

Л. Н. Кузьмина, С. С. Кузьмин, О. В. Корбут

Доступность к перевариванию клетчатки кормов и ее фракций в рационах голштин-холмогорских коров в условиях Европейского Севера

Аннотация. Производство грубых кормов — важная отрасль сельскохозяйственного производства. От уровня ее развития в решающей мере зависит экономическая эффективность молочного скотоводства и сельскохозяйственного предприятия в целом. Высокопродуктивное скотоводство и широко начавшийся в последние годы в стране процесс голштинизации крупного рогатого скота может успешно развиваться только тогда, когда будет значительно повышено качество кормов, и в первую очередь грубых. Мировой опыт подтверждает, что при невыполнении этих условий достижения селекционного прогресса не используются. Более того, хозяйствам наносится экономический ущерб, так как их кормовая база, и в первую очередь производство грубых кормов, имеет низкий уровень развития. При таких условиях генетически обусловленная продуктивность скота, особенно голштинского, не проявляется [1]. Клетчатка имеет большое значение в обеспечении энергетических потребностей жвачных животных. Многочисленными исследованиями установлено, что от 40 до 75% сырой клетчатки кормов переваривается в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота (Henneberg a. Kohman, 1864).

Изучена доступность к перевариванию сырой клетчатки и ее фракций (НДК) и (КДК) в искусственном рубце в кормах: сене, силосе, сенаже, жоме сухом свекловичном.

Установлено, что определенные корма с высокой концентрацией НДК могут обладать более высокой энергетической ценностью, чем корма с низкой концентрацией НДК.

Содержание НДК, КДК, сырой клетчатки в сенаже из многолетних трав колеблется в пределах от 14,35 до 23,71%; от 7,53 до 10,27%; от 8,50 до 11,86% соответственно, при практически одинаковой распадаемости их в рубце коров.

В силосе из многолетних трав содержание НДК на 8,4% больше, чем в силосе из однолетних трав, распадаемость ее в рубце также выше на 13,97%.

Содержание сырой клетчатки и ее фракций, НДК и КДК в сене, как и распадаемость в рубце, варьирует в широких пределах: содержание — от 16,38 до 35,93%; от 34,83 до 65,68%; от 21,91 до 39,02% соответственно; распадаемость — от 10,38 до 33,54%; от 24,63 до 34,58%; от 17,04 до 19,86% соответственно.

Ключевые слова: грубые корма, клетчатка, нейтральнодетергентная клетчатка (НДК), кислотнотетергентная клетчатка (КДК), доступность, переваримость, рационы, крупный рогатый скот.

Авторы:

Кузьмина Людмила Николаевна — заведующая лабораторией кормления крупного рогатого скота; e-mail: research-station@yandex.ru

Кузьмин Сергей Сергеевич — младший научный сотрудник лаборатории кормления крупного рогатого скота; e-mail: research-station@yandex.ru

Корбут Ольга Владимировна — научный сотрудник лаборатории кормления крупного рогатого скота; e-mail: research-station@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция» Россия, 184365, п. Молочный, Кольского р-она, Мурманской обл., ул. Совхозная д. 1.

Введение. Основным фактором, определяющим уровень молочной продуктивности коров, является полноценность рациона по энергии, основным источником которой служат углеводы. При дефиците углеводов в структуре рациона возникают нарушения обмена веществ, которые

влекут за собой различные заболевания, в том числе кетоз, ацидоз. Чтобы снизить дефицит энергии, в рацион необходимо включать объемистые корма высокого качества — сено, сенаж, силос, травяную муку, резку, травяные брикеты [2, 3].

Для новотельных животных проблема несбалансированности рациона является наиболее значимой. Напряжение в обмене веществ в первый период лактации усугубляется скармливанием низкоэнергетических рационов с концентрацией обменной энергии менее 10 МДж в 1 кг сухого вещества и с высоким содержанием клетчатки. Такие корма задерживаются в рубце более длительное время, и ограничивают животное в потреблении сухого вещества, что приводит к отрицательному энергетическому балансу [4].

