

УДК: 591.132:636.2.084.42

Перетравність поживних речовин в шлунково-кишковому тракті корів залежно від рівня сирого протеїну та способу згодовування раціону Т.О.Єлецька, М.В.Василевський

*Інститут тваринництва НААН України (Харків, Україна)
EletskaTat@yandex.ru*

У статті наведені дані досліджень змін перетравності поживних речовин в шлунково-кишковому тракті великої рогатої худоби при згодовуванні кормосуміші у порівнянні з роздільною роздачею кормів та математична модель для прогнозування цих змін залежно від рівня сирого протеїну та енерго-протеїнового відношення (СП/ДРОЕ). При згодовуванні кормосуміші у порівнянні з роздільною роздачею корму залежність перетравності органічної речовини та її компонентів більшою мірою визначається не кількістю сирого протеїну в раціоні, а енерго-протеїновим відношенням. Встановлено, що при СП/ДРОЕ більш 14 г/МДж спостерігається краща перетравність поживних речовин, нижче 14 г/МДж – гірша. Межа 11 г/МДж визначає перехідний момент зміни напрямку травлення більшості основних груп поживних речовин та сухої і органічної речовини в цілому.

Ключові слова: *перетравність, велика рогата худоба, кормосуміш, сирий протеїн, енерго-протеїнове відношення, прогнозування.*

Переваримість питательных веществ в желудочно-кишечном тракте коров в зависимости от уровня сырого протеина и от способа скармливания рациона Т.А.Елецкая, Н.В.Василевский

В статье приведены данные исследований изменений переваримости питательных веществ в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота при скармливании кормосмеси в сравнении с отдельной раздачей кормов и математическая модель для прогнозирования этих изменений в зависимости от уровня сырого протеина и энерго-протеинового отношения (СП/ДРОЭ). При скармливании кормосмеси в сравнении с отдельной раздачей корма зависимость переваримости органического вещества и его компонентов в большей степени определяется не количеством сырого протеина в рационе, а энерго-протеиновым отношением. Установлено, что при СП/ДРОЕ более 14 г/МДж наблюдается лучшая переваримость питательных веществ, ниже 14 г/МДж – худшая. Отношение 11 г/МДж определяет переходный момент изменения направления пищеварения большинства основных групп питательных веществ и сухого и органического вещества в целом.

Ключевые слова: *переваримость, крупный рогатый скот, кормосмесь, сырой протеин, энерго-протеиновое отношение, прогнозирование.*

Digestibility of nutrients in the gastrointestinal tract of cows depending on the level of raw protein and on ration feeding method Т.А.Eletskaia, N.V.Vasilevskiy

The paper presents the data of study of changes in digestibility of nutrients in the gastrointestinal tract of cattle fed with forage mixture in comparison with separate distribution of forage and a mathematical model to predict these changes, depending on the level of raw protein and energy/protein relation (RP/ME). At feeding forage mixture in comparison with separate distribution of food dependence of digestibility of organic substance and its components is in a greater degree determined by energy/protein relation, not by amount of raw protein in a ration. It has been set that at RP/ME more than 14 g/MJ the best digestibility of nutrients is observed, less than 14 g/MJ – the worst. The relation of 11 g/MJ determines the transitional moment of change in direction of digestion of most basic groups of nutrients and dry and organic matter on the whole.

Key words: *digestibility, cattle, forage mixture, raw protein, energy/protein relation, prognostication.*

Вступ

На даний час повнокомпонентні кормові суміші у годівлі жуйних тварин набули широкого застосування. Це надає можливість впровадити високий рівень механізації процесу годівлі тварин, прибирання неспожитих залишків корму та зводить до мінімуму небажане вибіркове поїдання корму тваринами. Для перешкодження вибіркового поїдання корму великою рогатою худобою виключно важливою є організація правильного приготування кормосуміші (Keunen et al., 2002). Слід створювати однорідну за хімічною і фізичною структурою суміш, щоб уникати великих коливань рН рубця протягом доби. Має важливе значення і розмір часток корму, оскільки дуже великі розміри збільшують вибіркове поїдання, а малі призводять до зниження жуйки і до можливого виникнення ацидозу. У дослідженнях (Kononoff et al., 2003; Kononoff, Heinrichs, 2003; Eastridge et al., 2009) показано, що годівля кормосумішшю підвищує споживання сухої речовини корму і оптимізує умови травлення в рубці жуйних. В наших попередніх дослідженнях (Василевський та ін., 2009; Василевский и др., 2010) було встановлено, що в результаті переходу з роздільної роздачі кормів на повністю змішаний раціон відбуваються різноспрямовані зміни перетравності основних груп поживних речовин.

Метою даної роботи є аналіз змін перетравності поживних речовин при згодовуванні раціону з різним рівнем сирого протеїну в вигляді повнокомпонентних сумішей у порівнянні з роздільною роздачею.

