

УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК

ІНСТИТУТ ТВАРИННИЦТВА УААН

на правах рукопису

ВАСИЛЕВСЬКИЙ Микола Володимирович

УДК: 591.13:636.2.085

ДОСТУПНІСТЬ СИРОГО ПРОТЕЇНУ ДЛЯ ПЕРЕТРАВЛЕННЯ У
ТОНКОМУ КИШЕЧНИКУ ТА НАДХОДЖЕННЯ ЕНДОГЕННОГО АЗОТУ
ДО СКЛАДНОГО ШЛУНКУ БИЧКІВ

03.00.13 - фізіологія людини і тварин

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття ученого ступеня
кандидата біологічних наук

Харків - 1993

Робота виконана у відділі фізіології і біохімії с.-г. тварин Інституту тваринництва Української академії аграрних наук.

Науковий керівник:

ЦЮПКО Василь Васильович, доктор біологічних наук, професор.

Офіційні опоненти:

ВАЛІГУРА Володимир Іванович, доктор біологічних наук.

КАЛАЧНОК Григорій Іванович, доктор біологічних наук.

Провідне підприємство: Харківський зооветеринарний інститут.

Захист відбудеться " 6 " 07 1993 року о 10 годині на засіданні спеціалізованої Ради Д.020.10.02. при Інституті тваринництва УААН (312120: м. Харків, п/в Кулиничі).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці інституту.

Автореферат розіслано " 6 " 06 1993 року.

Вчений секретар
спеціалізованої Ради,
кандидат біологічних наук

Соловйова Т.Л.

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00737483 (W)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Система оцінки білкової споживності кормів та раціонів для жуйних тварин, яка зараз розповсюджена на Україні, заснована на визначенні видимої перетравності сирого протеїну по всьому шлунково- кишковому тракту і не враховує особливостей фізіології травлення цих тварин. Так, роботами В.Н.Нікітіна, 1939; П.И.Жеребцова, 1963; В.А.Каплана і Свириденко В.А., 1967; Н.В.Курилова і Кошарова А.Н., 1969; В.В.Цюпка, 1984, та також у роботах зарубіжних авторів (R.Hangute, 1966; W.Burroughs and Trenkle A.H., 1972; L.D.Satter and Roffler R.E., 1975; Nolan et al., 1976; Mahadevan et al., 1980) показано, що у передшлунках жуйних тварин має місце руйнування значної частини білкових і небілкових азотвміщуючих сполук з їх наступним дезамінуванням до аміаку. Подальша доля аміаку, що утворюється у передшлунках в результаті руйнування як білкових, так і небілкових азотвміщуючих сполук, може бути різною. Частина аміаку всмоктується через стінку передшлунків з подальшим його перетворенням до глютамінової кислоти і сечовини у печінці (В.А.Каплан і Никокиріс П.Н., 1972). Інша частина аміаку використовується мікрофлорою, що мешкає у рубці на синтез білку і небілкових азотвміщуючих сполук мікробіальної клітини.

З іншого боку, до складного шлунку жуйних надходить чимала кількість ендогенних азотутримуючих сполук, які можуть використовуватись при синтезі мікробіального сирого протеїну та таким чином підвищувати доступність сирого протеїну для перетравлення в тонкому кишечнику.

У зв'язку з цим, для розроблення засобу оцінки забезпечення білком жуйних тварин на підставі даних про доступність сирого протеїну, необхідне вивчення надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки в залежності від характеристики раціону та оцінка надходження ендогенного азоту до складного шлунку.

Мета і завдання досліджень. Основною метою досліджень було вивчення впливу характеристики раціону на перетворення сирого протеїну в складному шлунку та його доступність для перетравлення і всмоктування в тонкому кишечнику молодняку великої рогатої худоби.

Для досягнення поставленої мети передбачалось вирішити наступні завдання:

1. Вивчити вплив вмісту сирого протеїну в раціоні та його розчинності на надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки.
2. Вивчити надходження ендогенного сирого протеїну до передшлун-

ків.

3. Розробити на підставі отриманих даних математичну модель надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки для прогнозування доступності сирого протеїну за показниками характеристики раціону.

Наукова новизна досліджень. Досліджено надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки в залежності від характеристики раціону. Вивчено надходження ендогенного сирого протеїну до складного шлунку та можливість використання його для синтезу мікробіального сирого протеїну. Встановлено кількісний взаємозв'язок між доступністю сирого протеїну для перетравлення в тонкому кишечнику, з одного боку, і вмістом в раціоні: сирого протеїну, розчинного сирого протеїну, енергії, та їх співвідношеннями, з другого. Збудована математична модель, яка відтворює надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки в залежності від характеристики раціону і дає можливість розрахувати оптимальне протеїново-енергетичне співвідношення раціону, при якому відбувається максимальне надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки.

Практичне значення. Встановлені закономірності надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки дозволяють рекомендувати у раціонах бичків співвідношення між сирим протеїном та енергією не більш як 12г/МДж, що забезпечує надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки не менш як 100% по відношенню до прийнятого.

