

УДК 636.2.034.084.52:612.322:577.124.2
DOI: 25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.4:99-105

ПЕРЕВАРИМОСТЬ САХАРА КОРМОВ В ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ У МОЛОЧНЫХ КОРОВ

Березин А.С., Лысова Е.А.

*ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных – филиал
ФИЦ им. Л.К. Эрнста, Боровск Калужской обл., Российская Федерация*

Цель работы – систематизировать собственные и литературные данные о распадаемости в рубце сахаров, содержащихся в кормах для жвачных, и поступлении в кишечник для расчёта количества конечных продуктов переваривания. По данным отечественных авторов, общая переваримость сахаров в ЖКТ на различных рационах варьирует в пределах от 79 до 97%. В литературных источниках приводятся ограниченные сведения о переваримости сахаров разных кормов, а из данных по общей переваримости сахаров рациона переваримость по отдельным кормам вычленить невозможно. Поэтому требуется непосредственное определение переваримости сахаров из разных кормов в рубце и кишечнике. Изучение распадаемости сахаров различных кормов в рубце коров методом *in sacco* показало, что сахара свеклы, сена, силосов и зерновых злаков за 12 часов инкубации распадаются на 88-96%. Несколько меньшая скорость отмечена для распада сахара соевого шрота (86,4%). На долю переваривания сахаров за счёт микробной ферментации в кишечнике приходится 6% сахаров рациона со средней переваримостью 50%. Уровень сахара в рационе в пределах от 9,5 до 15% от сухого вещества рациона не оказывал влияние на распадаемость сахара злаков. Исходя из полученных данных, заключили, что при расчёте количества конечных продуктов переваривания сахар всех кормов в рационах для коров можно рассматривать как суммарную фракцию с распадаемостью 94%.

Ключевые слова: жвачные, рубцовое пищеварение, сахар кормов, распадаемость

Проблемы биологии продуктивных животных, 2020, 4: 99-105.

Введение

Современное высокопродуктивное молочное животноводство основывается на использовании высококонцентратных рационов с высоким уровнем легкоферментируемых углеводов (ферментируемый в рубце крахмал + сахар) (Харитонов, 2019). Быстрая ферментация последних ведёт к повышению в рубцовой жидкости общей концентрации летучих жирных кислот (ЛЖК) и возрастанию молярной доли лактата и пропионата, что приводит к снижению pH рубца, обуславливающее изменения в рубцовом метаболизме и условий жизнедеятельности микроорганизмов содержимого рубца (Харитонов, 2019).

В настоящее время разработаны в первом приближении нормативы содержания в рационах крахмала и сахара (Харитонов, 2011). Однако надо учитывать, что разные источники крахмала имеют различную скорость ферментации, и поэтому нормирование этих ингредиентов целесообразно проводить не на общее их содержание, а на распадаемую часть в рубце. При этом также следует учитывать и разную скорость ферментации распадаемого крахмала и сахаров. Скорость ферментации крахмала и сахаров используемых кормов определяет объёмы и ритмику образования ЛЖК, всасывания их в кровь и окисления в органах и тканях животного. Неравномерное образование и всасывание ЛЖК из преджелудков может в отдельные периоды суток создавать пиковые нагрузки на системы поддержания гомеостаза в организме коровы и изменять эффективность использования ЛЖК (Галочкина, 2019).

Цель данной работы – систематизировать литературные данные и результаты собственных исследований по распадаемости в рубце сахаров, содержащихся в кормах для жвачных, и по их поступлению в кишечник для расчёта количества конечных продуктов переваривания.

Классификация неструктурных углеводов

Формы легко переваримых углеводов, входящих в состав кормов, не имеют удовлетворительной системы классификации, несмотря на то, что они представляют собой основной источник энергии в кормах. Причиной отсутствия адекватного их определения может быть разнообразие химических фракций крахмала и ограниченное количество научных исследований в отношении специфических характеристик их питательности.