Благодаря существованию симбиотической микрофлоры в преджелудках жвачных создается возможность расщепления и использования клетчатки в качестве энергии. Как поступившие с кормом, так и образовавшиеся после расщепления полисахаридов моносахариды в анаэробных условиях большей частью сбраживаются до летучих жирных кислот, метана и углекислого газа. Летучие жирные кислоты после резорбции в кровь представляют собой главный источник энергии для организма жвачного и используются в различных процессах биосинтеза [5].

Уровень превращения углеводов в пищеварительном тракте жвачных зависит от потребления фракций углеводов, их химической и физической структуры и приспособленности микрофлоры к условиям среды. Углеводная питательность кормов может значительно изменяться как от наличия и соотношения фракций углеводов, так и от содержания других питательных веществ. Уровень нейтральнотергентной и кислотнотергентной клетчатки (НДК и КДК) влияет на поедаемость и переваримость корма. Нейтральнотергентной клетчатке принадлежит важная роль в регуляции количества корма, которое животное может потребить. Поскольку поедаемость может ограничиваться количеством поступающей в рубец клетчатки, то даже те корма, которые содержат небольшое количество структурных углеводов, например, зерно, могут снижать потребление сухого вещества. Каждый корм имеет свою степень распадаемости НДК в рубце. Труднорасщепляемая НДК остается в рубце дольше, что поддерживает высокий уровень наполнения рубца после приема корма, снижая, таким образом, общее потребление корма с одновременным снижением продуктивности животного. Однако, корма с быстродеградируемой НДК в рубце могут проходить через желудочно-кишечный тракт с большей скоростью, способствуя потреблению повышенного количества корма. Исходя из этого, чем ниже уровень НДК в корме (но не менее 28%), тем выше потребление сухого вещества. Показатель НДК можно использовать для прогнозирования потребления сухого вещества корма жвачными [6, 7].

Материалы, методы и объекты исследований. Исследования проведены в лаборатории Мурманской ГСХОС и в базовых хозяйствах ООО «Полярная звезда», ГОУСП «Тулума», фермерских хозяйствах.

В хозяйствах по мере поступления были отобраны образцы кормов: сено, силос, сенаж, жом свекловичный. Отобранные образцы проинкубированы *in vitro* в условиях, имитирующих рубцовую среду. Анализ сухого вещества, сырой клетчатки, нейтральнотергентной клетчатки (НДК) и кислотнотергентной клетчатки (КДК) проводили до и после инкубации. НДК и КДК определяли по методу Ван-Соеста и Саутгейта в модификации Семиной Н. Н.

Статистическая обработка проводилась в программе Microsoft Excel.

Цель исследований — изучить доступность к перевариванию клетчатки кормов (грубых, сочных) и ее фракций (нейтральнотергентной (НДК) и кислотнотергентной (КДК)) в рационах голштин-холмогорских коров в условиях Европейского Севера РФ.

Результаты исследований. В результате химического анализа кормов получены результаты по содержанию сухого вещества, сырой клетчатки, нейтральнотергентной (НДК) и кислотнотергентной клетчатки (КДК) (табл. 1).

Из таблицы 1 следует, что грубоволокнистые корма по группам — сенаж, силос, сено имеют разный процентный состав питательных веществ. Сенаж из многолетних трав ООО «Полярная звезда» имеет более высокое содержание питательных веществ, чем сенаж ГОУСП «Тулума». Такая же динамика наблюдается по силосу и сену. В зависимости от вида корма количество НДК варьирует в значительных пределах — от 12,49% (силос из однолетних трав) до 65,68% (сено разнотравное). Высокое содержание НДК отмечено в грубых кормах — сено луговое и разнотравное от 34,83% до 65,68%; более низкое в сочных — силосе из однолетних и многолетних трав от 12,49 до 20,89%. При этом содержание НДК в силосе из многолетних трав выше, чем из однолетних.

