УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ ТВАРИННИЦТВА

На правах рукопису

ІЛЬЇНСЬКИЙ ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 591.13:636.22/.28.084

ІНТЕНСИВНІСТЬ ТА НАПРАВЛЕННІСТЬ ПРОЦЕСІВ РУБЦЕВОГО ТРАВЛЕННЯ ПРИ РІЗНОМУ СПІВВІДНОШЕННІ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН В РАЦІОНІ

03.00.13 фізіологія людини та тварин

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Харків -1997

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у відділі технології виробництва молока Інституту тваринництва УААН.

Науковий керівник: доктор біологічних наук
Валігура Володимир Іванович

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор
Проваторов Герман Васильович
кандидат біологічних наук
Василевський Микола Володимирович

Провідна установа: Харківський зооветеринарний інститут

Захист відбудеться "8" липня 1997 року о 10 годині на засіданні спеціалізованої Ради Д 02.30.01 при інституті тваринництва УААН, 312120, м.Харків, п/в Кулиничі.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці інституту тваринництва УААН, м.Харків, п/в Кулиничі.

Автореферат розісланий "6" червня 1997 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої Ради Снегур Ф.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність теми. Розробка науково обгрунтованих норм годівлі жуйних потребує вивчення закономірностей процесів перетравлення поживних речовин в складному шлунку та кишечнику. Тому питання щодо вивчення особливостей процесів рубцевого травлення при згодовуванні разноструктурних раціонів залишаються актуальними.

Встановлено, що кінцевими продуктами травлення вуглеводів у складному шлунку жуйних є леткі жирні кислоти, метан, вуглекислота та вода. Під час бактеріального розщеплення вуглеводів та амінокислот звільняється теплова енергія, яку прийнято називати теплотою бродіння. Леткі жирні кислоти (ЛЖК) є основними метаболітами енергетичного обміну у жуйних і їх енергія складає близько 60-75% перетравленної енергії (ПЕ) раціону; енергія метану складає 9-14% ПЕ, а теплота бродіння - 6-8% ПЕ і разом є безпосередніми втратами енергії корму. Разом з тим є повідомлення, що співвідношення енергії ЛЖК, метану та теплоти бродіння може змінюватися в дуже широкому діапазоні при згодовуванні різноструктурних раціонів. Встановлення кількісних показників розподілу енергії раціону на енергії ЛЖК, метану та теплоту бродіння пов'язане з методичними труднощами їх визначення.

Вивчення закономірностей рубцевого травлення потребує також визначення прямого та сумісного впливу основних факторів годівлі на перетворення поживних речовин у складному шлунку жуйних при згодовуванні різноструктурних раціонів.

Мета та завдання досліджень. Метою роботи було вивчення впливу основних факторів годівлі - рівня годівлі, концентрації енергії та протеїну у раціоні та співвідношення протеїну, жиру та вуглеводів в сухій речовині раціону - на якісні та кількісні характеристики перетворення поживних речовин у складному шлунку жуйних.

У завдання дослідження входило вивчення впливу факторів годівлі на:

-надходження поживних речовин у дванадцятипалу кишку;
-добову динаміку концентрації ЛЖК, CO_2 та CH_4 у рубці;
-продукцію CO_2 та CH_4 в процесах рубцевого травлення;
-ефективність перетворення енергії у складному шлунку жуйних.

Наукова новизна. Вперше викладена комплексна характеристика

кількісних та якісних перетворень поживних речовин у складному шлунку жуйних.

Отримано математичні моделі, які описують перетравність поживних речовин у складному шлунку жуйних при згодовуванні різноструктурних раціонів.

Встановлено розмах коливань енергії метану та теплоти бродіння як частки енергії, перетравленої в складному шлунку.

Визначено розмах коливань добової динаміки концентрації ЛЖК у рубцевій рідині, метану та вуглекислоти у рубцевих газах.

Запропоновано оригінальний спосіб визначення енергії ЛЖК та теплоти бродіння на основі визначення кількості CO_2 и CH_4 в рубцевих газах за допомогою респіраційних камер та визначення кількості перетравленої у складному шлунку енергії на тваринах зі шлюзованою канюлею дванадцятипалої кишки.

Апробація роботи. Основні положення дисертації були представлені та обговорені на засіданнях Вченої ради інституту тваринництва УААН; - на 2-й республіканскій науково-практичній конференції молодих вчених та спеціалістів "Вклад молодых ученых Украины в интенсификацию сельскохозяйственного производства", Харків, 1986р.; - на Всесоюзній нараді "Пищеварение и биосинтез молока в связи с качеством протеинового питания жвачных животных", Боровськ, 1987р.; - на конференції молодих вчених, УНДІЕВ, Харків, 1987р.; - на Всесоюзній нараді "Состояние и задачи по совершенствованию технологии приготовления, использования кормов и оптимизация кормления с.-х. животных с применением ЭВМ", Дубровиці, 1989р.; - на Всесоюзній нараді по раціональному використанню кормового протеїну, Боровськ, 1989р.; - науковій конференції "Нове в методах зоотехнічних досліджень", Харків, 1992 р.; - на Другій міжнародній конференції "Актуальные проблемы биологии в животноводстве", Боровськ, 1995р.

Публікація результатів досліджень. Основні результати опубліковані у 9 роботах.

Об'єм і структура дисертації. Дисертація викладена на 148 сторінках машинописного тексту, вміщує 19 таблиць, 26 малюнків; складається із вступу, огляду літератури, розділу матеріалів та методів, результатів власних досліджень (чотири підрозділа), заключення, висновків та практичних пропозицій, списку літератури, який включає 117 джерел, в тому числі 87 іно-

земних.

Декларація особистого внеску. Дослідна та аналітична робота виконана автором особисто. Вибір напрямків та опрацювання методик досліджень проведені разом з науковим керівником. Із спільних досліджень використано свою частину роботи.

Основні положення дисертації, що виносяться на захист.

1. Комплексна оцінка якісних та кількісних перетворень поживних речовин та енергії різноструктурних раціонів у складному шлунку жуйних.

2. Математичні моделі прогнозування надходження у кишечник поживних речовин при згодовуванні різноструктурних раціонів.

3. Співвідношення концентрацій CO_2 и CH_4 в рубцевих газах при згодовуванні різноструктурних раціонів становить 2.3:1, тобто відповідає співвідношенню кількості цих газів при утворенні їх у процесі анаеробного бродіння вуглеводів.

4. Кількість CO_2, яке виділяється з газами рубця на 1 моль перетравлених в рубці гексоз відповідає величинам утворення вуглекислоти при анаеробному бродінні вуглеводів.

5. При згодовуванні різноструктурних раціонів енергія ЛЖК може складати 67.8-80.5% енергії перетравлених у рубці поживних речовин, енергії метану 8-18%, енергія теплоти бродіння - 9.7-14.5%.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Робота виконувалась у відділі годівлі молочної худоби ІТ УААН в умовах фізіологічного двору на тваринах дослідного господарства "Українка" в період з 1984 по 1995 рр.

Методика проведення досліджень містила в собі:

визначення продукції CO_2 та CH_4 дослідними тваринами;

вивчення надходження поживних речовин у дванадцятипалу кишку;

вивчення добової динаміки концентрації ЛЖК, CO_2 та CH_4 у рубці.

Для проведення досліджень використовували клінічно здорових бичків живою вагою 250-350 кг, оперативним шляхом встановлювали їм Т-подібну шлюзовану канюлю дванадцятипалої кишки (ДПК) та малу рубцеву канюлю. Канюлю встановлювали на початку

ДПК у розріз 12-го ребра. Для вивчення добової динаміки концентрації ЛЖК у рубцевій рідині та CO_2 і CH_4 у рубцевих газах була застосована фістула спеціальної конструкції для попередження потрапляння повітря у рубцеву порожнину.