Апробація роботи. Матеріали дисертації доповідались на всесоюзній нараді "Белково-аминокислотное питание с.-х. животных" (Калуга, 1986), на конференціях молодих вчених НДІТ Л і П (Харків, 1987, 1988), на всесоюзній нараді "Состояние и перспективы развития биотехнологии в животноводстве" (Харків, 1988), на всесоюзній нараді "Состояние и задачи по совершенствованию технологии приготовления, использования кормов и оптимизации кормления с.-х. животных с применением ЭВМ" (Дубровиці, 1989), на всесоюзній нараді "Оценка и нормирование протеинового питания жвачных животных" (Боровськ, 1989).

Публікація матеріалів. По матеріалам дисертації опубліковано 6 статей.

Обсяг і структура роботи. Дисертація викладена на 130 сторінках машинописного тексту, вміщує 13 таблиць і 6 малюнків. Робота складається із вступу; огляду літератури; розділу власних досліджень, який включає матеріали і методи досліджень, а також результати дослідів з їх обговоренням; заключення; висновків і практичних рекомендацій;

списку літератури, до якого входять 175 найменувань, у тому числі 109 на іноземних мовах.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Представлені дані є фрагментом роботи, що проводилась згідно виконання тематичного плану досліджень лабораторії фізіології і біохімії ІТ УААН спільно з співробітниками М.В.Берус, В.А.Капланом, І.А.Климовим, В.И.Мухніним, Р.А.Татузянсом, Г.С.Шевченко під керівництвом В.В.Ципко.

Для вивчення процесу перетворення поживних речовин корму в складному шлунку жуйних використовується метод дуоденального ентеростомозу, при цьому визначається кількість споживаних речовин, що надходять до дванадцятипалої кишки в складі хімусу. Встановлення ентеростомозу можливе на різних участках дванадцятипалої кишки. Нами був розроблений оригінальний спосіб виготовлення Т- подібної канюли і методика її імплантації до початкового участку дванадцятипалої кишки на відстані 8 - 12см від пілоричного сфинктеру. Конструкція канюли дозволяє точно вимірювати кількість хімусу, що надходить із сичуга.

У роботі використовували також тварин з рубцовими канюлями.

Дослиди проводились на бичках чорно-рабоні породи в умовах фізіологічного двору інституту тваринництва УААН на 22 тваринах з Т- подібнов канюлею на початку дванадцятипалої кишки, з яких 4, крім того, мали ще і канюлю рубця.

Техніка проведення дослідів на тваринах. Вивчення перетворень поживних речовин раціону у складному шлунку проводили за такою схемою. Всі тварини протягом двох тижнів до початку досліджень утримувались на раціонах, що вивчались. Після того, на протязі 10 днів, проводили дослід по визначенню видимої перетравності поживних сполук за загальнопринятою зоотехнічною методикою (по утриманню основних груп поживних речовин в кормі і калі). Після цього проводили добові досліді по визначенню кількості та хімічного складу протікаючого через ентеростомози чи через Т- подібну канюлю хімусу. Для цього хімусу збирали, вимірювали і повертали до шлунково-кишкового тракту. В кінці кожної години відбирали 2% хімусу від його загальної кількості, що надійшла за годину. Відібрані проби за кожну годину об'єднували в середньодобову і заморожували. Проводили збір проб хімусу для визначення його хімічного складу та вмісту сухої речовини. Після добового збору хімусу робили перерву від 1 до 3 діб, після чого дослід повто-

рювали. Одночасно використовувались від 2 до 4 тварин. На кожній тварині добовий збір хімісу повторювали від 2 до 5 разів так, щоб загальна кількість визначень перетравності поживних речовин на кожному раціоні не була меншою 7 разів.

Заморожені середньодобові зразки хімісу висушувались на сублімаційних установках ОЕ-950 чи ТГ-15.2, що дозволяло запобігти зміні складу поживних речовин, що спостерігається при високотемпературному висушуванні. В натуральному хімісі визначали вміст сухої речовини, а у висушених зразках - вміст основних груп поживних речовин.

Фактичну енергетичну цінність раціону підраховували виходячи з вмісту видимоперетравних поживних речовин, визначених за балансом поживних речовин між кормом і калом, та помножених на відповідні енергетичні коефіцієнти, розроблені у Ростовському інституті тваринництва ім. О. Кельнера.

В процесі досліджень використовували наступні аналітичні методи. Для характеристики раціону в використовуваних кормах визначали вміст сухої речовини, органічної речовини (по вмісту сухої речовини і попелу), сирого протеїну (загальний азот $\times 6.25$), сирого жиру, сирого клітковини і безазотистих екстрактивних речовин. Усі аналізи проводили за методиками зоохімічного аналізу (Е. А. Петухова і співавт., 1981). Крім того, визначали розчинність сирого протеїну, при інкубуванні проб кормів в мінеральному буфері (Е. J. McDougal, 1948).

Отримані дані обробляли статистичними методами на ЕОМ з використанням стандартних і спеціально розроблених програм.

