

# Вісник

## аграрної науки

НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНИЙ  
ЖУРНАЛ УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ  
АГРАРНИХ НАУК

5 '07

Видається з вересня 1922 р.  
(матеріали друкуються  
мовами оригіналів —  
українською та російською)  
Щомісячник

### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

**М.В. Зубець**  
(головний редактор)

**В.П. Ситник**  
(заступник головного редактора)

**В.А. Величко**  
(заступник головного редактора)

**Ф.Ф. Адамень**

**Г.О. Богданов**

**В.М. Булгаков**

**В.П. Буркат**

**Я.С. Гуков**

**С.С. Гуляев-Зайцев**

**Г.О. Єресько**

**П.І. Коваленко**

**П.В. Кондратенко**

**Р.Й. Кравців**

**М.К. Лінник**

**М.П. Лісовий**

**А.Й. Мазуркевич**

**Д.О. Мельничук**

**Б.С. Прістер**

**М.В. Роїк**

**П.Т. Саблук**

**В.Ф. Сайко**

**В.В. Снітинський**

**О.О. Созінов**

**О.Г. Тараріко**

**А.М. Третяк**

**М.К. Царенко**

**О.М. Шпичак**

### EDITORIAL BOARD

**M. Zubets**  
(editor-in-chief)

**V. Sytnyk**  
(deputy editor-in-chief)

**V. Velychko**  
(deputy editor-in-chief)

**F. Adamen'**

**G. Bogdanov**

**V. Bulgakov**

**V. Burkat**

**Ya. Gukov**

**S. Guliayev-Zaytsev**

**H. Yeresko**

**P. Kovalenko**

**P. Kondratenko**

**R. Kravtsiv**

**M. Linnyk**

**M. Lisoviy**

**A. Mazurkevich**

**D. Melnychuk**

**B. Prister**

**M. Rojik**

**P. Sabluk**

**V. Saiko**

**V. Snityns'ky**

**O. Sozinov**

**O. Tarariko**

**A. Tretiak**

**M. Tsarenko**

**O. Shpychak**

Київ  
Редакція журналу  
«Вісник аграрної науки»  
2007

## ЗМІСТ



- 5 **Загальні збори Української академії аграрних наук**
- 21 **Малієнко А.М.** Методологічні питання вивчення систем обробітку ґрунту в польових дослідах
- 24 **Костенко І.В.** Аналіз кольору ґрунту за допомогою офісного сканера
- 28 **Динник В.П., Дрозд О.М., Мирончук В.П., Лісовий О.Б., Динник А.В.** Селекційний потенціал льону-довгунця
- 31 **Полов О.П.** Регулятор росту рослин гарт як засіб підвищення продуктивності м'яти
- 35 **Кулик М. Ф., Обертюх Ю.В., Шутяк О.В., Кучер М.С., Скоромна О.І., Бахмат М.Н.** Теоретичне обґрунтування ролі клітковини і неструктурних вуглеводів у годівлі та живленні жуйних тварин
- 43 **Сушко О.Б.** Метод криоконсервації сперми жеребців з використанням компактизованих шприц-тюбів
- 47 **Коваль Т.П.** Ефективність методу розведення «у собі» тварин жирномолочного типу
- 52 **Масікевич Ю.Г.** Дослідження структурно-функціонального стану фотосинтетичного апарату в зв'язку з проявом репродуктивного гетерозису кукурудзи
- 55 **Булгаков В.М., Березовий М.Г.** Моделювання транспортування гички у завантажувальному пристрої
- 59 **Слюсар І.Т.** Структурна меліорація неглибоких торфовищ Лісостепу
- 63 **Кимачинський С.І.** Визначення витрат механічної енергії на процес сколочування вершків
- 65 **Бойко В.І., Козак О.А., Рибка В.С.** Рентабельність виробництва у сільськогосподарських підприємствах зони Степу
- 69 **Горьовий В.П.** Інвестування діяльності малих підприємств
- 74 **Дуванов О.В.** Ефективність стимуляції поліовуляції корів-донорів
- 77 **Бабіцький В.В.** Дослідження малогабаритної шланго-барабанної дощувальної установки
- 79 **Паштецький В.С.** Оцінка ефективності вирощування кормових культур і виробництва кормів в умовах степу Криму
- 83 **Усатий С.В.** Економічне обґрунтування технології краплинного зрошення інтенсивних насаджень плодкових культур

# Тваринництво, ветеринарна медицина

УДК 636.22/.28.084.085  
© 2007

*М. Ф. Кулик,  
член-кореспондент  
УААН*

*Ю.В. Обертюх,  
кандидат сільсько-  
господарських наук*

*О.В. Шутяк*

*Інститут кормів УААН*

*М.С. Кучер,  
кандидат*

*біологічних наук*

*Українська академія  
аграрних наук*

*О.І. Скоромна,  
кандидат сільсько-  
господарських наук*

*Вінницький державний  
аграрний університет*

*М.Н. Бахмат,  
кандидат сільсько-  
господарських наук*

*Подільський державний  
аграрно-технічний  
університет*

При вивченні еволюції сільськогосподарських тварин (щодо пристосування в середовищі проживання) дослідників завжди цікавив фактор годівлі — один з найдавніших зв'язків між живими організмами і довкіллям. З іншого боку це виправдано тим, що основою процесу пристосування тварин у середовищі проживання є збереженість енергетичного балансу в організмі. Отже, ор-