Матеріали та методи досліджень

Було проаналізовано дані п'яти дослідів з визначення перетравності поживних речовин раціонів, де вміст сирого протеїну (СП) змінювався від 6,34% до 15,39%. Досліди проведено на фізіологічному дворі Інституту тваринництва НААН України на п'ятнадцятьох тваринах. Утримання тварин прив'язне, годівля дворазова, поїння уволу. Потреби кожної тварини розраховувались за факторіальним методом згідно методичних рекомендацій (Цюпко и др., 1995). Корми задавали кожній тварині окремо в різній кількості, але в однаковій пропорції, що забезпечило споживання всіма тваринами однакового раціону і надходження поживних речовин відповідно фізіологічних потреб. Кожний дослід складався з чотирьох періодів. Перший – підготовчий, тривалістю 14 діб для адаптації травлення дослідних тварин до раціону, що вивчається. Другий період – контрольний, тривалістю десять діб, для визначення параметрів травлення при традиційному роздільному роздаванні кормів. Третій – підготовчий тривалістю сім діб, упродовж якого продовжували згодовувати той же раціон, але вже у вигляді кормосуміші. У четвертому періоді протягом 10 діб встановлювали зміну параметрів травлення після переходу на годівлю кормосумішшю. В усіх кормах, що входили до складу раціонів, їх залишках, середніх пробах калу, одержаних в досліді по визначенню перетравності, визначали суху речовину (СР), органічну речовину (ОР), золу, сирий протеїн, сирий жир (СЖ), сиру клітковину (СК), безазотисті екстрактивні речовини (БЕР), мінеральний склад за загальноприйнятими методиками.

Таблиця 1.**Склад і характеристика раціонів дослідів**

Вид корму	Досліди				
	1	2	3	4	5
	Кількість в раціоні, % сухої речовини				
Силос кукурудзяний	28,82	31,03	62,72	37,50	33,24
Сіно люцернове	-	53,18	27,04	12,80	13,30
Солома ячмінна	56,60	-	-	-	-
Дерь ячмінна	6,35	7,04	9,61	34,54	-
Дерь кукурудзяна	6,44	6,57	-	-	-
Дерь пшенична	-	-	-	-	14,05
Макуха соняшникова	-	-	-	14,17	18,15
Мінеральна добавка	1,79	2,18	0,63	0,83	0,99
СП	6,34	10,67	8,62	15,39	13,32
СП/ДОЕ	8,27	14,44	9,79	15,79	12,98

Проведення дослідів методом періодів дозволило застосувати при статистичному опрацюванні даних метод прямої різниці та значно підвищити вірогідність встановлення зміни перетравлення поживних речовин (Василевський, 2007).

Для приготування якісної кормосуміші необхідне подрібнення грубих кормів до розміру, що забезпечує рівномірне змішування. Середньозважений розмір часток силосу складав $13,7 \pm 0,24$ мм, що дало змогу використовувати його для приготування кормосуміші без попереднього подрібнення. Середньозважений розмір часток сіна складав $450,4 \pm 35,6$ мм, подрібненого – $25,44 \pm 1,02$ мм. Грубі та концентровані корми зважували і видавали кожній тварині окремо. Починаючи з третього періоду кожного дослідів корми перед роздачею змішували кормозмішувачем (рівномірність змішування 73%) та видавали кожній тварині окремо, що унеможливило сепарацію кормосуміші та зміну раціону, що споживали тварини.

Раціони дослідних тварин представлено в табл. 1.

Результати досліджень

Встановлено, що після переходу на згодовування кормосуміші відбуваються різноспрямовані зміни перетравності поживних речовин у зрівнянні з роздільною роздачею кормів. На рис. 1 представлено зміну перетравності поживних речовин при зростанні рівня СП від 6,34% до 15,39%.