Неструктурные углеводы. К неструктурным углеводам (НСУ) относят углеводы, которые не включаются в состав клеточных стенок и поэтому не входят во фракцию нейтрально-детергентной клетчатки (НДК). По такому определению, в НСУ включаются сахара, крахмал, органические кислоты и другие резервные углеводы, такие как фруктаны. НСУ можно классифицировать на водорастворимые (включая моносахариды, дисахариды, олигосахариды и некоторые полисахариды) и большое число полисахаридов, нерастворимых в воде. Водорастворимые НСУ, такие как сахара (глюкоза и фруктоза) и дисахариды (сахароза и лактоза), легко ферментируемые в рубце, составляют значительную фракцию некоторых кормов (меласса, сахарная свекла, сахарный тростник и молочная сыворотка). Содержание сахаров в свежей траве паковых и бобовых культур варьирует в относительно широких пределах, и оно может составлять более 10% от сухого вещества (СВ), но в сене и силосе сахара меньше из-за потерь за счёт ферментации и дыхания растений.

Травы умеренного климата откладывают фруктаны в листьях и стеблях как водорастворимые соединения. Содержание фруктозанов повышается в холодную погоду, и их количество, например, у многолетнего райграса, в прохладный сезон может увеличиться до 30% (от СВ) (Van Soest, 1986). Хотя водорастворимые углеводы в отдельных кормах могут быть в значительном количестве, но их концентрация в рационах жвачных, в основном, низкая. Галактаны представляют собой запасы углеводов у бобовых растений, они содержатся в листьях и играют роль запасных углеводов, как и крахмал, а фруктозаны – это запасной материал в траве (Van Soest, 1986). Бета-глюканы обнаружены в отрубях ячменя, овса и ржи, а также в клеточных стенках трав (Ерсков, 2003). Сахар в рационах жвачных на 90-80% представлен сахарозой, которая переваривается у жвачных только в процессах ферментации в преджелудках и не может являться прямым источником глюкозы из-за отсутствия пищеварительного фермента сахарадазы у жвачных (Orskov E., 1972). В то же время высокая скорость ферментации сахарозы приводит к более сильному закислению в рубце, чем при ферментации крахмала, что является фактором, ограничивающим содержание сахара в рационах жвачных до 13% (Харитонов, 2011).

Сахара, крахмал, органические кислоты и другие составляющие углеводов, такие как фруктозаны, входят в состав НСУ и являются главными источниками энергии для высокопродуктивных молочных коров. НСУ и пектин хорошо усваиваются, и их количество обычно увеличивают в рационе лактирующих молочных коров для обеспечения энергетических потребностей. Ферментация НСУ в рубце зависит от типа корма, способа его заготовки и консервирования.

Углеводы, не содержащие клетчатку. Углеводы, не содержащие клетчатку (БЭВ - безазотистые экстрактивные вещества) находят по разнице: $БЭВ = 100 - (\%НДК + \%СП + \%жира + \%золы)$, Содержание БЭВ определяют ферментативными методами (Smith, 1983). Концентрации БЭВ и НСУ не равны для многих кормов, и эти термины не являются взаимозаменяемыми (Mertens, 1997). Различия между концентрациями БЭВ и НСУ довольно значительные, что обусловлено разным содержанием пектина и органических кислот. Пектин входит в состав БЭВ и не включается в НСУ. При использовании одной из разновидностей ферментного метода (цианид железа в качестве колориметрического индикатора), крахмал, сахароза и фруктозаны определяются как НСУ (Smith, 1981) Для грубых кормов, особенно злаковых, фруктозаны и сахароза являются главным

компонентом НСУ. Сахароза содержится в свекле, цитрусовом жоме и других кормах и в их отходах.

Пектины находятся в клеточной оболочке растений. Они входят в состав клеточных стенок, но не связаны ковалентно с лигниновой частью и почти полностью перевариваются в рубце (на 90-100%). То есть, это наиболее сбраживаемая часть клеточной оболочки. Хотя пектины часто ассоциируются с клеточными стенками, они вымываются раствором нейтрального детергента лаурил-сульфата (Методы биохимического анализа, 1997). В цитрусовом и свекольном жоме, лузге соевых бобов, грубых кормах двудольных бобовых культур содержание пектинов (по сухому веществу) высокое, но низкое в злаковых растениях (Allen, 1991). В некоторых растениях их содержание также достаточно высокое (в люцерне около 12%). Сбраживаясь в рубце, пектины дают больше уксусной кислоты, чем другие составляющие клеток.