З даних про порядок і технологію проведення дослідів видно, що дана робота може бути виконана тільки при участі достатньо великої кількості співробітників і лаборантів. В зв'язку з цим, висловлюю щиро подяку усім співробітникам і лаборантам, що приймали участь як в проведенні дослідів, так і в великій аналітичній роботі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.

Доступність сирого протеїну корму для перетравлення в тонкому кишечнику. Для вивчення закономірностей перетворень азотвміщуючих речовин в передшлунках нами досліджено 15 раціонів на тваринах з Т-подібною кишкою на початку дванадцятипалої кишки. Як видно з таблиці 1, раціони складалися з кукурудзяного силосу (виключаючи раціони 11 і 12), соломи чи сіна (виключаючи раціони 13 і 15) та концентратів. При незначній різниці у концентрації енергії (таблиця 2), від 9 до 12

Таблиця 1.

Склад раціонів (кг натурального корму за добу).

№ раціону	Силос кукурудзяний	Солома пшенична	Солома ячмінна	Сіно вівсяне	Сіно люцернове	Дерть ячмінна	Дерть горохова нат.	Дерть горохова автоклав.	Шрот сояшлинковий
1	6.00			2.00		1.00	1.00		
2	2.30		3.50	1.20			2.30		
3	2.00		2.70	1.00			2.60		
4	5.90			2.20		1.60			.30
5	6.00			2.00		1.00		1.00	
6	6.00	2.00				2.00	2.00		
7	2.00		2.70	1.00				2.60	
8	8.50		1.50			1.50	1.00		
9	4.20	1.50				1.40	1.40		
10	8.50		1.50			1.50		1.00	
11				4.50		1.30			
12				1.00	1.80	3.50			
13	5.80					2.90			
14	8.60	.50			.80	2.60			
15	7.20					3.60			

Таблиця 2.

Характеристика раціонів.

№ раціону	СР, кг	ДОЕ, МДж	концент- рація ДОЕ, МДж/кг	рівень годівлі, МДж/кг ^{0.75}	СП, г	концент- рація		розчин- ність	
						СП, %	г/МДж	СП, %	г/МДж
1	5.26	55.85	10.63	0.75	738	14.05	13.21	53.10	7.02
2	5.97	55.76	9.34	0.69	705	11.80	12.64	54.70	6.91
3	5.77	54.92	9.52	0.68	710	12.31	12.93	50.90	6.58
4	5.21	54.40	10.41	0.66	677	13.07	12.44	45.25	5.63
5	5.26	54.65	10.40	0.72	735	14.00	13.45	36.50	4.91
6	6.70	75.17	11.21	0.80	857	12.79	11.41	40.09	4.57
7	5.77	57.79	10.02	0.72	649	11.25	11.23	45.00	5.05
8	5.21	52.39	10.01	0.65	591	11.30	11.28	47.90	5.40
9	4.79	52.90	11.03	0.58	605	12.64	11.44	40.80	4.67
10	5.09	51.67	10.14	0.63	600	11.80	11.62	32.10	3.73
11	5.08	47.93	10.19	0.67	498	9.83	10.39	37.40	3.88
12	5.40	63.15	11.70	0.84	647	11.99	10.25	34.20	3.51
13	4.02	46.70	11.62	0.60	362	9.01	7.75	28.70	2.22
14	5.56	57.30	10.26	0.69	587	10.55	10.25	24.70	2.53
15	4.65	48.00	10.32	0.64	420	9.03	8.76	28.70	2.51

СР - суха речовина, ДОЕ - доступна для обміну енергія, СП - сирий протеїн, рСП - розчинний сирий протеїн.

М/ж/кг, раціони значно відрізнялися за вмістом сирого протеїну - від 362 до 857г, тобто більш, ніж у два рази. При цьому, надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки розрізнялося значно менше - від 452 до 799г (таблиця 3). Надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки у відсотках від прийнятого з кормом (доступність сирого протеїну раціону для перетравлення в тонкому кишечнику), змінюється у два рази: з 74 до 146%. Для вивчення впливу сирого протеїну на доступність всі раціони були поділені на три групи - по п'ять в кожній: з низькою (до 90%), середньою (від 90 до 110%) і високою (більш 110%) доступністю. Встановлено, що доступність збільшується при зниженні споживання сирого протеїну з кормом. Проте, є відхилення, що випадають з загальної закономірності. Так, раціон з максимальним вмістом сирого протеїну опинився в групі з середньою доступністю (93%). При споживанні тваринами 362г сирого протеїну доступність дорівнювала 125%, а при 587г - 136%. Таким чином, встановлено, що в складному шлунку на різних раціонах може відбуватися як обезцінювання значної кількості сирого протеїну корму тобто, зниження доступності, так і збільшення його доступності, що приводить до підвищення білкової поживності раціону.

Таблиця 3.

Доступність сирого протеїну корму для перетравлення в тонкому кишечнику.