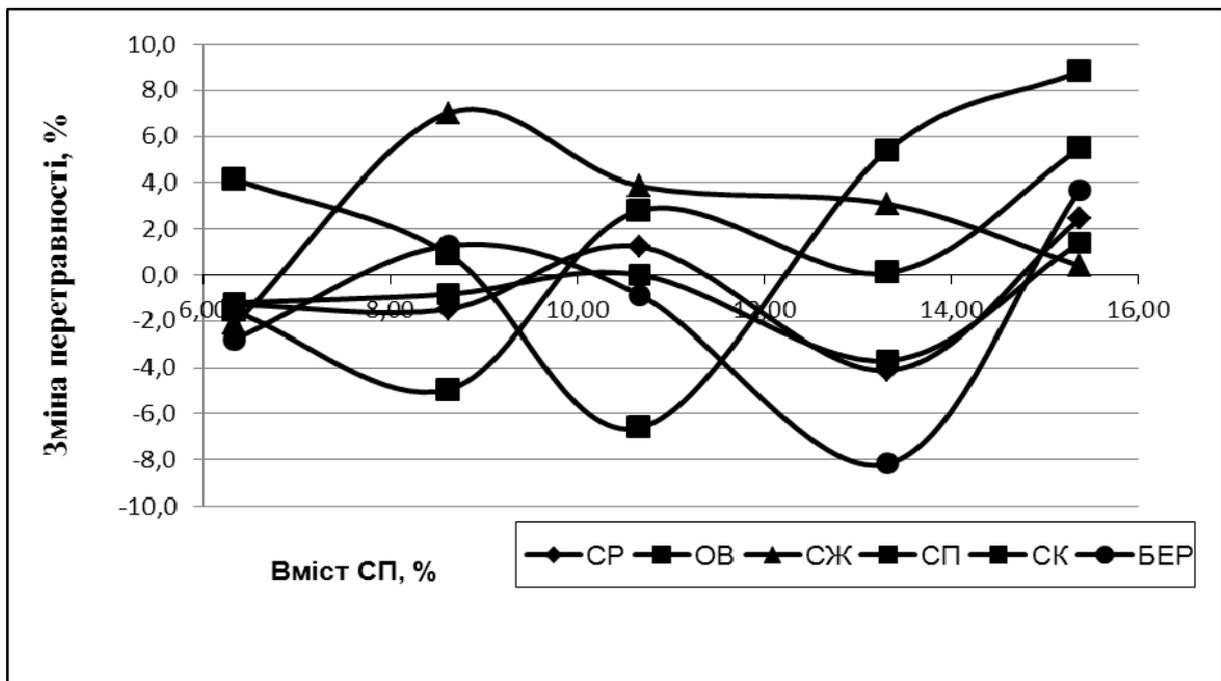


Рис. 1. Зміна перетравності поживних речовин залежно від вмісту протеїну

Зміна перетравності більшості поживних речовин носить хаотичний характер і виявити які-небудь закономірності в зміні їх перетравності залежно від рівня сирого протеїну моделюванням поліному першого і другого ступеня та інших несинусоподібних функцій не представляється можливим.

Зміна видимої перетравності СП (рис. 2) залежно від рівня протеїну в раціоні має вигляд, близький до параболи. В діапазоні від 8,0% СП до 12,5% СП його перетравність вища при згодовуванні раціону традиційним способом, за межами цього інтервалу – вища при годівлі кормосумішшю.

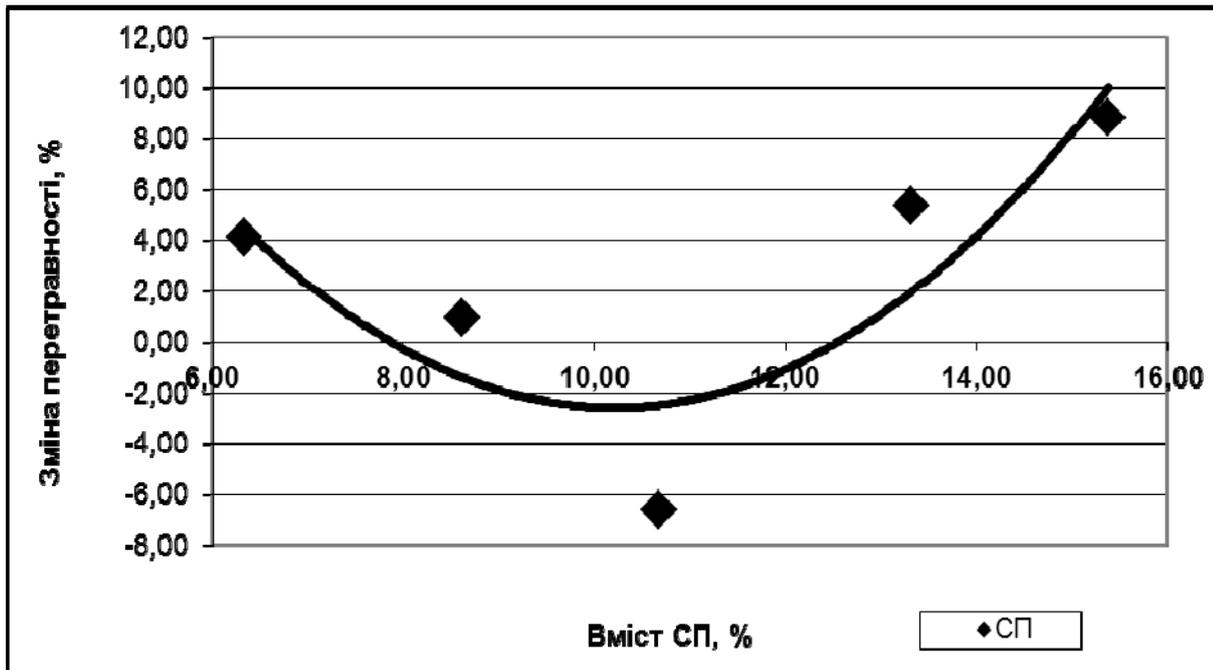


Рис. 2. Зміна перетравності СП залежно від вмісту протеїну

У зв'язку з тим, що перетравність протеїну корму значною мірою залежить від наявності доступної енергії, нами було проведено регресійний аналіз змін перетравності залежно від змін енерго-протеїнового відношення (СП/ДОЕ, де ДОЕ – доступна для обміну енергія). Достатній рівень ймовірності прогнозування змін перетравності більшості поживних речовин було досягнуто при застосуванні поліному другого ступеня. Результати аналізу представлено в табл. 2.

Таблиця 2.