Загальна схема проведення дослідів складалась з вирівнювального періоду (25-30) днів та дослідного, під час якого проводили: респіраційний дослід по обліку виділених газів; фізіологічний дослід по обліку добового надходження хімусу у ДПК та дослід по визначенню добової динаміки концентрації ЛЖК у рубцевій рідині та CO_2 і CH_4 у рубцевих газах. Респіраційний дослід проводили в камерах відкритого типу протягом двох суміжних діб. Аналіз газів робили на газовому хроматографі "Цвет-100" та аналізаторі "Гамма-1". Фізіологічний дослід проводили протягом двох несуміжних діб в комплексі з вивченням добової динаміки ЛЖК та газів у рубці. В кормах та дуоденальному хімусі визначали суху речовину, золу, сирий жир, сирий протеїн, сиру клітковину та БЕР, у рубцевій рідині визначали загальний вміст кислот та молярне співвідношення оцтової (С2), пропіонової (С3) та масляної (С4) кислот. Проби рубцевої рідини та газів відбирали 27 або 13 разів на добу.

Всого у фізіологічних дослідах було вивчено 24 раціони (107 визначень), в тому числі з добовою динамікою - 10 раціонів (33 визначення) та респіраційних дослідів - 79 визначень.

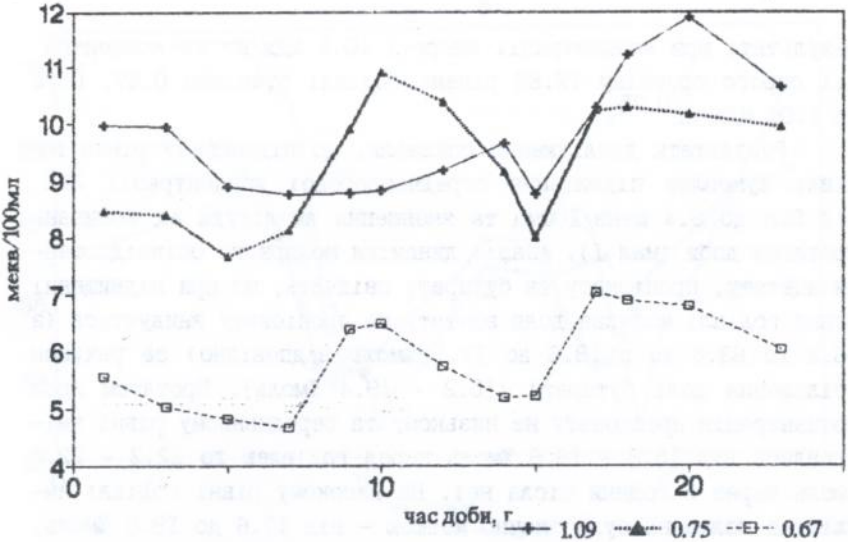
Результати досліджень були статистично оброблені та проаналізовані на ПК IBM PC/AT, корреляційний та множинний лінійний регресійний аналіз проведені з використанням прикладних статистичних пакетів STATGRAF v.3.0 та STADIA v.4.1.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

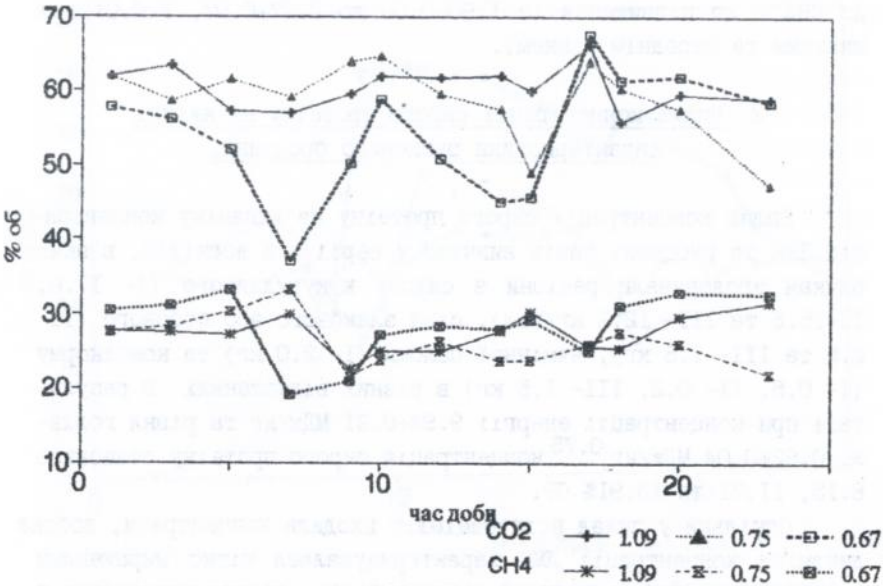
1.Вплив рівня годівлі на якісні характеристики рубцевого бродіння

Відомо, що збільшення рівня годівлі загалом знижує перетравність поживних речовин у складному шлунку жуйних (Blaxter K., 1962; Цюпко В.В., 1987), хоча є дані і протилежного характеру (Валігура В.І.,1990).

Вплив рівня годівлі на процеси рубцевого бродіння був вивчений у серії дослідів, в яких бичкам згодовували однаковий за структурою раціон, але в різній кількості - силосу кукурудзяного - 13.2, 18.6 та 20.6 кг, сіна злаково-бобового - 1.20, 1.44 та 1.70 кг та комбікорму - 1.10, 1.30 та 1.50 кг/гол. В



Мал. 1 Концентрація ЛЖК у рубцевій рідині при різних рівнях годівлі (МДж/кг^0.75)



Мал. 2 Концентрація CO_2 та CH_4 в рубцевих газах при різних рівнях годівлі (МДж/кг^0.75)

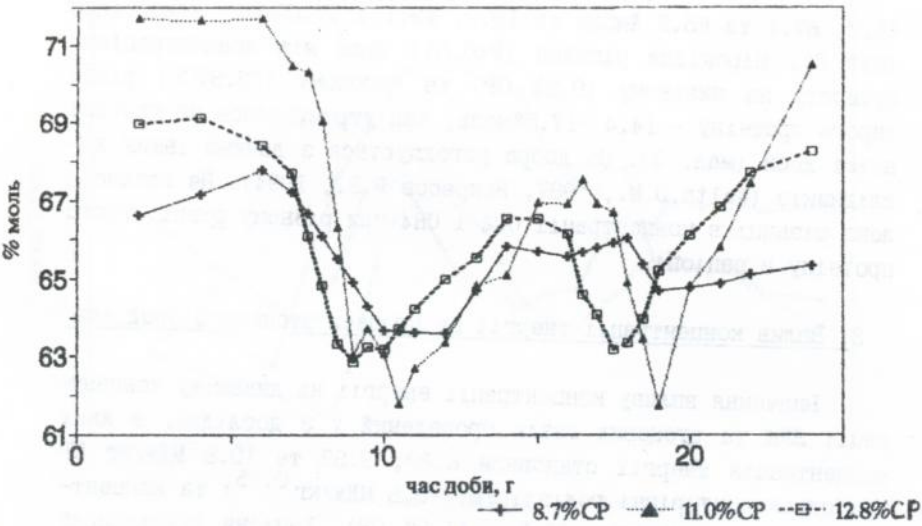
результаті при концентрації енергії 10.5 МДж/кг та концентрації сирого протеїну 12.8% рівень годівлі становив 0.67, 0.75 та 1.09 МДж/кг$^{0.75}$.

