

УДК 593.17: 636.32/.38

ОСОБЕННОСТИ ЖЕЛУДОЧНОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ У ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Чёрная Л. В.

ГБОУ ВПО Омский государственный медицинский университет Минздрава России, г. Омск, e-mail: lchernaya@mail.ru

Относительное постоянство среды в рубце и сетке жвачных обеспечивает необходимые условия для инфузорного населения. Простейшие вместе с бактериями не только переваривают принятые животным корма, но и сами, перевариваясь, служат источником органических веществ, в том числе и белка для организма хозяина. Вместе с тем известно, что активная деятельность ферментов проявляется при определенном уровне pH.

Ключевые слова: фауна инфузорий, желудок, инфузории

FEATURES OF GASTRIC DIGESTION IN RUMINANTS

Chernaya L. V.

GBOU VPO Omsk statemedical university of health of Russia, Omsk, e-mail: lchernaya@mail.ru

Relative constancy of the environment in a hem and a grid of the ruminant provides necessary conditions for the infusorial population. Protozoa together with bacteria not only digest the forages accepted by an animal, but also, being digested, are a source of organic substances, including a squirrel for the owner's organism. At the same time it is known that vigorous activity of enzymes is shown at a certain pH level.

Keywords: fauna of infusorians, stomach, infusorians

Инфузории из пищеварительного тракта травоядных млекопитающих известны науке уже почти полтора века. Тем не менее, проблемы систематики и филогении эндобионтных инфузорий млекопитающих до сих пор не были решены.

В мировой фауне описано более 500 видов эндобионтных инфузорий млекопитающих [1]. Многие из них имеют широкий полиморфизм по ряду морфобиологических признаков. Подавляющее большинство видов не было изучено с момента описания, значительная часть исследований других видов ограничена методиками конца XIX - начала XX века. Более чем в половине известных публикаций в качестве материала для исследований использованы инфузории из рубца жвачных, и лишь в небольшой части работ объектом изучения являлись инфузории из кишечника непарнокопытных, хоботных, приматов и грызунов. В результате на фоне определенных достижений в изучении легко получаемых и культивируемых инфузорий из рубца жвачных, преимущественно офриосколецид, сохранились существенные пробелы в знаниях об остальной многочисленной группе эндобионтных инфузорий млекопитающих [1].

В большинстве случаев взятие проб содержимого желудочно-кишечного тракта домашних животных производится после забоя. Из разных отделов желудка 35 овец романовской породы было собрано 350 проб, содержащих эндобионтных инфузо-

рий (по 10 проб из каждого желудка). Дополнительно отбирались пробы из кишечника каждой особи овцы: слепой кишки, толстого кишечника, прямой кишки. Пробы фиксировали 4% раствором формалина. Промежуток времени от забоя овец до взятия проб составлял не более 15 - 20 минут. В большинстве случаев взятие проб содержимого желудочно-кишечного тракта домашних животных производится после забоя.

Определение видов проведено по определительным таблицам [2], после изготовления временных препаратов с применением гистохимических и цитохимических методов. Подсчет численности инфузорий проводился методом «калиброванной капли» в полях зрения или в счетной камере Горяева [3, 4]

У жвачных желудок сложный многокамерный, включает четыре отдела - рубец, сетку, книжку и сычуг. Первые три отдела (рубец, сетка и книжка) образуют так называемый преджелудок и выстланы многослойным эпителием; преджелудок лишен пищеварительных желез и в нем происходит лишь бактериальное брожение с участием населяющих его симбионтов, которые могут существовать только в нейтральной или слабощелочной среде. Разложение растительной пищи симбионтами проходит в рубце, где скапливается лишь слегка пережеванная пища; брожение усиливается после повторного пережевывания жвачки и смачивания ее слюной, имеющей

слегка щелочную реакцию. В сетке и книжке продолжается брожение и механическое перетирание пищевых частиц. Обработка желудочным соком происходит только в сычуге, в его кислой среде.

Многокамерный желудок у жвачных животных выполняет уникальную, сложнейшую пищеварительную функцию. В рубце организм животного использует 70 - 85% перевариваемого сухого вещества рациона и только 15 - 30% используется остальной частью желудочно-кишечного тракта животного.