## **ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЛІ КЛІТКОВИНИ І НЕСТРУКТУРНИХ ВУГЛЕВОДІВ У ГОДІВЛІ ТА ЖИВЛЕННІ ЖУЙНИХ ТВАРИН\***

*Розкрито значення клітковини в активуванні та гальмуванні дії ферментів у шлунково-кишковому тракті сільськогосподарських тварин, що є основою депресивної дії при підвищенні її вмісту порівняно з фізіологічною потребою. Неструктурні вуглеводи стимулюють утворення пропіонової кислоти, яка є попередником синтезу глюкози і переважної більшості замісних амінокислот.*

ганізм тварини на будь-якій стадії еволюційного розвитку травної системи завжди максимально використовував поживні речовини корму. Найбільш функціональної спеціалізації при цьому набуває диференціація відділів травного тракту, пов'язана з виникненням регіональних відмінностей в обміні речовин, результатом чого є фізіологічні відмінності функцій. При такому розумінні еволюції травної системи виникає питання: що ж є основою корисної ознаки функції? О.М. Уголев (1961) вказує, що це питання ніколи не було предметом спеціального вивчення. Проте в більш або менш відчутній формі еволюційності, починаючи з Ламарка і Дарвіна, і фізіологи від К. Бернара, Сеченова і Павлова до наших днів у вигляді корисної ознаки функції називають даний нею ефект [18]. Значення цих основних взаємозв'язків в організмі дає ключ до подальшого вивчення взаємозумовлених процесів обмі-

ну речовин. Пряме відношення до цього має питання про функцію клітковини у вмістимому хімусі травного тракту з різною за характером годівлею тварин, які споживають її в неоднакових кількостях як натуральну складову частину будь-якого корму, а також споживає людина з продуктами харчування.

Відомо, що одним із показників розщеплення клітковини корму є рівень бактеріальної ферментації її з утворенням летких жирних кислот (ЛЖК), які всмоктуються безпосередньо в тому відділі травного тракту (в основному рубець і сліпа кишка), де утворюються [3]. В овець на товстий відділ кишечника припадає 12% ЛЖК загальної кількості кислот, які утворюються в травному тракті, на рубець і сліпу кишку — відповідно 86 і 14% [16].

За даними Балча (1955, 1958), валова енергетична цінність ЛЖК, які утворилися протягом доби в рубці корови,

\* Статтю опубліковано в порядку обговорення.

становить 8140—17980 ккал (4,5 кг ЛЖК), завдяки чому жуйна тварина може відшкодувати близько 79% енергетичних затрат організму [9]. Тому важко переоцінити для жуйних та інших тварин значення клітковини малопоживних, але широко розповсюджених у природі грубоволокнистих рослинних кормів, які недоступні для перетравлення і використання іншими тваринами.

Отже, найефективнішим способом перетворення поживних речовин грубих і соковитих кормів у продукти харчування в руках людини є шлях з участю жуйних тварин, які у процесі еволюції травної системи спеціалізувалися до використання обширних рослинних кормів безпосередньо завдяки симбіотичному травленню. Іноді складається враження, що коли йдеться про клітковину, то це має стосуватися тільки передшлунків жуйних тварин. Насправді травний апарат кроликів, морських свинок, коней та інших нежуйних тварин здатний також перетравлювати грубий корм, без якого годівля, навіть за повного забезпечення поживними речовинами (концентратами), не буде повноцінною (А.Р. Вальдман, 1972). Так, за даними досліджень, спроби виключити з раціону морських свинок грубі корми, які містять клітковину, були невдалими. Мабуть, здатність жуйних та інших тварин перетравлювати клітковину і засвоювати продукти її ферментації позначається і на ферментативному гідролізі поживних речовин у порожнині травного тракту і всмоксах, які забезпечують всмоктування його продуктів. Це не є випадковим щодо пристосувальної еволюції травної системи, тобто адаптації, яка гарантує виживання організму і в цілому виду або його популяції. В основі цих явищ, на нашу думку, знаходить своє

пояснення різна довжина і об'єм кишечника в різних видів тварин, а також тривалість проходження корму через травний тракт як показник фізіологічного стану процесів травлення. Наприклад, помічено, що в жителів Африки, які споживають багато волокнистої їжі, процес травлення відбувається в 1,5 рази швидше, ніж у європейців. Наявність у їжі людей достатньої кількості волокон сприятливо впливає на мікрофлору кишечника, що попереджає розвиток мікроорганізмів, які виробляють токсини [12].

Для глибшого розуміння цього питання слід розглянути працю інших авторів щодо впливу клітковини в дієті щурів на морфологію кишечника і здатність перетравлення поживних речовин у травному тракті [2].