Результати дослідження показали, що підвищення рівня годівлі зумовлює підвищення середньодобової концентрації ЛЖК від 5.8 до 9.4 мекв/100мл та зменшення амплітуди їх коливань протягом доби (мал 1). Аналіз динаміки молярного співвідношення ацетату, пропіонату та бутирату свідчать, що при підвищенні рівня годівлі молярна доля ацетату та пропіонату знижується (з 66.2 до 63.5 та з 18.6 до 17.1 %моль відповідно) за рахунок збільшення долі бутирату (15.2 - 19.4 %моль). Протягом доби концентрація пропіонату на низькому та середньому рівні змінювалась від 15.8 - 16.6 %моль перед годівлею до 22.2 - 22.4 %моль через 2 години після неї. На високому рівні годівлі амплітуда коливань була значно меншою - від 17.6 до 18.8 %моль. Відповідно до змін у співвідношенні ЛЖК змінювалася і продукція рубцевих газів - так, середньодобова концентрація вуглекислоти при збільшенні рівня годівлі мала тенденцію до зниження (від 57.4+1.6 до 49.1+4.5%), а відношення концентрацій CO_2 до CH_4 - до підвищення (з 1.90+0.06 до 2.27+0.07, $P<0.01$ між низьким та середнім рівнем).

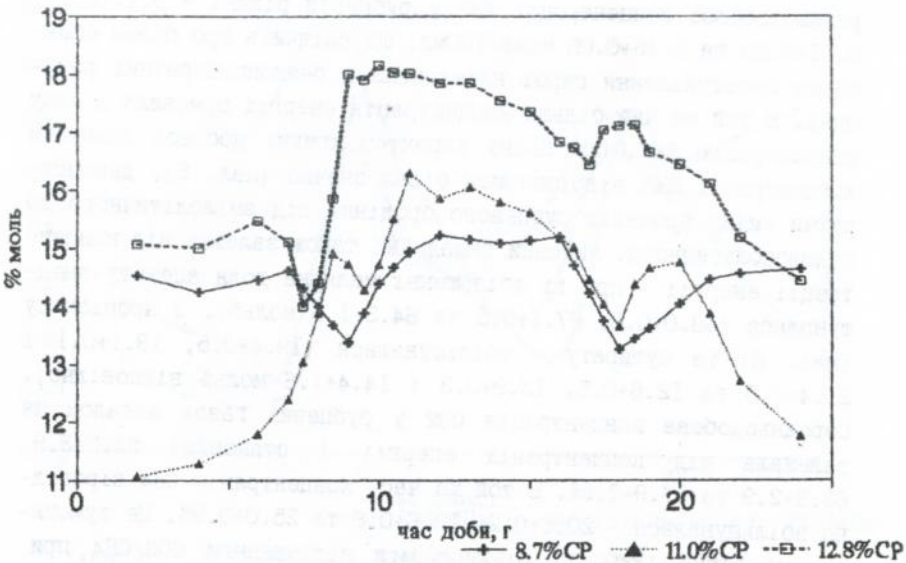
2. Вплив концентрації сирого протеїну на якісні характеристики рубцевого бродіння.

Вплив концентрації сирого протеїну на динаміку концентрації ЛЖК та рубцевих газів вивчали у серії з 3 дослідів, в яких бичкам згодовували раціони з силосу кукурудзяного (I- 17.0, II-15.5 та III- 12.2 кг/гол), сіна злакового або бобового (II- 2.5 та III- 1.5 кг), ячмінної соломи (I- 2.0 кг) та комбікорму (I- 0.5, II- 0.2, III- 1.5 кг) в різних відношеннях. В результаті при концентрації енергії 9.92+0.21 МДж/кг та рівня годівлі 0.82+0.04 МДж/кг$^{0.75}$ концентрація сирого протеїну становила 8.15, 11.71 та 13.91% СР.

Оскільки у склад всіх раціонів входили концентрати, добова динаміка концентрації ЛЖК характеризувалася чітко вираженими постпрандіальними піками. Середньодобові величини концентрацій ацетату та пропіонату при концентрації сирого протеїну у раціоні 8.2, 11.7 та 13.9% СР суттєвих розбіжностей не мали -



Мал. 3 Концентрація ацетату в рубцовій рідині в залежності від концентрації сирого протеїну в раціоні

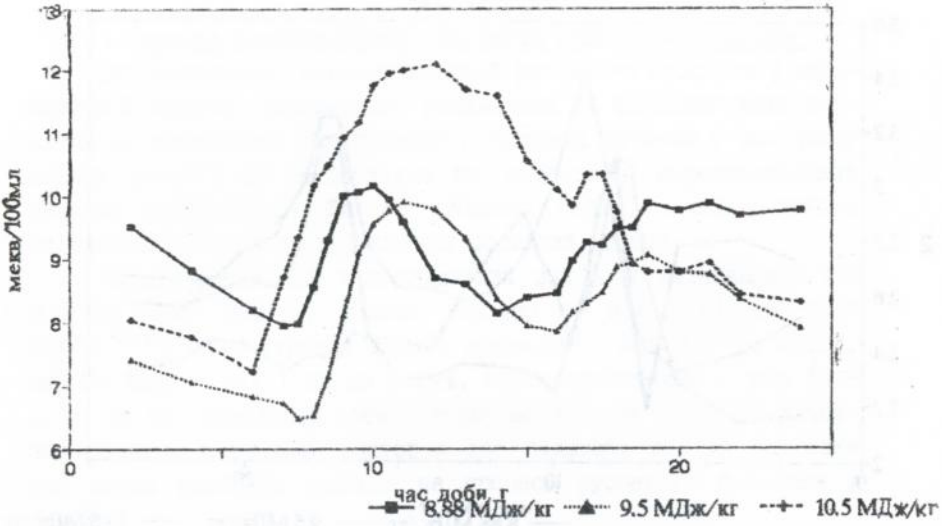


Мал. 4 Концентрація бутерату в рубцовій рідині в залежності від концентрації сирого протеїну в раціоні

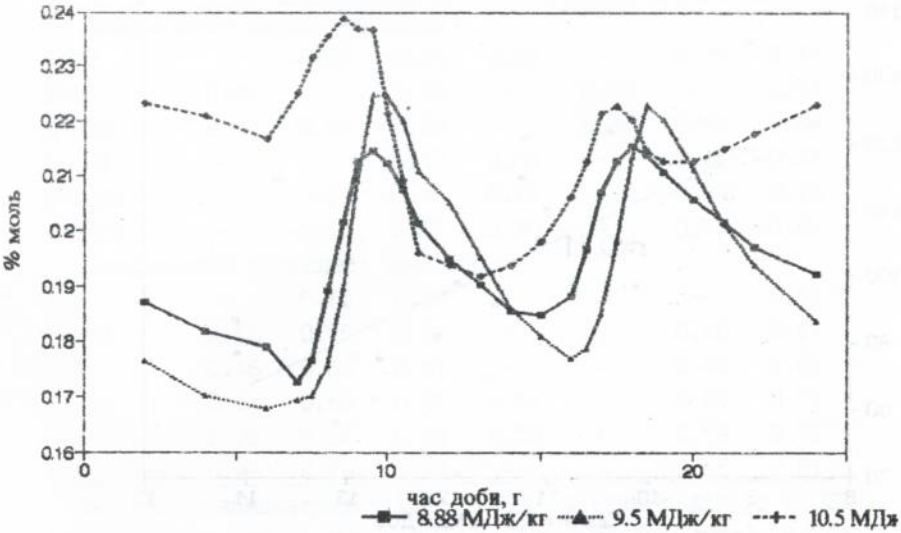
65.7, 67.1 та 65.2 %моль та 19.9, 19.1 і 17.0%моль відповідно (мал 3). Вірогідна різниця ($P<0.01$) була між концентрацією бутирату на низькому (8.2% СР) та високому (13.9%СР) рівні сирого протеїну - 14.4 -17.8%моль, яка утримувалась на протязі всієї доби (мал. 3). Це добре узгоджується з даними інших дослідників (Walts,D.M., 1987, Некрасов Г.В., 1994). Не встановлено різниці в концентрації CO_2 і CH_4 при різному рівні сирого протеїну в раціоні.