Рівняння виду $y=ax^2+bx+c$ моделі змін перетравності поживних речовин кормосуміші залежно від СП/ДОЕ

Перетравність ПР	$y=ax^2+bx+c$			
	a	b	c	R ²
СР	0,2944	-6,6138	33,84	0,7381
ОР	0,2259	-5,1765	26,833	0,654
СЖ	-0,4449	10,731	-58,703	0,5718
СП	0,3733	-8,8975	52,521	0,141
СК	0,276	-5,4998	24,106	0,9232
БЕР	0,4609	-10,698	56,828	0,4134

Діапазон змін енерго-протеїнового відношення в наших дослідках був з 8 г/МДж до 16 г/МДж. Аналіз даних виявив, що зміни перетравності основних груп поживних речовин, окрім перетравності СП, описуються з досить високим ступенем детермінації параболою. На рис. 3 представлено моделювання змін перетравності сухої та органічної речовини.

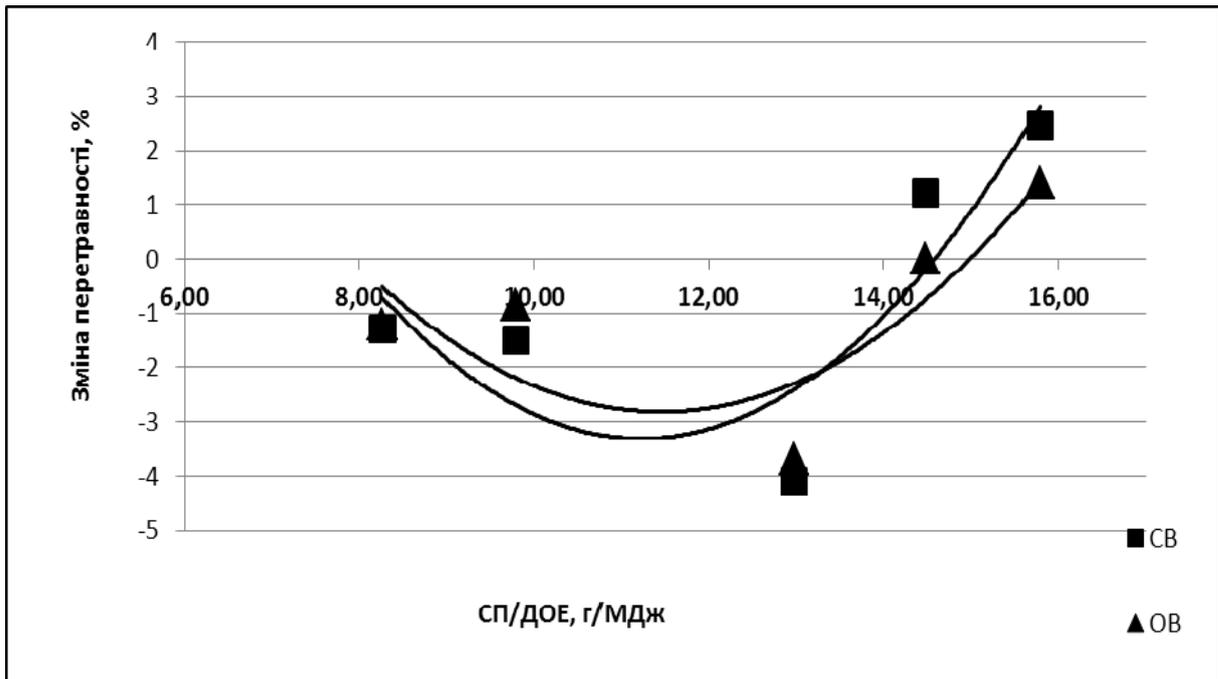


Рис. 3. Зміна перетравності СР та ОР залежно від СП/ДОЕ

При згодовуванні кормосуміші при енерго-протеїновому відношенні менш 14 г/МДж спостерігається гірша перетравність сухої і органічної речовини у порівнянні з роздільною роздачею кормів. В інтервалі 14÷15 г/МДж перетравність сухої та органічної речовини не залежить від способу роздачі корму, при 16 г/МДж ці показники при згодовуванні кормосуміші вище на 2,5% і 1,5% відповідно.

Зміни перетравності сирової клітковини після переходу на годівлю кормосумішшю також описуються параболою з $R^2=0,92$ (рис. 4). Як можна бачити з рисунку, в інтервалі 8÷13 г/МДж перетравність сирової клітковини вища при традиційній роздачі корму, а при 13÷16 г/МДж – при згодовуванні кормосуміші.

Перетравність БЕР (рис. 5) в діапазоні 8÷14 г/МДж зменшувалася, коли тварини споживали кормосуміш, при цьому показник мав значні коливання від 0 до -8%. При зростанні протеїново-енергетичного відношення вище 15 г/МДж встановлено підвищення перетравності БЕР до +4% на кормосуміші.

