

ВПЛИВ БАЙПАС-ПРОДУКТУ НА ПРОЦЕСИ ТРАВЛЕННЯ У ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Т. О. Єлецька, М. В. Василевський, Л. Є. Берестова, Г. В. Міненко, М. С. Абдулаєва
it_phys@ukr.net

Інститут тваринництва НААН,
вул. 7-ої Гвардійської Армії, 3, смт Кулиничі, Харківський р-н, Харківська обл.,
62404, Україна, it_secr@ukr.net

«Транзитний» кормовий протеїн, що уникає розпаду в рубці, є важливим фактором більш раціонального використання протеїну корму великою рогатою худобою. Такий протеїн назвали «байпас-протеїном», щоб відрізнити його від загального доступного кормового перетравного протеїну та від протеїну, який ферментується у рубці молочної худоби.

У дослідженні на теличках червоно-рябої породи зі встановленими фістулами на рубці та дванадцятипалій кишці визначено забезпеченість енергією, перетравність, доступність та засвоюваність окремих поживних речовин раціону в рубці, тонкому кишечнику та впродовж всього шлунково-кишкового тракту на стандартному раціоні та кормі з включенням байпас-продукту.

Встановлено, що включення байпас-продукту до стандартного комбікорму в раціоні для молочної худоби підвищує як загальну поживність раціону, так і засвоюваність поживних речовин з нього організмом тварини. Забезпечення тварин енергією при споживанні раціону з байпас-продуктом вірогідно збільшується на 8,6 % за рахунок покращення умов для перетравлення сирової клітковини та безазотових екстрактивних речовин в рубці дослідних тварин. При внесенні байпас-продукту до раціону тварини доступність сирового протеїну для перетравлення в тонкому кишечнику вірогідно збільшується на 9,1 %. Згодовування кормів раціону з байпас-продуктом підвищує видиму перетравність по цілому шлунково-кишковому тракту практично всіх поживних речовин, сирового жиру та сирового протеїну — вірогідно на 14,5 % і 16,95 % відповідно.

Ключові слова: ПЕРЕТРАВНІСТЬ, ПОЖИВНІ РЕЧОВИНИ, ДОСТУПНА ДЛЯ ОБМІНУ ЕНЕРГІЯ, БАЙПАС-ПРОДУКТ, ДОСТУПНІСТЬ

THE EFFECT OF THE BYPASS PRODUCT ON DIGESTION PROCESSES IN CATTLE

T. A. Yeletska, N. V. Vasylevsky, L. E. Berestova, G. V. Minenko, M. S. Abdulaeva
it_phys@ukr.net

Institute of Animal Science of the National Academy of Agricultural Science,
3 Syomoyi Gvardiyskoyi Armiyi str., Kulynychi, Kharkiv District, Kharkiv Region, 62404,
Ukraine, it_secr@ukr.net

Transit dietary protein that has avoided rumen degradation is an important factor of the most efficient use of dietary protein by cattle. Such protein is referred to as 'bypass protein' so that it could be distinguished from general available dietary digestible protein and from one that is fermented in the rumen of dairy cattle.

In the research on Red-and-White heifers with rumen and duodenal fistulas implanted, provision of the animals with energy, digestibility, availability and assimilation rate of separate dietary substances in the rumen, small intestine and throughout the entire gastrointestinal tract with a conventional diet and a diet including bypass product were determined.

It was established that including bypass product in the conventional mixed feed for dairy cattle diet has increased both overall nutritional value and assimilation rate of nutrients by animal bodies. Provision of animals with energy, when bypass product diet was used, significantly increased by 8.6 % due to improved digestibility of crude fibre and nitrogen-free extractive substances in the experimental cattle rumen. When the bypass product was included into the dairy cattle diet, availability of raw protein for digestion in the small intestine increased significantly by 9.1 %. Feeding the bypass product diet increased apparent digestibility of practically all nutrients, raw fat and raw protein significantly by 14.5 % and 16.95 %, respectively, throughout the gastro-intestinal tract.