Количество КДК в кормах ниже количества НДК, так как в составе первой отсутствуют гемицеллюлозы. Так в сенаже из многолетних трав содержание кислотнотергентной клетчатки составляет от 7,53% до 10,27%; силосе из однолетних и многолетних трав от 7,36 до 8,66%; сено содержит от 21,91 до 39,02%.

Переваримость НДК, КДК и сырой клетчатки рассчитывали по формуле:

$$КП = \frac{\text{переваренное питательное вещество}}{\text{питательное вещество до инкубации}} \times 100,$$
 где — КП — коэффициент переваримости.

Из таблицы 2 следует, что из представленных в ней кормах, самый высокий процент переваримости НДК, КДК, и сырой клетчатки наблюдается в свекловичном сухом жоме, при содержании сухого вещества 86,51%. И, хотя, жом не относится к объемистым кормам, он заслуживает особого внимания, считается молокогонным кормом. Если сравнивать сенаж из многолетних трав двух хозяйств: ООО «Полярная звезда» и ГОУСП «Тулома», то коэффициенты переваримости НДК, КДК и сырой клетчатки незначительно отличаются. Однако содержание этих веществ в сухом веществе корма значительно отличается. Например, в сенаже первого хозяйства содержание НДК на 9,36% выше чем в сенаже второго хозяйства. Также и содержание сухого вещества выше на 7,38%

(см. табл. 1). То есть сенаж из ООО «Полярная звезда» является более ценным. При одинаковом потреблении сенажа НДК является индикатором качества кормов растительного происхождения. Соотношение между составляющими НДК определяет переваримость, а значит и питательное качество растительного корма.

Из таблицы 3 следует, что при сравнении силоса из многолетних трав двух хозяйств, большую ценность представляет силос ООО «Полярная звезда» как по переваримости НДК, КДК и сырой клетчатки, так и по содержанию сухого вещества. Это указывает на более высокую степень лигнификации трав в ГОУСП «Тулома», так как переваримость КДК силоса данного хозяйства на 6,43% ниже, чем в ООО «Полярная звезда». Силос из однолетних трав КФХ «Сполохи» является более качественным, чем в ГОУСП «Тулома». При одинаковом содержании сухого вещества - 20,87% и 20,90%, переваримость НДК первого

Таблица 1. Содержание сухого вещества, сырой клетчатки, НДК и КДК, % до инкубации

№ п/п	Корма	Сухое вещество	Сырая клетчатка	НДК	КДК
1	Жом сухой свекловичный (ООО «Полярная звезда»)	86,51	22,37	61,95	11,77
2	Сенаж из многолетних трав (ООО «Полярная звезда»)	31,33	11,86	23,71	10,27
3	Сенаж из многолетних трав (ГОУСП «Тулома»)	23,95	8,50	14,35	7,53
4	Силос из многолетних трав (ООО «Полярная звезда»)	26,02	8,14	20,89	8,28
5	Силос из однолетних трав (ГОУСП «Тулома»)	20,90	7,92	12,49	7,36
6	Силос из однолетних трав (КФХ «Сполохи»)	20,87	8,13	13,85	7,97
7	Силос из многолетних трав (ГОУСП «Тулома»)	19,54	6,63	14,67	8,66
8	Сено луговое (ООО «Полярная звезда»)	47,82	16,38	34,83	21,91
9	Сено разнотравное (КФХ «Сполохи»)	75,09	23,78	49,48	28,34
10	Сено луговое (ГОУСП «Тулома»)	82,69	32,16	57,75	39,02
11	Сено разнотравное (КФХ «Андронаки»)	79,47	30,88	56,08	33,26
12	Сено луговое (КФХ «Андронаки»)	81,51	35,93	65,68	34,35

Таблица 2. Содержание НДК, КДК, сырой клетчатки в жоме и сенаже до и после инкубации, г, их переваримость