Перетравність сирого протеїну (рис. 6) майже в усіх випадках була вище при споживанні раціону в вигляді кормосуміші, ніж при роздільній годівлі. Раніше нами було встановлено, що при рівні СП/ДОЕ 11 г/МДж у 12-палу кишку надходить 100% спожитого протеїну, при менших значеннях – більш 100%, а при вищих – частка сирого протеїну перетворюється на аміак та виділяється з сечею, і надходження у 12-палу кишку зменшується; як наслідок, зростає видима перетравність СП (Василевський, 1993). У дослідях, що описуються, встановлено, що при СП/ДОЕ 10÷13 г/МДж спосіб згодовування корму не впливає на перетравність СП, за цими межами спостерігається зростання видимої перетравності сирого протеїну при згодовуванні кормосуміші. Таке підвищення перетравності не завжди є позитивним. Видима перетравність значною мірою залежить від мікробіального синтезу в рубці, і коли перетравність сирової клітковини та безазотистих екстрактивних речовин знижується, знижується і мікробіальний синтез. Внаслідок цього менша кількість протеїну надходить у 12-палу кишку і тонкий кишечник і менше виділяється з калом. Оскільки перетравність у тонкому кишечнику є відносно постійною (Agricultural Research Council, 1984), то оцінка за різницею корм-кал виявить видиме збільшення перетравності сирого протеїну.