Переваримость неструктурных углеводов

При обсуждении вопросов, связанных с перевариванием сахара у жвачных и проблемами его нормирования в рационах, прежде всего следует уточнить сам термин. Сахара часто отождествляют с растворимыми углеводами, куда, согласно методикам, входят моносахара и дисахариды, прежде всего сахароза при применении в кормлении кормовой или сахарной свеклы. В зерновых и грубых кормах группу растворимых сахаров составляют в основном моносахара (глюкоза, манноза и т.д.). Поэтому, как и в случае с крахмалом, необходимо определить долю переваривания в рубце и кишечнике, т.к. конечными продуктами переваривания в этом случае будут разные продукты. Если это соотношение довольно постоянное и не зависит от состава кормов, входящих в рацион, и от факторов кормления, то проблема решается просто присвоением постоянных коэффициентов для переваривания этой фракции. Вторая проблема связана с особенностями переваривания сахарозы у жвачных животных. Установлено, что она может быть усвоена только при микробной ферментации в форме ЛЖК (Dollar, 1957; Huber, 1961; Orskov, 1972). Из-за отсутствия у жвачных фермента сахаразы, сахароза, поступающая в кишечник, или всасывается в неизменённом виде и в дальнейшем полностью выводится с мочой, или поступает в толстый кишечник (Ерсков, 2003).

Основные запасы углеводов у большинства злаковых культур представлены крахмалом. Он находится в свекловичном (1,8%) жоме высших сортов и в бобовых (табл. 1).

Таблица 1. Состав БЭВ в отдельных кормах, %*

Корма	Сахар	Крахмал	Пектин	ЛЖК
Люцерновый силос	0	24,5	33,0	42,5
Злаковое сено	35,4	15,2	49,4	0
Кукурузный силос	0	71,3	0	28,7
Ячмень зерно?	9,1	81,7	9,2	0
Зерно кукурузы	20,0	80,0	0	0
Свекловичный жом	33,7	1,8	64,5	0
Соевая лузга	18,8	18,8	62,4	0
Соевый шрот	28,2	28,2	43,6	0

* Адаптировано по: Miller, Hoover, 1998.

Переваримость сахара. Согласно данным наших исследований по перевариванию сахара в различных отделах пищеварительного тракта у коров, общая переваримость сахара в ЖКТ на различных рационах варьирует в пределах от 79,3 до 96,8% (Харитонов, 2003). При этом более низкая переваримость характерна для рационов, в которых не использовалась кормовая свекла и патока, а на рационах со свекловичной мелассой (кормовой патокой) отмечены промежуточные в этом интервале значения переваримости сахара в ЖКТ. На рационах, в которых основными источниками сахара были зерновые, отмечена минимальная переваримость в ЖКТ, что косвенно свидетельствует о более низкой переваримости сахаров из этих источников. Поэтому требуется

непосредственное определение переваримости сахара из разных кормов в рубце и кишечнике. В литературных источниках приводятся ограниченные сведения о переваримости сахара разных кормов, а из данных по переваримости сахаров, содержащихся в рационе, переваримость по отдельным кормам вычлениить невозможно. То же самое относится и к переваримости сахара в преджелудках.

Переваримость сахара в рубце при всех рационах в наших исследованиях находилась в среднем на уровне 84% (табл. 2). При этом прослеживается та же закономерность их переваривания в рубце, что и для всего ЖКТ. Наибольшая переваримость присуща сахарам кормовой свеклы, затем патоки и зерновых. В среднем по данным всех опытов показатели переваримости сахара в рубце имели довольно постоянную величину, с тенденцией повышения переваримости при включении в рационы кормовой свеклы.

Таблица 2. *Переваримость сахара рациона в пищеварительном тракте у коров на разных рационах, % (M±m, n=3) (Харитонов, 2011)*

Рацион (основные источники сахара)	Переваримость в рубце	Переваримость в кишечнике	Переваримость в ЖКТ
свекла	85,6±0,9	50,5±1,4	92,7±0,9
патока	83,7±1,7	38,4±4,1	83,5±2,8
зерновые	74,0±1,1	20,3	79,3±1,3
В среднем	83,9±0,9	50,2±3,9	89,6±1,1

В среднем только 16% сахаров рациона проходят преджелудки и поступают в кишечник. Отмечены более вариабельные величины переваримости сахаров в кишечнике. Так, переваримость сахаров на рационах со свеклой варьировала от 34 до 68%. Если принять во внимание, что кишечного фермента, расщепляющего сахарозу, у жвачных нет, то вклад в переваривание небольшого количества сахара, поступающего в кишечник, осуществляется за счёт микробной ферментации в толстом кишечнике, и существенного вклада в обеспечение организма жвачных глюкозой не вносят конечные продукты переваривания сахара в кишечнике.

