

## УГЛЕВОДНОЕ ПИТАНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ГОЛШТИН-ХОЛМОГОРСКИХ КОРОВ С УЧЕТОМ КАЧЕСТВА КОРМОВ И ИХ ДОСТУПНОСТИ

© Кузьмина Л.Н.



**Кузьмина Людмила Николаевна**

Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция  
Россия, 184365, Мурманская обл., Кольский р-н,  
пос. Молочный, ул. Совхозная, д. 1  
E-mail: research-station@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-3618-0977

*Цель исследований – определить оптимальное количество нейтральнодетергентной и кислотнотетергентной клетчатки в рационах коров в период I фазы лактации, способствующее увеличению молочной продуктивности. Обеспеченность энергией организма высокопродуктивных коров во многом зависит от потребления и степени переваривания структурных углеводов. Оптимальное количество НДК в рационах коров влияет на нормальное физиологическое состояние – стимулирование жвачки, выделение слюны для поддержания буферности в рубце, повышение продуктивности, то есть способствует повышению эффективности использования кормов. По данным некоторых ученых (Е.Л. Харитонов и др.), содержание НДК в рационах коров 35–40% является оптимальным в первые 100 дней лактации при продуктивности 6500 кг молока. В условиях Мурманской области изучение доступности к перевариванию НДК и КДК с учетом влияния их количества и качества на физиологическое состояние и молочную продуктивность коров проведено впервые. Исследования проводили на двух группах голштин-холмогорских коров по 8 голов в каждой: опытная и контрольная. Проведен полный зоотехнический анализ кормов по общепринятым методикам с определением НДК и КДК. Установлено, что некоторые корма с высоким содержанием НДК обладают более высокой энергетической ценностью, чем корма с низким содержанием НДК. В сенаже из многолетних трав содержание НДК колеблется в пределах от 14,35 до 23,71% при близких значениях распадаемости в рубце. Содержание НДК в силосе из многолетних трав выше на 8,4%, чем в силосе из однолетних трав. Определено, что при снижении НДК в рационе опытных коров до 37,0% увеличивается переваримость питательных веществ рациона, нормализуется азотистый обмен, усиливается микробиологическая активность в рубце, повышается продуктивность. Полученные нами данные могут быть использованы при разработке программ кормления высокопродуктивных коров, которые удовлетворят физиологические потребности животных для реализации генетического потенциала молочной продуктивности.*

*Рационы, высокопродуктивные коровы, сырая клетчатка, нейтральнотетергентная клетчатка, кислотнотетергентная клетчатка, доступность, переваримость.*

## Введение

Грубые корма занимают особое место в кормлении жвачных животных. От качества этих кормов значительно зависит экономическая эффективность молочного животноводства.

Основу рационов крупного рогатого скота, как правило, составляют объемистые корма, которые определяют тип кормления, а также количество и качество в рационе концентратов и других кормовых добавок. Все это в конечном итоге определяет уровень продуктивности животных.

Питательность объемистых кормов и их химический состав отличаются своим непостоянством. Многочисленными исследованиями установлено, что до 75% сырой клетчатки кормов переваривается в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота (Henneberga. Kohman, 1864).

Преобразование углеводов у жвачных животных стало предметом изучения многих исследователей.

Основой структуры клеточной стенки растений является клетчатка, которая состоит из гемицеллюлоз, целлюлозы и связанного с ними лигнина.

По соотношению гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина структурные углеводы разных кормов, как и одного корма, могут значительно различаться.

Грубые корма содержат много пентозанов – 19–29%, целлюлозы – 21–39%, лигнина – 12–17%. В сочных кормах их значительно меньше: 5–6%, 7–8%, 3–6% соответственно [1, с. 32].

Жвачные животные обладают сложной системой пищеварения, которая приспособлена к перевариванию клетчатки. Однако усваивается клетчатка в пищеварительном тракте далеко не полностью. Это зависит от многих факторов: структуры рациона, технологии приготовления кормов, степени лигнификации растений, физиологического состояния животных и ряда других причин.

