

# МОРФОЛОГИЯ И ОНТОГЕНЕЗ ЖИВОТНЫХ

## ПИЩЕВАРЕНИЕ В РУБЦЕ БЫЧКОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ В 6-, 7- И 8-МЕСЯЧНОМ ВОЗРАСТЕ

**А.Я. Рябиков, Н.М. Октябрьев**

Кафедра кормления, физиологии сельскохозяйственных животных  
и общей биологии зооинженерного факультета  
Институт ветеринарной медицины  
Омский государственный аграрный университет  
*ул. Октябрьская, 92, Омск, Россия, 644122*

В статье описывается степень переваривания углеводов (целлюлозы), белков (клейковины) и количественный состав инфузорий в рубце бычков черно-пестрой породы в 6, 7, 8-месячном возрасте.

**Ключевые слова:** переваривание углеводов (целлюлозы), белков (клейковины), рубец, инфузории, симбионтная микрофлора.

Актуальной задачей науки и практики животноводства является разработка физиолого-биохимических основ кормления и изучение переваривания питательных веществ в желудочно-кишечном тракте у животных в возрастном аспекте.

Пища животных состоит из органических веществ, большая часть которых относится к трем главным группам соединений — белкам, жирам и углеводам. Молекулы белка очень крупные, молекулы жира нерастворимы в воде, а крахмала и целлюлозы состоят из крупных молекул и нерастворимы в воде. Элементы пищи в желудочно-кишечном тракте должны быть переведены в растворимое состояние и расщеплены на более мелкие составные части, доступные для всасывания в кровь и лимфу [1; 2].

Желудок жвачных животных состоит из четырех отделов — рубца, сетки, книжки и сычуга. Из них только сычуг имеет пищеварительные железы, которые вырабатывают пищеварительные ферменты и соляную кислоту [7; 9].

Если переваривание белков, жиров и углеводов у человека и моногастричных животных происходит в желудке и тонком кишечнике за счет ферментов желудочного, поджелудочного и кишечного соков, то у жвачных животных их переваривание происходит, главным образом, в рубцово-сетковой полости путем броидильных процессов за счет ферментов симбионтных микроорганизмов, а затем в сычуге и в тонком отделе кишечника под действием ферментов, синтезируемых железами сычуга, поджелудочной железы и кишечника [6; 10].

Симбиоз (греч. symbiosis — сожительство) — такой тип пищеварения, при котором происходит снабжение организма хозяина необходимыми питательными веществами, пригодными к всасыванию и ассимиляции, за счет гидролиза углеводов, белков и жиров, который осуществляют симбионты — бактерии, простейшие и микроскопические грибы [4].

В рубцово-сетковой полости жвачных животных (крупный рогатый скот, овцы, козы, косули, антилопы, олени, лоси) пища подвергается сложным процессам брожения под действием ферментов многочисленных микроорганизмов.

Так, инфузорий насчитывается около 200 видов в количестве до 2 млн в 1 мл содержимого рубца, общая же масса простейших составляет примерно  $\frac{1}{20}$  массы рубца. Длительность жизни инфузорий составляет от 6 до 54 часов, и за сутки они дают до 4—5 поколений [4].

В преджелудках животных создаются оптимальные анаэробные условия для роста, развития и размножения микрофлоры: достаточное увлажнение, нейтральная или слабощелочная среда, избыток пищи, оптимальная температура (38—39 °С).

За счет повторного пережевывания происходит интенсивное измельчение грубого корма и перемешивание содержимого рубца, что обеспечивает обсеменение принятой пищи микрофлорой и создает равнозначные условия во всех участках пищевой массы [5; 8].

На популяцию микроорганизмов в рубце оказывает влияние состав и структура кормов, способ кормления, физиологическое состояние животного, его возраст и другие факторы [6].

Значение микроорганизмов не ограничивается только расщеплением растительных кормов. Микроорганизмы, кроме того, в процессе жизнедеятельности размножаются и синтезируют белки собственного тела, разнообразные витамины, газы, летучие жирные и другие кислоты.

Микроорганизмы, передвигаясь с растительной пищей из преджелудков в сычуг, под действием соляной кислоты в сычуге погибают и вместе с пищей подвергается гидролизу в результате ферментативной деятельности сычужного сока [2].