Корма	До инкубации			После инкубации					
	НДК, г	КДК, г	СК, г	НДК		КДК		СК	
				г	% перевар-ти	г	% перевар-ти	г	% перевар-ти
Жом сухой свекловичн. «Полярная звезда»	1,8298	0,3502	0,3284	0,7802	57,36	0,2449	30,06	0,1949	40,65
Сенаж из многолетних трав «Пол. звезда»	0,7079	0,3066	0,3939	0,3752	40,0	0,2313	24,61	0,2859	27,42
Сенаж из многолетних трав «Тулома»	0,4281	0,2247	0,2204	0,2628	38,61	0,1743	22,43	0,1580	28,31

хозяйства выше на 5,97%, сырой клетчатки — на 9,74%. Полученные результаты разной переваримости кормов говорят о несоблюдении сроков заготовки кормов, что приводит к лигнификации растений и тем самым увеличивает процент труднопереваримой кислотодетергентной фракции.

Из таблицы 4 следует, что особое внимание заслуживает качество сена разнотравного КФХ «Сполохи». Переваримость сырой клетчатки, НДК и КДК превосходит все четыре образца других хозяйств. При сравнении этого корма с сеном луговым КФХ «Андронаки», оно значительно превосходит по переваримости НДК на 9,25%, КДК — на 2,82%, сырой клетчатки — на 23,16%. Сено луговое ГОУСП «Тулома» по качеству уступает луговому селу ООО «Полярная звезда» как по переваримости сырой клетчатки, так и по перева-

римости НДК. И, хотя сено, представленное из четырех хозяйств, уступает по переваримости сырой клетчатки, НДК и КДК как сенажу, так и силосу, его в обязательном порядке необходимо включать в рацион крупному рогатому скоту, особенно высокоудойным коровам. Сено является диетическим кормом для коров, так как нормализует обмен веществ, предотвращает такие заболевания как ацидоз, кетоз.

Выводы. Клетчатка в определенном количестве необходима жвачным животным как источник энергетического материала для стимуляции деятельности рубца, сохранения здоровья и поддержания на определенном уровне жирности молока. Она оказывает механическое воздействие на стенки рубца и кишечника, вызывая моторную функцию и перистальтику, удлиняет процесс жвачки,

Таблица 3. Содержание НДК, КДК, сырой клетчатки в силосе до и после инкубации, г; их переваримость

Корма	До инкубации			После инкубации					
	НДК, г	КДК, г	СК, г	НДК		КДК		СК	
				г	% перевар-ти	г	% перевар-ти	г	% перевар-ти
Силос из многол. трав «Полярная звезда»	0,6215	0,2463	0,2167	0,3077	50,49***	0,1828	25,78	0,1453	32,95
Силос из однол. трав КФХ «Сполохи»	0,4124	0,2373	0,2653	0,2618	36,52*	0,1864	21,45	0,1730	34,79**
Силос из однол. трав «Тулома»	0,3712	0,2188	0,2230	0,2578	30,55	0,1721	21,34	0,1622	25,05
Силос из многол. трав «Тулома»	0,4369	0,2579	0,2296	0,2672	38,84	0,2080	19,35	0,1678	26,92

* — $P < 0,05$ ** — $P < 0,01$ *** — $P < 0,001$

Таблица 4. Содержание НДК, КДК, сырой клетчатки в сене до и после инкубации, г; их переваримость

Корма	До инкубации			После инкубации					
	НДК, г	КДК, г	СК, г	НДК		КДК		СК	
				г	% перевар-ти	г	% перевар-ти	г	% перевар-ти
Сено луговое «Полярная звезда»	1,0349	0,6510	0,5024	0,7087	31,5**	0,5334	18,0	0,1678	26,9**
Сено луговое «Тулома»	1,7289	1,1662	0,9067	1,3030	24,6	0,9523	18,3	0,7432	18,0
Сено разнотр. КФХ «Сполохи»	1,4659	0,8396	0,7362	0,9590	34,5**	0,6729	19,8	0,4893	33,5***
Сено разнотр. КФХ «Андронаки»	1,6801	0,9964	0,9084	1,2367	26,3	0,8234	17,3	0,7520	17,2
Сено луговое КФХ «Андронаки»	1,9738	1,0322	0,9856	1,4738	25,3	0,8563	17,0	0,8833	10,3

** — $P < 0,01$ *** — $P < 0,001$

в результате которого выделяется большое количество слюны, которая идет на щелочную реакцию, что обеспечивает кислотность рубца на уровне рН, равном 6,5 – 7,0.