В результате исследований установлено, что переваримость целлюлозы достоверно выше у бобовых растений, чем у злаковых.

Расщепление и использование клетчатки в качестве энергии возможно благодаря существованию симбиотической микрофлоры в преджелудках жвачных. Полисахариды, поступившие с кормом, после расщепления образуются в моносахариды, которые в анаэробных условиях большей частью сбраживаются до летучих жирных кислот, метана и углекислого газа. Источником энергии для организма животного являются летучие жирные кислоты [2, с. 7].

Грубые корма наряду с питательной ценностью имеют большое значение для обеспечения нормальной моторики. Уровень и качество грубых кормов в рационе оказывают большое влияние на переваримость питательных веществ рациона [3, с. 26].

Сырая клетчатка представляет собой сложный полимер. Ван Соест и Мур в 1963 году предложили схему анализа, в которой наиболее наглядно представлены характеристики питательности корма. Согласно этой схеме, в корме различают клеточное содержимое и клеточные стенки, а в последних – другие составные элементы. При обработке корма нейтральным детергентом содержимое клеток (липиды, сахара, крахмал, органические кислоты, растворимые протеины, пектины) растворяется в этом детергенте. Оставшаяся волокнистая фракция, которая содержит клеточные стенки, представляет собой нейтральнодетергентную клетчатку (НДК), которая состоит из гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина. Затем при обработке нерастворенного в нейтральном детергенте осадка кислотным детергентом растворяются гемицеллюлозы. Получившийся осадок (лигнин и целлюлоза) представляют собой кислотндетергентную клетчатку (КДК) [4, с. 144].

Определение переваримости является одним из методов изучения взаимодействия корма и животного.

Существующие нормы кормления не отображают обеспеченность животных необходимыми питательными веществами, так как набор показателей не отражает их доступность к перевариванию [5, с. 84].

Отсутствие в стране апробированных современных норм питания высокопродуктивного молочного скота является одной из причин сдерживания эффективного использования кормов [6, с. 60].

Новизна исследований заключается в том, что в условиях Мурманской области впервые установлено оптимальное количество нейтральнотергентной (НДК) и кислотнотергентной (КДК) клетчатки в рационах высокопродуктивных голштин-холмогорских коров в период первой фазы лактации с учетом ее доступности к перевариванию в рубце животных.

Данные, полученные в результате исследований, могут быть использованы для разработки современных норм питания высокопродуктивного молочного скота, а также программ кормления, которые удовлетворят физиологические потребности животных для реализации генетического потенциала молочной продуктивности.

### **Цель и задачи исследований**

Цель работы – определение оптимального количества нейтральнотергентной и кислотнотергентной клетчатки в рационах коров в период I фазы лактации, способствующего удовлетворению физиологической потребности коров для реализации генетического потенциала молочной продуктивности. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: определить содержание структурных углеводов в кормах, входящих в состав рациона молочных коров, установить доступность к перевариванию структурных углеводов в рубце высокопродуктивных коров, с учетом количества и качества нейтральнотергентной (НДК) и кислотнотергентной (КДК) клетчатки в рационах животных.

### **Материалы, методы и объекты исследования**

В хозяйствах по мере поступления были отобраны образцы кормов: сено, силос, сенаж. Отобранные образцы проинкубированы *in vitro* в условиях, имитирующих рубцовую среду. Образцы размолотых кормов в мешочках из синтетической ткани помещали в аппарат «искусственный рубец» на 48 часов при температуре 39 градусов в термостат. Нейтральнотергентную (НДК) и кислотнотергентную клетчатку (КДК) определяли до и после инкубации по методу Ван-Соеста и Саутгейта [7, с. 275; 8, с. 446; 9, с. 112; 10, с. 830].

Рубцовое содержимое от подопытных коров брали с помощью резинового шланга. Целлюлозолитическую активность микрофлоры преджелудков определяли по методу Хендерсона, Хорвата и Блока в модификации Чюрлиса. Разный уровень НДК и КДК в рационах создавали путем подбора кормов с учетом доступности к перевариванию. Все корма исследованы на полный зоотехнический анализ по общепринятым методикам.