Рубец рассматривают как большую бродильную камеру с подвижными стенками. Съеденный корм находится в рубце до тех пор, пока не достигнет определенной консистенции измельчения, и только тогда переходит в последующие отделы пищеварительного тракта. Измельчается корм в результате периодически повторяющейся жвачки, при которой корм из рубца отрывается в ротовую полость, пережевывается, смешивается со слюной и вновь проглатывается.

В рубце переваривается до 70 % сухого вещества рациона, притом это происходит без участия пищеварительных ферментов. Расщепление клетчатки и других веществ корма осуществляется ферментами микроорганизмов, содержащихся в преджелудке. В нем протекают сложные микробиологические и биохимические процессы. Корм в рубце задерживается длительное время. Например, при скармливании сена в рубце через 24 ч остается еще половина этой порции. Мелкие частицы корма проходят из рубца быстрее крупных. Задержка корма в рубце способствует созданию постоянных благоприятных условий для рубцовых процессов и сбраживания трудно-перевариваемых компонентов рациона.

Реакция содержимого рубца постоянно поддерживается в пределах рН 6,5 - 7,4 и смещается в кислую сторону в период наиболее интенсивного сбраживания корма. В этот момент образование кислот брожения превалирует над их всасыванием и нейтрализацией.

Непрерывное выделение слюны и поступление ее в рубец необходимы для осуществления биотических процессов в преджелудках. Образование щелочной слюны обусловлено и регулируется процессами, протекающими в рубце (кислотность, давление и др.). В свою очередь, пищеварение в рубце во многом зависит от поступления в него слюны. Буферные свойства секрета слюнных желез, особенно наличие карбонатов и фосфатов, способствуют нейтрализации кислот брожения и образованию солей

жирных кислот. Эти кислоты так же, как и свободные кислоты, являются конечным продуктом ферментации в преджелудках и легко всасываются.

Температура в рубце в течение суток колеблется в пределах 38 - 41 °С (днем 38 - 39°, ночью 39 - 41 °С) независимо от приема корма: у лошади и свиньи температура в желудке может резко меняться в зависимости от температуры принимаемого корма и воды.

Периодическое поступление в рубец корма, оптимальная реакция среды и постоянная температура, непрерывное поступление слюны из ротовой полости и ионов из стенки преджелудка, перемешивание и продвижение пищевых масс, всасывание конечных продуктов обмена микроорганизмов в кровь и лимфу - все это создает благоприятные условия для жизнедеятельности, размножения и роста микрофауны рубца. Микроорганизмы способствуют усвоению клетчатки и простых небелковых азотистых веществ корма.

В преджелудках жвачных развиваются в основном анаэробные микроорганизмы: простейшие (инфузории) и бактерии. В каждую из этих групп входит большое число видов. Видовой состав зависит от того, какой корм превалирует в рационе. При смене рациона меняется и популяция микроорганизмов. Поэтому для жвачных важное значение имеет постепенный переход от одного рациона к другому.

Биологической особенностью жвачных животных является то, что потребляют много растительных кормов, в том числе грубых, которые содержат большое количество трудно перевариваемой клетчатки. Благодаря наличию в содержимом рубца многочисленной микрофлоры (бактерий, инфузорий и грибов) растительные корма подвергаются очень сложной ферментативной и другой обработке. Количество и видовой состав микроорганизмов в рубце у животных зависит от ряда факторов, из которых условия кормления играют первостепенную роль. При каждой смене рациона кормления в рубце одновременно меняется и микрофлора, поэтому для жвачных животных особое значение имеет постепенный переход от одного вида рациона к другому. Роль инфузорий в рубце сводится к механической обработке корма и синтезу собственных белков. Они разрыхляют и разрывают клетчатку так, что клетчатка в дальнейшем становится более доступной для действия ферментов и бактерий. Под действием целлюлозолитических бактерий в преджелудках расщепляется до 70% перевариваемой клетчатки, из 75% перевариваемых здесь сухих веществ корма. В

рубце под влиянием микробной ферментации образуется большое количество летучих жирных кислот - уксусной, пропионовой и масляной, а также газы –углекислый, метан и др.