Дослідженнями встановлено чіткий вплив рівня клітковини в дієті на довжину і масу окремих ділянок травного тракту. Порівнюючи показники щурів з однаковою масою тіла, авторами встановлено, що тварини, яким протягом 2-х поколінь згодовували експериментальні корми з добавкою темного житнього борошна, мали травний тракт довший на 5%, з добавкою висівок — на 20% порівняно з тваринами, які отримували корми з добавкою білого житнього борошна. Крім того, автори констатують, що щури, адаптовані до дієти з 2% клітковини, краще перетравлювали і використовували поживні речовини, ніж щури, вирощені на дієті з вмістом клітковини удвічі менше. На основі експериментальних даних автори звертають увагу на важливість цих явищ і для людей, які постійно харчуються їжею з різним вмістом клітковини.

Отже, клітковина впливає на збільшення довжини і маси кишечника як показника ефективності кишкового травлення.

Але таке явище найшвидше слід розглядати як процес адаптивної реакції травної системи в цілому до максимального використання організмом поживних речовин, які потрапляють у шлунково-кишковий тракт. Підтвердженням вищенаведеного є відносно велика довжина тонкого кишечника у травоядних тварин порівняно з коротким кишечником у м'ясоїдних [7, 20]. Дослідженнями встановлено, що за тривалих м'ясо-молочних дієт у всеїдних тварин кишечник зменшується, а за тривалих рослинних — збільшується. Крім того, змінюється морфологічний порядок. Так, при тривалому згодовуванні кроликам кормів тваринного походження в них перебудовується судинна сітка кишечника настільки, що вони практично не відрізняються щодо цього від м'ясоїдних тварин [4].

Вищенаведені явища адаптації травної системи до фактора харчування, а саме до клітковини корму, мають надзвичайно важливе значення для організму. Вся суть функції травної системи зводиться до пристосування найповнішого використання поживних речовин. Виходячи з таких міркувань, мабуть, на особливу увагу мають заслуговувати питання, які стосуються спрямованого розвитку шлунково-кишкового тракту в молодняку сільськогосподарських тварин під час його вирощування з метою формування економічного обміну речовин в організмі.

Багатосторонні дослідження в цьому напрямі проведено на свинях багатьма співробітниками і на їх основі рекомендовано ранню підгодівлю поросят-сисунців рослинними кормами [5]. Щодо великої рогатої худоби, то П.Д. Пшеничний зазначає, що в перші 3—4 міс. позаутробного періоду життя відповідно годівлю

можна сформувати бажані особливості в годівлі телят. І головним засобом цілеспрямованого розвитку травної системи худоби, пристосованої до об'ємного типу годівлі, є раннє привчання телят до поїдання рослинних кормів [15].

Для практики важливо знати, чи можна завдяки відповідній годівлі вирощувати тварин, здатних краще використовувати грубі корми. Багаточисленні дослідження з різними типами раціонів підтверджували, що розвиток передшлунків можна прискорювати або уповільнювати. Однак є дивовижними й інші дослідження, в яких годівля тварин об'ємними кормами в молодому віці надалі мало вплинула на їхню здатність поїдати і краще використовувати грубі корми [17].

Згідно з англійською технологією вирощування телят їхнє випоювання закінчують на 42-гу добу життя і для забезпечення високих приростів до завершення молочного періоду телятам не згодують сіно, силос чи солому, а лише комбікорм і заміник незбираного молока [1]. В основі — стимулювання розвитку слизової оболонки передшлунків як фактора всмоктування продуктів ферментації.

Мабуть, роль клітковини в годівлі тварин значніша, ніж про це до останнього часу ми уявляли [19]. Однак зв'язок між розміром травної системи і живою масою тварин прямо пропорційний [6]. Щодо значення клітковини в годівлі тварин, то основним фактором є продуктивна дія корму. Так, за даними Джонсона (1971), кожний відсоток додатково добавленої клітковини до раціону свиней з розрахунку на суху речовину знижує перетравність органічної речовини на 1,22—1,6%, енергії — на 2,3%. У досліджах М.М. Карпюса і І.С. Трончука (1973) зі збільшенням клітковини в раціоні на 1% середньодобові приро-

сти живої маси свиней на відгодівлі знижувались на 18 г. У наших досліджах на кожний понаднормативний відсоток клітковини в раціоні відгодівельних свиней недоодержано 28 г приросту живої маси [8]. Для корів різного рівня продуктивності (12—40 л добового надоя) вміст клітковини на суху речовину в раціоні становить 27—17%. Вміст клітковини в кормі вище фізіологічної норми погіршує засвоєння поживних речовин і як наслідок знижується його продуктивна дія [13]. Тоді нерозкритою залишається фізіологічна роль, або «корисна функція клітковини» у процесах травлення поряд із енергетичною її поживністю [18].