3. Вплив концентрації енергії на процеси рубцевого бродіння

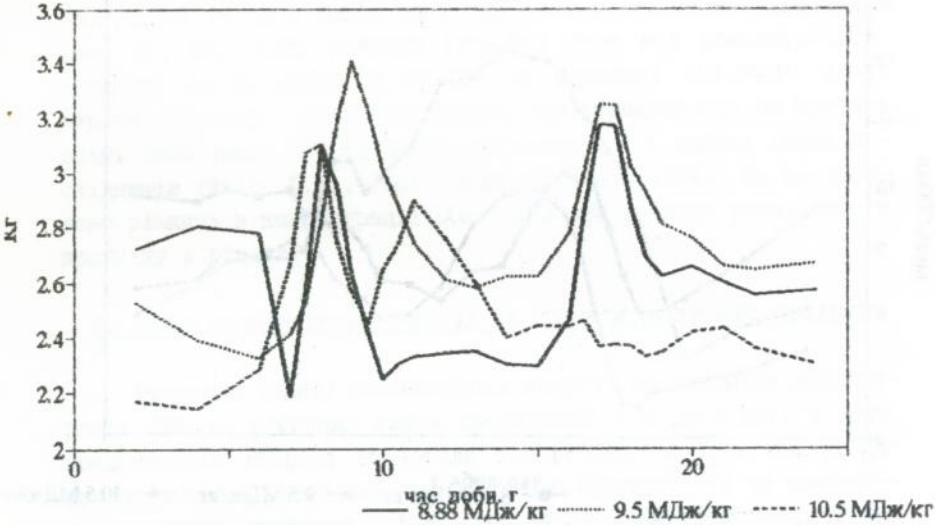
Вивчення впливу концентрації енергії на динаміку концентрації ЛЖК та рубцевих газів проведений у 3 дослідах, в яких концентрація енергії становила 8.88, 9.83 та 10.8 МДж/кг СР при однаковому рівні годівлі (0.7-0.8 МДж/кг$^{0.75}$) та концентрації сирого протеїну (11.5 - 11.8% СР). Раціони складалисяз кукурудзяного силосу (1- 10.7, 11- 15.5, 111- 8.0 кг), злаково-бобового сіна 1- 4.5, 11- 2.5, 111- 0.5 кг), та комбікорму (11- 0.2, 111- 2.1 кг). Це зумовило нелінійну залежність середньодобової концентрації ЛЖК у рубцевій рідині - 9.17+0.27, 8.01+0.23 та 9.45+0.06 мекв/100мл, що свідчить про більш ефективне перетравлення сирої клітковини в безконцентратних раціонах. В той же час більша концентрація енергії зумовила і вищу концентрацію ЛЖК. При цьому характер кривих добової динаміки концентрації ЛЖК відрізнялися більш значно (мал. 5), демонструючи зміну процесів рубцевого бродіння від амілолітичного до целюлозолітичного. Якісний склад ЛЖК також залежав від концентрації енергії - при її збільшенні молярна доля ацетату зменшувалася (68.0+0.8, 67.1+0.5 та 64.3+1.5 моль%), а пропіонату (мал. 6) та бутирату - збільшувалася (19.4+0.5, 19.1+0.1 і 21.4+2.5 та 12.6+0.5, 13.9+0.3 і 14.4+1.6 моль% відповідно). Середньодобова концентрація CO_2 у рубцевих газах загалом не залежала від концентрації енергії і становила 52.2+3.9, 63.3+2.9 та 57.9+2.9%. В той же час, концентрація CH_4 вірогідно збільшувалася - 20.1+0.2, 23.6+0.8 та 25.0+0.9%. Це зумовило вірогідну ($P<0.01$) різницю між відношенням CO_2/CH_4 при середній (2.67+0.04) та високій концентрації енергії (2.31+0.03) (мал. 7).



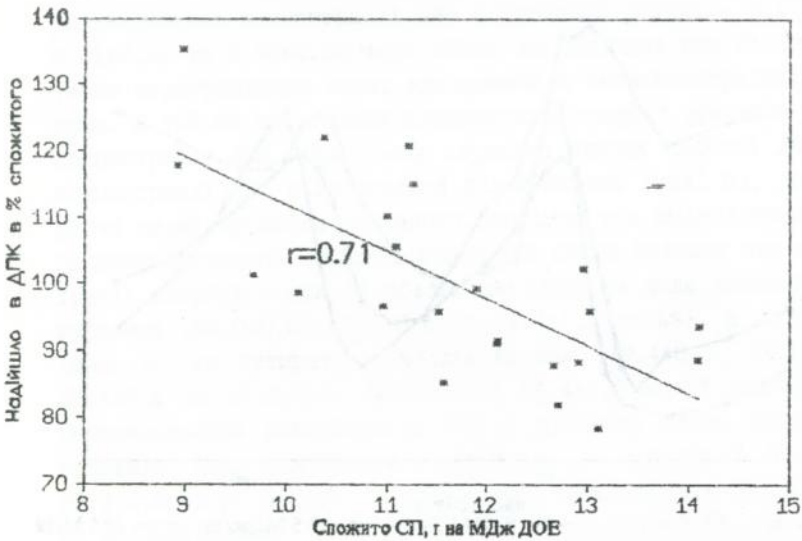
Мал. 5 Динаміка концентрації ЛЖК в рубцевій рідині при різній концентрації ДОЕ в раціоні



Мал. 6 Концентрація пропіонату в рубцовій рідині при різній концентрації ДОЕ в раціоні



Мал. 7 Співвідношення [CO2]/[CH4] в рубцевих газах при різній концентрації ДОЕ в раціоні



Мал. 8 Надходження сирого протеїну в ДПК в залежності від СП/ДОЭ в раціоні

4. Основні закономірності процесів рубцевого бродіння

При визначенні закономірностей рубцевого бродіння у математичній обробці використані результати 24 фізіологічних дослідів по визначенню перетравності поживних речовин у складному шлунку (n=107) та 9 дослідів по визначенню середньодобових значень концентрації ЛЖК та рубцевих газів, а також добове виділенння газів в респіраційних дослідах (n=50).

Концентрація ДОЕ в досліджених раціонах змінювалась від 8.8 до 11.7 МДж/кг, рівень годівлі - від 0.61 до 1.11 МДж/кг$^{0.75}$, концентрація сирого протеїну - від 8.7 до 15.2%, сирого жиру - від 1.62 до 3.27%, сирої клітковини - від 14.8 до 31.1% СР. Наведений обсяг експериментальних даних та діапазон значень вивчаємих факторів дає підставу робити висновки про вплив факторів годівлі на процеси рубцевого бродіння у бичків.

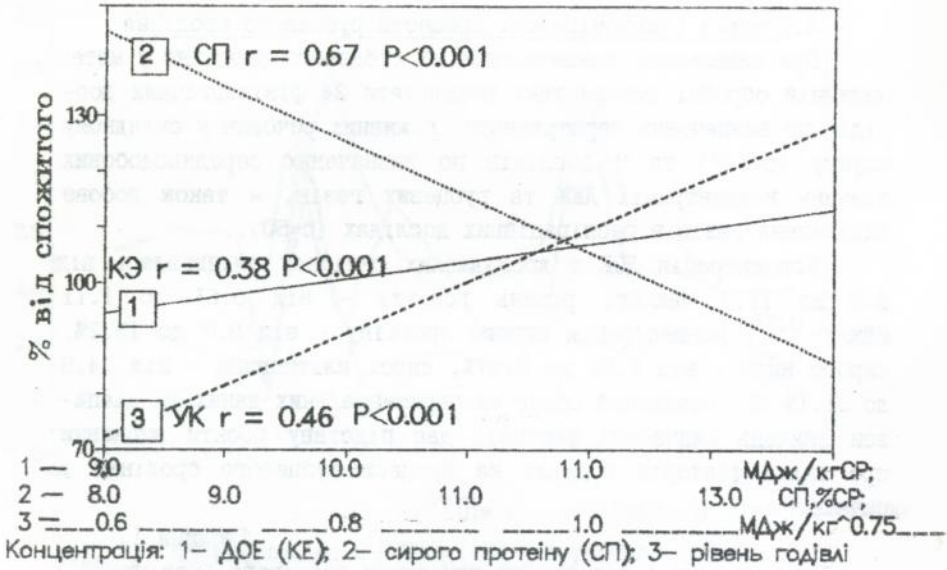
Таблиця 1.