Keywords: DIGESTIBILITY, NUTRIENTS, METABOLIZABLE ENERGY, BYPASS PRODUCT, AVAILABILITY

ВЛИЯНИЕ БАЙПАС-ПРОДУКТА НА ПРОЦЕССЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Т. А. Елецкая, Н. В. Василевский, Л. Е. Берестовая, Г. М. Миненко, М. С. Абдулаева
it_phys@ukr.net

Институт животноводства НААН,
ул. 7-й Гвардейской Армии, 3, п/о Кулинич, Харьковский р-н, Харьковская обл.,
62404, Украина, it_secr@ukr.net

«Транзитный» кормовой протеин, избегающий распада в рубце, является важным фактором наиболее рационального использования протеина корма крупным рогатым скотом. Такой протеин назвали «байпас-протеином» для того, чтобы отличать его от общего доступного кормового переваримого протеина и от протеина, который ферментируется в рубце молочного скота.

В исследовании на телочках красно-пестрой породы с установленными фистулами на рубце и двенадцатиперстной кишке животных определены обеспеченность энергией, переваримость, доступность и усвояемость отдельных питательных веществ рациона в рубце, тонком кишечнике и по всему желудочно-кишечному тракту на стандартном рационе и корме с включением байпас-продукта.

Установлено, что включение байпас-продукта в стандартный комбикорм в рационе для молочного скота повышает как общую питательность рациона, так и усвояемость питательных веществ из него организмом животного. Обеспечение животных энергией при потреблении рациона с байпас-продуктом достоверно увеличивается на 8,6 % за счет улучшения условий для переваривания сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ в рубце опытных животных. При внесении байпас-продукта в рацион молочного скота доступность сырого протеина для переваривания в тонком кишечнике достоверно увеличивается на 9,1 %. Скармливание рациона с байпас-продуктом повышает видимую переваримость по всему желудочно-кишечному тракту практически всех питательных веществ, сырого жира и сырого протеина — достоверно на 14,5 % и 16,95 % соответственно.

Ключевые слова: ПЕРЕВАРИМОСТЬ, ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ДОСТУПНАЯ ДЛЯ ОБМЕНА ЭНЕРГИЯ, БАЙПАС-ПРОДУКТ, ДОСТУПНОСТЬ

Актуальною проблемою розвитку тваринництва є підвищення ефективності використання поживних речовин в організмі сільськогосподарських тварин на продуктивні цілі. Фізіологія живлення молочної худоби базується на положенні, що потреби тварин в протеїні задовольняються за рахунок амінокислот мікробіального білку і кормового протеїну, що не розщепився в рубці [1–4]. Протеїн є одним із найважливіших лімітуючих факторів у системах інтенсивного виробництва молока через дефіцит кормового білка й нерациональне його використання в організмі тварин [5–11]. Ступінь розщеплення протеїну в рубці розглядається як головний критерій оцінки якості кормового білка, який визначає загальну перетравність поживних речовин і ефективність використання Нітрогену корму тваринами [12–15]. Тому дослідження остан-

ніх років в області фізіології протеїнового живлення жуйних спрямовані на пошук нових методів, які дозволили б ефективніше використовувати протеїн корму організмом. У такій ситуації зростає роль «транзитного» кормового протеїну, що уникає розпаду в рубці, як джерела доступного для обміну білка, який повинен містити більшу частину незамінних амінокислот та мати високу перетравність [16–18]. Такий протеїн назвали «байпас-протеїном» для того, щоб відрізнити його від протеїну, який ферментується у рубці, і від загального доступного кормового перетравного протеїну [19–20].

Істотним резервом підвищення протеїнової поживності раціонів є збільшення вмісту в них сої. За потенційними запасами поживних і біологічно активних речовин соя після підготовки до згодовування є відмінним кормом

і складовою частиною комбікормів та замінників цільного молока, які використовують для продуктивного стада і в годівлі телят молочного періоду.