Белок микроорганизмов (бактерий, инфузорий, микроскопических грибов) — это полноценный белок животного происхождения, так как содержит все незаменимые аминокислоты.

Таким образом, из растительной пищи, которой питаются жвачные животные, в рубцово-сетовой полости получается в значительной мере высококачественный корм животного происхождения [5].

Поэтому при изучении пищеварения у жвачных животных наиболее важными показателями являются процессы переваривания углеводов (клетчатки) — целлюлолиз, переваривания белков — протеолиз и количественный состав инфузорий.

Целью настоящего исследования являлось изучение целлюлолиза, протеолиза и количества инфузорий в единице объема содержимого рубца у бычков черно-пестрой породы в 6-, 7-, 8-месячном возрасте.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились на базе СибНИИСХоза г. Омска. В данной серии экспериментов использовались четыре бычка черно-пестрой породы в возрасте 6, 7 и 8 месяцев.

Бычкам в возрасте 4-х месяцев в области левой голодной ямки на рубец были наложены оперативным путем фистулы.

Опыты начали проводить в октябре 2010 г. после застывания хирургических ран. На каждом животном поставлено за три месяца по 10 опытов. При этом учитывали массу целлюлозы и клейковины до и после суточной инкубации и по их разности в воздушно-сухом состоянии устанавливали убыль в граммах и в процентах.

Целлюлозолитическую активность симбионтной микрофлоры изучали следующим методом.

Через фистулу в полость рубца вводился контейнер с навеской воздушно-сухой целлюлозы в виде фильтровальной бумаги, для этой цели применяли обеззоленные бумажные фильтры диаметром 12,5 см, которые разрезали пополам и гофрировали. Навески целлюлозы высушивали до воздушно-сухого состояния, масса их составляла от 0,342 до 0,500 граммов. Через 24 часа контейнеры с навесками целлюлозы извлекали из рубца, промывали в дистиллированной воде, высушивали в сушильном шкафу при температуре 95 °С до постоянной массы. По разнице массы целлюлозы до и после инкубации определяли убыль массы целлюлозы, затем в абсолютных данных в граммах и процентах убыли устанавливали целлюлолиз у телят.

Определение протеолитической деятельности симбионтной микрофлоры в желудке жвачных животных проводили путем разработанного А.Я. Рябиковым и А.Н. Симикиным метода прямого протеолиза [3].

Проводилось взвешивание воздушно-сухой навески клейковины, которую помещали в мешочки, изготовленные из лавсана, после чего их закладывали через фистулу в полость рубца на одинаковую глубину (20 см).

Через сутки извлекали навески, промывали в дистиллированной воде, высушивали в сушильном шкафу при температуре 95 °С и по убыли клейковины судили об интенсивности протеолиза.

Количественный состав инфузорий определяли следующим образом.

При помощи перфорированной трубки из нержавеющей стали с резиновой спринцовкой на конце через фистулу рубца из одинаковой глубины (30 см) брали жидкую фракцию рубцового содержимого в объеме 250 мл. Полученное рубцовое содержимое помещали в отдельную для каждого животного полиэтиленовую емкость. Исследования проводили в лаборатории ИВМ ОмГАУ на кафедре нормальной и патологической физиологии.

Рубцовое содержимое процеживали через 4—6 слоев марли, после чего консервировали его 4% раствором формальдегида из расчета 1 : 10. Полученный объем матрикса еще раз процеживали через слой марли и глазной пипеткой каплю необходимого объема вносили в счетную камеру Горяева. Подсчет инфузорий проводили под микроскопом PZO Warszawa (окуляр ×5, объектив ×40) в 1 мл рубцового содержимого в 100 больших квадратах сетки счетной камеры Горяева по стандартной формуле, применяемой для подсчета лейкоцитов крови.

Рацион подопытных бычков состоял из: сена кострецового — 2 кг; сенажа — 5 кг; концентратов — 1,5 кг; патоки — 0,5 кг; моноаммонийфосфата — 20 г; соли

поваренной — 30 г. В рационе содержалось: ЭКЕ — 5,1; переваримого протеина — 447,5 г; сахаров — 429 г; кальция — 35,5 г; фосфора — 20,5 г; каротина — 160 мг.

