час дослідного періоду порівняно з контролем. Оскільки, лімітуючими амінокислотами для харчування людини в коров'ячому молоці є сірковмісні, амінокислотний скор яких складає 94 % [33], то підвищення вмісту метіоніну в складі молочних протеїнів здійснює позитивний вплив на підвищення біологічної цінності молока. За загальною сумою незамінних амінокислот під час дослідного періоду істотних відмінностей між групами не встановлено.

Таблиця 4

Амінокислотний склад білків молока піддослідних корів, % ($M \pm m$, $n=3$)

Амінокислоти	Періоди дослідю			
	Підготовчий		Дослідний	
	Групи тварин		Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна	Контрольна	Дослідна
Аспарагінова к-та	9,05	8,83	8,77	9,23
Треонін	4,83	4,86	4,79	4,73
Серин	5,59	5,54	5,77	5,30
Глутамінова к-та	23,99	23,75	22,37	23,72
Пролін	1,53	1,96	2,06	1,99
Гліцин	1,73	1,82	1,88	1,89
Аланін	3,15	3,19	3,36	3,36
Валін	6,0	6,18	5,73	6,11
Метіонін	2,39	2,40	2,33	2,79*
Ізолейцин	4,68	4,71	4,79	4,45
Лейцин	9,46	9,08	9,44	9,42
Тирозин	4,93	4,96	5,23	4,73
Фенілаланін	4,68	4,86	5,10	4,59
Гістидин	4,63	4,56	4,79	4,50
Лізин	10,32	10,01	9,98	9,90
Аргінін	3,0	3,24	3,62	3,27
Сума незамінних	49,99	49,90	50,57	49,76

Аналізуючи результати оцінки використання азоту організмом піддослідних тварин, отриманих в балансових дослідях (табл. 5), слід підкреслити чітку тенденцію до меншої кількості азоту, виділеного з калом та сечею, натомість, більшу кількість азоту, виділеного з молоком ($p < 0,05$) у корів, які отримували ріпакову дерть порівняно з контролем.

Таблиця 5

Баланс азоту в організмі піддослідних корів ($M \pm m$, $n=3$)

Показники	Групи корів			
	Контрольна		Дослідна	
	Азот, г	%	Азот, г	%
Спожито з кормом, г/добу	235,3	100	240,2	100
Виділено з калом, г/добу	35,3	15,0	32,1	13,4
Виділено з сечею, г/добу	41,4	17,6	38,9	13,4
Виділено з молоком, г/добу	51,0	21,6	53,4*	22,2
Перетравлено, г/добу	200,0	85	208,1	87
Засвоєно, г/добу	160,0	68	170,5	71
Ретенція азоту, %		45,7		48,2
Баланс, г/добу	+107,6		+115,8	

Це може бути свідченням кращої ефективності використання дослідними тваринами азоту корму, що підтверджується також більшим ступенем засвоєння ними азоту. Літературні дані вказують, що рівень екскреції азоту з сечею і калом залежить від рівня розщеплення протеїну кормув рубці: вищий рівень рубцево нерозщеплюваного протеїну пов'язаний із зниженням екскреції азоту з сечею [23, 34]. Згідно із літературними даними, збільшення в раціоні важкорозщеплюваного протеїну здійснює зсування кількості екскретованого азоту від сечі до калу [35]. У дослідженнях Бріто і Бродеріка [23], присвячених вивченню впливу різних джерел протеїну на утилізацію поживних речовин корму, встановлено, що в організмі тварин, яким згодовували соєве і канолове борошно, ефективність використання азоту є вищою, однак у них зростає екскреція азоту з сечею,

порівнюючи із тваринами, які отримували бавовняне борошно. Попередні дослідження цих авторів показали, що згодовування більших кількостей нерозщеплюваного в рубці протеїну, як частки сухої речовини раціону, стійко пов'язане із зниженням екскреції азоту з сечею, а одночасно із зниженням продуктивності [35]. У наших дослідах вміст протеїну, що не розщеплюється в рубці, в раціонах корів дослідної та контрольної груп мало відрізнявся (0,3 %), а, отже, виявлену тенденцію важко пов'язати саме з цим фактором, очевидно, вона є наслідком азотзберігаючого впливу додаткової кількості ліпідів у раціоні дослідних корів. Це підтверджується також вищим ступенем ретенції азоту в корів дослідної групи — 48,2 % проти 45,7 % у контрольних.