Метою досліджень було вивчення впливу на процеси травлення байпас-продукту у порівнянні зі стандартним комбікормом для корів (КК 60).

Матеріали і методи

Дослідження перетравлення окремих поживних речовин раціону в різних відділах шлунково-кишкового тракту теличок проведено на тваринах червоно-рябої породи. Дослідним тваринам були встановлені фістули на рубець і дванадцятипалу кишку [21]. Раціон складали на основі таких розрахунків: потреби на підтримку телиці 450 кг плюс планований приріст 0,75 кг — 84,14 МДж, 753,13 г СП (сирий протеїн). У дослідному раціоні 50 % (1 кг) комбікорму змінювали на байпас-продукт, одержаний за технологією хіміко-гідротермічної обробки бобів повножирової сої. У кілограмі сухої речовини байпас-продукту міститься 122,1 г жиру, 262,4 г протеїну, 46,8 г клітковини, 543,2 г безазотистих екстрактивних речовин. Склад раціонів представлено нижче (табл. 1).

На контрольному та дослідному раціонах проведено балансові досліді. Також у тварин вимірювали потік хімусу через Т-подібну канюлю протягом доби. Вимірювання кіль-

кості хімусу і повернення його в кишечник проводили у міру його надходження порціями 200 мл до 400 мл. Відбір проб проводили через кожну годину. Із порції хімусу, яка надійшла останньою за залікову годину у кількості від 1 % до 3 %, відбирали зразок для аналізу на вміст поживних речовин. Усі погодинні зразки об'єднували у середньодобову пробу та зберігали у холодильній камері в замороженому стані. У середній добовій пробі кількісно визначали вміст поживних речовин, що надійшли до тонкого кишечника. Для оцінки концентрації окремих поживних речовин у рубці через фістулу рубця протягом доби відбирали проби рубцевого вмісту (400–500 г) через кожні дві години, висушували та об'єднували у середньодобову пробу, в якій кількісно визначали вміст поживних речовин.

Обчислювання та опрацювання результатів. Перетравність кожної поживної речовини (%) обчислювали згідно з формулою (1):

$$a = (A - B) / A \times 100 \%, (1)$$

де A — кількість поживної речовини, спожитої з кормом за добу;

B — кількість поживної речовини, виділеної з калом.

Доступність поживних речовин у тонкому кишечнику (%) обчислювали, використовуючи формулу (2):

$$b = C / A \times 100 \%, (2)$$

де C — кількість поживної речовини, яка надійшла за добу до тонкого кишечника;

A — кількість поживної речовини, спожитої з кормом за добу.

Вміст доступної для обміну енергії розраховували за перетравними поживними речовинами, використовуючи формулу (3):

$$c = \Delta СП \cdot 0,0152 + \Delta СЖ \cdot 0,03419 + \Delta СК \cdot 0,0128 + \Delta БЕР \cdot 0,0159, (3)$$

де Δ — різниця між кількістю спожитої (A) і кількістю виділеної з калом (B) поживної речовини [22].

Отримані результати статистично опрацьовували за допомогою загальноприйнятих методів у середовищі *Microsoft Excel*.

Таблиця 1

Склад дослідних раціонів, кг Composition of experimental diets, kg

Корми Foods	Досліди Experiments	
	1 (Контроль) 1 (Control)	2 (Байпас) 2 (Bypass)
Силос кукурудзяний Silage corn	16	16
Сіно вівсяне Oat hay	2	2
Комбікорм Combined feed	2	1
Байпас Bypass	—	1

Результати й обговорення

Після проведення балансових дослідів і визначення видимої перетравності поживних речовин було розраховано вміст у раціоні ДОЕ (доступна для обміну енергія), концентрації ДОЕ, рівня годівлі, % сирого протеїну та співвідношення СП/ДОЕ. Характеристика дослідних раціонів представлена в *таблиці 2*. У всіх

дослідах споживання сухої (СР) та органічної речовини (ОР), сирій клітковини (СК) та безазотових екстрактивних речовин (БЕР) було близьким. Істотні відмінності в другому досліді спостерігалися за сирим жиром (СЖ) і сирим протеїном (СП) — на 47,0 % та на 22,1 % відповідно. Зазначені розбіжності у вмісті поживних речовин призвели до підвищення вмісту ДОЕ, концентрації ДОЕ і рівня годівлі.