Дослідженнями ряду авторів (М.Ф. Кулик та ін., 2003) встановлено, що клітковина корму створює велику поверхневу площу в порожнині травного тракту великої рогатої худоби та інших травоядних тварин і за оптимального її вмісту активує, а вищої концентрації — інгібує активність ферментів хімусу тонкого кишечнику всіх сільськогосподарських тварин і птиці. Щодо мікробіальних ферментів умістимого рубця, сліпої й ободової кишок великої рогатої худоби клітковина виконує роль тільки інгібітору ферментативної активності. Проте позитивною є роль клітковини в зменшенні подразнення слизової оболонки кишечника в людей, а саме: ободової та прямої кишок від дії різної природи амінів, токсинів, аміаку, високої концентрації летких жирних кислот та інших подразнювальних факторів [6].

Слід зазначити, якщо фізіологічну роль клітковини у живленні тварин різних видів певною мірою встановлено, то в годівлі сільськогосподарських тварин, а саме фактор зменшення перетравності поживних речовин кормів раціону і як наслідок низька продуктив-

ність тварин при споживанні значної кількості клітковини потребують вивчення.

**Методика досліджень.** Дослідження проведені на базі фермерського господарства ім. Шевченка Здолбунівського району Рівненської області у період з грудня 2005 по травень 2006 р. До складу «монокорму» як єдиного корму для бичків дослідної групи входили: консервоване ціле зерно кукурудзи вологістю 35% — 5 кг, вівсяні висівки — 1, соняшникова макуха з вмістом сирого протеїну 24% — 0,3, бурякова меляса — 0,5 кг, кухонна сіль — 70 г, подрібнене насіння гірчиці білої сорту Кароліна — 50, крейда — 100 і вулканічний туф (анальжим) — 100 г. «Монокорм» задавали один раз вранці, а ввечері бичкам згодувували по 1 кг сіна. Норма такого «монокорму» становила 6 кг на початку і 10 кг — у кінці досліду. На кормову одиницю припадало 91 г сирого протеїну, а згідно з нормами О.П. Калашнікова та ін. (2003) для одержання середньодобових приростів 900—1000 г має припадати 138 г [14]. Бичкам згодувували 66% сирого протеїну від потреби, а середньодобові прирости становили 1100—1200 г (табл. 1), тоді як за такого рівня споживання сирого протеїну прирости повинні бути на рівні 600—700 г.

Контрольну групу відгодівельних бичків годували за раціоном силосно-концентратного типу. До його складу входили: дерть ячмінна — 1,5 кг; кормові буряки — 5; сіно злаково-бобове — 2; силос кукурудзяний молочно-воскової стиглості згодувували вволю (на початку досліду — до 10, в кінці — до 15 кг). У складі такого раціону на кормову одиницю припадало 111 г сирого протеїну, що становило 80% потреби [14]. Середньодобові прирости бичків становили 500—650 г. У раціоні бичків

Т. Динаміка живої маси та середньодобових приростів бичків української чорно-рябої породи при згодовуванні цілого вологого консервованого зерна кукурудзи у складі «монокорму» без грубих кормів

Інвентарний № бичка	Жива маса на початок досліду, кг (23.12.05)	День досліду										Середньо-добовий приріст за дослідний період, г	
		35-й		60-й		85-й		113-й		1	2		
		1	2	1	2	1	2	1	2				
		245	972	265	714	305	1429	336	912				1000
6595	194	583	240	893	283	1536	314	912	952				
6579	190	972	275	1786	306	1107	356	1471	1317				
6673	204	778	263	1107	293	1071	330	1088	1000				
6681	201	944	275	1429	320	1607	370	1176	1341				
6581	193	1028	279	1750	320	1464	344	706	1198				
6691	190	1056	268	1429	295	964	326	912	1079				
6571	191	806	250	1071	291	1464	325	1000	1063				
1739	226	944	304	1571	344	1429	380	1059	1222				
6693	197	667	260	1393	301	1464	336	1029	1103				
Середнє (M±m)	199,6±3,8	231,1±4,4	875,0±53,0	267,9±5,8	1314,3±119,2	305,8±6,0	1353,5±73,5	341,7±7,0	1026,5±67,4	1127,5±45,2			

Примітка. 1 — жива маса, кг; 2 — середньодобовий приріст, г.

контрольної групи вміст клітковини на 16% більше норми, у дослідній на 50% менше.

У табл. 2 наведено нормативні дані [14] вмісту клітковини на суху речовину в кормах раціону при відгодівлі бичків і лактуючих корів за різної продуктивності. Із наведених даних вміст клітковини на суху речовину для бичків різної продуктивності є постійною величиною — 21%, а для корів змінною — 24—17%. Використання сирого протеїну на синтез приросту живої маси у бичків становить 17,5—22%, тоді як у корів на синтез молока — 26,2—27,7%. У проведених нами дослідях за середньодобових приростів 1127 г за дослідний період (4 міс.) і споживання також у середньому 710 г сирого протеїну на голову за добу використання протеїну на синтез продукції становило 30%, як і в корів високої продуктивності.