ВИСНОВКИ

У корів, яким 10 % протеїну раціону було замінено дертю з насіння ріпаку сорту «Тисменицький», у кількості 1,1 кг, істотно не змінюється інтенсивність розщеплення протеїну в рубці, однак у рубцевому вмістимому в них менший вміст аміаку та дещо більший вміст загального і білкового азоту, порівнюючи з контролем. При цьому встановлено дещо вищий вміст білків та менший вміст сечовини в молоці корів, які отримували ріпакову дерть. При заміні частини протеїну раціону ріпаковою дертю у складі молочних білків збільшується вміст метіоніну. Включення ріпакової дерті до раціонів корів здійснює позитивний вплив на засвоєння азоту, що проявляється у тенденції до зменшення екскреції азоту з сечею та калом та вищої кількості азоту, виділеного з молоком.

EFFECTIVENES OF THE NITROGEN UTILIZATION UNDER THE ADDITION OF CANOLA MEAL INTO COWS RATION

O. J. Tsisaryk, G. V. Dronyk, J. J. Korinets

S U M M A R Y

Replacement of 10 % protein with canola meal in cows rations increased dietary lipid from 2,3 % to 4,5 % on a dry matter. It didn't have significant effect on the rumen protein degradation, but decreased rumen ammonia and increased total rumen and protein nitrogen. Feeding canola meal increased milk protein level and methionine concentration. Canola meal addition had positive effect on the nitrogen utilization of dairy cows.

Л І Т Е Р А Т У Р А

1. *Piepenbrink M.S., Shingoethe D. J.* Ruminant degradation, amino acid composition, and estimated intestinal digestibilities of four protein supplements // *J. Dairy Sci.* — 1998. — 81. — P. 454–461.
2. 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. et al* // *J. Dairy Sci.* — 2001. — 84. — P. 1375–1381.
3. Heat- and lignosulfate-treated canola meal as a source of ruminant undegradable protein for lactating dairy cows / *Wright C. F., von Keyserlingk M. A. G., Swift M. L. et al* // *J. Dairy Sci.* — 2005. — 88. — P. 239–243.
4. *Brito A. F., Broderick G. A.* Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows // *J. Dairy Sci.* — 2007. — 90. — P. 1816–1827.
5. *Ерсков Э. Р.* Протеиновое питание жвачных животных. — М.: Агропромиздат, 1985. — 184 с.