Таблиця 2

Характеристика дослідних раціонів Characteristics of experimental diets

Показники Parameters	Досліди Experiments	
	1 (Контроль) 1 (Control)	2 (Байпас) 2 (Bypass)
СР, г / DM, g	7685,0	7710,8
ОР, г / OM, g	7298,4	7325,4
СЖ, г / EE, g	189,6	278,8**
СП, г / CP, g	592,6	723,8**
СК, г / CF, g	1690,2	1691,0
БЕР, г / NFC, g	4821,2	4628,0
Концентрація СП / Concentration of CP, %	7,71	9,39**
ДОЕ, МДж / ME, MJ	77,80±5,40	86,4*±3,50
Концентрація ДОЕ, МДж/кг СР ME concentration, MJ/kg DM	10,1±0,70	11,2±0,453
Рівень годівлі, МДж/ОМ (обмінна маса) Level feeding, MJ/M ^{0.75}	0,80±0,06	0,88±0,03
СП/ДОЕ / SP/ME	7,71±0,38	8,41±0,21

Примітка: тут і далі * — вірогідність різниці між показниками в досліді на рівні $P<0,05$, ** — вірогідність різниці між показниками в досліді на рівні $P<0,01$.

Зміни в споживанні жиру та протеїну з раціоном по-різному відобразилися на їх концентрації у вмісті рубця (*табл. 3*). Концентрація жиру вірогідно збільшувалася на дослідному раціоні на 0,64 % порівняно з контролем, вміст протеїну не змінювався; для рубцевої концентрації безазотових екстрактивних речовин виявлено зниження на 2,47 % на байпасному раціоні на рівні тенденції. Таким чином, підвищення вмісту сирого жиру і сирій клітковини в сухій речовині вмісту рубця супроводжувалось деяким зниженням частки безазотових екстрактивних речовин. Вміст органічної речовини становив 90 % на обох раціонах, що пояснюється балансуванням осмотичної рівноваги за рахунок активної екскреції солей з внутрішнього середовища організму тварини

в порожнину рубця при тому, що вміст золи в кормах був менше 3 %.

Відсутність змін за вмістом протеїну на тлі збільшення концентрацій жиру і клітковини, на нашу думку, пов'язано з досить високим рівнем його розпаду і включення в мікробіальний сирий протеїн, частина якого виявляється в складі мікрофлори рубцевої рідини.

Перетравність поживних речовин в рубці, що була встановлена за різницею між поживними речовинами, які спожиті з кормом і пройшли з хімусом в ДПК, представлена в *таблиці 4*. Дані свідчать про деяке зниження перетравності сухої та органічної речовини на досліджених раціонах, що було обумовлено головним чином зниженням перетравності сирого жиру і сирого протеїну. При цьому не-

обхідно відзначити, що, оскільки надходження протеїну до дванадцятипалої кишки на всіх раціонах було більшим, ніж його споживання з кормом, розрахункове значення перетравності в рубці зазначених поживних речовин було негативним. Цей факт свідчить про інтенсивний мікробіальний синтез в рубці і включення до складу мікробіального сирого протеїну ендогенного Нітрогену, що надходить в рубець з внутрішнього середовища організму зі слиною і через стінку рубця. Привертає увагу той факт, що перетравність безазотових екстрактивних речовин і сирової клітковини на байпас-раціоні була трохи вищою, ніж на контрольному раціоні. Таким чином, включен-

ня в раціон байпас-продукту забезпечувало найкращі умови перетравлення клітковини та безазотистих екстрактивних речовин.