**Обговорення результатів досліджень.** Результати досліджень С. Мошкіної, В. Дрохнера і М. Тафая свідчать, що клітковина кормів раціону, поміщена в рубці лактуючих корів у нейлонових мішках, протягом 12 діб перетравлюється на 56,7—65,6% [11]. Тобто основна частина важкоперетравної клітковини після тривалого перебування в рубці розщеплюється, а невелика кількість, яка залишається, зазнає подальшого перетравлення в інших відділах шлунково-кишкового тракту. Найвищий відсоток перетравності нейтрально-детергентної клітковини спостерігали в період, коли вміст клітковини в раціоні був знижений.

Спостереження свідчать, що в бичків контрольної групи період румінації (жуйки) становив близько 10 год за добу, дослідній — до 7 год. Поряд з цим жуйка в дослідних бичків була млявою, а в контрольних — досить енергійною. Отже, період румінації, тобто кіль-

**2. Вміст клітковини на суху речовину, потреба в протеїні та його використання на одиницю приросту живої маси і молока в бичків і корів різної продуктивності (за В.П. Калачинським)**

Продуктивність	Клітковини на суху речовину в раціоні, %	Добова потреба в сирому протеїні, г	Використання сирого протеїну на продукцію, %
Середньодобовий приріст бичків на відгодівлі, г:			
800	21,0	915	17,5
1000	21,0	1030	19,4
1200	21,0	1150	20,9
1400	21,0	1270	22,0
Добовий надій лактуючих корів, л:			
20	24,0	2440	26,2
30	19,7	3460	27,7
40	17,0	4625	27,7

кість пережовувань з розрахунку на одиницю сухої речовини, залежить від кількості клітковини у складі кормів раціону. Румінація посилює перистальтику шлунково-кишкового тракту (збільшення виділення калу). Так, його маса в бичків контрольної групи була в 3—4 рази більшою порівняно з дослідними тваринами. Це є наслідком швидшого проходження корму через шлунково-кишковий тракт і, очевидно, зменшення перетравності клітковини, всмоктування продуктів ферментації інших поживних речовин у передшлунках і в тонкому та товстому кишечнику тварин. Під час контрольного забою відібрано про-

би вмістимого рубця, книжки і сліпої кишки. У пробах визначено вміст клітковини, протеїну і жиру (табл. 3). Привертає увагу вищий вміст клітковини протеїну і жиру у кормовій масі рубця бичків дослідної групи, аналогічні показники у книжці та різко протилежні вмісту клітковини в сліпій кишці. У бичків контрольної групи клітковина становить 25,4% сухої речовини, а в дослідних — лише 16,3, що на 40% менше. Інтерпретація одержаних результатів досліджень може бути різною, але потребує відповіді головне питання: у чому полягає висока конверсія протеїну в бичків дослідної групи на рівні вико-

ристання на синтез молока високопродуктивними коровами?

Відповідь на поставлене питання базується на таких аргументах. Бички дослідної групи споживали вдвічі й більше неструктурних вуглеводів (крохмалю) порівняно з контрольними тваринами. За меншої кількості надходження клітковини в рубець сповільнювалися румінація (пережовування, ремигання), моторика травної системи. Кормова маса триваліше перебувала в рубці. Клітковина не була інгібітором дії мікробних ферментів, а значить мікробіальний синтез білка відбувався інтенсивніше. Повноцінність

**3. Концентрація протеїну, жиру та клітковини у вмістимому рубця, сичуга та сліпій кишці бичків контрольної і дослідної груп, %**

Група	Орган травлення	Протеїн	Жир	Клітковина
Контрольна	Рубець	12,31±3,06	1,53±0,19	26,94±1,60
	Сичуг	13,06±5,69	2,43±1,20	21,88±0,06
	Сліпа кишка	10,19±0,25	0,38±0,21	25,41±0,32
Дослідна	Рубець	17,00±0,94	3,38±0,66	23,87±2,52
	Сичуг	12,19±0,13	2,66±0,07	29,83±0,21***
	Сліпа кишка	14,88±0,31**	1,92±0,17*	16,31±0,89**

\*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001.

бактеріального протеїну прирівнюється до білків курячого яйця. Вона становить для бактерій та інфузорій відповідно 74 і 91%, а їхня перетравність у тонкому кишечнику — 81 і 80%. Мікробіальний білок містить усі незамінні амінокислоти, синтез яких не залежить від амінокислотного складу кормів раціону [21]. Залежно від складу раціону частка мікробного протеїну може становити 50—90% загальної кількості протеїну, що потрапляє з рубця в 12-палу кишку (Bas et al., 1989) [21]. Надходження в рубець вдвічі й більше крохмалю і меншої кількості клітковини порівняно до існуючих норм годівлі [14] стимулює пропіоновокисле бродіння. Під час утворення оцтової кислоти втрачається 36, масляної — 1% енергії вихідного субстрату. При утворенні пропіонової кислоти відбувається приріст енергії на 9% [21].