Простейшие рубца относятся к подтипу инфузорий (Cilophlora), классу ресничных инфузорий (Ciliata), состоящему из десятка родов и множества (около 100) видов. Видовой состав и количество инфузорий так же как и бактерий, зависит от состава рациона и реакции среды содержимого рубца [5, 6]. Наиболее благоприятной для их жизнедеятельности является среда с рН 6 - 7. Они попадают в преджелудки, как и многие другие микроорганизмы, с кормом и очень быстро размножаются (до 4 - 5 поколений в день). В 1 г содержимого рубца находится до 1 млн инфузорий, размеры их колеблются от 20 до 200 мкм. Значение инфузорий состоит в том, что они, разрыхляя и измельчая, подвергают корм механической обработке, делая его более доступным для действия бактериальных ферментов. Инфузории поглощают зерна крахмала, растворимые сахара, предохраняя их от сбраживания и бактериального расщепления, обеспечивают синтез белков и фосфолипидов. Используя для своей жизнедеятельности азот растительного происхождения, инфузории синтезируют белковые структуры своего организма. Продвигаясь вместе с содержимым по пищеварительному тракту, они перевариваются, и животные получают более полноценный белок микробиального происхождения. По данным В.И. Георгиевского биологическая ценность белка бактерий оценивается в 65%, а белка простейших - в 70%.

Таблица 1

Состав бактерий и простейших рубца, г/кг сухого вещества

Вещества	Бактерии	Простейшие
Азот	78	64
Углеводы	155	380
Липиды	100	90 (более половины фосфолипиды)
Зола	170	65
Лизин (г/100 г азота аминокислот)	8,5	10,2

Инфузории играют важную биологическую роль в рубцовом пищеварении. Они подвергают корм механической обработке, используют для своего питания трудноперевариваемую клетчатку и благодаря активному движению создают своеобразную микроциркуляцию среды. Внутри инфузорий можно увидеть мельчайшие частицы

корма, съеденного животным. Инфузории разрыхляют, измельчают корм, в результате чего увеличивается его поверхность, он становится более доступным для действия бактериальных ферментов. Инфузории, переваривая белки, крахмал, сахара и частично клетчатку, накапливают в своем теле полисахариды. Белок их тела имеет высокую биологическую ценность. Однако значение инфузорий для рубцового пищеварения изучено еще недостаточно, так как их трудно изучать вне организма.

Считают также, что бактериальная фракция рубцового содержимого имеет все незаменимые аминокислоты. Животные в сутки за счет микроорганизмов могут получать до 400 г полноценного белка и удовлетворять свою суточную потребность в нем на 20 - 30%. Кроме того, микроорганизмы синтезируют витамины группы В (тиамин, рибофлавин, никотиновую кислоту, фолиевую кислоту, биотин, цианкобаламин и др.).

Значение микроорганизмов не ограничивается только расщеплением корма в преджелудке. В процессе жизнедеятельности микроорганизмы синтезируют белки своего тела. Продвигаясь вместе с кормовой массой по пищеварительному тракту, они перевариваются и используются организмом животного, доставляя ему более полноценный белок по сравнению с тем, который был получен с кормом. За счет микроорганизмов жвачные получают за сутки около 100 г полноценного белка. Это очень важный биотехнологический процесс.

Между всеми видами микроорганизмов существует симбиотическая связь: активное развитие одних видов может стимулировать или тормозить размножение других.

В рубце жвачных крахмал легко сбраживается с образованием летучих и нелетучих жирных кислот. Расщепляют крахмал бактерии и инфузории. Последние переваривают крахмал, захватывая его зерна. Бактерии воздействуют на крахмал с поверхности.

Бактерии и инфузории, расщепляя крахмал, накапливают внутриклеточный полисахарид гликоген, а также амилопектин, который медленно и длительно сбраживается, что способствует сохранению постоянства биохимических условий в рубце и предупреждает возникновение интенсивного брожения при поступлении свежего корма.

В рубце жвачных под действием протолитических ферментов микроорганизмов растительные белки корма расщепляются до пептидов, аминокислот, а затем до аммиака. Микроорганизмы рубца могут использовать не только белок, но и небелковые азотистые вещества. Поэтому часть белка в рационе жвачных можно заменять синтети-

ческой мочевиной (карбамидом). Карбамид содержит 45 % азота, добавлять его в корм целесообразно как для экономии белка, так и в качестве азотистого источника для микроорганизмов. В рубце карбамид расщепляется ферментом уреазой, выделяем микробиоорганизмами, до аммиака и двуокиси углерода. Из аммиака и продуктов расщепления углеводов корма микроорганизмы синтезируют более полноценный белок своего тела, в состав которого входят многие независимые аминокислоты.