Добова кількість хімусу (табл. 5) на обох раціонах була близькою. Встановлено вірогідні відмінності концентрацій окремих поживних речовин у вмісті хімуса. Концентрація сирого жиру у другому досліді виявилася більшою на 67,7 %. Вміст сирого протеїну також збільшився — на 32,6 %. Встановлено знижений вміст сирової клітковини (на 64,7 г/добу) на дослідному раціоні, однак висока варіабельність цього показника не дає можливості говорити про зниження навіть на рівні тенденції.

Таблиця 3

Концентрація поживних речовин у рубці, %

The concentration of nutrients in rumen, %

Поживні речовини Nutrients	Досліди Experiments	
	1 (Контроль) 1 (Control)	2 (Байпас) 2 (Bypass)
ОР / OM	906,10±2,41	911,90±2,31
СЖ / EE	2,04±0,10	2,69**±0,12
СП / CP	12,17±0,39	12,62±0,26
СК / CF	30,82±0,78	32,76±0,59
БЕР / NFC	45,58±0,96	43,11±0,75

За різницею сухої речовини, виділеної з хімусом і з калом, були розраховані показники перетравності поживних речовин у кишечнику телиць (табл. 6).

З отриманих даних видно, що відмінності спостерігалися за перетравністю сухої та органічної речовини при згодовуванні раціону з байпас-продуктом, але на рівні тенденції. Відбувалося це в основному за рахунок підвищення перетравності сирого протеїну і безазотистих екстрактивних речовин. Перетравність сирого жиру була більшою на байпас-раціоні порівняно з контролем. Негативна перетравність сирової клітковини, яку розраховували за різницею її вмісту в хімусі і калі, пояснюється методикою її визначення, в ході

Таблиця 4

Перетравність поживних речовин у рубці, %

Digestibility of nutrients in the rumen, %

Поживні речовини Nutrients	Досліди Experiments	
	1 (Контроль) 1 (Control)	2 (Байпас) 2 (Bypass)
СР / DM	53,04±2,422	52,44±3,208
ОР / OM	64,19±1,678	61,82±2,589
СЖ / EE	13,49±10,545	1,33±9,611
СП / CP	-6,52±10,047	-15,62±3,047
СК / CF	73,98±6,995	77,82±8,920
БЕР / NFC	71,29±5,629	80,71±8,878

Таблиця 5

Надходження поживних речовин до кишечника, г/доб

The supply of nutrients to intestines, g/day

	Досліди Experiments	
	1 (Контроль) 1 (Control)	2 (Байпас) 2 (Bypass)
Кількість хімусу, л Amount of chyme, l	103,35±0,84	102,62±1,389
СР / DM	3608,9±186,11	3666,8±247,39
ОР / OM	2613,5±122,45	2796,9±189,67
СЖ / EE	164,0±19,99	275,1*±26,80
СП / CP	631,2±59,54	836,9*±22,05
СК / CF	439,8±118,23	375,1±150,84
БЕР / NFC	1384,1±271,39	1309,9±43,14

якої мікроорганізми товстого кишечника, що міцно прикріплюються на частки клітковини, враховуються при зважуванні в її складі.

Видима перетравність поживних речовин по всьому шлунково-кишковому тракту наведена в *таблиці 7*. Згодовування раціону з байпас-продуктом підвищувало перетравність практично всіх поживних речовин, сирого жиру та сирого протеїну — вірогідно на 14,5 % і на 16,95 % відповідно. Перетравність сирової клітковини знижувалася на дослідному раціоні.