Вплив факторів годівлі на показники рубцевого бродіння

	ЛЖК	С2моль	С3моль	С4моль	СО2%	СН4%	Кг
Коефіцієнти парної кореляції							
1-КЕ	-	-0.51	-0.34	0.61	-	0.79	-0.74
2-РГ	-0.39	-	0.53	-	0.55	-	0.64
3-СП%	0.40	-0.64	0.49	-	0.34	-0.59	0.68
4-СЖ%	-	-	-0.40	0.55	-	0.45	-0.37
5-СКл%	-	0.59	-0.60	-0.61	-	-0.79	0.73
6-БЕР%	-	-0.46	0.57	0.40	-	0.70	-0.54
Коефіцієнти множинної кореляції							
1-2	-	0.75	0.62	-	-	-	0.64
1-2-3	0.53	0.75	0.62	-	-	0.50	0.67
3-5	0.46	0.65	0.61	-	-	0.46	0.62
3-5-6	0.64	0.66	0.67	0.51	-	0.59	0.70
3-4-5-6	0.92	0.67	0.68	0.58	-	0.59	0.72
1-2-3-456	0.93	0.79	0.72	-	-	0.66	0.81

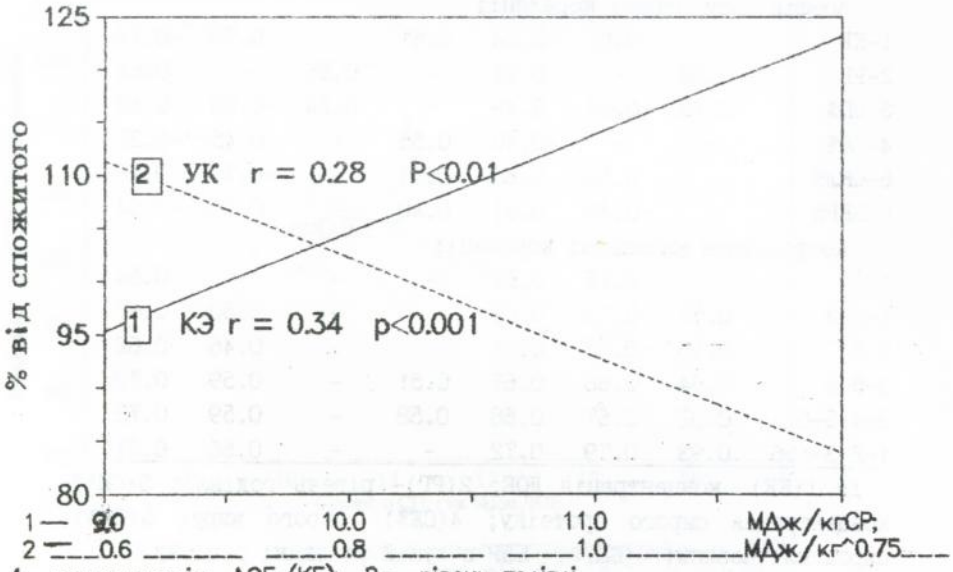
де 1(КЕ)- концентрація ДОЕ; 2(РГ)- рівень годівлі; 3(СП%)- концентрація сирого протеїну; 4(СЖ%)- сирого жиру; 5(СК%)- сирої клітковини; 6(БЕР%)- БЕР в сухій речовині раціону.

Парний регресійний аналіз (таблиця 1) показав, що молярну концентрацію ацетату зумовлює співвідношення концентрації си-



Концентрація: 1– ДОЕ (КЕ); 2– сирого протеїну (СП); 3– рівень годівлі

Мал. 9 Вплив факторів годівлі на надходження сирого протеїну в ДПК



1– концентрація ДОЕ (КЕ); 2– рівень годівлі

Мал. 10 Вплив факторів годівлі на надходження сирого жиру в ДПК

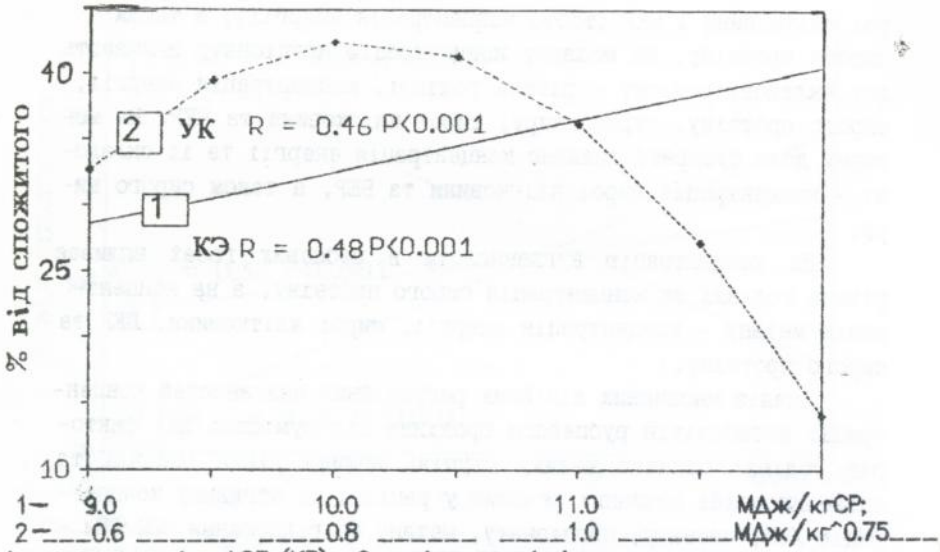
рої клітковини і БЕР (тобто концентрація енергії), а також сирого протеїну. На молярну концентрацію пропіонату впливають всі складові раціону - рівень годівлі, концентрація енергії, сирого протеїну, сирого жиру, сирої клітковини та БЕР. На молярну долю бутирату впливає концентрація енергії та її складові - концентрація сирої клітковини та БЕР, а також сирого жиру.

На концентрацію вуглекислоти в рубцевих газах впливає рівень годівлі та концентрація сирого протеїну, а на концентрацію метану - концентрація енергії, сирої клітковини, БЕР та сирого протеїну.

Аналіз множинних лінійних регресійних залежностей концентрації метаболітів рубцевого бродіння від сумісної дії факторів годівлі показав велику ступінь впливу рівня годівлі та співвідношення поживних речовин у раціоні на загальну концентрацію ЛЖК, ацетату, пропіонату, метану та відношення CO_2/CH_4 - (Кг). Слід відмітити наявність кореляційного зв'язку між молярною концентрацією пропіотату та Кг ($r=0.46$, $P<0.01$), що підтверджується також подібними кривими добої динаміки на різних раціонах.