НДК является материалом стенок клеток кормов и включает гемицеллюлозу, целлюлозу, лигнин, одревесневший азот и нерастворимую золу.

КДК объединяет целлюлозу, лигнин и нерастворимые соли. Этот состав нерастворим в кислотном детергенте. Чем ниже содержание КДК, тем больше животное способно потратить и переварить корма.

Определенные корма с высокой концентрацией НДК могут обладать более высокой энергетической ценностью, чем корма с более низкой концентрацией НДК.

Объемистые корма, отнесенные к одному виду, могут иметь разную переваримость в рубце жвачных животных НДК, КДК, сырой клетчатки,

что имеет большое значение в питании этих животных и в конечном итоге снижении или повышении продуктивности.

Содержание НДК в сенаже из многолетних трав колеблется в пределах от 14,35 до 23,71%; КДК — от 7,53 до 10,27%; сырой клетчатки — от 8,50 до 11,86%, при практически одинаковой распадаемости их в рубце коров.

В силосе из многолетних трав содержание НДК на 8,4% больше, чем в силосе из однолетних трав, распадаемость ее в рубце также выше на 13,97%.

Содержание сырой клетчатки и ее фракций, НДК и КДК в сене, как и распадаемость в рубце, варьирует в широких пределах: содержание сырой клетчатки — от 16,38 до 35,93%; НДК — от 34,83 до 65,68%; КДК — от 21,91 до 39,02%; распадаемость сырой клетчатки — от 10,38 до 33,54%; НДК — от 24,63 до 34,58%; КДК — от 17,04 до 19,86%.

Литература

1. Харитонов Е. Л., Агафонов В. И., Харитонов Л. В Методические рекомендации по совершенствованию и использованию кормовой базы в молочном скотоводстве Калужской области. Калуга, 2008. 55 с.
2. Broster W. H. Effect of milk yield of the cow of the level of feeding during lactation / W. H. Broster // Dayry Sci. Abstr. — 1972. — V. 34. — № 4. — P. 265–288.
3. Kume Sh. I. Relationship between parity and mineral status in dairy cows during the periparturient period / Sh. I. Kume // Animal Science Journal. — 2003. — V. 74. — № 3. — P. 211–215.
4. Yan T. The metabolisable energy requirement for maintenance and the efficiency of utilisation of metabolisable energy for lactation by dairy cows offered grass silage-based diets / T. Yan, F. J. Gordon, R. E. Agnew, M. G. Porter, D. C. Patterson // Livestock Production Science. — 1997. — V. 51. — № 1–3. — P. 141–150.
5. Курилов Н. В. Рубцовая ферментация и образование молока у жвачных животных // Труды ВНИИ-ФБиП с.-х. животных. Боровск, 1982. С. 3–15.
6. Лазаренко В. П. Переваримость структурных и неструктурных углеводов кормов у коров / В. П. Лазаренко // Зоотехния. — 1996. — № 9. — С. 7–9.
7. Фирсов В. И. Кузьмина Л. Н., Корбут О. В. Оценка рационов кормления голштинизированных холмогорских коров по уровню и качеству клетчатки // Материалы научной сессии Северо-Западного научного центра РАСХН. Научные и практические проблемы увеличения производства молока в Северо-Западном регионе РФ. Вологда 2000.

Kuzmina L. N., Kuzmin S. S., Korbut O. V.