# раціону	СП кор-му, г	Баланс СП в рубці г	Надішло СП до ДПК, г	% від прий
1	738	-191	547	74
2	705	-137	568	81
3	710	-120	590	83
4	677	-102	575	85
5	735	-73	661	90
6	857	-60	797	93
7	649	-36	613	94
8	591	-18	573	97
9	605	-10	595	98
10	600	+27	627	104
11	498	+57	554	111
12	647	+107	754	117
13	362	+90	452	125
14	587	+212	799	136
15	420	+195	615	146

Надходження ендогенного сирого протеїну до складного шлунку. При розгляді балансу сирого протеїну у складному шлунку (таблиця 4) встановлено, що в деяких випадках понад 200г сирого протеїну корму руйнується у рубці, а в інших - біля 200г сирого протеїну надходить до дванадцятипалої кишки опріч вжитого з кормом. Зрозуміло, що збільшення кількості пов'язано з додатком сирого протеїну у складному шлунку. Для визначення кількості ендогенного сирого протеїну, що надходить до передшлунків, проведено дослідження надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки на безбілкових раціонах.

Таблиця 4.

Склад раціонів.

Вид корму / кількість, кг	період				
	1	2	3	4	5
Солома пшенична	2.5	2.5	2.5		
Солома оброблена NaOH				2.5	
Папір фільтрувальний					2.5
Дерт горохова	2.0				
Дерт ячмінна		2.0			
Крохмаль кукурудзяний			2.0	2.0	2.0
Мінеральний додаток	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

Таблиця 5.

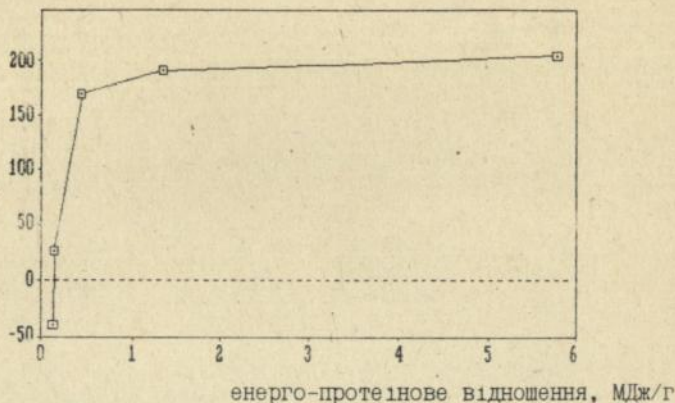
Характеристика раціонів.

№ раціону	СР, кг	СП, кг	СП в СР, %	ДОЕ, МДж	рівень годівлі, МДж/кг ^{0.75}	ДОЕ/СР, МДж/кг	СП/ДОЕ, г/МДж
1	4.06	458.5	11.30	38.61	0.55	9.51	11.87
2	4.06	415.4	10.21	39.42	0.57	9.71	10.54
3	3.99	98.4	2.46	39.30	0.57	9.85	2.50
4	3.99	32.2	0.81	43.30*	0.55	10.85	0.74
5	4.28	8.7	0.20	50.30*	0.73	11.72	0.17
середнє по раціонам 3-5	4.08			42.19	0.62	10.33	
коефіцієнт варіації	0.03			0.11	0.16	0.09	

* - вміст визначався за обмінними дослідями, СР - суха речовина, СП - сирій протеїн, ДОЕ - доступна для обміну енергія.

Для вивчення закономірностей надходження ендогенного сирого протеїну до складного шлунку використовувались раціони слідуєчого складу: корма багаті клітковиною - 2.5кг, концентрати - 2.0кг (таблиця 4). Зниження вмісту сирого протеїну в раціоні досягалося при використанні кормів з зниженим вмістом сирого протеїну (солома і крохмаль), або практично не вміщуючих сирого протеїну (солома оброблена лугом чи фільтрувальний папір і крохмаль). При приблизно однаковому споживанні енергії, споживання сирого протеїну знижувалося з 458 до 9г на голову за добу (таблиця 5). На раціонах, вміщуючих від 9 до 98г сирого протеїну, до тонкого кишкового його надходило від 268 до 212г (таблиця 6). Тобто, в середньому на 188г більше, ніж було спожито з кормом.

ендогенний сирий протеїн, г



Малюнок 1. Надходження ендogenous сирого протеїну до дванадцятипалої кишки в залежності від енерго-протеїнового співвідношення.

Зрозуміло, що збільшення відбувалося за рахунок ендogenous азоту. На малюнку 1 відображений графік надходження ендogenous сирого протеїну до дванадцятипалої кишки в залежності від енерго-протеїнового відношення. При збільшенні вмісту доступної для обміну енергії на один грам сирого протеїну раціону до 0.5МДж/г, надходження ендogenous сирого протеїну різко збільшується до 170г. Збільшення кількості енергії вище 0.5МДж/г практично не впливає на надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки. Це говорить про те, що при вмісті енергії від 0.5МДж/г і вище, відбувається максимально можливе надход-

Таблиця 6.

Баланс сирого протеїну в складному шлунку.