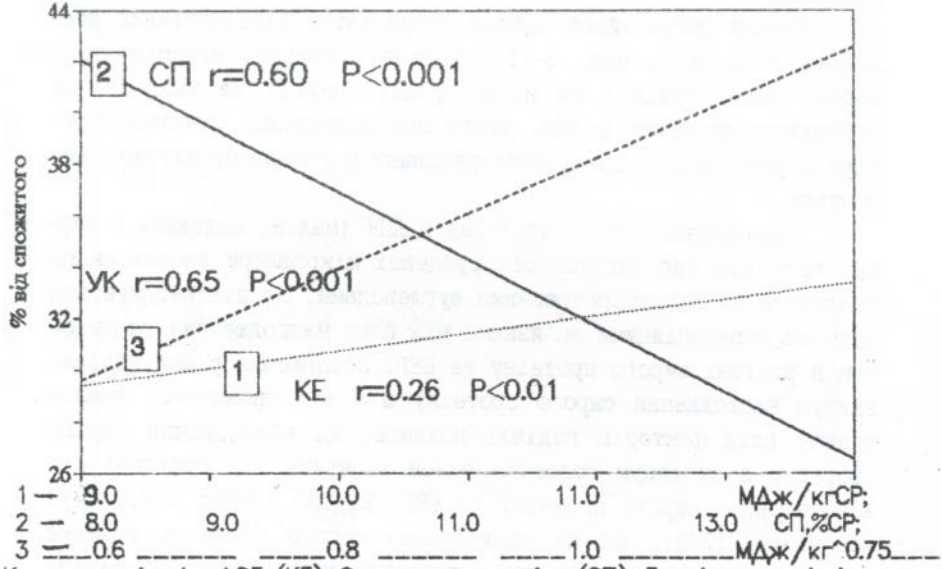
Парний регресійний аналіз результатів фізіологічних дослідів (таблиця 2, мал. 8-II) показав наявність вірогідного впливу рівня годівлі та концентрації енергії на надходження органічної речовини у ДПК, тобто при підвищенні значення фактору перетравність органічної речовини у складному шлунку знижується.

Надходження сирого протеїну в ДПК (мал.9) залежить в першу чергу від забезпеченності рубцевої мікрофлори азотвмісними сполуками та легкоперетравними вуглеводами, що підтверджується парними кореляційними зв'язками між його надходженням та вмістом в раціоні сирого протеїну та БЕР. Збільшення рівня годівлі знижує надходження сирого протеїну в % від спожитого. Аналіз впливу всіх факторів годівлі показав, що надходження сирого протеїну в дуоденум головним чином залежить від сумісної дії концентрації сирого протеїну та БЕР. Відомо (Цюпко В.В., Клімов В.О., 1985), що на надходження сирого протеїну впливає енерго-протеїнове відношення у раціоні. Аналіз даних 23 фізіологічних дослідів показав наявність лінійної високовірогідної залежності між кількістю сирого протеїну (г) на 1 МДж ДОЕ у



1– концентрація ДОЕ (КЕ); 2– рівень годівлі

Мал. 11 Вплив фактор в год вл на надходження сиро кл тковини в ДПК



Концентрація: 1– ДОЕ (КЕ); 2– сирого протеїну (СП); 3– рівень годівлі

Мал. 12 Вплив фактор в год вл на надходження БЕР в ДПК

Таблиця 2.

Вплив факторів годівлі на надходження поживних речовин у дванадцятипалу кишку (коефіцієнти корреляції)

Впливаючі фактори	Надходження у ДПК (% від спожитого)				
	Орг.р-н	С.Прот.	С.Жир	С.Кліт.	БЕР
I-КЕ	0.41	0.38	0.34	0.48	0.26
2-РГ	0.61	0.46	0.28	0.32	0.65
3-СП%	-	-0.67	-	-	-0.60
4-СЖ%	-	-	-0.42	-0.21	-
5-СКл%	-0.24	-	-0.30	-0.41	-
6-БЕР%	0.29	0.35	0.26	0.43	-
Коефіцієнти множинної кореляції					
3-4	-	0.49	0.53	0.23	0.25
3-5	0.26	0.56	0.39	0.41	0.22
3-6	0.29	0.57	0.45	0.45	0.23
3-4-5	0.26	0.56	0.56	0.44	0.26
3-4-5-6	0.36	0.57	0.59	0.47	0.36
I-3-4-5-6	0.35	0.57	0.59	0.39	0.35
2-3-4-5-6	0.36	0.58	0.62	0.44	0.36
I-2-3-4-5-6	0.36	0.58	0.62	0.48	0.35

де I(КЕ)- концентрація ДОЕ; 2(РГ)- рівень годівлі; 3(СП%)- концентрація сирого протеїну; 4(СЖ%)- сирого жиру; 5(СК%)- сирої клітковини; 6(БЕР%)- БЕР в сухій речовині раціону.

раціоні та надходженням сирого протеїну в ДПК ($P<0.01$) (мал.8) Слід відмітити, що 100% від спожитого сирого протеїну надходить при II.6 г СП/МДж ДОЕ.

На надходження сирого жиру в ДПК найбільше впливає концентрація сирого жиру; підвищення рівня годівлі та концентрації енергії (мал.I0) збільшує його надходження в ДПК; сумісний вплив рівня годівлі, концентрації енергії та складових раціону становить $R=0.62$.

Надходження в ДПК сирої клітковини майже повністю зумовлене рівнем споживання вуглеводів - сирої клітковини і БЕР, а також концентрацією енергії і рівнем годівлі (мал.II). В той же час надходження БЕР у ДПК залежить від рівня годівлі, концентрації енергії та сирого протеїну (мал.I2), а також сумісної дії співвідношення концентрацій поживних речовин у раціоні.

Таким чином, аналіз множинних лінійних регресійних залежностей концентрацій метаболітів рубцевого бродіння та надходження поживних речовин в кишечник від сумісної дії факторів годівлі підпорядковано закономірностям, які можуть бути описані регресійними рівняннями (для раціонів з рівнем годівлі від 0.61 до 1.11 МДж/кг $^{0.75}$, концентрацією енергії від 8.8 до 11.7 МДж ДОЕ/кг СР та сирого протеїну від 8.7 до 15.2% СР) :

$$Y1 = -43.9 + 2.21*X_1 + 5.80*X_2 + 0.06*X_3 + 2.26*X_4 - 11.3*X_5 - 1.6*X_6$$
R=0.93 Ст.похиб.=0.74, P<0.001

$$Y2 = 98.76 - 5.36*X_1 + 1.17*X_4$$
R=0.57 Ст. похиб.=14.3, P=0.0001

$$Y3 = -531.9 + 13.28*X_1 - 10.76*X_2 + 5.87*X_3 + 6.69*X_4$$
R=0.59 Ст. похиб.=21.2, P=0.0001

$$Y4 = -124.7 + 2.34*X_1 - 0.34*X_2 + 1.05*X_3 + 2.0*X_4$$
R=0.47 Ст. похиб.=9.48, P=0.0001

$$Y5 = -150.6 + 1.48*X_1 + 4.78*X_2 + 1.90*X_3 + 1.94*X_4$$
R=0.36 Ст. похиб.=5.50, P=0.007

де:Y1 - ЛЖК, мекв/100мл; Y2-надходження у ДПК сирого протеїну, %; Y3- сирого жиру,%; Y4- сирої клітковини, %; Y5- БЕР,%; X_1 - концентрація сирого протеїну, %СР; X_2 - сирого жира; X_3 сирої клітковини; X_4 - БЕР; X_5 КЕ,МДж/кг, X_6 - РГ, МДж/кг $^{0.75}$

Виділення рубцевих газів відносно перетравлених поживних речовин складало в середньому - CO_2 - 145.8+2.9 л/кг перетравленої органічної речовини, CH_4 - 63.5+1.3 л/кг. На відносне виділення газів найбільше впливає рівень годівлі (в кг спожитої СР/100 кг живої маси) r=-0.59 для CO_2/ОР та r=-0.71 для CH_4/ОР. Сумісна дія всіх факторів годівлі (рівня годівлі, концентрації енергії, сирого протеїну, сирого жиру, сирої клітковини та БЕР в сухій речовині раціону) характеризувалася коефіцієнтами множинної кореляції, відповідно, R=0.81 та R=0.85.