### **Результаты исследований**

В результате исследований грубоволокнистых кормов по группам – сенаж, силос, сено – установлено, что они имеют разный процентный состав питательных веществ. В зависимости от вида корма количество НДК варьирует в значительных пределах – от 12,49% (силос из однолетних трав) до 65,68% (сено разнотравное). В силосе из многолетних трав содержание НДК выше, чем в силосе из однолетних. Количество кислотнотергентной клетчатки в кормах ниже количества нейтральнотергентной, так как в составе первой отсутствуют гемицеллюлозы. В сенаже из многолетних трав содержание КДК составляет от 7,53 до 10,27%; в силосе из однолетних и многолетних трав – от 7,36 до 8,66%; сено содержит от 21,91 до 39,02%.

При сравнении сенажа из многолетних трав двух хозяйств, ООО «Полярная Звезда» и ГОУСП «Туллома», коэффициенты переваримости НДК, КДК и сырой клетчатки отличаются незначительно (табл. 1).

Однако содержание этих веществ в сухом веществе корма значительно отличается. В сенаже первого хозяйства содержание НДК на 9,36% выше, чем в сенаже второго хозяйства. Также и содержание сухого вещества выше на 7,38%. То есть сенаж из ООО «Полярная Звезда» является более ценным. При одинаковом потреблении сенажа нейтральнодетергентная клетчатка является индикатором качества кормов растительного происхождения. Соотношение между составляющими НДК определяет переваримость, а значит, и питательное качество растительного корма.

Если сравнивать силос из многолетних трав двух хозяйств, наибольшую ценность представляет силос ООО «Полярная Звезда» как по переваримости нейтральнодетергентной, кислотдетергентной и сырой клетчатки, так и по содержанию сухого вещества. Это указывает на более

высокую степень лигнификации трав в ГОУСП «Туллома», так как переваримость кислотдетергентной клетчатки силоса данного хозяйства на 6,43% ниже, чем в ООО «Полярная Звезда». Силос из однолетних трав КФХ «Сполохи» является более качественным, чем в ГОУСП «Туллома». При одинаковом содержании сухого вещества (20,87 и 20,90%), переваримость нейтральнодетергентной клетчатки первого 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 кислотдетергентной фракции (табл. 2).

В составе рациона коров контрольной группы было сено разнотравное – 2,0 кг, силос из многолетних трав – 16,0 кг, жмых подсолнечный – 3,0, сенаж люцерновый – 8,0 кг, жом свекловичный сухой – 3,5 кг, комбикорм для дойных коров КК 60 – 10,0 кг, смесь из молотой кукурузы и ячменя – 3,5 кг, премикс – 0,2 кг. В составе рациона ко-

**Таблица 1. Переваримость НДК, КДК, сырой клетчатки в сенаже**

Корма	НДК, % переваримости	КДК, % переваримости	СК, % переваримости
Сенаж из многолетних трав ООО «Полярная Звезда»	40,0	24,61	27,42
Сенаж их многолетних трав ГОУСП «Туллома»	38,61	22,43	28,31

Составлено по: результаты анализов химико-аналитической лаборатории ФГБНУ Мурманская ГСХОС.

**Таблица 2. Переваримость НДК, КДК, сырой клетчатки в силосе**

Корма	НДК, % переваримости	КДК, % переваримости	СК, % переваримости
Силос из многолетних трав ООО «Полярная Звезда»	50,49***	25,78	32,95
Силос из однолетних трав КФХ «Сполохи»	36,52*	21,45	34,79**
Силос из однолетних трав «Туллома»	30,55	21,34	25,05
Силос из многолетних трав «Туллома»	38,84	19,35	26,92

\* p < 0,05. \*\* p < 0,01. \*\*\* p < 0,001.  
Составлено по: результаты анализов химико-аналитической лаборатории ФГБНУ Мурманская ГСХОС.

ров опытной группы: сено разнотравное – 2,0 кг, силос из многолетних трав – 8,0 кг, жмых подсолнечный – 3,0, сенаж люцерновый – 14,0 кг, жом свекловичный сухой – 3,0 кг, комбикорм для дойных коров КК 60 – 10,0 кг, смесь из молотой кукурузы и ячменя – 3,5 кг, премикс – 0,2 кг.