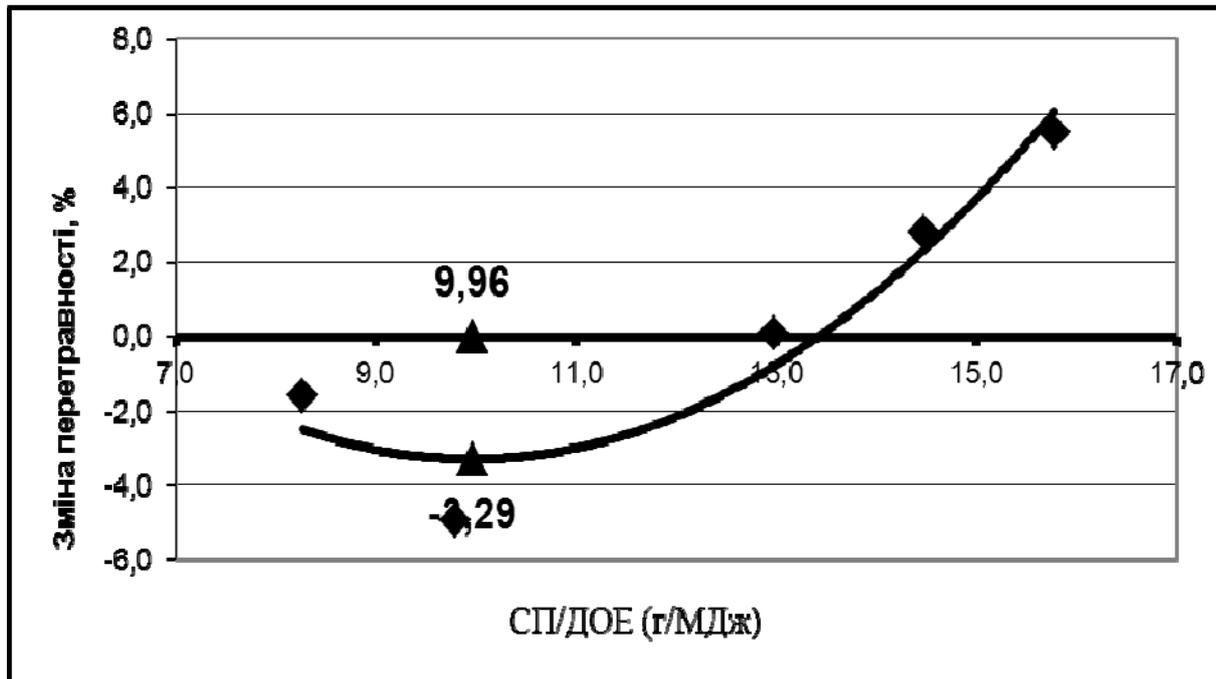


Рис. 4. Зміна перетравності СК залежно від СП/ДОЕ

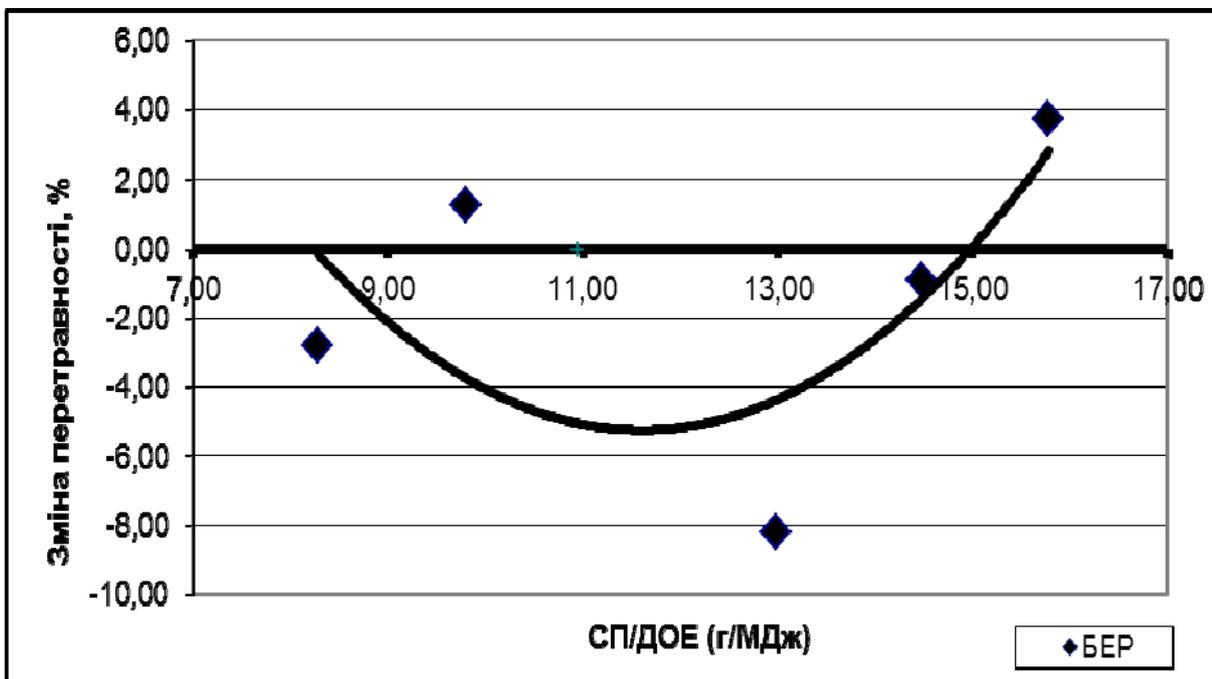


Рис. 5. Зміна перетравності БЕР залежно від СП/ДОЕ

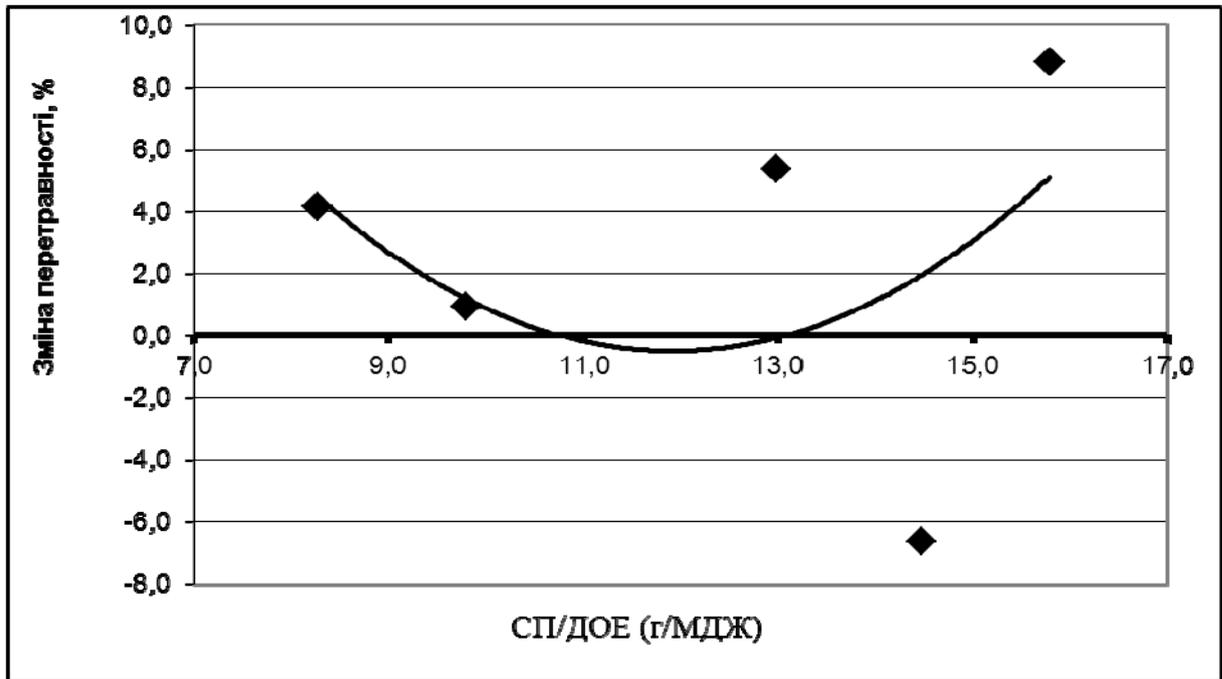


Рис. 6. Зміна перетравності СП залежно від СП/ДОЕ

Як можна бачити з рис. 7, графік функції, що описує зміни перетравності сирого жиру після переходу на згодовування кормосуміші, має вигляд, прямо протилежній всім вищезгаданим, та майже в усіх випадках перетравність сирого жиру при згодовуванні кормосуміші вище, ніж при традиційній роздачі корму. Цей факт можна пояснити відносно малою кількістю жиру в раціоні, а підвищення показника може бути наслідком зниження його мікробіального синтезу в рубці.