В процессе жизнедеятельности микроорганизмов в рубце образуются газы. Они являются важными продуктами микробиологических процессов и необходимы для дальнейших реакций, протекающих в преджелудках. В результате которых формируется ряд ценных питательных веществ. Количество и состав газов зависят от вида корма и уровня ферментативных процессов в рубце. Максимальное количество газов образуется через 2 - 3 ч после кормления и у крупного рогатого скота достигает 25 - 35 л в 1 ч; за сутки может образоваться до 100 л газов в зависимости от вида корма. Наибольшее газообразование происходит при скормливании сочных кормов, особенно бобовых. В рубце образуются двуокись углерода (углекислый газ, до 60 - 70%), метан (до 40 - 50%), азот, небольшое количество водорода, сероводорода и кислорода.

Избыток газов рубца, не используемых микроорганизмами, в основном удаляется при отрыжке, и только небольшое количество их всасывается в кровь, а затем выделяется через легкие при дыхании. Образование очень большого количества газов нежелательно; потеря значительной части газов ведет к тому, что снижается использование питательных веществ рациона.

Таким образом, рубец представляет собой единую систему с рядом отдельных форм деятельности. В рубце одновременно происходят процесс разложения клетчатки и синтез микроорганизмами ряда фермен-

тов и витаминов, без чего пищеварение не могло бы осуществиться. При сезонной смене кормов микроорганизмы адаптируются к новым кормам и пищеварение не нарушается. Лишь в случае резких изменений рационов происходит нарушение пищеварения, которое особенно сильно проявляется весной, при переходе на зеленые корма.

Список литературы

1. Корнилова О. А. История изучения эндобионтных инфузорий млекопитающих. [Текст] / Корнилова О.А. // СПб., 2004
2. Догель, В. А. Простейшие – Protozoa. Малоресничные инфузории – Infusoria Oligotricha. Сем. Ophryoscolecidae. Определитель по фауне СССР. [Текст] / В. А. Догель. – Ленинград: изд-во АН СССР, 1929. – 96 с.
3. Корнилова, О. А. Метод комплексного обследования фауны эндобионтных инфузорий. [Текст] / О. А. Корнилова // Функции, морф., экол. и жизн. циклы жив : сб. научн. тр. каф. зоол. РГПУ им. А. И. Герцена. Вып. 4. СПб: «ТЕССА», 2004. – С. 58–65
4. Иванов, А. В. Большой практикум по зоологии беспозвоночных [Текст] / А. В. Иванов, Ю. И. Полянский, А. А. Стрелков. – М.: Высшая школа, 1981. – 504 с.
5. Чёрная Л.В. Инфузорная фауна преджелудков тонкорунных овец лесной зоны Омской области [Текст] / Чёрная Л.В. // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2014. № 2 (22). – С. 37 - 39.
6. Чёрная Л.В. Особенности питания эндобионтных инфузорий [Текст] / Чёрная Л.В. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 4, часть 2, 2015. – с. 233 – 237
7. Oxford A. E. The rumen ciliate protozoa: their chemical composition, metabolism, requirements for maintenance in culture and physiological significance for the host // Experiment. Parasit. 1955. Vol. 4, № 6. P. 569 – 605
8. Рябиков А.Я. Особенности желудочного пищеварения у жвачных животных [Текст] / А.Я. Рябиков // Омск, ОмСХИ, 1979. – 47 с.
9. Догель, В. А. Простейшие – Protozoa. Малоресничные инфузории – Infusoria Oligotricha. Сем. Ophryoscolecidae. Определитель по фауне СССР. [Текст] / В. А. Догель. – Ленинград: изд-во АН СССР, 1929. – 96 с.
10. Корнилова, О. А. Метод комплексного обследования фауны эндобионтных инфузорий. [Текст] / О. А. Корнилова // Функции, морф., экол. и жизн. циклы жив : сб. научн. тр. каф. зоол. РГПУ им. А. И. Герцена. Вып. 4. СПб: «ТЕССА», 2004. – С. 58–65
11. Иванов, А. В. Большой практикум по зоологии беспозвоночных [Текст] / А. В. Иванов, Ю. И. Полянский, А. А. Стрелков. – М.: Высшая школа, 1981. – 504 с.