В результате анализа рубцовой жидкости у подопытных коров установлено, что размножение простейших у животных опытной группы происходило более интенсивно, что свидетельствует о более благоприятных условиях протекания биохимических процессов в рубце животных. Содержание аммиачного азота, напротив, было выше у коров контрольной группы, что подтверждает более высокую распадаемость протеина в рубце коров (табл. 3).

Снижение НДК с 42,1 до 37,0% и КДК с 28,5 до 24,5% положительно повлияло на переваримость сухого вещества, сырой клетчатки, КДК. Прослеживалась тенденция увеличения переваримости других питательных веществ (табл. 4).

Животные опытной и контрольной групп, находящиеся на рационах с разным уровнем НДК и КДК, неодинаково использовали азот кормов при равном его поступлении. В опытной группе у коров, получавших корма с меньшим содержанием нейтрально- и кислотодетергентной клетчатки и с более высокой переваримостью в кишечнике, было меньше потерь его с мочой и калом, больше было использовано на молоко от принятого и переваренного (табл. 5).

Целлюлозолитическая активность смешанной микрофлоры преджелудков опытных коров была достоверно выше (табл. 6).

Низкий уровень НДК и КДК в рационе опытных коров существенно повлиял на продуктивность животных этой группы. Удой коров за сутки в опытной группе был на 10,1% выше, чем в контроле, в пересчете на 4% молоко и составил 43,40 кг против 39,40 кг ( $P < 0,01$ ). Продукция молочного жира за сутки в опытной группе составила 1734,5 г против 1577,16 г в контроле

**Таблица 3. Показатели рубцовой жидкости коров в период балансового опыта**

Показатель	I группа контрольная	II группа опытная
Азот, мг/% общий	53,9 ± 4,61	58,80 ± 5,59
Небелковый	24,9 ± 3,25	23,45 ± 3,67
Белковый	28,7 ± 3,19	35,35 ± 4,03
pH	6,99 ± 0,08	6,87 ± 0,09
Аммиак, мг/%	6,46 ± 0,09	5,27 ± 0,06
Простейшие, млн шт./мл	0,948 ± 0,48	1,048 ± 0,51*

\*  $P < 0,05$ .  
Составлено по: результаты анализов химико-аналитической лаборатории ФГБНУ Мурманская ГСХОС.

**Таблица 4. Переваримость питательных веществ кормов коровами в период балансового опыта**

Группа коров	Показатель, %						
	Сухое вещество	Органическое вещество	Сырая клетчатка	НДК	КДК	Сырой протеин	Сырой жир
I контрольная	70,36 ± 0,55	71,45 ± 1,01	60,43 ± 0,63	62,56 ± 0,52	55,54 ± 0,44	71,39 ± 1,24	81,51 ± 2,35
II опытная	73,48 ± 0,46**	74,9 ± 0,87	63,50 ± 0,34*	63,38 ± 0,51	58,61 ± 0,56*	72,62 ± 2,21	82,31 ± 2,44
% I ко II	95,39	95,7	93,88	98,70	94,76	98,31	99,0

\*  $P < 0,05$ . \*\*  $P < 0,01$ .  
Составлено по: результаты анализов химико-аналитической лаборатории ФГБНУ Мурманская ГСХОС.

**Таблица 5. Среднесуточный баланс и использование азота у подопытных коров**

Показатель	I контрольная	II опытная
Принято, г	702,38 ± 21,34	703,81 ± 25,14
Выделено с калом, г	181,14 ± 10,33	170,05 ± 11,35
Переварено, г	521,24 ± 15,41	533,76 ± 12,36
Выделено с мочой, г	269,39 ± 12,65	257,95 ± 13,12
Использовано, г	251,85 ± 6,33	275,81 ± 0,54
Выделено с молоком, г	244,52 ± 7,36	268,91 ± 10,14
Отложилось в теле, г	7,33 ± 0,07	6,90 ± 0,05
Использовано от принятого, %	35,85	39,19
В том числе на молоко, %	34,81	38,20
Использовано от переваренного, %	48,31	51,67
В том числе на молоко, %	46,91	50,38

Составлено по: результаты анализов химико-аналитической лаборатории ФГБНУ Мурманская ГСХОС.