При оцінці інтенсивності і типу ферментативних процесів у рубці поряд з ацетатним (64—65% оцтової кислоти), бутиратним (18% масляної кислоти) виділяється помірно пропіонатний та високопропіонатний, за якого частка пропіонової кислоти становить відповідно 25—33 і більше 38% загальної кількості коротколанцюгових жирних кислот (Meng et al., 1999) [21]. Цим пояснюється широке використання в раціонах відгодівельної худоби в ряді країн препаратів, які стимулюють пропіоновокисле бродіння в рубці. Наприклад, іонофор молензин, який синтезується грибом *Streptomyces cinamomensis fungus*. Додавання натрієвої солі молензину до раціону відгодівельної худоби підвищує використання поживних речовин кормів на 10—13% (Dvorak, Zendulka, 1991) [21].

Мікроорганізми рубця можуть синтезувати 30—100% протеїну, доступного для жуй-

них тварин. Білок, який синтезують мікроорганізми рубця, добре збалансований за амінокислотним складом і містить лізину до 10 г/100 г азоту амінокислот (Єрсков, 1985) [21]. Такі високі рівні незамінних амінокислот навіть перевищують потребу в них телят (потреба в лізینی для телят масою 50—58 кг становить 7,8 г/добу) [24]. Тому для кращого балансу амінокислот в організмі жуйних тварин їм необхідно додатково синтезувати і замінні амінокислоти. Попередниками таких замінних амінокислот, як глютамінова кислота, аспарагінова і аланін, є проміжні метаболіти або продукти циклу лимонної кислоти (циклу Кребса):  $\alpha$ -кетоглутарова, щавелевооцтова і піровиноградна кислоти. Для утворення і виведення з циклу цих кетокислот необхідно, щоб у нього надходила хоча б одна кислота, яка є його складником, що і запустить весь ланцюжок ферментативних процесів. Таким попередником є бурштинова кислота, яка синтезується з пропіонату за схемою реакцій [10]:

*Ацетил-СоА-синтетаза* — пропіонова кислота + ATP + CoA-SH  $\rightarrow$  пропіоніл-СоА + AMP + PPi; *пропіоніл-СоА-карбоксілаза* — пропіоніл-СоА + ATP + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  $\rightarrow$  D-метилмалоніл-СоА + ADP + Pi; *Метилмалоніл-СоА-рацеміза* — D-метилмалоніл-СоА  $\leftrightarrow$  L-метилмалоніл-СоА; *Метилмалоніл-СоА-мутаза* — L-метилмалоніл-СоА  $\leftrightarrow$  Сукциніл-СоА (*кофермент В<sub>12</sub>*); Сукциніл-СоА-синтетаза — Сукциніл-СоА + GDP + Pi  $\rightarrow$  Бурштинова кислота + GTP + CoA-SH.

Синтез бурштинової кислоти з пропіонату є цікавим у зв'язку із фіксацією двоокису вуглецю, а також участю ферменту — метилмалоніл-СоА-мутизи, коферментом до якого є вітамін В<sub>12</sub>. Бурштинова кислота, вступаючи в цикл Кребса, далі перетворюється

на фумарову, яблучну, щавелевооцтову і піровиноградну кислоти за схемою реакцій [10].

Із глютамінової кислоти далі можуть синтезуватися глютамін і пролін, а з аспарагінової кислоти — аспарагін. Серин утворюється з 3-фосфогліцерату, попередником якого може бути щавелевооцтова кислота, а гліцин — із серину.

Отже, пропіонова кислота є попередником для синтезу переважної більшості замінних амінокислот. Крім замінних амінокислот, через проміжні продукти циклу лимонної кислоти шляхом глюконеогенезу з пропіонової кислоти утворюється глюкоза. На відміну від пропіонової оцтова кислота може використовуватись тільки як енергетичний субстрат або йти на синтез жирних кислот. Оцтова кислота, що утворюється в рубці жуйних тварин, вступає в метаболізм за такою схемою реакцій [10]: *Ацил-СоА-синтетаза* — Оцтова кислота + ATP + CoA-SH  $\leftrightarrow$  Ацетил-СоА + AMP + PPi.

Далі ацетил-СоА може бути окисленим у циклі лимонної кислоти або піти на синтез жирних кислот. Однак для синтезу жирів, крім жирних кислот, необхідний також гліцерин, який може синтезуватися з глюкози. Тобто для синтезу жиру потрібна глюкоза або пропіонова кислота. За дефіциту глюкози або пропіонової кислоти ацетил-СоА перетворюється на кетонів тіла за такою схемою реакцій [10]: *Ацетил-КоА-ацетилтрансфераза* — 2-Ацетил-СоА  $\leftrightarrow$  Ацетоацетил-СоА + CoA-SH; *Ацетоацетил-КоА-гідролаза* — Ацетоацетил-СоА + H<sub>2</sub>O  $\rightarrow$  Ацетооцтова кислота + CoA-SH; *D- $\beta$ -гідроксибутиратдегідрогеназа* — Ацетооцтова кислота + NADH<sub>2</sub>  $\leftrightarrow$  D- $\beta$ -гідроксимасляна кислота + NAD; *Ацетоацетатдекарбоксілаза* — Ацетооцтова кислота  $\rightarrow$  ацетон + CO<sub>2</sub>.