5. Ефективність перетворення поживних речовин у складному шлунку жуйних

Перетворення поживних речовин корму в анаеробних умовах рубця мікроорганізмами відбувається із значними втратами енергії у вигляді метану та теплоти бродіння. Для того, щоб розрахувати енергію летучих жирних кислот, потрібно із перетравленої в рубці енергії відрахувати енергію метану та теплоти

бродіння. Якщо кількість виділеного при бродінні метану можна виміряти, то решту складових перетравленої енергії виміряти практично неможливо. Свого часу було показано (Хангейт,1966; Енісон,1965), що ні один запропонований метод визначення загальної енергії ЛЖК не є надійним.

Дослідження показали, що співвідношення CO_2/CH_4 в рубцових газах становить 1.9-2.7, тобто отримані дані добре співпадають з величинами, наведеними Хангейтом (1966) по співвідношенню цих газів при бродінні гексоз в рубці. Кількість CO_2, яке виділяється з газами рубця, становить 0.98 моль на 1 моль зброджених гексоз, що повністю співпадає з теоретичними величинами продукції вуглекислоти при анаеробному бродінні вуглеводів. Це надало підставу для розрахунку балансу вуглецю та енергії в рубці.

По запропонованому нами методу у фізіологічних дослідах визначали кількість зброджених поживних речовин по різниці між спожитими та тими, що надійшли у ДПК. У респіраційному досліді за допомогою камер відкритого типу визначали середньодобову кількість утвореного в рубці метану, приймаючи його за 90% від загальної кількості. В добовій динаміці визначали середньодобові концентрації CO_2 та CH_4 і їх співвідношення (Кг). Виходячи з кількості CH_4, утвореного у рубці, помноженого на Кг, розраховували кількість утвореної в рубці CO_2. По різниці між кількістю перетвореного у складному шлунку вуглецю органічної речовини та вуглецем CO_2 і CH_4 розраховували кількість вуглецю ЛЖК. Виходячи з середньодобового відношення ацетату, пропіонату та бутирату визначали кількість молей цих кислот та їх енергетичну цінність. Теплоту бродіння розраховували, як валову енергію, видимо зброджену у рубці, мінус енергія ЛЖК та CH_4.

По запропонованій методиці проведено 6 фізіологічних дослідів, результати яких дозволяють розрахувати величину теплоти бродіння у піддослідних тварин. Концентрація енергії в досліджених раціонах змінювалась від 9.47 до 10.80 МДж/кг, рівень годівлі - від 0.61 до 0.93 МДж/кг$^{0.75}$, концентрація сирого протеїну - від 8.69 до 13.06% СР. В таблиці 3 наведені дані про баланс вуглецю та ефективність перетворення енергії.

Визначена в досліді енергія метану становила 4.8 - 9.8% валової енергії раціону або 8 - 18% зброджено у рубці. Калорійність розрахованої запропонованим методом ЛЖК склала 67.6 -

Таблиця 3.

Баланс вуглецю та енергії в складному шлунку (гол/сут)

ДОЕ/кг СР, МДж		9.76	9.78	9.47	9.83	10.80	10.78
Спожито	ВЕ,МДж	121.6	131.2	115.4	104.2	78.4	98.0
	вуглецю,г	2866	3083	2712	2444	1838	2290
Надійшло в ДПК	ВЕ,МДж	52.0	62.75	43.12	47.01	35.25	45.38
	вуглецю,г	1188	1428	979	1063	798	1029
Перетворено в рубці							
енергії, МДж		69.64	68.42	72.32	57.18	43.19	52.64
Вуглецю, г		1677.2	1654.6	1732.5	1380.3	1040.4	1261.3
Утворено метану, л		171.9	159.6	146.3	199.1	154.2	241.7
Вуглець метану, г		92.1	85.5	78.4	106.7	82.7	129.3
Енергія метану, МДж		6.80	6.31	5.79	7.87	6.10	9.56
% від спож.ВЕ		5.59	4.81	5.01	7.55	7.77	9.75
% від перетрав.		9.76	9.22	8.00	13.76	14.12	18.15
Утворено CO_2, л		350.7	411.1	391.7	435.0	356.8	458.7
Вуглець CO_2, г		188.0	220.3	210.0	233.2	191.2	245.9
CO_2/CH_4 - Кг		2.04	2.58	2.68	2.19	2.31	1.90
Вуглець ЛЖК		1397.3	1348.9	1444.3	1040.7	766.6	886.1
Концентрація	С2	65.74	64.48	67.07	65.19	64.27	66.23
ЛЖК (%моль):	С3	19.85	21.37	19.09	17.01	21.38	18.61
	С4	14.41	14.15	13.85	17.81	14.35	15.16
Вуглець,г	С2	738.8	696.7	785.0	537.0	394.0	471.5
	С3	334.7	346.3	335.1	210.2	196.7	198.7
	С4	323.9	305.9	324.1	293.5	176.0	215.9
Молей кислоти:	С2	30.78	29.03	32.71	22.38	16.42	19.65
	С3	9.30	9.62	9.31	5.84	5.46	5.52
	С4	6.75	6.37	6.75	6.11	3.67	4.50
Енергія, МДж:	С2	26.96	25.43	28.65	19.60	14.38	17.21
	С3	14.29	14.79	14.31	8.97	8.40	8.49
	С4	14.80	13.98	14.82	13.41	8.04	9.87
Енергія ЛЖК, МДж		56.06	54.20	57.78	41.99	30.82	35.56
% від спожитої		46.09	41.32	50.05	40.30	39.29	36.28
% від перетравленої		80.50	79.22	79.89	73.43	71.35	67.56
Теплота бродіння,МДж		6.75	7.89	8.73	7.35	6.28	7.48
% від спожитої		5.6	6.0	7.6	7.1	8.0	7.6
% від перетравленої		9.7	11.5	12.1	12.8	14.5	14.2

80.5% від перетравленої, в середньому - 75%, що добре співпадає з теоретично розрахованими величинами - 74.3% (Hungate R.E.,1966). Розрахунок кількості утворених продуктів бродіння моль на I моль зброджених гексоз також дає величини, близькі до теоретичних (в дужках) - ацетату - I.32 (I.07), пропіонату - 0.39 (0.38), бутирату - 0.30 (0.28), всього ЛЖК - 2.02 (I.72), CO_2 -0.98 (I.04%) та CH_4 -0.44 (0.58). Це дає підстави вважати зроблене припущення вірним, принаймі, в дослідженому діапазоні раціонів. Величини теплоти бродіння мають коливання від 5.6 до 8.0% (в середньому - 6.98%) від спожитої, або 9.7 - I4.5% (I2.5%) від перетравленої енергії, що також добре співпадає з величинами, одержаними іншими методами (Blaxter K.,1965; Moe P., Tyrrel H.,1979; Агафонов В.И., Надальяк Е.А., I987).

ВИСНОВКИ.

1. На інтенсивність та направленість процесів рубцевого травлення головним чином впливає співвідношення в сухій речовині раціону "сирих" протеїну, жиру, клітковини та БЕР.

2. На концентрацію летючих жирних кислот в рубцевій рідині впливає рівень годівлі, концентрації енергії, сирих протеїну, клітковини та БЕР в сухій речовині раціону. Суммарний вплив цих факторів характеризуєтся коефіцієнтом множинної кореляции R=0.93 (P<0.00I) і може бути описано наступним рівнянням

$$Y = -43.9 + 2.2I*X_1 + 5.80*X_2 + 0.06*X_3 + 2.26*X_4 - II.3*X_5 - I.6*X_6$$

де Y- ЛЖК, мекв/IOOмл; X_5- КЕ,МДж/кг, X_6 - $РГ^{0.75}$, МДж/кг

3. Молярна доля ацетату, пропіонату та бутирату також зумовлена цими факторами и характеризуются коефициентами множинної кореляції, відповідно, R=0.94; R=0.79 и R=0.77.

4. Співвідношення концентрацій CO_2 и CH_4 в рубцевих газах в середньому по дослідам становило 2.3:I, тобто відповідає співвідношенню кількості цих газів при утворенні їх у процесі анаеробного бродіння вуглеводів.