**Результаты исследований.** На основании обработки полученных цифровых данных установлено, что масса навески целлюлозы (табл. 1) убывала за 24 часа: у шестимесячных животных — на  $0,110 \pm 0,003$  г, или на 23,6%, у семимесячных — на  $0,112 \pm 0,005$  г, или на 24,70%, и у восьмимесячных — на  $0,117 \pm 0,006$  г, или на 25,15%.

Это свидетельствует о достаточно активном гидролизе микрофлорой рубцовой полости бычков воздушно-сухих навесок целлюлозы и о некотором возрастании гидролиза клетчатки в период с октября по ноябрь на 0,002 г, или 1,1% ( $P < 0,2$ ), в период с ноября по декабрь на 0,005 г, или 0,45% ( $P < 0,5$ ), что связано с увеличением возраста животного и возрастающей потребностью молодого и интенсивно развивающегося организма в энергии.

Таблица 1

**Показатели целлюлолиза в рубце бычков черно-пестрой породы ( $X \pm Sx$ )**

Показатель	Месяцы		
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Кол-во животных	4	4	4
Кол-во взятых у животного проб	3	3	4
Масса целлюлозы перед инкубацией, г	$0,470 \pm 0,003$	$0,474 \pm 0,006$	$0,465 \pm 0,005$
Масса целлюлозы после инкубации, г	$0,360 \pm 0,005$	$0,362 \pm 0,010$	$0,348 \pm 0,009$
Убыль целлюлозы, г	$0,110 \pm 0,003$	$0,112 \pm 0,005$	$0,117 \pm 0,006$
Убыль целлюлозы, %	23,60	24,70	25,15

Масса навесок клейковины (табл. 2) убывала за 24 часа в среднем: у шестимесячных животных — на  $0,052 \pm 0,002$  г, или на 15,2%, у семимесячных — на  $0,072 \pm 0,008$  г, или на 20,1% и у восьмимесячных — на  $0,098 \pm 0,002$  г, или на 23,2%.

Это свидетельствует о достаточно активном гидролизе микрофлорой рубцовой полости бычков воздушно-сухих навесок клейковины и о возрастании гидролиза клейковины: в период с октября по ноябрь — на 0,002 г, или 4,9% ( $P < 0,06$ ), в период с ноября по декабрь — на 0,026 г, или на 3,1% ( $P < 0,5$ ). Это объясняется потребностью молодого организма в структурном материале для синтеза тканей собственного тела.

Таблица 2

**Показатели протеолиза в рубце бычков черно-пестрой породы ( $X \pm Sx$ )**

Показатель	Месяцы		
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Кол-во животных	4	4	4
Кол-во взятых у животного проб	3	3	4
Масса клейковины перед инкубацией, г	$0,342 \pm 0,011$	$0,360 \pm 0,008$	$0,422 \pm 0,012$
Масса клейковины после инкубации, г	$0,290 \pm 0,010$	$0,288 \pm 0,007$	$0,324 \pm 0,025$
Убыль клейковины, г	$0,052 \pm 0,002$	$0,072 \pm 0,008$	$0,098 \pm 0,002$
Убыль клейковины, %	15,2	20,1	23,2

Что касается подсчета количества инфузорий, то было установлено, что в шестимесячном возрасте у бычков количество инфузорий в 1 мл рубцового содержимого составляло 1 245 833, в семимесячном возрасте — 1 388 958 и в восьмимесячном возрасте — 1 302 812 (табл. 3).