Кетонів тіла (ацетооцтова,



4. Кореляційні співвідношення між леткими жирними кислотами в рубці

Жирна кислота	Оцтова	Пропіонова	Ізомасляна	Масляна	Ізовалеріанова
Пропіонова	-0,798	-	-	-	-
Ізомасляна	0,514	-0,850	-	-	-
Масляна	-0,212	-0,419	0,596	-	-
Ізовалеріанова	0,718	-0,506	-0,013	-0,255	-
Валеріанова	-0,990	0,784	-0,457	0,217	-0,761

гідроксимасляна кислоти й ацетон) накопичуються в крові тварини і поступово виводяться з сечею або в процесі дихання (ацетон). Надмірна кількість клітковини в раціоні, яка переважно зброджується в рубці до оцтової кислоти, і недостатня кількість цукрів і крохмалю, зброджених до пропіонової кислоти, призводять до кетозу. Масляна кислота, яка в невеликій кількості синтезується в рубці, аналогічно оцтової кислоті метаболізується з утворенням кетонних тіл.

Згодовування силосованих кормів підвищує вміст у рубці молочної кислоти, також деяку частину молочної кислоти синтезує мікрофлора рубця. Переважну частину молочної кислоти ендogenousного і екзогенного походження мікрофлора перетворює в оцтову і пропіонову кислоти у співвідношенні 2:1 [23]. Стимулює утворення пропіонової кислоти вуглекислота [22], при зниженні рН у рубці кількість вуглекислоти різко зменшується, що призводить до накопичення молочної і масляної кислот. Теоретично перетворення бактеріями рубця глюкози і молочної кислоти в пропіонову та оцтову йде за наступною схемою реакцій: 3-Глюкоза → 4-Пропіонова кислота + 2-Оцтова кислота + 2CO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O; 3-Молочна кислота → 2-Пропіонова кислота + Оцтова кислота + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O.

Однак практично пропіонової кислоти утворюється вдвічі менше, ніж оцтової, що пов'язують із метаногенезом: Глю-

коза → 2-Оцтова кислота + CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub>.

Підвищення концентрації CO<sub>2</sub> у середовищі рубця сприяє синтезу бурштинової кислоти, при декарбоксилуванні якої утворюється пропіонова кислота. Гіпотетична схема метаболізму глюкози в рубці відбувається за наступною схемою реакцій: 4-Глюкоза → 4-Оцтова кислота + 2-Пропіонова кислота + Масляна кислота + 2CH<sub>4</sub> + 4CO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O.

Як видно з рівняння реакцій, у результаті бродіння в рубці з 24 атомів вуглецю глюкози втрачається 6 або 25%. Зі збільшенням вмісту структурних вуглеводів бродіння зміщується в бік утворення оцтової кислоти і навпаки, підвищення вмісту неструктурних вуглеводів призводить до збільшення вмісту пропіонової кислоти. Кореляційні співвідношення між пропіоновою і оцтовою кислотами мають обернений і досить тісний характер (табл. 4). Тобто втраги вуглецю і відповідно енергії корму будуть зростати при збільшенні вмісту структурних вуглеводів.

Пряма і досить тісна кореляція між оцтовою та ізомасляною й ізовалеріановою кислотами свідчить про підвищення їхнього вмісту зі збільшенням вмісту структурних вуглеводів у раціоні. Відомо, що ізокислоти утворюються в рубці при дезамінуванні амінокислот із розгалуженою будовою вуглецевого скелету (лейцин, ізолейцин, валін). Підвищення вмісту в раціоні не-

структурних вуглеводів знижує дезамінування амінокислот мікрофлорою рубця. Це пов'язано із достатнім забезпеченням мікроорганізмів піруватом — конкурентом кетокислот, утворених при дезамінуванні амінокислот. У результаті підвищуються використання протеїну корму і синтез мікробного протеїну.

У разі згодовування великої кількості меляси і дерті віса, пшениці, ячменю, що містять швидкорозщеплюваній у рубці крохмаль, особливо в поєднанні з кислим силосом, у тварин може виникнути ацидоз. Це пов'язано зі швидким розмноженням молочнокислих бактерій *Streptococcus bovis*, які утворюють велику кількість молочної кислоти, що значно знижує рН вмістимого рубця. Бактерії, які синтезують пропіонову кислоту з молочної (*Propionibacterium shermanii*, *Megasphaera elsdenii* та *Seleonomonas ruminantium*), дуже чутливі до кислотності середовища рубця і при зниженні рН до 5,5 їх ріст різко пригнічується. Кукурудзяний крохмаль, на відміну від інших злакових, повільно метаболізується в рубці, що не призводить до ацидозу.

Депресивна роль клітковини і протилежний вплив неструктурних вуглеводів у процесах синтезу замісних амінокислот як важливого фактора підвищення продуктивної дії будь-якого виду корму є підставою для перегляду існуючих норм годівлі молодняку великої рогатої худоби.

## Висновки

Стимулювання пропіоновокислого бродіння в рубці відгодівельного молодняка завдяки збільшенню вдвічі й більше неструктурних вуглеводів (крохмалю, пектинів, цукрів) у раціоні щодо існуючих норм і зменшення вмісту сирової клітковини забезпечує високу продуктивність тварин. Пропіонова кислота є попередником для синтезу глюкози і переважної більшості замісних амінокислот. Через підви-

щений вміст неструктурних вуглеводів знизиться дезамінування амінокислот мікрофлорою рубця.