Availability to digesting of fodder's fiber and its fractions in the holshtein-kholmogory cow rations in the conditions of the European North

Abstract. The production of roughages is the most important industry of agricultural production. The economic efficiency of dairy cattle breeding and the agricultural enterprise as a whole depends critically on the

level of its development. Highly productive cattle breeding and the process of crossing cattle with Holstein breed, which began in recent years in the country, can developed successfully only when the quality of fodder, and especially the rough ones, is significantly improved. World experience confirms that if these conditions are not executed, achievement of selection progress is not used. Moreover, the farms are being economically damaged because their fodder base, and primarily the production of roughages, has a low level of development. Under such conditions, the genetically determined productivity of livestock, especially Holstein, is not showed. Fiber is of great importance in providing the energy needs of ruminants. Numerous studies have established that 40 to 75% of the crude fiber of fodder is digested in the gastrointestinal tract of cattle.

The accessibility to the digestion of crud fiber and its fractions (NDF) and (ADF) in artificial rumen in fodders: hay, silage, haylage, dry beet bagasse.

It has been established that certain fodders with a high NDF concentration may have a higher energy value than fodders with a low concentration of NDF.

The content of NDF, ADF, crude fiber in haylage of perennial grasses ranges from 14.35 to 23.71%; from 7.53 to 10.27%; from 8.50 to 11.86%, respectively, with practically the same disintegration in the rumen.

In the silage of perennial grasses, the NDF content is 8.4% higher than in the silage of annual grasses, its disintegration in the rumen is also higher by 13.97%.

The content of crude fiber and its fractions, NDF and ADF in the hay, as well as disintegration in the rumen, varies within wide limits: content — from 16.38 to 35.93%; from 34.83 to 65.68%; from 21.91 to 39.02% respectively; disintegration — from 10.38 to 33.54%; from 24.63 to 34.58%; from 17.04 to 19.86% respectively.

Key words: roughage, fiber, Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), accessibility, digestibility, rations, cattle.

Authors:

Kuzmina L. N. — head of the cattle feeding laboratory; e-mail: research-station@yandex.ru;

Kuzmin S. S. — junior researcher of the cattle feeding laboratory; e-mail: research-station@yandex.ru;

Korbut O. V. — scientific employee of the cattle feeding laboratory; e-mail: research-station@yandex.ru.

Federal State Budget Scientific Institution «Murmansk State Agricultural Experimental Station» Russia, 184365, Molochny, Kola district, Murmansk region, Sovkhoznaya street, 1.

References

1. Haritonov E. L., Agafonov V. I., Haritonov L. V Methodical recommendations on the improvement and use of fodder base in dairy cattle breeding in the Kaluga region. — Kaluga, 2008. 55 p.
2. Broster W. H. Effect of milk yield of the cow of the level of feeding during lactation / W. H. Broster // Dayry Sci. Abstr. — 1972. — V. 34. — № 4. — P. 265–288.
3. Kume Sh. I. Relationship between parity and mineral status in dairy cows during the periparturient period / Sh. I. Kume // Animal Science Journal. — 2003. — V. 74. — № 3. — P. 211–215.
4. Yan T. The metabolisable energy requirement for maintenance and the efficiency of utilisation of metabolisable energy for lactation by dairy cows offered grass silage-based diets / T. Yan, F. J. Gordon, R. E. Agnew, M. G. Porter, D. C. Patterson // Livestock Production Science. — 1997. — V. 51. — № 1–3. — P. 141–150.
5. Kurilov N. V. Rumen fermentation and milk production in ruminant animals // Proceedings of VNIIFBiP. Borovsk, 1982. P. 3–15.
6. Lazarenko V. P. Digestibility of structural and non-structural carbohydrates of fodder in cows / V. P. Lazarenko // Zootechniya. — 1996. — № 9. — P. 7–9.
7. Firsov V. I. Kuzmina L. N., Korbut O. V. Evaluation of the feeding rations of Holstein-Kholmogory cows according to the level and quality of fiber. // Materials of the scientific session of the North-West Scientific Center of the Russian Academy of Agricultural Sciences. Scientific and practical problems of increasing milk production in the North-West region of the Russian Federation. Vologda. 2000.