Вопрос о роли пектиновых веществ в обеспечении животных питательными веществами имеет значение только при кормлении животных свеклой, зелеными кормами, свекловичным жомом и соевой лузгой. Содержание пектинов в зеленых кормах может достигать 10% от СВ, в кормовой свекле - до 11% от СВ. На других рационах содержание пектиновых веществ в рационе незначительно, и их роль в обеспечении животных питательными веществами отдельно можно не рассматривать.

Анализ данных показывает, что переваривание пектиновых веществ, при общей высокой переваримости в ЖКТ (87-98%), в основном, происходит в преджелудках (88-90%) (Харитонов, 2019). Переваримость остаточных количеств в кишечнике невысокая (42%) и она, по-видимому, связана с перевариванием в толстом кишечнике, т.к. активность пектиназ в тонком кишечнике у жвачных незначительная. Исходя из этого, всё переваривание в кишечнике можно отнести к микробному ферментализу с образованием ЛЖК и не рассматривать пектиновые вещества в качестве прямого источника глюкозы.

Из факторов кормления, влияющих на скорость сбраживания сахара в рубце, отмечают только уровень сахара в рационе. Так, при введении животному, получающему зеленые корма в количестве 95 г сахара на 100 кг живой массы, то период полураспада сахара составил 21 мин, однако, это скорее относится к адаптации рубцовой микрофлоры, так как после трехнедельного скормливания он был равен 7 мин. (Marty, 1970).

Результаты наших опытов по определению распада сахаров различных кормов в рубце коров методом *in sacco* показали, что сахар зерновых, сена и кукурузного силоса распадается в рубце почти полностью с примерно одинаковой скоростью (табл. 3). Несколько меньшая скорость отмечена для распада сахара соевого шрота. Поэтому сахар из этих кормов можно рассматривать как суммарную фракцию со средней относительной скоростью распада 15%/час. Несколько более

высокая скорость распада зарегистрирована для свеклы кормовой - 22,4%/час, что необходимо учитывать при расчётах переваривания сахаров в рубце.

Таблица 3. Распадаемость сахаров различных кормов в рубце у коров на сено-свекольно-концентратном рационе % (M±m, n=3)

Корм	Распадаемость сахара за 12 ч. инкубации <i>in sacco</i> , %
Свекла кормовая	93,25±0,78
Сено разнотравно-злаковое	96,5±1,4
Силос кукурузный	95,9±1,0
Комбикорм	97,8±1,2
Шрот соевый	86,4±0,9
Пшеница	97,36±1,2
Ячмень	88,27±1,6
Кукуруза	96,0±1,2
Овёс	94,5±1,4

Сравнение распадаемости сахара различных кормов в рационах на основе кукурузы, ячменя и пшеницы в зависимости от уровня сахара, который создавался разным количеством кормовой свеклы (так?) не выявило существенных различий (табл. 4).

Таблица 4. Распадаемость сахара различных кормов в рубце на разных рационах (% распада за 12 ч. инкубации)

Уровень сахара в рационе	Зерновые в рационах, %		
	Кукуруза	Ячмень	Пшеница
9,5%	91,0±1,2	88,3±2,6	97,3±1,0
13,3%	89,1±2,2	83,1±1,9	91±0,9
15%	89,3±1,2	87,2±2,6	90,8±1,4

В целом, анализ литературных данных и результатов собственных исследований показывает, что скорость распада сахара, как быстро ферментируемого вещества, мало зависит от условий кормления и является величиной относительно постоянной.