№ раціону	утримання СП в раціоні, г	надійшло до ДПК		Баланс СП в складному шлунку, г
		СП, г	СП, г/кгСВ	
1	458.5	416.1 ± 15.8	102.5	- 42.4
2	415.4	441.3 ± 23.7	108.7	+ 25.9
3	98.4	267.7 ± 17.4	67.0	+ 169.3
4	32.2	222.2 ± 10.7	55.7	+ 190.1
5	8.7	212.2 ± 23.9	49.5	+ 203.5
середнє по раціонам 3-5		234.0	57.4	+ 187.6
коефіцієнт варіації		0.13	0.15	0.09

жоння сирого протеїну з складного шлунку до дванадцятипалої кишки. Можна вважати, що в цьому випадку увесь ендogenous азот, виділений до складного шлунку, надходив до дванадцятипалої кишки у складі мікробіального чи незруйнованого ендogenous сирого протеїну.

Таблиця 7.

Надходження ендogenous сирого протеїну до дванадцятипалої кишки.

№ раціону	утримання СП в раціоні, г	надійшло до дванадцятипалої кишки			
		ЕСП, г	ЕСП/СР, г/кг	ЕСП/ОМ, г/кг	ЕСП/ОРер, г/кг
1	458.5	-	-	-	-
2	415.4	25.9	6.40	0.37	12.70
3	98.4	169.3	42.43	2.47	91.76
4	32.2	190.1	47.64	2.43	77.28
5	8.7	203.5	47.43	2.94	63.14
середнє по раціонах 3-5		187.6 [±] 9.9	45.83 [±] 1.7	2.61 [±] 0.16	77.39 [±] 8.26
коефіцієнт варіації		0.09	0.06	0.11	0.18

ЕСП - ендogenous сирий притеїн, СР - суха речовина, ОМ - обмінна маса, ОРер - органічна речовина, зруйнована в рубці.

Для з'ясування закономірностей надходження ендogenous сирого протеїну до передшлунків, розраховували його кількість на 1кг сухої речовини корму, на 1кг обмінної маси тварини і на 1кг органічної речовини, перетравленої у рубці. Отримані дані наведені у таблиці 7. Мінімальний коефіцієнт варіації знайдено для ендogenous сирого протеїну на 1кг сухої речовини спожитого корму. В середньому, у бичків живою масою біля 300кг, до складного шлунку виділяється з крові та може надходити до дванадцятипалої кишки у складі мікробіального чи незруйнованого ендogenous біля 45г сирого протеїну на 1кг сухої речовини раціону.

Вплив розчинності сирого протеїну вивчався шляхом зіставлення доступності сирого протеїну на раціонах з різною розчинністю і однакою кількістю сирого протеїну і енергії. Досліджено три пари раціонів. Склад раціонів наведений в таблиці 1. Як можна бачити з таблиці, раціони 1, 3 і 8 були повністю аналогічні раціонам 5, 7 і 10 як по складу, так і по кількості використаних кормів. Вміст розчинного сирого протеїну в раціоні змінювався завдяки автоклавуванню гороху на 48, 19 і 32% по відповідним парам раціонів (таблиця 8). Загальна розчинність сирого протеїну у раціоні знижувалася в середньому на 25%. У всіх випадках зниження розчинності сирого протеїну приводило до під-

Таблиця 8.

Розчинність сирого протеїну та його перетравність у складному влунку.

№ раціону	ОП кор-му,		розчинний ОП корму		знижен-ня, %	баланс ОП в рубці, г	надійшло ОП до ДПК,		збіль-шення, %
	г	г	%	г/МДж			г	% від прий.	
1	738	392	53.1	7.02		-190.9	547	74.1	
5	735	202	36.5	4.91	30	-73.4	661	90.0	21
3	710	362	50.9	6.58		-120.3	590	83.1	
7	649	292	45.0	5.05	23	-36.2	612	94.4	11
8	591	283	47.9	5.40		-17.5	573	97.0	
10	600	193	32.1	3.73	30	+26.6	627	104.4	8

вищення його доступності для перетравлення в тонкому кишечнику. Так, по першій парі раціонів доступність підвищувалася з 74 до 90%, по другій - з 83 до 94%, по третій з 97 до 104%. При зниженні вмісту розчинного сирого протеїну на одиницю доступної для обміну енергії на 30, 23 і 30% по відповідним парам раціонів, доступність підвищувалася на 21, 11 і 8% (таблиця 8). Таким чином, доступність сирого протеїну для перетравлення в тонкому кишечнику при зниженні розчинності підвищується. Проте, це збільшення не має постійного характеру і не завжди пропорційне зменненню розчинності.

Регресійний аналіз експериментальних даних по п'ятнадцяти раціонах (таблиця 1) проведено для визначення ступеню впливу окремих показників характеристики раціону на доступність сирого протеїну для перетравлення у тонкому кишечнику. Результати аналізу представлені у таблиці 9.

Доступність сирого протеїну, тобто процент надходження в тонкий кишечник, знаходиться у зворотному зв'язку від вмісту сирого протеїну і, особливо, розчинного сирого протеїну в раціоні. Найбільш високий кореляційний зв'язок встановлено між дос-

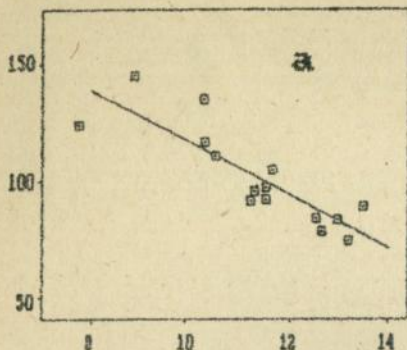
Таблиця 9.