Отже, стимулювання синтезу пропіонату в рубці забезпечує ефективне використання сирового протеїну кормів на синтез м'язової тканини в організмі, що є передумовою розробки нових норм годівлі молодняка великої рогатої худоби.

## Бібліографія

1. Алан Р.К. Передовой опыт выращивания телят по английской технологии//Эффективное птицеводство та тваринництво. — 2003. — №6 (10). — С. 36.
2. Бартник Я., Чарновска-Мишталъ Э. Влияние клетчатки в диете крыс на морфологию кишечника и способность переваривания в пищеварительном тракте//Проблемы биохимической адаптации. — М.: Медицина, 1966. — С. 184—192.
3. Гжицький С.З. Вміст аміаку в рубці корів//Біохімія с.-г. тварин. — К., 1959. — Вип. 3, Т. 12. — С. 17.
4. Касаткин Н.С. Строение пищеварительного тракта в эволюционной и индивидуальной изменчивости: Научн. тр. совещ. по проблемам физиологии и патол. пищеварения, 1951.
5. Квасницкий А.В. Итоги научных исследований по физиологии и биохимии пищеварения и обмена веществ//Пищеварение и обмен веществ у свиней. — М., 1971. — С. 3—8.
6. Корми: оцінка, покормостання, продукція тваринництва, екологія: Вісник.М.Ф. Кулик, Р.И. Кравців, Ю.В. Обертюха та ін.; За ред. М.Ф. Кулика, Р.И. Кравців, Ю.В. Обертюха, В.В. Борщенко. — Вінниця: Теза, 2003. — 334 с.
7. Коштовяц Х.С. Основы сравнительной физиологии. — М.: АН СССР, 1957.
8. Кулик М.Ф., Хімич В.В., Сіроштан В.Ф., Овсієнко А.І. Енергозберігаючі технології заготівлі та використання кормів. — К.: Урожай, 1987. — 160 с.
9. Курилов Н.В., Кроткова А.П. Физиология и биохимия пищеварения жвачных. — М.: Колос, 1971. — 394 с.
10. Ленинджер А. Основы биохимии: В 3-х т. Т. 2. Пер. с англ. — М.: Мир, 1985. — 368 с.
11. Мошкина С., Дрохнер В., Тафай М. Переваримость клетчатки в рубце лактирующих коров//Животноводство России. — 2005. — Сентябрь. — С. 45—46.
12. Нестерин М.Ф., Коньшев В.А. Роль волокон пищи в гомеостатических регуляциях организма. Физиология человека. — 1980. — Т. 6. — № 3.
13. Нетрадиційна оцінка кормів і складання раціонів за продукцією молока/М.Ф. Кулик, В.Ф. Петриченко, О.І. Скоромна та ін.; За ред. М.Ф. Кулика, В.Ф. Петриченко, О.І. Скоромної, Ю.В. Обертюха. — Вінниця: Теза, 2006. — 543 с.
14. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справочное пособие. 3-е изд./Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. — М.: Джангар, 2003. — 456 с.
15. Пшеничний П.Д. Актуальные вопросы кормления молочного скота//Кормление и выращивание молодняка сельскохозяйственных животных. — М.—Л.: Колос, 1964. — Вип. 5. — С. 5—26.
16. Тищенко А.Н. Суточные колебания уровня летучих жирных кислот в рубце, сахара и летучих жирных кислот в крови лактирующих коров: Доклады ВАСХНИЛ. — 1965. — № 4. — С. 17.
17. Тодоров Н. Современные представления об использовании крупным рогатым скотом и овцами малоценных грубых кормов//Сельское хозяйство за рубежом. — 1970. — № 2. — С. 11—18.
18. Уголев А.М. Пищеварение и его приспособительная эволюция. — М.: Высш. шк., 1961. — 303 с.
19. Федий Е.М. Клетчатка — активатор пищеварительных ферментов//Корма и кормление с.-х. животных. — К., 1967. — Вип. 9. — С. 3—6.
20. Элленберг В. и др. Руководство по сравнительной физиологии домашних животных. — М.—Л.: ГИЗ, 1930.
21. Янович В.Г., Сологуб Л.І. Біологічні основи трансформації поживних речовин у жуйних тварин. — Львів: Тріада плюс, 2000. — 384 с.
22. Demeyer D.I., Henderickx H.K. Methane production from glucose in vitro by mixed rumen bacterial//Biochem. J. — 1967. — V. 105(1). — P. 271—277.
23. Gill By M., Siddons R.C., Beever D.E., Rowe J.B. Metabolism of lactic acid isomers in the rumen of silage-fed sheep//British Journal of Nutrition. — 1986. — V. 55. — P. 399—407.
24. Williams A.P., Hewitt D. The amino acid requirements of the preruminant calf//Там само. — 1979. — 41, № 2. — P. 311—319(9).