Заключение

Исходя из полученных данных, при оценке количества конечных продуктов переваривания неструктурных углеводов в желудочно-кишечном тракте у коров не учитывать небольшие различия в распадаемости сахара отдельных кормов и в расчётах использовать среднее значение распадаемости 94% для суммарной фракции сахара в рационе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галочкина В.П., Харитонов Е.Л., Остренко К.С., Галочкин В.А., Обвинцева О.В. Влияние легкодоступных углеводов на удой и процентное содержание компонентов молока // Сб. трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2019. – Т. 8. – № 1. – С. 53-58.
2. Ерсков Е.Р. Энергетическое питание жвачных. – М.: Агропромиздат, 1985, 183 с.
3. Харитонов Е., Березин А., Лысова Е. Легкодоступные углеводы в рационах лактирующих коров // Животноводство России. – 2019. – № 2. – С. 35-37.
4. Харитонов Е.Л. Комплексные исследования процессов рубцового и кишечного пищеварения у жвачных животных в связи с прогнозированием образования конечных продуктов переваривания кормов: дисс...д.б.н. – Боровск, 2003. – 360 с.

5. Харитонов Е.Л. Методические и инструментальные подходы к изучению физиологических и биохимических процессов образования конечных продуктов переваривания у продуктивных жвачных животных // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2008. – № 4. – С. 42-71.
6. Харитонов Е.Л. Экспериментально-прикладная физиология пищеварения жвачных животных. – Подольск-Дубровицы: ВИЖ, 2019. – 448 с.
7. Харитонов Е.Л. Физиология и биохимия питания молочного скота. – Боровск: ВНИИФБиП, 2011. – 372 с.
8. Allen M. S. Carbohydrate nutrition // *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Prod.* – 1991. – Vol. 7. – P. 327-340.
9. Dollar A.M., Porter J.W.G. Utilization of carbohydrates by the young calf // *Nature*. – 1957. – Vol. 179. – P. 1299-1305.
10. Huber J.T. Jacobson N.L., Allen R.S. Digestive enzyme activities in the young calf // *J. Dairy Sci.* – 1961. – Vol. 44. – P. 1494-1502.
11. Marty R.J., Suthrland T.M. Carbohydrase activities in the bovine digestive tract // *J. Revista Cubana der Ciencia Agricila.* – 1970. – Vol. 4. – P. 45-51
12. Mertens D.R. Dietary fiber components relationship to the rate and extent of ruminal digestion // *Feder. Proc.* – 1997. – Vol. 36. – P. 187-192.
13. Orskov E.R., Mayes R.W., Mann S.O. Postruminal digestion of sucrose in sheep // *Brit. J. Nutr.* – 1972. – Vol. 28. – P. 425-432.
14. Smith M.M., Hartley R.D. Occurrence and nature of ferulic acid substitution of cell-wall polysaccharides in graminaceous plant // *Carbohyd. Res.* – 1983. – Vol. 118. – P.65-80.
15. Smith D. Removing and analyzing carbohydrates from plant tissue // *Wisconsin Agric. Exp. Stn. Rep.* – 1981. – No. R2107.
16. Van Soest P.J. Soluble carbohydrates // In: *Feed Manufacture.* – Proc. Cornell Nutr. Conf.. – Syracuse, NY. – 1986. – P. 73

