

УДК 636.085

**Ю. В. Обертюх, кандидат сільськогосподарських наук**

*Інститут кормів УААН*

## **РОЛЬ СТРУКТУРНИХ І НЕСТРУКТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ РОСЛИННИХ КОРМІВ У ГОДІВЛІ ЖУЙНИХ ТВАРИН**

*Викладено роль структурних і неструктурних компонентів рослинних кормів, від вмісту яких залежить споживання корму та продуктивність жуйних тварин.*

**Ключові слова:** *сира клітковина, нейтрально детергентна клітковина, розчинні в нейтральному детергенті компоненти*

Вважається, що продуктивність корови тільки на одну третину залежить від генетичного потенціалу, а на дві третини від годівлі й утримання. Для високої продуктивності корів важливе значення має якість фуражу, яка впливає як на споживання корму так і на його перетравність. Нежуйні тварини, наприклад коні, здатні споживати великі кількості фуражу низької якості швидко пропускаючи його через травний тракт щоб забезпечити одержання необхідної кількості поживних речовин.

Жуйні тварини можна поділити на траводні (велика рогата худоба, вівці) і листоїдні (олені), що живляться листям та пагонами, та перехідний тип (кози). Траводні мають відносно великий рубець із розвиненою мускулатурою, який здатен перетравлювати корм тривалий час, а листоїдні навпаки — невеликий відкритий рубець, що сприяє швидкому проходженню корму, при пережовуванні якого вивільняється вмістиме клітин, а клітковина швидко евакуюється [10]. Середня тривалість затримки корму у травному тракті для великої рогатої худоби становить 33-40 годин, овець — 26-40, кіз — 26-29, коней — 8,5 годин [7, 9]. Жуйні траводні тварини не можуть змінювати кількість спожитого корму відповідно його якості. Чим нижча перетравність фуражу тим довше він знаходиться у рубці, що зменшує продуктивність тварини. При низькій перетравності корму коро-

© Обертюх Ю. В., 2005

ва буде затрачати більше енергії на його перетравлення ніж отримувати з нього. Жуйні травоядні тварини селективно споживають грубі корми і відмовляються споживати низькоперетравні фуражі.

Корови на пасовищі споживають, як правило, листя трав, яке містить менше клітковини та лігніну і більше протеїну порівняно зі стеблами. Молоді рослини містять менше клітковини та лігніну і більше протеїну, при їх дозріванні відбувається потовщення клітинних стінок і лігніфікація та відтік поживних речовин у насіння чи кореневища. Трави вирощені в помірному кліматі містять менше клітковини ніж у сухому і жаркому. Подрібнення фуражу підвищує його споживання за рахунок більш швидкого проходження через травний тракт, однак перетравність поживних компонентів фуражу, як правило, зменшується.

Рослинна клітина складається з клітинної стінки і розчинного вмістимого. Вмістиме клітини складається з органічних кислот, цукрів, крохмалю, ліпідів, білка, небілкового азоту, нуклеїнових кислот, тощо. Ці компоненти легко перетравлюються твариною. Клітинна стінка складається з повільно перетравної клітковини, що включає геміцелюлозу, целюлозу і лігнін. Проміжок між рослинними клітинами заповнюється пектином, якого в бобових трав більше ніж у злакових [8]. Вуглеводи які входять до складу клітинної стінки називаються *структурними*, а вуглеводи вмістимого клітини — *неструктурними*. Тварини не містять ферментів здатних розщеплювати компоненти клітинної стінки, в якій переважають 1-4 β-зв'язки в молекулах полісахаридів [11], однак жуйні тварини мають рубець де відбувається за допомогою ферментів мікроорганізмів розчеплення клітковини.

Традиційний метод визначення вмісту клітковини за Генебергом-Штоманом є одним із найстаріших, який все ще використовується сьогодні завдяки своїй простоті [6]. Даним методом визначається сира клітковина (СК) шляхом кип'ятіння зразка в слабкому розчині кислоти та лугу, фільтруванні та визначенні ваги сухого залишку. При цьому втрачаються структурні компоненти: геміцелюлоза і частина лігніну [17]. Так виникає парадокс важкоперетравних безазотистих екстрактивних речовин (БЕР), наприклад, пшенична солома містить 34,4 % сирої клітковини і 37,9 % БЕР, тоді як перетравність клітковини становить 50 %, а БЕР — 37 % [3]. У даному випадку БЕР не складається з легкодоступних і легкодоступних для тварини речовин. Тобто, даним методом неможливо визначити важкоперетравні (структурні) та легкоперетравні (неструктурні) компоненти корму.