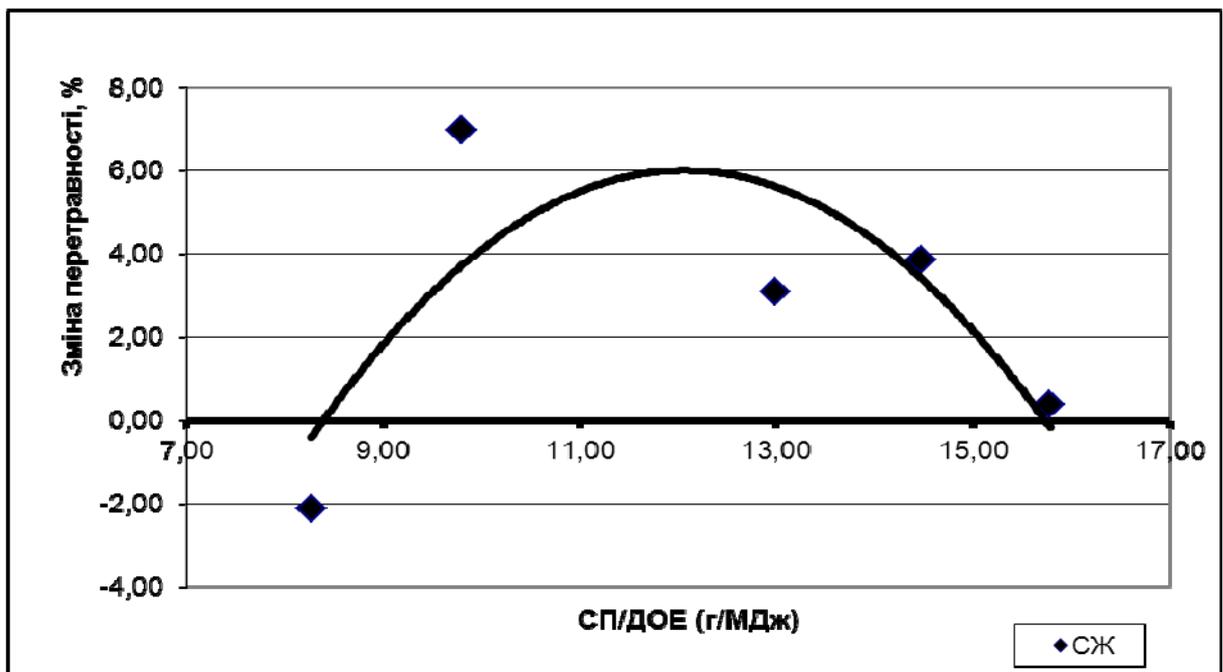


Рис. 7. Зміна перетравності СЖ залежно від СП/ДОЕ

Для з'ясування того, де напрямок змін перетравності поживних речовин змінюється на протилежний, нами було розраховано і встановлено точки екстремумів для функцій, що визначають зміну перетравності поживних речовин після переходу на згодовування кормосуміші (табл. 3).

Таблиця 3.
Екстремуми функцій, що моделюють процес зміни перетравності поживних речовин залежно від СП/ДОЕ

	$y=ax^3+bx^2+cx+d$		$y=ax^2+bx+c$	
	СП/ДОЕ, г/МДж	Зміна перетравності при згодовуванні кормосуміші, %	СП/ДОЕ, г/МДж	Зміна перетравності при згодовуванні кормосуміші, %
СР	11,73	-2,95	11,23	-3,31
	5,43	0,49		
ОР	12,64	-2,70	11,46	-2,82
	8,47	-1,02		
СЖ	15,54	0,95	12,06	6,01
	10,94	-0,89		
СК	10,11	-4,86	9,96	3,29
	16,42	5,54		
БЕР	13,33	-5,61	11,61	-5,25
	11,61	0,16		
Середнє			11,26	

Привертає на себе увагу факт, що перетравність усіх поживних речовин при згодовуванні кормосуміші змінюється в протилежній бік при енерго-протеїновому відношенні приблизно 10÷12 г/МДж, тобто майже співпадає з показником зміни доступності СП для перетравлення в тонкому кишечнику, який був нами отриманий в інших дослідках на тваринах з Т-подібною дуоденальною канюлею – 11,3 г/МДж (Василевський, 1995.) Цей факт дозволяє зробити припущення про те, що енерго-протеїнове відношення близько 11 г/МДж є важливою межею, яка обумовлює зміни в перетравленні не тільки СП, а також СЖ, СК, БЕР і СР та ОР в цілому.

Проведений аналіз та виявлені закономірності зміни перетравності поживних речовин після переходу на згодовування кормосуміші дають змогу зробити наступні висновки.

1. Залежність перетравності органічної речовини та її компонентів при згодовуванні кормосуміші в більшій мері визначається не кількістю сирого протеїну в раціоні, а енерго-протеїновим відношенням.

2. Встановлено, що при СП/ДОЕ більш 14 г/МДж спостерігається краща перетравність поживних речовин на кормосуміші, нижче 14 г/МДж – при роздільній роздачі кормів.