Коефіцієнти кореляції між споживанням та надходженням сирого протеїну до дванадцятипалої кишки.

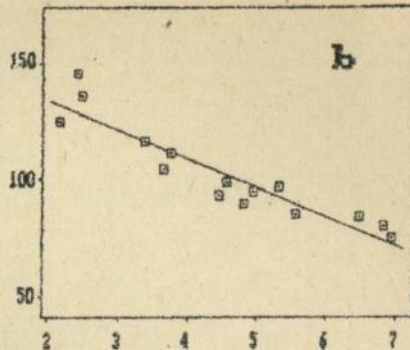
Спожито з кормом	Надійшло ОП до ДПК, г	% від прийнятого
Сирого протеїну (СП), г	.47	-.75
СП/ДОЕ, г/МДж	.09	-.87
Концентрація ОП в СП, %	.22	-.80
Розчинного ОП, г	-.03	-.92
Розчинного ОП, % в СП	-.31	-.88
Розчинного ОП, г/МДж	-.24	-.93

Жирними літерами виділені достовірні коефіцієнти кореляції ($p < 0.05$)

доступність, %



доступність, %



СП/ДОЕ, г/МДж

РСП/ДОЕ, г/МДж

Малюнок 2. Доступність сирого протеїну для перетравлення в тонкому кишечнику в залежності від співвідношення: а) - сирого протеїну та енергії, б) - розчинного сирого протеїну та енергії.

тупності сирого протеїну і вмістом в раціоні розчинного сирого протеїну на 1МДж доступної для обміну енергії: $r = -0.93$. Коефіцієнт кореляції між доступністю сирого протеїну і загальним вмістом сирого протеїну на 1МДж доступної для обміну енергії складає $r = -0.87$.

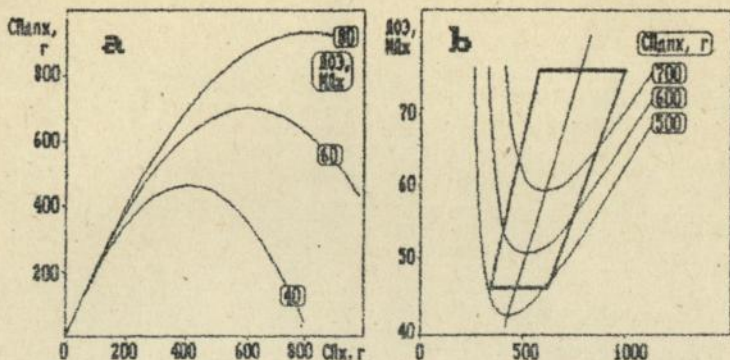
На підставі регресійного аналізу і коефіцієнтів кореляції були розроблені моделі надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки. Розрахунок надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки можна зробити за рівняннями регресії, здобутими за допомогою математичного аналізу отриманих даних:

$$y = 230 - 11.3 \cdot x_1; \quad (1)$$

$$y = 160 - 12.5 \cdot x_2; \quad (2)$$

де y - доступність сирого протеїну (надходження до дванадцятипалої кишки у відсотках від прийнятого з кормом), x_1 - вміст сирого протеїну (г на 1МДж доступної для обміну енергії), x_2 - вміст розчинного сирого протеїну (г на 1МДж доступної для обміну енергії).

На малюнку 2 зображені фактичні дані про доступність сирого протеїну та розраховані величини доступності за допомогою наведених рівнянь. Як можна бачити з графіків, розрахункові значення достатньо близькі до фактичних значень доступності. При вмісті в раціоні від 11 до 12г/МДж сирого протеїну чи від 4.4 до 5.2г/МДж розчинного сирого протеїну до дванадцятипалої кишки надходить $100 \pm 5\%$ сирого протеїну по



Малюнок 3. Моделювання надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки (СПДк) при різних рівнях доступної для обміну енергії (ДОЕ) та сирого протеїну (СПк) в раціоні. Область експериментальних даних обмежена чотирикутником. Прямая лінія, що проходить через верхівки парабол, відповідає умові $СП/ДОЕ=10.2г/МДж$.

відновленню до його кількості прийнятої з кормом. Наведені рівняння можна рекомендувати для розрахунку теоретичної доступності сирого протеїну корма для перетравлення у кишечнику при значних відхиленнях вмісту сирого протеїну на одиницю доступної для обміну енергії від вказаних величин.

Аналіз великої кількості раціонів, що використовуються на практиці для годівлі молодняку великої рогатої худоби свідчить, що звичайні раціони вміщують 10.5 - 12.5г сирого протеїну і 4 - 5.5г розчинного сирого протеїну на один мегаджоуль доступної для обміну енергії. У цих умовах до дванадцятипалої кишки надходить від 90 до 110% сирого протеїну від його кількості, прийнятої з кормом. Таким чином, можна зв'язати, що на звичайних раціонах надходження сирого протеїну з складного шлунку приблизно дорівнює його кількості, прийнятої з кормом.