Новий „детергентний” метод оцінки вмісту структурних вуглеводів у фуражі був розроблений Пітером Ваном Соестом у 60-ті роки минулого століття [15, 16]. За цим методом зразок кип’яють у нейтральному детергенті, відфільтровують та визначають вагу сухого залишку. Залишок — нейтрально детергентна клітковина (НДК) складається з геміцелюлози, целюлози і лігніну. На жаль, за цим методом, відбувається втрата пектинів, які є компонентами клітинних стінок. Вміст НДК може бути завищеним, якщо корм термічно оброблявся, що пов’язано із зростанням частки нерозчинних білків [17]. Залишок після визначення НДК кип’яють у кислому детергенті, відфільтровують та визначають вагу сухого залишку — кислотно детергентної клітковини (КДК). До складу КДК входить целюлоза і лігнін. Далі проводять визначення кислотно детергентного лігніну (КДЛ) шляхом гідролізу целюлози концентрованою сірчаною кислотою.



*Схема детергентного методу аналізу корму*

Розрахунок розчинних у нейтральному детергенті компонентів (РНДК), які складаються з цукрів, крохмалю, органічних кислот, білка, пектину та ін. проводять за формулами:

$$\text{РНДК}\% = 100 - (\text{НДК}\% + \text{СП}\% + \text{СЖ}\% + \text{СЗ}\%) \text{ або} \\ 100 - ((\text{НДК}\% - \text{НДСП}\%) + \text{СП}\% + \text{СЖ}\% + \text{СЗ}\%)$$

де НДК – нейтрально детергентна клітковина;

СП – сирий протеїн;

СЖ – сирий жир;

СЗ – сира зола;

НДСП – сирий протеїн нерозчинний у нейтральному детергенті.

Переважна частина білка розчинна у нейтральному детергенті, однак при нагріванні корму збільшується нерозчинна фракція протеїну – НДСП, яка може бути доступна для тварин. Фракція протеїну нерозчинна у кислотному детергенті (КДСП) для тварин недоступна.

Фракція РНДК практично повністю перетравлюється в рубці. Найшвидше перетравлюються цукри, крохмаль перетравлюється дещо повільніше в такому порядку за культурами овес > пшениця > ячмінь > кукурудза > сорго. Збільшують перетравність крохмалю зерна його плющення, розмелювання, екструзія, пропарювання. Перетравність вологого зерна така сама як і пропареного. Цукри і крохмаль зброджуються бактеріями рубця переважно до пропіонової кислоти, з якої організм тварин здатен синтезувати глюкозу, а з неї лактозу молока. У зв'язку з постійним вмістом лактози в молоці (на рівні 5 %) удій молока залежить від надходження пропіонової кислоти і глюкози. Пектини перетравлюються жуйними тваринами майже на 100 %, але зброджуються бактеріями рубця, так як і клітковина до оцтової кислоти. Оцтова і масляна кислоти використовуються на енергетичні потреби організму тварини, вони також є попередниками при утворенні молочного жиру. Тому, жирність молока зростає при збільшенні вмісту пектинів і підвищенні перетравності клітковини корму. Оптимальний вміст РНДК для корів повинен становити 35 % (30-40 %) від сухої речовини раціону. Підвищення споживання РНДК коровами на 1 кг збільшує надій молока на 2,4 кг.

Між вмістом НДК у кормі і його споживанням жуйними тваринами існує залежність, а підвищення перетравності НДК збільшує продуктивність тварин [5]. Оптимальний рівень НДК на суху речовину раціону знаходиться в межах 27-32 %, частка об'ємистих кормів повинна становити 70-75 % від загального вмісту НДК. Зміна вмісту НДК для люцерни на 3