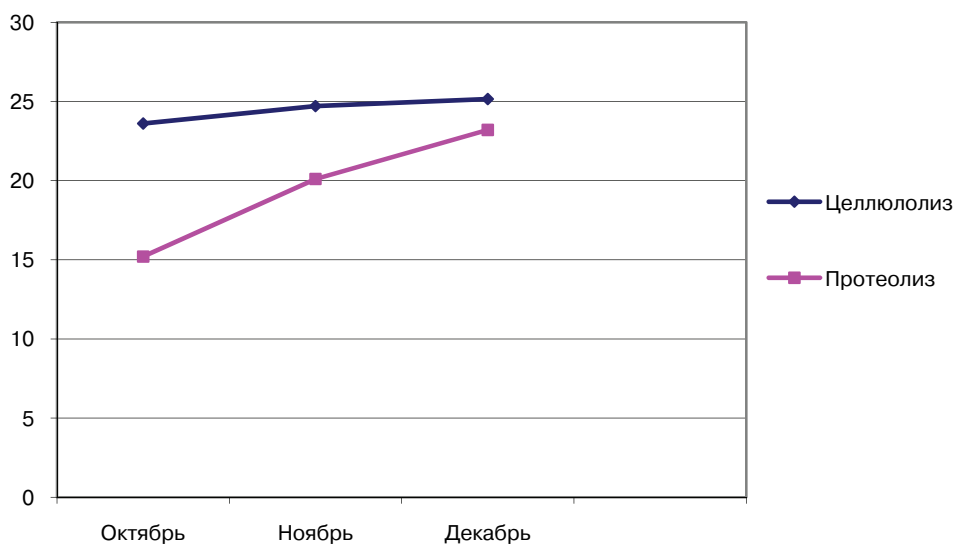
Таблица 3

Показатели количества инфузорий в рубце бычков черно-пестрой породы ( $X \pm Sx$ )

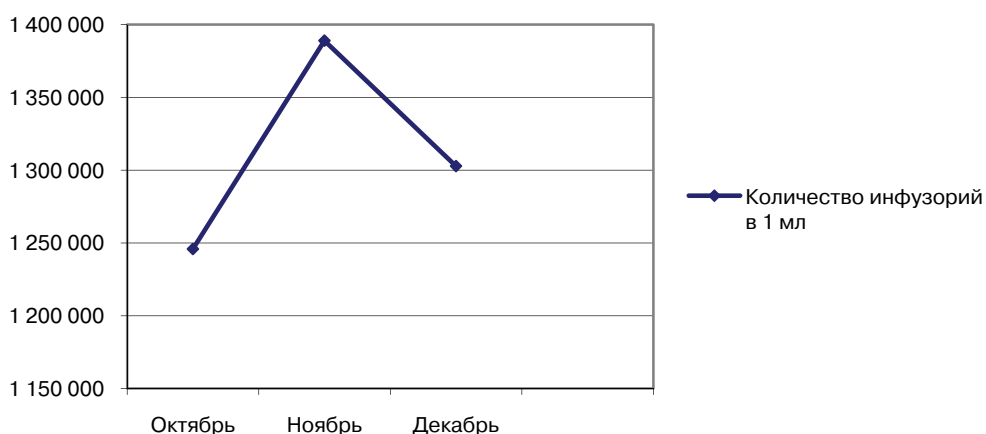
Показатель	Месяцы		
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Кол-во животных	4	4	4
Кол-во взятых у животного проб	3	3	4
Кол-во инфузорий в 1 мл рубцового содержимого	1 245 833 $\pm$ $\pm$ 121 454,408	1 388 958 $\pm$ $\pm$ 158 159,342	1 302 812 $\pm$ $\pm$ 46 013,967

Из этого следует, что в период с октября по ноябрь происходит увеличение числа инфузорий в рубцовом содержимом у жвачных животных на 143 128 клеток в 1 мл, а в период с ноября по декабрь — сокращение числа инфузорий на 86 146 клеток в 1 мл.

Анализируя цифровые данные показателей протеолиза, целлюлолиза и количественного состава инфузорий (рис. 1, 2), мы установили, что снижение числа клеток инфузорий не приводит к снижению показателей гидролиза углеводов (целлюлозы) и белков, которые сохраняют при этом свою положительную динамику, так как гидролиз углеводов и белков выполняют, кроме инфузорий, бактерии и грибы.



**Рис. 1.** Целлюлолиз и протеолиз у бычков черно-пестрой породы в 6, 7, 8-месячном возрасте (%)



**Рис. 2.** Количественный состав инфузорий в 1 мл рубцового содержимого у бычков черно-пестрой породы в 6, 7, 8-месячном возрасте

## Выводы

1. Целлюлолиз у бычков черно-пестрой породы за сутки составляет в шестимесячном возрасте 23,6%, в семимесячном возрасте — 24,70% и в восьмимесячном возрасте 25,15%, что свидетельствует об увеличении целлюлозолитической активности симбионтной микрофлоры рубца в период с октября по ноябрь на 1,1%, в период с ноября по декабрь — на 0,45% за счет увеличения деятельности симбионтной микрофлоры (бактерии, инфузории и грибы) и возросшей потребности молодого и интенсивно развивающегося организма в энергии.