Отримані рівняння для розрахунку доступності сирого протеїну є достатньо точними математичними моделями, що описують перетворення сирого протеїну у складному шлунку. Проведене дослідження отриманої математичної моделі свідчить, що взаємозв'язок між споживанням сирого протеїну і надходженням його до дванадцятипалої кишки має нелінійний характер і залежить від вмісту енергії в раціоні. Так, підставляючи до рівняння 1 вираз для визначення доступності ($СПДк/СПк*100$) і про-

теплово-енергетичного відношення (СПк/ДОЕ) маємо наступне рівняння:

$$\text{СПдлк}/\text{СПк} \cdot 100 = 230 - 11.3 \cdot \text{СПк}/\text{ДОЕ} \quad (3)$$

Розв'язуючи це рівняння відносно СПдлк маємо:

$$\text{СПдлк} = 230/100 \cdot \text{СПк} - 11.3/100 \cdot \text{СПк} \cdot \text{СПк}/\text{ДОЕ} \quad (4)$$

На малюнку 3а зображено графік отриманого рівняння при різному вмісті енергії в раціоні. Як видно з графіку при постійному вмісті енергії в раціоні збільшення споживання сирого протеїну з кормом призводить до того, що надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки спочатку збільшується, а потім зменшується. При більш високому рівні енергії в раціоні, максимум надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки досягається при більш високому рівні споживання сирого протеїну корму.

Для того, щоб розв'язати рівняння 3 відносно СПк, необхідно виконати деякі перетворення та згрупувати члени цього рівняння:

$$\text{СПк}^2 \cdot ((-230)/11.3 \cdot \text{ДОЕ}) \cdot \text{СПк} + (100/11.3 \cdot \text{СПдлк} \cdot \text{ДОЕ}) = 0 \quad (5)$$

Отримане рівняння є стандартним рівнянням другого ступеню виду:

$$x^2 + px + q = 0, \quad (6)$$

де $x = \text{СПк}$, $p = (-230)/11.3 \cdot \text{ДОЕ}$, $q = 100/11.3 \cdot \text{СПдлк} \cdot \text{ДОЕ}$. Як відомо, це рівняння в загальному випадку має два корені, котрі розраховуються за формулою:

$$x_{1,2} = -p/2 \pm \sqrt{(p/2)^2 - q} \quad (7)$$

У випадку, коли підкорінна частина цього рівняння дорівнює нулю $((p/2)^2 = q)$, обидва корені збігаються. У випадку, коли підкорінний вираз приймає від'ємні значення $((p/2)^2 < q)$, обидва корені знаходяться в області уявних чисел. Підставивши до формули 7 значення x , p і q , маємо формулу для розв'язування рівняння 3 відносно СПк:

$$\text{СПк}_{1,2} = 10.2 \cdot \text{ДОЕ} \pm \text{ДОЕ} \cdot (104 \cdot \text{ДОЕ} - 8.8 \cdot \text{СПдлк}) \quad (8)$$

Аналіз цього виразу показує, що рівняння 3 має рішення в області невід'ємних реальних чисел при $104 \cdot \text{ДОЕ} \geq 8.8 \cdot \text{СПдлк}$. Причому, при $104 \cdot \text{ДОЕ} > 8.8 \cdot \text{СПдлк}$, маємо два рішення, а при $104 \cdot \text{ДОЕ} = 8.8 \cdot \text{СПдлк}$, маємо тільки одне рішення $\text{СПк} = 10.2 \cdot \text{ДОЕ}$.

На малюнку 3б графічно відображена сукупність рішень рівняння 3 - різні рівні надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки в залежності від вмісту сирого протеїну і доступної для обміну енергії в раціоні. Вершина кожної параболі відповідає випадку, коли рівняння 3 має одне рішення:

$$\text{СПк} = 10.2 \cdot \text{ДОЕ} \quad (8.1)$$

Це протеїново-енергетичне відношення (10.2г/МДж) є оптимальним з точ-

ки зору максимального надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки. Тобто, при заданій кількості енергії, наприклад 51МДж, максимальне надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки - 600г буде досягнуто тільки при вмісті в раціоні $10.2\text{г/МДж} * 51\text{МДж} = 520\text{г}$ сирого протеїну. При більшому чи меншому вмісті сирого протеїну в раціоні до дванадцятипалої кишки надходитиме менше, ніж 600г сирого протеїну.

Ліва частина кожної параболі розраховується за формулою:

$$\text{СПК}_1 = 10.2 * \text{ДОЕ} - \sqrt{\text{ДОЕ} * (104 * \text{ДОЕ} - 8.8 * \text{СПДпк})} \quad (8.2)$$

і відповідає випадку, коли синтез мікробіального сирого протеїну в рубці обмежено азотом. У цьому випадку, надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки відбувається за рахунок перевитрат енергії. Причому, як можна бачити на графіку, для підтримки необхідного рівня надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки при зниженні вмісту сирого протеїну в кормі на 5 - 10% (область вершини параболі), потреба в енергії змінюється на незначну величину. При зниженні вмісту сирого протеїну в раціоні більш ніж на 10 - 15%, потреба в енергії значно підвищується.