% призводить до зміни продукції 4 % молока на 453,6 г (Weiss, 2002). Підвищення перетравності НДК на 1 % збільшує споживання корму на 167,8 г/день, що підвищує надій 4 % молока на 249,5 г (Oba and Allen, 1999). Споживання сухої речовини (ССР), як процент від маси тіла великої рогатої худоби, можна розрахувати за формулою [12]:

$$\text{ССР}\% = 120/\text{НДК}\%.$$

Перетравну суху речовину (ПСР) можна визначити за формулою [14]:

$$\text{ПСР}\% = 88,9 - 0,779\text{КДК}\%.$$

Між вмістом сиріої клітковини і кислотно детергентної клітковини в кормі існує наступна залежність [14]:

$$\text{СК} = 0,8\text{КДК}.$$

Важливою складовою кормів є білок, який трансформуючись в організмі корови переходить у молоко, відкладається тілі, йде на ріст плода. Не весь протеїн рослинних кормів доступний для тварин, вважається, що вміст перетравного протеїну (ПП) становить 70-72 %, який знаходять за формулою [14]:

$$\text{ПП}\% = 0,908\text{СП}\% - 3,77.$$

Дослідження проведені вченими [12] за останні 30 років показали, що продуктивність корови залежить не тільки від кількості протеїну, а й від його типу. Для жуйних тварин більш важливим показником ніж перетравний протеїн є вміст у кормі розщеплюваного (РРП) і нерозщеплюваного (НРП) мікроорганізмами рубця протеїну. РРП являє собою водорозчинну фракцію протеїну, яка складається в основному з небілкового азоту, альбумінів і глобулінів, а НРП — фракцію розчинну в нейтральному детергенті, яка складається з глютелінів, проламінів, екстенсину (входить до складу клітинної оболонки рослин), денатурованого білка і недоступного Мейлард пошкодженого білка та азоту зв'язаного з лігніном. Бактерії рубця при адекватному їх забезпеченні РРП і вуглеводами здатні синтезувати 1,6-2,2 кг білка, який перетравний на 75 %. Такої кількості протеїну достатньо для підтримання життя корови і синтезу 11,3-13,6 кг молока. Збільшення кількості РРП більш ніж на 10,5-11,0 % від сухої речовини корму призводить до його інтенсивного розчеплення бактеріями до аміаку і виведення азоту з організму із сечею на що додатково витрачається енергія. Навпаки, нерозщеплюваний мікроорганізмами рубця протеїн повинен бути якомога більше збалансований за амінокислотним складом і доступним для перетравлювання у тонкому кишечнику. Незбалансованість НРП за амінокислотним складом призводить до дезамінування значної частини амінокислот і виведення азоту, на що також витрачається енергія. Якщо

вміст у раціоні сирого протеїну для лактуючої корови становить 15-18 % на суху речовину, то на частку РРП повинно припадати 62-66 %, а на НРП — 34-38 % від сирого протеїну. З підвищенням продуктивності корови вміст сирого протеїну в раціоні повинен збільшуватися за рахунок НРП. Молода трава має високий вміст РРП. У силосі поряд із високим вмістом РРП також зростає частка недоступного протеїну КДСП. Частка НРП у сінажі та сіні зростає. У зернових кормах переважає НРП, однак за аміно-кислотним складом їх протеїн погано збалансований. Термічна обробка зерна збільшує НРП і КДСП. Найкращим джерелом НРП можуть бути рибопродукти [13]. Вважається, що швидкість розчеплення вуглеводів мікроорганізмами рубця повинна бути відповідною швидкості розчеплення протеїну.

Жири приблизно в 2,25 разу більше містять енергії ніж вуглеводи і білки [12]. Головний компонент жирів зеленої маси рослин — галактоліпід який складається з гліцерину, галактози і ненасичених жирних кислот в основному лінолевої і ліноленової. Вміст ненасичених жирних кислот у рослині знижується в процесі її дозрівання і зменшення співвідношення листків до стебел. У насінні рослин жири представлені в основному тригліцерідами. У рубці частина жирів розщеплюється до вільних жирних кислот і їх кальцієвих солей. Насичені жирні кислоти такі як пальмітинова і стеаринова не використовуються мікрофлорою рубця, тоді як ненасичені — олеїнова, лінолева, і ліноленова піддаються біогідрогенізації. Для низькопродуктивної корови достатньо 2-3 % жиру на суху речовину корму, корові з продуктивністю 30-40 кг молока необхідно споживати — 4-5 % жиру, високопродуктивній корові необхідно — 6-7 % жиру. Введення корові значної кількості ненасичених жирних кислот може пригнічувати бродіння в рубці, призводити до неповної біогідрогенізації жирних кислот і утворенню їх кон'югатів. Кон'югати жирних кислот знижують надої і жирність молока та підвищують масу корів, вони також мають антидіабетичну властивість і здатність пригнічувати розвиток ракових клітин, тому підвищення їх вмісту в молоці є позитивним фактором.