5.Кількість CO_2, що виділяється в рубцевих газах на I моль зброджених в рубці гексоз, відповідає розрахунковим величинам утворення CO_2 при анаеробному бродінні вуглеводів.

6. Концентрація вуглекислоти в рубцевих газах прямопропорційно корелює з концентрацією енергії и оберненопропорційно - з концентрацією сирого жиру та сирої клітковини. Ассоціативний

ефект співвідношення в сухій речовині раціону головних поживних речовин на концентрацію вуглекислоти впливу не має.

7. Концентрація метану в рубцевих газах залежить від рівня годівлі (r=-0.31) та концентрації сирого протеїну (r=-0.46), а також визначається сумісним впливом рівня годівлі, концентрації енергії і концентрації білків, жирів та вуглеводів - КМК R=0.66.

8. При згодовуванні різноструктурних раціонів при рівні годівлі від 0.61 до 0.93 МДж/кг $^{0.75}$, концентрації енергії від 9.5 до 10.8 МДж ДОЕ/кг СР і концентрації сирого протеїну від 8.7 до 13.1% величина теплоти бродіння складає 5.6 - 8.0% валової, 9.7 - 14.5% перетравленої в рубці енергії.

9. При згаданих характеристиках раціону, енергія летючих жирних кислот складає від 67.6% до 80.5% від зброджeної в рубці енергії при концентрації енергії в сухій речовині раціону від 10.8 до 9.5 МДж ДОЕ/кг СР.

10. Залежність між рівнем годівлі та теплотою бродіння характеризується коефіцієнтом кореляції r=-0.52; енергією метану - r=0.62. Найбільш тісні взаємозв'язки величин розподілу енергії при рубцевому бродінні виявлені між споживанням сухої речовини раціону на 100 кг живої маси та: теплотою бродіння - r=-0.61; енергією метану - r=-0.83, енергією ЛЖК - r=0.65.

11. Надходження поживних речовин в кишечник підпорядковане закономірностям, які можуть бути описані регресійними рівняннями (для раціонів з рівнем годівлі від 0.61 до 1.11 МДж/кг $^{0.75}$, концентрацією енергії від 8.8 до 11.7 МДж ДОЕ/кг СР та сирого протеїну від 8.7 до 15.2% СР) :

$$Y2 = 98.76 - 5.36*X_1 + 1.17*X_4$$

R=0.57 Ст. похиб.=14.3, P=0.0001

$$Y3 = -531.9 + 13.28*X_1 - 10.76*X_2 + 5.87*X_3 + 6.69*X_4$$

R=0.59 Ст. похиб.=21.2, P=0.0001

$$Y4 = -124.7 + 2.34*X_1 - 0.34*X_2 + 1.05*X_3 + 2.0*X_4$$

R=0.47 Ст. похиб.=9.48, P=0.0001

$$Y5 = -150.6 + 1.48*X_1 + 4.78*X_2 + 1.90*X_3 + 1.94*X_4$$

R=0.36 Ст. похиб.=5.50, P=0.007

де: Y2-надходження у ДПК сирого протеїну, %; Y3 - сирого жиру,%; Y4 - сирої клітковини, %; Y5 - БЕР,%;
X_1 - концентрація сирого протеїну, %СР; X_2 - сирого жира; X_3 сирої клітковини; X_4 - БЕР; X_5 - КЕ,МДж/кг, X_6 - РГ, МДж/кг $^{0.75}$

ПРАКТИЧНІ ПРОПОЗИЦІЇ

1.Пропонуються математичні моделі для прогнозування надходження поживних речовин у ДПК, виходячи з співвідношення в сухій речовині раціону "сирих" протеїну, жиру, клітковини та БЕР.

2.Пропонується метод визначення енергії ЛЖК та теплоти бродіння.

Список наукових робіт, опублікованих по темі дисертації

1.Зависимость между составом рационов и составом дуоденального химуса бычков. Тезисы докладов 2-й республиканской научно-производственной конференции молодых ученых и специалистов. Харьков, 1986, с. 27

2. Питательнная ценность люцерновой резки, заготовленной в разные фазы вегетации. Молочно-мясное скотоводство, вып.69б Киев, 1986, с. 31-36 (в співавторстві).

3. Прогноз переваримости сырого протеина у молодняка крупного рогатого скота. Тезисы докладов Всесоюзного совещания, Боровск, 1989, с. 34 (в співавторстві).

4. Некоторые закономерности поступления питательных веществ рациона в тонкий кишечник жвачных. НТБ N 55, Харьков, 1990 с. 44-48 (в співавторстві).

5. Комплексная методика определения показателей переваривания и использования питательных веществ и энергии жвачными животными. Новое в методах зоотехнических исследований. ч.2, Харьков, 1992, с. 18-22 (в співавторстві).

6. Применение статистических функций прикладных программ. Матер. науч.-практ. конф. "Використання інформаційних технологій у тваринництві" Харьков, 1993, с. 28

7. Факторы,влияющие на азотистый обмен у молодняка крупного рогатого скота. НТБ N 64, Харьков, 1994, с.51-55 (в співавторстві).

8. Калориметрический метод определения расхода газа. НТБ N 64, Харьков, 1994, с.45-51 (в співавторстві).

9. Влияние уровня кормления на динамику рубцовых процессов. Мат. Второй межд. конф. "Актуальные проблемы в животноводстве" Боровск, 1995, с.9

Ильинский А.В. Интенсивность и направленность процессов рубцового пищеварения при разном соотношении питательных веществ в рационе. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.13.

В работе изучено влияние уровня кормления, концентрации энергии и сырого протеина в сухом веществе рациона на переваримость питательных веществ и энергии в сложном желудке жвачных, суточную динамику концентрации летучих жирных кислот и газов, выделение CO_2 и CH_4 в процессе рубцового брожения. Обобщены результаты 24 экспериментов на бычках с фистулой рубца и Т-образной канюлей двенадцатиперстной кишки с использованием респирационного оборудования открытого типа. Методами математического анализа оценено влияние как отдельных факторов кормления, так и их совместное воздействие на процессы переваривания в рубце. Предложен способ расчета баланса энергии в рубце на основании данных о переваримости в рубце, среднесуточных значений концентраций ЛЖК, CO_2 и CH_4 и количества выделенного CH_4. Рассчитана энергия ЛЖК и теплоты брожения. Предложены уравнения, описывающие поступление питательных веществ в ДПК в зависимости от состава рациона.

Ilyinsky A.V. Intesity and direction of the rumen digestibility according to the different rate of nutrients in the diet. Dissertation for the degree Candidate of Sciences (Biology) in speciality 03.00.13.- Human and Animals Physiology. Institute of Animal Science of UAAS, Kharkov, 1997.

The effect of feeding level, energy and crude protein concentration in dry matter on the digestibility of nutrients in the rumen, daily rhythm change of VFA and rumen gas composition and concentration has been studied. The results of 24 trials with rumen- and duodenum-cannulated steers, using open-circuit respiratory chambers, have been summarized. The influence of the same feeding factors and its assosiative effect was estimated with the regression analysis. We have proposed a new metod of rumen energy balance calculation, which uses the data of rumen digestibility, daily average concentration of VFA, CO_2 and CH_4 and total amount of CH_4. Total VFA energy and fermantation heat have been determined. The equations, describing the nutrients flow to the duodenum, have been proposed.

Key words: energy metabolism, fermentation heat, volatile fatty acids, metan, rumen.

Ключові слова: рубець, обмін енергії, теплота бродіння, леткі жирні кислоти.

Відповідальний за випуск: Проваторов Г.В.
Підписано до друку " " 1997 р.
Обсяг 1.0 д.а. Тираж 100 екз.Замовлення N

Ділянка оперативного друку інституту тваринництва УААН
312120 м.Харків, п/в Куліничі