**Таблица 6. Величина потери веса целлюлозы при инкубации ее с содержимым рубца**

Группы коров	Вес фильтра до инкубации, г	Вес фильтра после инкубации, г	% контроля к опыту
Опытная группа	0,1774 ± 0,0051	0,0055 ± 0,0003*	–
Контрольная группа	0,1750 ± 0,0069	0,0701 ± 0,0061	73,89

\* P < 0,01.  
Составлено по: результаты анализов химико-аналитической лаборатории ФГБНУ Мурманская ГСХОС.

(P < 0,05). Затраты кормов на 1 кг 4% молока также были ниже в опытной группе и составили 0,67 кормовых единиц, в контрольной – 0,73 кормовых единиц.

### Выводы

Клетчатка, подвергаясь воздействию рубцовых микроорганизмов, необходима жвачным животным в качестве источника энергетического материала. Она стимулирует деятельность рубца, тем самым сохраняет здоровье и поддерживает на определенном уровне жирность молока. Оказывая механическое воздействие на стенки рубца и кишечника, клетчатка вызывает моторную функцию и перистальтику, удлиняет процесс жвачки, обеспечивает рН рубца на оптимальном уровне – 6,5–7,0.

Некоторые корма с большей концентрацией НДК обладают более высокой энергетической ценностью, чем корма с более низкой НДК.

Животные опытной и контрольной групп, находящиеся на рационах с разным уровнем НДК и КДК, неодинаково использовали азот кормов при равном его поступлении. В опытной группе у коров, получавших корма с меньшим содержанием нейтрально- и кислотнодетергентной клетчатки и с более высокой переваримостью в кишечнике, было меньше потерь его с мочой и калом, больше было использовано на молоко от принятого и переваренного.

Переваримость питательных веществ рациона опытных коров была выше, чем в контроле. Снижение в рационе опытных коров уровня НДК – до 37,0%, КДК – до 24,5% повлияло на азотистый обмен. В опытной группе использовано азота от переваренного больше на 3,36%.

Оптимизация соотношения в рационе молочных коров НДК и КДК, снижение НДК на 5,1%, КДК на 4,0% в опытной группе по отношению к контрольной

способствовало лучшему использованию азота, привело к повышению молочной продуктивности в первую фазу лактации на 10,1%, молочного жира – на 0,12%. При этом затраты кормов на 1 кг 4% молока также были ниже в опытной группе и составили 0,67 кормовых единиц, в контрольной – 0,73 кормовых единиц.