За кордоном проводять дослідження по селекції кормових рослин із пониженим вмістом у їх вегетативній масі лігніну, підвищеною перетравністю НДК і покращеному фракційному складу протеїну. Важливе значення для підвищення якості кормів надається тривалості вегетації рослин, настанню фази стиглості, технологіям заготівлі та використання, вдобренню та ін. При термічній обробці зерна підвищується швидкість розчеплення крохмалю в рубці, а швидкість розчеплення протеїну, навпаки, знижується, тобто зростає НРП.

У заключенні необхідно вказати, що існуючий вітчизняний довідник поживності кормів [1] не містить даних по нейтрально та кислотно детергентній клітковині, розчинних у нейтральному детергенті компонентів, лігніну, розщеплюваному і нерозщеплюваному у рубці протеїні, недоступному протеїні, які є важливими показниками при складанні раціонів для високопродуктивних тварин. У довідниках О. П. Калашникова та ін. (2003) та М. Е. Есмінгера та ін. (2000) ці показники більш повно представлені.

### Бібліографічний список

1. Карпусь М. М., Славов В. П., Лапа М. А., Мартинюк Г. М. Деталізована поживність кормів зони лісостепу України. Довідник / За ред. О. О. Созінова. – Київ: Аграрна наука, 1995. – 348 с.
2. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – М., 2003. – 456 с.
3. Томмэ М. Ф. Корма СССР. Состав и питательность. Издание четвертое. — М.: Колос, 1964. — 448 с.
4. Энсмингер М. Е., Оулдфилд Дж. Е., Хейнеманн У. У. Корма и питание. Краткое изложение / Под ред. Г. А. Богданова. — 2000. — 974 с.
5. Dado R. G., Allen M. S. Enhanced intake and production of cows offered ensiled alfalfa with higher neutral detergent fiber digestibility // J. Dairy Sci., 1996. – Vol. 79. – P. 418.
6. Henneberg W., Stohmann F. Uber das Erhaltungsfutter volljahrigen Rindviehs // J. Landwirtsch, 1859. – Vol. 3. – P. 485-551.
7. Huston J. E., Pinchak W. E. Range animal nutrition. In: R.K. Heitschmidt and J.W. Stuth (eds.), Grazing management: an ecological perspective // Timber Press, Portland, OR. 1991.
8. Iiyama K., Lam T.B.T., Stone B. A. Cell wall biosynthesis and its regulation. In: Forage Cell Wall Structure and Digestibility (Jung, H. G., Buxton, D. R., Hatfield, R. D. & Ralph, J., eds.), ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI., 1993. – P. 621-683.
9. Johnson D. E., Borman M. M., Rittenhouse L. R. Intake, apparent utilization and rate of digestion in mares and cows // Proc. West. Sec. Am. Soc. Anim. Sci., 1982. – Vol. 33. – P. 294-298.
10. Lyons R. K., Forbes T.D.A., Machen R. What range herbivores eat — and why, B-6037. Texas Agric. Extension Service. College Station, 1996.
11. Moore K. J., Hatfield R. D. Carbohydrates and forage quality. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization (Fahey G. C., Jr., Collins M. C.,

Mertens D. R. & Moser L. E., eds.), ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI., 1994. – P. 229-280.

12. National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Natl. Acad. Press, Washington DC, 2001.

13. Russell J. B., O'Connor J. D., Fox D. G., Van Soest P. J., Sniffen C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation // J. Animal Sci., 1992. – Vol. 70. – P. 3551–3561.

14. Schroeder J.W. Interpreting Composition and Determining Market Value. North Dakota State University, 2004. June.

15. Van Soest P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen content // J. Assoc. Off. Anal. Chem., 1963a. – Vol. 46. – P. 825-829.

16. Van Soest P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin // J. Assoc. Off. Anal. Chem., 1963b. – Vol. 46. – P. 829-835.

17. Van Soest P. J. Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY., 1994.