Отримані експериментальні дані дозволяють встановити, що заміна 1 кг стандартного комбікорму на байпас-продукт збільшує не тільки вміст сирого жиру і сирого протеїну в раціоні, але й доступність цих поживних речовин

для перетравлення в кишечнику. Так, якщо на контрольному раціоні різниця між перетравленим в кишечнику протеїном і видимоперетравним по всьому шлунково-кишковому тракту становить 38,6 г/добу, то на байпас-раціоні — 113,1 г/добу. Таке збільшення зумовлено кращими умовами бродіння в рубці за рахунок підвищення мікробіального синтезу протеїну з ендогенних джерел Нітрогену та за рахунок збільшення енергетичної забезпеченості цього процесу.

Висновки

1. Заміна 1 кг стандартного комбікорму байпас-продуктом підвищує як загальну поживність раціону для молочної худоби, так і засвоюваність наявних у ньому поживних речовин організмом тварини.

2. Забезпечення тварин енергією при споживанні раціону з байпас-продуктом збільшується на 8,6 % ($P < 0,05$).

3. Використання в раціоні байпас-продукту створювало кращі умови для перетравлення сирової клітковини та безазотових екстрактивних речовин в рубці дослідних тварин.

4. При внесенні байпас-продукту до раціону тварин доступність сирого протеїну для перетравлення в кишечнику збільшується на 9,1 %.

5. Згодовування раціону з байпас-продуктом підвищувало видиму перетравність по всьому шлунково-кишковому тракту практично всіх поживних речовин, сирого жиру та сирого протеїну — на 14,5 % ($P < 0,05$) і 16,95 % ($P < 0,05$) відповідно.

Перспективи подальших досліджень.

Окреслилася логічна необхідність проведення досліджень впливу включення різних концентрацій байпас-продукту до раціону на лактацію в науково-господарському досліді.

1. Orskov E. R. Protein nutrition in ruminants. Moscow, Agropromizdat, 1985, 183 p. (in Russian)

2. Kalashnikov A. P., Fisinin V. I., Shcheglov V. V., Kleimenov N. I. Norms and rations of feeding of agricultural animals (3rd ed). Moscow, 2003, 456 p. (in Russian)

3. Kurilov N. V., Sevastianov N., Korshunov V. N. The study of digestion in ruminants: a method. decree.

Таблиця 6

Перетравність поживних речовин у кишечнику, % Digetisblity of nutrients in intestines, %

Поживні речовини Nutrients	Досліди Experiments	
	1 (Контроль) 1 (Control)	2 (Байпас) 2 (Bypass)
CP / DM	43,50±1,41	47,90±3,53
OP / OM	32,01±0,31	40,34±4,22
СЖ / ЕЕ	69,30±8,48	83,18±4,76
СП / СР	47,51±6,23	68,86*±5,25
СК / CF	-20,35±24,55	-16,50±0,90
БЕР / NFC	36,59±11,00	37,96±9,15

Таблиця 7

Видима перетравність поживних речовин по всьому шлунково-кишковому тракту, % Apparent digestibility of nutrients throughout the gastrointestinal tract, %

Поживні речовини Nutrients	Досліди Experiments	
	1 (Контроль) 1 (Control)	2 (Байпас) 2 (Bypass)
CP / DM	65,00±3,63	71,84±2,22
OP / OM	68,05±3,36	73,82±2,08
СЖ / ЕЕ	66,25±2,59	80,75*±3,69
СП / СР	41,52±5,63	58,47*±4,58
СК / CF	60,64±2,35	55,57±11,29
БЕР / NFC	73,84±3,47	73,84±9,27

Science works of VNIIFBiP, Borovsk, 1987, 105 p. (in Russian)

4. Kalnitsky B. D., Kalashnikov V. V. Results and prospects of research in the field of biology of farm animals. *Problems of biology productive animals*, RAAS, 2007, no. 1, pp. 6–11. (in Russian)

5. Kharitonov E. L. Comprehensive study of processes of cicatricial and intestinal digestion at ruminants in connection with forecasting of formation of end products of digestion of forages Dr. biological sci. autoref. diss., Borovsk, 2003, 51 p. (in Russian)

6. Kharitonov E. L., Kalnitsky B. D. Optimization of a feed of cows in the beginning of the lactation with count of quantity and the ratio of end products of digestion of the forage. *J. of animal science*, Sofia, 5, 2005, pp. 32–38.