2. Протеолиз у бычков черно-пестрой породы за сутки в среднем составляет в шестимесячном возрасте 15,2%, в семимесячном возрасте — 20,1%, и в восьмимесячном возрасте — 23,2% от инкубируемой массы клейковины. Это свидетельствует о возрастании гидролиза клейковины в период с октября по ноябрь на 4,9%, а в период с ноября по декабрь — 3,1%, что связано с потребностью молодого организма в структурном материале для синтеза тканей собственного тела и активной деятельностью симбионтной микрофлоры с увеличением возраста животного.

3. Количество инфузорий в шестимесячном возрасте у бычков в рубцовом содержимом составляет 1 245 833 в 1 мл, в семимесячном возрасте — 1 388 958 в 1 мл и в восьмимесячном возрасте — 1 302 812 в 1 мл. В период с октября по ноябрь происходит увеличение числа инфузорий в рубцовом содержимом на 143 128 клеток в 1 мл, а в период с ноября по декабрь имеет место незначительное сокращение числа инфузорий — на 86 146 клеток в 1 мл. Незначительное снижение числа клеток инфузорий не приводит к снижению показателей гидролиза углеводов (целлюлозы) и белков, которые сохраняют при этом свою положительную динамику. Это объясняется тем, что гидролиз углеводов и белков выполняют в рубцово-сетковой полости не только инфузории, но и бактерии и грибы. Таким образом, сокращение числа инфузорий не приводит к снижению переваривания компонентов корма, а компенсируется переваривающей способностью бактерий и грибов.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Алиев А.А.* Обмен веществ у жвачных животных. — М.: Инженер, 1997.
- [2] *Ерсков Э.Р.* Протеиновое питание жвачных животных. — М.: Агропромиздат, 1985.
- [3] *Рябиков А.Я., Симикин А.Н.* Способ определения протеолиза в желудке жвачных животных. — Авторское свидетельство. — 1991. — № 1687257.
- [4] *Тараканов Б.В.* Физиологическая роль микробиоты в рубцовом пищеварении (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*. — 2005. — № 6. — С. 9—13.
- [5] *Шмаков П.Ф., Булатов А.П., Мальцева Н.А., Лошкомойников И.А., Мальцев А.Б., Фалалеева Е.В.* Протеиновые ресурсы и их рациональное использование при кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. — Омск: Вариант-Омск, 2008.
- [6] *Шевелев Н.С., Грушкин А.Г.* О морфофункциональных особенностях микробиоты рубца жвачных животных и роли целлюлозолитических бактерий в рубцовом пищеварении // *Сельскохозяйственная биология*. — 2008. — № 2. — С. 12—19.
- [7] *Dehority B.A., Grubb J.* Bacterial population adherent to the epithelium of the roof of the dorsal rumen in sheep // *Appl. and Environ. Microbiol.* — 1981. — Vol. 41. — № 6. — P. 1424—1427.
- [8] *Jouany J.P.* Role de lecoysteme du rumen dans la digestion des aliments chez le ruminant // *C.R. Acad. Agr. Fr.* — 1998. — Vol. 84. — № 1. — P. 121—134.
- [9] *McCowan R.P., Cheng K.-J., Costerton J.W.* Adherent bacterial populations on the bovine rumen wall: distribution patterns of adherent bacteria // *Appl. and Environ. Microbiol.* — 1980. — Vol. 1. — P. 233—241.
- [10] *Zitnan R., Bomba A., Kolodzieyski L.* Scanning electron microscopical studies into the development of rumen epithelium and adherent bacteria in suckling lambs // *Folia Veter. Kosice*. — 1994. — Vol. 38. — № 1—2. — P. 51—56.

## RUMINAL DIGESTION IN BULL CALVES OF BLAK SPOTTED BREED AT 6-, 7-, 8-MONTH AGE

**A.J. Rjabikov, N.M. Oktjabrev**

Chair of Feeding, Physiology of Farm Livestock and General Biology  
Department of Zootechnical sciences  
Institute of Veterinary Medicine  
of Omsk State Agricultural University  
*Oktjabrskaya str., 92, Omsk, Russia, 644122*

In the article specific features of ruminal digestion of carbohydrates (cruder fibers) and proteins as well as quantitative composition of infusoria in the rumen of bull calves of Black Spot-ted breed at the age of six month are described.

**Key words:** digestion of carbohydrates and proteins, rumen, the Infusoria symbiotic microflora.