6. *Chandler P.* Amino acid nutrition of dairy cows advances but still has ways to go // *Feedstuffs*. — 1995. — 67. — P. 11–14.
7. Use of different dietary protein sources for lactating goats: milk production and composition as function of protein degradability and amino acid composition / *Sanz Sampelayo M. R., Perez M. L., Gil Extremera F. Et all* // *J. Dairy Sci.* — 1999. — 82. — P. 555–565.
8. *Appelqvist L. A.* Chemical constituents of rapeseed / In *Rapeseed. Cultivation, Composition, Processing and Utilisation*. *Appelqvist L. A. and Ohlson R. ed.* — Amsterdam: Elsevier Publ. Co., 1972. — P. 123–173.
9. *Kendal E. M., Ingalls J. M., Boila R. J.* Variability in the rumen degradability and postruminal digestion of dry matter, nitrogen and amino acids of canola meal // *Can. J. Anim. Sci.* — 1991. — 71. — P. 739–754.
10. Use of lignosulfonate to decrease the rumen degradability of canola meal protein / *McAlister T. A., Cheng K.-J., Beauchemin K. A. Et all* // *Can. J. Anim. Sci.* — 1993. — 73. — P. 211–215.
11. Повышение эффективности высококонцентрированных белковых кормов путем применения защищающих агентов, снижающих распадаемость протеина в рубце / *Грудина Н. В., Луховицкий В. И., Алексахин Р. М. и др.* // Доклады Рос. Акад. сельхоз. наук. — 2005. — № 2. — С. 33–35.
12. Методики досліджень з фізіології і біохімії сільськогосподарських тварин. — Львів, 1998. — 132 с.
13. *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.
14. Complete rations for dairy cattle. VIII. Effect of percent and source of protein on milk yield and ration digestibility. / *Van Horn H. H., Zometa C. A., Wilcox C. J. et all* // *J. Dairy Sci.* — 1979. — 62. — P. 1086–1093.
15. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review / *Santos F. A. P., Santos J. E. P., Theurer C. B. et all* // *J. Dairy Sci.* — 1998. — 81. — P. 3182–3213.
16. Milk production of dairy cows fed concentrations of rumen-degraded protein / *Kalsheur K. F., Baldwin R. L., Glenn B. P. et all* // *J. Dairy Sci.* — 2006. — 89. — P. 249–259.
17. *Jenkins T. S.* Lipid metabolism in the rumen. — *J. Dairy Sci.* — 1993. — 76. — P. 3851–3863.
18. *Wu Z., Palmquist D. L.* Synthesis and biohydrogenation of fatty acids by ruminal microorganisms in vitro // *J. Dairy Sci.* — 1991. — 74. — P. 3035–3046.
19. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows / *Pantoya J., Firkins J. L., Eastridge M. L. et all* // *J. Dairy Sci.* — 1994. — 77. — P. 2341–2356.
20. *Kennely J. J.* The fatty acid composition of milk as influenced by feeding oilseeds // *Anim. Feed Sci. Technol.* — 1996. — 60. — P. 137–152.
21. *Hussein H. S., Merchen N. R., Fahey G. C., Jr.* Effects of forage percentage and canola seed on ruminal protein metabolism and duodenal flows of amino acids in steers // *J. Dairy Sci.* — 1996. — 79. — P. 98–104.
22. 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.
23. *Brito A. F., Broderick G. A.* Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows // *J. Dairy Sci.* — 2007. — 90. — P. 1816–1827.

24. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid / Dhiman T. R., Satter L. D., Pariza M. W. et al // *J. Dairy Sci.* — 2000. — 83. — P. 1026–1027
25. *DePeters E. J., Cant J. P.* Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review // *J Dairy Sci.* — 1992. — 75. — P. 2043–2070.
26. *Wu Z., Huber J. T.* Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: a review. — *Livest. Prod. Sci.* — 1994. — 39. — 141–155.
27. Role of insulin in the regulation of mammary synthesis of fat and protein / McGuire M. A., Griinari J. M., Dwyer D. A. et al // *J. Dairy Sci.* — 1995. — 78. — P. 816–824.
28. *Spondly E.* Effects of diet on milk composition and yield of dietary cows with special emphasis on milk protein content // *Swed. J. Agric. Res.* — 1989. — 19. — P. 99.
29. *Gustafsson A. H., Palmquist D. L.* Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea and milk urea in dairy cows at high and low yields // *J. Dairy Sci.* — 1993. — 76. — P. 475–484.
30. *Янович В. Г., Сологуб Л. І.*, Біологічні основи трансформації поживних речовин у жуйних тварин.—Львів: «Тріада плюс», 2000. — 384 с.
31. Influence of dietary protein sources on the amino acid profiles available for digestion and metabolism in lactating cows / King K. J., Huber J. T., Sadik M. et al // *J. dairy Sci.* — 1990. — 73. — P. 3208–3216.
32. Mesbah M.M.A. Amino acid limitation and flow to duodenum at four stage of lactation. 1. Sequence of lysine and methionine limitation / Schwab C. G., Bozak C. K., Whitehouse N. L. et al // *J. Dairy Sci.* — 1992. — 75. — P. 3486–3502.
33. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, органических кислот и углеводов / Под ред. Скурихина И. М. и Волгарева М. Н. — М.: Агропромиздат, 1987. — 360 с.
34. *Brito A. F., Broderick G. A.* Effect of varying dietary ratios of alfalfa silage to corn silage on omasal flow and microbial protein synthesis in dairy cows // *J. Dairy Sci.* — 2006. — 89. — P. 3939–3953.
35. The effect of protein supplementation on nitrogen utilization on lactating dairy cows fed grass silage diets / Castillo A. R., Kebreab E., Beaver D. E. et al // *J. Anim. Sci.*—2001.—79.—P. 247–253.