7. Kharitonov E. L. Physiological substantiation of optimal substrates relations as part of the exchange energy for dairy cows. *Science works of VNIIFBiP*, 2004, vol. 43, pp. 83–92. (in Russian)

8. Poghosyan D. G. Protected protein in the diets of fattening. *Niva Povolzhya*, 2011, no. 2, pp. 94–99. (in Russian)

9. Grigoriev N. G., Volkov N. P. Biological value of feed. Moscow, Agropromizdat, 1989, 287 p. (in Russian)

10. Kalnitsky B. D., Zabolotnov L. A., Materikin A. M., Kharitonov E. L. New approaches to the assessment of nutritional feed ration and regulation of feeding ruminant animals. *Bulletin of the RAAS*, 2000, no. 2, pp. 12–15. (in Russian)

11. Ryadchikov V. G. Fundamentals of nutrition and feeding of agricultural animals. Krasnodar, KGAU, 2014, pp. 29–50. (in Russian)

12. Araba M., Dale N. M. Evaluation of protein solubility as an indicator of over processing soybean meal. *Poultry Science*, 1990, vol. 69, pp. 76–83.

13. Parand E., Vakili A., Mesgaran M. D., van Duinkerken G., Yu P. Truly Absorbed Microbial Protein Synthesis, Rumen Bypass Protein, Endogenous Protein, and Total Metabolizable Protein from Starchy and Protein-Rich Raw Materials: Model

Comparison and Predictions. *J. Agric Food Chem.*, 2015, vol. 63 (29), pp. 6518–6524.

14. Theodoridou K., Yu P. Metabolic characteristics of the proteins in yellow-seeded and brown-seeded canola meal and presscake in dairy cattle: comparison of three systems (PDI, DVE, and NRC) in nutrient supply and feed milk value (FMV). *J. Agric Food Chem.*, 2013, vol. 61 (11), pp. 2820–2830.

15. Miller G. L. Protein determination for large numbers of samples. *Anal. Chem.*, 1999, vol. 31, № 5, pp. 964–966.

16. Ferguson J. D. Milk Urea Nitrogen. *Center for Animal Health and Productivity, University of Pennsylvania*, 2001. Available at: <http://cahpwww.vet.upenn.edu/mun/mun.html>.

17. Ipharraguerre I. R., Clark J. H., Freeman D. E. Varying protein and starch in the diet of dairy cows. I. Effects on ruminal fermentation and intestinal supply of nutrients. *J. Dairy Sci.*, 2005, vol. 88 (7), pp. 2537–2555.

18. Ipharraguerre I. R., Clark J. H., Freeman D. E. Rumen fermentation and intestinal supply of nutrients in dairy cows fed rumen-protected soy products. *J. Dairy Sci.*, 2005, vol. 88 (8), pp. 2879–2892.

19. Burroughs W., Trenkle A. H. & Vetter R. L. Principles for the use of non-protein nitrogen and bypass proteins in diets of ruminants. *Vet. Med. Small Anim. Clin.*, 1971, vol. 66, 238 p.

20. Sinclair K. D., Garnsworthy P. C., Mann G. E., Sinclair L. A. Reducing dietary protein in dairy cow diets: implications for nitrogen utilization, milk production, welfare and fertility. *Animal*, 2014, vol. 8 (2), pp. 262–274.

21. Vasilevskyi N. V. The Availability of crude protein for digestion in the small intestine and the flow of endogenous nitrogen in the complex stomach of calves. Dr. philosophy sci. diss., Kharkiv, 1993, 127 p. (in Russian)

22. Nehring K., Schiemann R., Hoffman L. A new system of energetic evaluation of food on basis of net energy for fattening. *Metabolism of Farm Animals*, London, Oriel Press, 1969, 360 p.