REFERENCES

1. Allen M.S. Carbohydrate nutrition. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Prod.* 1991, 7: 327-340.
2. Dollar A.M., Porter J.W.G. Utilization of carbohydrates by the young calf. *Nature*. 1957, 179: 1299-1305.
3. Erskov E.R. *Energeticheskoe pitanie zhvachnykh zhivotnykh* (Energy Nutrition of Ruminants (translated from English). Moscow: Agropromizdat Publ., 1985, 183 p.
4. Galochkina V.P., Kharitonov E.L., Ostrenko K.S., Galochkin V.A., Obvintseva O.V. [Influence of readily available carbohydrates on milk yield and percentage of milk components]. *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii i veterinarii - Collection of scientific papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine*. 2019, 8(1): 53-58.
5. Huber J.T., Jacobson N.L., Allen R.S. Digestive enzyme activities in the young calf. *J. Dairy Sci.* 1961, 44: 1494-1502.
6. Kharitonov E., Berezin A., Lysova E. [Easily available carbohydrates in the diets of lactating cows]. *Zhivotnovodstvo Rossii - Animal Husbandry in Russia*. 2019, 2: 35-37.
7. Kharitonov E. *Kompleksnyye issledovaniya protsessov rubtsovogo i kishhechnogo pishchevareniya u zhvachnykh zhivotnykh v svyazi s prognozirovaniem obrazovaniya konechnykh produktov perevarivaniya kormov* (Complex studies of the processes of cicatricial and intestinal digestion in ruminants in connection with the prediction of the formation of end products of digestion of feed). Extended Abstract of Diss. Dr. Sci. Biol., Borovsk, 2003, 360 p.
8. Kharitonov E.L. [Methodical and instrumental approaches to the study of physiological and biochemical processes of the formation of end products of digestion in productive ruminants]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology*. 2008, 4: 42-71.
9. Kharitonov E.L. *Eksperimental'no-prikladnaya fiziologiya pishchevareniya zhvachnykh zhivotnykh* (Experimental and applied physiology of digestion in ruminants). Podol'sk-Dubrovitsy: VIZh Publ., 2019, 448 p.
10. Kharitonov E.L. *Fiziologiya i biokhimiya pitaniya molochnogo skota* (Physiology and biochemistry of dairy cattle nutrition). Borovsk: VNIIFBiP Publ., 2011, 372 c.
11. Marty R.J., Suthrland T.M. Carbohydrase activities in the bovine digestive tract. *J. Revista Cubana der Ciencia Agricila*. 1970, 4: 45-51.
12. Mertens D.R. Dietary fiber components relationship to the rate and extent of ruminal digestion. *Feder. Proc.* 1997, 36: 187-192.
13. Orskov E.R., Mayes R.W., Mann S.O. Postruminal digestion of sucrose in sheep. *Brit. J. Nutr.* 1972, 28: 425-432.
14. Smith M.M., Hartley R.D. Occurrence and nature of ferulic acid substitution of cell-wall polysaccharides in graminaceous plant. *Carbohyd. Res.* 1983, 118: 65-80.

15. Smith D. Removing and analyzing carbohydrates from plant tissue. *Wisconsin Agric. Exp. Stn. Rep.* No. R2107, Madison, 1981. Van Soest P.J. Soluble carbohydrates. In: *Feed Manufacture. Proc. Cornell Nutr. Conf.*, Syracuse, NY, 1986, P.73.
16. Van Soest P.J. Soluble carbohydrates. In: *Proc. Cornell Nutr. Conf.: Feed Manufacture.* NY, 1986, P. 73

Digestibility of feed sugar in the gastrointestinal tract in dairy cows

Berezin A.S., Lysova E.A.

*Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition - Branch
of Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry,
Borovsk, Kaluga oblast, Russian Federation*

ABSTRACT. The aim of this work is to systematize the own and published data on the degradation in the rumen of sugars, contained in feed for ruminants, and their intake into the intestine to calculate the amount of end products of digestion. According to Russian authors, the total digestibility of sugars in the gastrointestinal tract on various diets varies from 79 to 97%. Literary sources provide limited information on the digestibility of sugars in different feeds, and it is impossible to isolate the digestibility of individual feeds from the data on the total digestibility of sugars in the diet. Therefore, a direct determination of the digestibility of sugars from different feeds in the rumen and intestine is required. The study of the degradation of sugars of various feeds in the rumen of cows using the in sacco method showed that the sugar of beets, hay, silos and cereals degrades by 88-96% in 12 hours of incubation. A slightly lower rate was noted for the degradation of sugar in soybean meal (86.4%). The digestion of sugars in the intestine due to microbial fermentation accounts for 6% of the sugars in the diet with an average digestibility of 50%. Diet sugar levels ranging from 9.5 to 15% of dietary dry matter did not affect the breakdown of cereal sugars. Based on the data obtained, when calculating the amount of end products of digestion, the sugar of all feed in the rations for cows can be considered as a total fraction with a degradability of 94%.

Key words: ruminants, ruminant digestion, feed sugar, degradability

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2020, 4: 99-105

Поступило в редакцию: 20.10.2020

Получено после доработки: 12.11.2020

Березин Александр Сергеевич, н.с., learnedcat@yandex.ru.....

Лысова Елена Андреевна, к.б.н., м.н.с.