Данные, полученные в результате исследований, могут быть использованы для разработки современных норм питания высокопродуктивного молочного скота, а также программ кормления, которые удовлетворят физиологические потребности животных для реализации генетического потенциала молочной продуктивности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Харитонов Е.Л., Агафонов В.И., Харитонов Л.В. Методические рекомендации по совершенствованию и использованию кормовой базы в молочном скотоводстве Калужской области. Боровск: ВНИИФБИП, 2008. 55 с.
2. Курилов Н.В. Рубцовая ферментация и образование молока у жвачных животных // Тр. ВНИИФБиП с.-х. животных. Боровск: ВНИИФБИП, 1982. С. 3–15.
3. Фирсов В.И., Кузьмина Л.Н., Корбут О.В. Оценка рационов кормления голштинизированных холмогорских коров по уровню и качеству клетчатки // Научные и практические проблемы увеличения производства молока в Северо-Западном регионе РФ: мат-лы науч. сессии Северо-Запад. науч. центра РАСХН. Пушкин: СЗНЦ, 2000. С. 25–29.
4. Yan T., Gordon F.J., Agnew R.E., Porter M.G., Patterson D.C. The metabolisable energy requirement for maintenance and the efficiency of utilisation of metabolisable energy for lactation by dairy cows offered grass silage-based diets. *Livestock Production Science*, 1997, t. 51, no. 1–3, pp. 141–150.
5. Кузьмина Л.Н., Кузьмин С.С., Корбут О.В. Доступность к перевариванию клетчатки кормов и ее фракций в рационах голштин-холмогорских коров в условиях Европейского Севера // Генетика и разведение животных. 2018. № 1. С. 82–87.
6. Харитонов Е.Л. Нормированное питание высокопродуктивного молочного скота // Молочная промышленность. 2009. № 4. С. 60–62.
7. Devendra C., Lewis D. The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep. I. A comparison of the methods used for crude fibre and acid-detergent fibre estimations. *Animal Production* 1973, vol. 17, no. 3, pp. 275–280.
8. Clancy M.J., Wilson R.K. Chemical method for predicting digestibility and intake of herbage. *Proceeding of the 10th Grassland Congress, Helsinki, Finland*, 1966, sect. 2, 22, pp. 445–453.
9. Salewski A., Seibold C., Fröschle H. Zur fraktionierten Bestimmung löslicher Kohlenhydrate und von Zellwandsubstanzen in einem Arbeitsgang. *Landwirtschaftliche Forschung*, 1974, vol. 27, no. 2, pp. 112–119.
10. Van-Soest P.G. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Ass. Off. Agric. Chem.*, 1963, vol. 46, pp. 829–835.

## Сведения об авторе

Кузьмина Людмила Николаевна – заместитель директора по научной работе. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция». Россия, 184365, Мурманская обл., Кольский р-н, пос. Молочный, ул. Совхозная, д. 1. E-mail: research-station@yandex.ru. Тел.: +7(81553) 9-13-24.

## CARBOHYDRATE NUTRITION OF HIGH-YIELDING HOLSTEIN-KHOLMOGORY COW BREED GIVEN THE FODDER QUALITY AND ITS AVAILABILITY

Kuz'mina L.N.

*The purpose of the research is to determine the optimal amount of neutral and acid-detergent fiber in the diets of cows during the first phase of lactation, contributing to an increase in milk production. The energy supply of highly productive cows depends largely on the consumption and degree of digestion of structural carbohydrates. The optimal amount of Neutral Detergent Fiber (NDF) in the diets of cows affects optimal physiological state – the stimulation of merycisin, saliva to maintain buffering in the rumen, increasing productivity, that is, improving the efficiency of fodder use. According to some scientists (E.L. Kharitonov, etc.), the 35–40% content of NDF in the diets of cows is optimal in the first 100 days of lactation with a productivity of 6,500 kilos of milk. In conditions of the Murmansk Oblast, the study of accessibility to digestion of NDF and ADF (Acid Detergent Fiber) taking into account the influence of their quantity and quality on the physiological state and milk productivity of cows was carried out for the first time. The study was carried out among two groups of Holstein-Kholmogory cows with 8 heads each: experimental and control group. A complete zoo-technical analysis of fodder using traditional methods with determining NDF and ADF. It has been established that some fodders with a high content of NDF have a higher energy value than those with a low content of NDF. In silage of perennial grasses, the content of NDF varies in the range from 14.35 to 23.71% at close values of disintegration in the rumen. The content of NDF in silage of perennial grasses is higher by 8.4% than in silage of annual grasses. It has been determined that the reduction of NDF in the diet of experimental cows to 37.0% increases the digestibility of nutrients in the diet, normalizes nitrogen metabolism, increases microbiological activity in the rumen, increases productivity. The obtained data can be used for the development of diet programs for highly productive cows to satisfy the physiological needs of animals to realize the genetic potential of milk production.*

*Diet, highly productive cows, crude fiber, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, accessibility, digestibility.*

### Information about the author

*Kuz'mina Lyudmila Nikolaevna* – Deputy Director for Science. Federal State Budgetary Research Institution “Murmansk State Agricultural Experimental Station”. 1, Sovkhoznaya Street, Molochnyi rural settlement, Kol'skii district, Murmansk Oblast, 184365, Russian Federation. E-mail: research-station@yandex.ru. Phone: +7(81553) 9-13-24.