3. Встановлено, що при згодовуванні кормосуміші межа 11 г/МДж визначає перехідний момент зміни напрямку травлення більшості основних груп поживних речовин та сухої і органічної речовини в цілому.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується розробити математичну модель, за допомогою якої буде встановлено напрямок та величину змін перетравності поживних речовин при згодовуванні кормів у вигляді повнокомпонентних сумішей залежно від вмісту енергії в раціоні.

Список літератури

Василевский Н.В. Доступность сырого протеина для переваривания в тонком кишечнике и поступление эндогенного азота в сложный желудок бычков. Дисс. ... канд. биол. наук. – Х., 1993. – 127с. /Vasilevskiy N.V. Dostupnost' syrogo proteina dlya perevarivaniya v tonkom kishechnike i postupleniye endogennoho azota v slozhnyy zheludok bychkov. Diss. ... kand. biol. nauk. – Kh., 1993. – 127s./

Василевский Н.В. Сравнение двух методов статистической обработки данных при изучении переваримости питательных веществ в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота // НТБ, Харків: ІТ УААН. – 2007. – №95. – С. 33–37. /Vasilevskiy N.V. Sravneniye dvukh metodov statisticheskoy obrabotki dannykh pri izuchenii perevarimosti pitatel'nykh veshhestv v zheludochno-kishechnom trakte krupnogo rogatogo skota // NTB, Kharkiv: IT UAAN. – 2007. – №95. – S. 33–37./

- Василевський Н.В., Цюпко В.В., Єлецька Т.А. и др. Питательная ценность рациона в зависимости от способа скармливания и доли концентрированных кормов // НТБ, Харків: ІТ УААН. – 2010. – №102. – С. 252–257. /Vasilevskiy N.V., Tsyupko V.V., Yelets'kaya T.A. i dr. Pitatel'naya tsennost' ratsiona v zavisimosti ot sposoba skarmlivaniya i doli kontsentrirrovannykh kormov // NTB, Kharkiv: IT UAAN. – 2010. – №102. – S. 252–257./
- Василевський М.В. Математична модель надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки бичків // Молочне і м'ясне скотарство.– К., 1995. – №87. – С. 64–68. /Vasilevskiy M.V. Matematychna model' nadhodzhennya syrogo proteinu do dvanadtsyatypaloi kyshky bychkiv // Molochne i m'yasne skotarstvo. – K., 1995. – №87. – S. 64–68./
- Василевський М.В., Єлецька Т.О., Польщикова І.Л. та ін. Вивчення впливу переходу з роздільної роздачі кормів до згодовування кормосуміші на перетравність поживних речовин у шлунково-кишковому тракті жуйних на фоні низької концентрації енергії в раціоні // НТБ, Харків: ІТ УААН. – 2009. – №100. – С. 169–173. /Vasilevskiy M.V., Yelets'ka T.O., Pol'shchikova I.L. ta in. Vyvchennya vplyvu perekhodu z rozdil'noi rozdachy kormiv do zgodovuvannya kormosumishi na peretravnist' pozhyvnykh rečovyn u shlunkovo-kyshkovomu trakti zhuynykh na foni nyz'koi konsentratsii energii v ratsioni // NTB, Kharkiv: IT UAAN. – 2009. – №100. – S. 169–173./
- Цюпко В.В., Пронина В.В., Василевський Н.В. и др. Нормированное кормление крупного рогатого скота молочного и комбинированного направления продуктивности: Методические рекомендации. – Х.: Институт животноводства УААН, 1995. – 75с. /Tsyupko V.V., Pronina V.V., Vasilevskiy N.V. i dr. Normirovannoye kormleniye krupnogo rogatogo skota molochnogo i kombinirovannogo napravleniya produktivnosti: Metodicheskiye rekomendatsii. – Kh.: Institut zhyvotnovodstva UAAN, 1995. – 75s./
- Agricultural Research Council. The nutrient requirement of ruminant of livestock // C.A.B. – 1984. – Supp L. 1.1. – P.88.
- Eastridge M.L., Bucci B.L., Ribeiro C.V.D.M. Feeding equivalent concentrations of forage neutral detergent fiber from alfalfa hay, grass hay, wheat straw, and whole cotton seed in corn silage diets to lactating cows // Anim. Feed Sci. Tech. – 2009. – Vol.150. – P. 86–94.
- Keunen J.E., Plaizier J.C., Kyriazakis I. et al. Effects of a subacute ruminal acidosis model on the diet selection of dairy cows // J. Dairy Sci. – 2002. – Vol. 85. – P. 3304–3313.
- Kononoff P.J., Heinrichs A.J. The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation // J. Dairy Sci. – 2003. – Vol.86. – P. 1445–1457.
- Kononoff P.J., Heinrichs A.J., Lehman H.A. The effect of corn silage particle size on eating behaviour, chewing activities and rumen fermentation in lactating dairy cows // J. Dairy Sci. – 2003. – Vol.86. – P. 3343–3353.

Представлено: К.Д.Югай / Presented by: K.D.Yugay
Рецензент: В.А.Бондаренко / Reviewer: V.A.Bondarenko
Подано до редакції / Received: 17.10.2012