Права частина кожної параболі розраховується за формулою:

$$\text{СПК}_2 = 10.2 * \text{ДОЕ} + \sqrt{\text{ДОЕ} * (104 * \text{ДОЕ} - 8.8 * \text{СПДпк})} \quad (8.3)$$

і описує випадок, коли синтез мікробіального сирого протеїну в рубці обмежено енергією. В цьому випадку, заданий рівень надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки забезпечується за рахунок перевитрат азоту в рубці через руйнування сирого протеїну корму до аміаку і виведення останнього з сечею через кров та печінку.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що надходження сирого протеїну з складного шлунку до дванадцятипалої кишки на раціонах різного складу становить 70 - 140% від прийнятого.

2. Збільшення кількості протеїну, що надходить до дванадцятипалої кишки у зрівнянні з прийнятим відбувається:

- а) при зниженні загальної кількості сирого протеїну в раціоні;
- б) при зниженні розчинності сирого протеїну;
- в) при зниженні кількості сирого протеїну на одиницю доступно для обміну енергії.

3. Зниження доступності сирого протеїну для перетравлення у дванадцятипалій кишці відбувається у тому випадку, коли сирий протеїн корму, що руйнується у рубці, не використовується для синтезу мікро-

біального сирого протеїну, що супроводжується також збільшенням втрат азоту з сечев.

4. Підвищення надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки, у зрівнянні з прийнятим, пов'язано з виділенням ендогенних азотвміщуючих сполук до складного шлунку.

5. В дослідях на депротейнізованих раціонах встановлено, що виділення ендогенного сирого протеїну до складного шлунку складає для бичків біля 46 ± 2 г/кг сухої речовини чи 2.6 ± 0.2 г/кг обмінної маси тварини. Для бичків живою масою приблизно 300 кг до складного шлунку надходе 188 ± 10 г сирого протеїну за добу.

6. Доступність сирого протеїну для перетравлення в тонкому кишечнику описується рівняннями:

$$y = 230 - 11.3 \cdot x_1; \quad (1)$$

$$y = 160 - 12.5 \cdot x_2; \quad (2)$$

де y - доступність сирого протеїну (надходження до дванадцятипалої кишки у відсотках від прийнятого з кормом), x_1 - вміст сирого протеїну (г на 1 МДж доступної для обміну енергії), x_2 - вміст розчинного сирого протеїну (г на 1 МДж доступної для обміну енергії).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

1. Отримані результати по надходженню ендогенного сирого протеїну до складного шлунку, а також встановлені закономірності надходження сирого протеїну до дванадцятипалої кишки, передбачається використовувати при розробці системи протеїнового нормування годівлі великої рогатої худоби.

НАУКОВІ РОБОТИ, ОПУБЛІКОВАНІ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Цюпко В.В., Климов В.А., Каплан В.А., Берус М.В., Татузян Р.А., Мухин В.И., Шевченко Г.С., Василевский Н.В. Оценка поступления сирого протеина для переваривания в тонком кишечнике молодняка крупного рогатого скота // "Белково-аминокислотное питание с.-х. животных. Тез. докл. Всес. совещ., Калуга, 28-30 мая, 1986". -Боровск, 1986. -С.65-66.

2. Цюпко В.В., Климов В.А., Берус М.В., Шевченко Г.С., Василевский Н.В. Оценка поступления доступного для обмена белка в организм молодняка крупного рогатого скота // "Молоч.-мясн. скотоводство". -Киев, 1987. -№70. -С.31-34.

3. Цюпко В.В., Климов В.А., Берус М.В., Шевченко Г.С., Василевский Н.В. Определение доступности белка для молодняка крупного рогатого скота // "Молоч.-мясн. скотоводство". -Киев, 1987. -№71. -С.64-69.

4. Василевский Н.В., Цюшко В.В., Берус М.В., Шевченко Г.С. Поступление эндогенных азотсодержащих соединений в сложный желудок бычков / Протеиновое питание и продуктивность жвачных животных // Сб. науч. трудов ВНИИФБиП с.-х. животных Т. XXXVI. -Боровск, 1989. -С.126-131.

5. Василевский Н.В., Берус М.В., Шевченко Г.С. Поступление эндогенных азотсодержащих соединений в сложный желудок жвачных // Науч.-технич. бюллет. № 55. -Харьков, 1990. -С.32-35.

6. Цюшко В.В., Берус М.В., Шевченко Г.С., Василевский Н.В. Обоснование новой системы нормирования протеинового питания крупного рогатого скота // Науч.-технич. бюллет. № 60. -Харьков, 1992. -С.25-32.

Відповідальний за випуск В.І.Валігура

Підписано до друку "___" _____ 1993 року.

Обсяг 1.2 п.а. Тираж 100 екз. Заказ №10

Ділянка оперативного друку Інституту тваринництва УАН
312120. м.Харків п/в Куліничі.

AB 27.773