

Л. Н. Кузьмина, С. С. Кузьмин

Оптимизация белкового и углеводного питания голштин-холмогорских коров в период раздоя

Аннотация. Основой получения высокой молочной продуктивности коров является обеспеченность их белком и энергией. Снижение распадаемости протеина кормов в рубце коров можно получить несколькими способами: подбором в рационах кормов, имеющих низкую распадаемость, а также разными способами обработки — тепловой, химической и другими. В результате проведенных исследований установлено, что при тепловой обработке корма, содержащие высокий процент белка и низкую распадаемость в рубце имели высокую переваримость в кишечнике. При снижении распадаемости протеина кормов с 63,6% до 48,1% в период первой фазы лактации (1–100 дней) животные лучше использовали азот, увеличивали продуктивность.

Объемистые корма имеют большое значение в кормлении жвачных животных для обеспечения их энергией. Однако качество грубых кормов не всегда отвечает необходимым для этих целей требованиям. Изучено углеводное питание голштин-холмогорских коров в период раздоя с учетом количества и качества клетчатки нейтральнодетергентной (НДК) и кислотнотетергентной (КДК) в рационах и эффективность их использования в условиях Европейского Севера РФ. Установлено, что снижение в рационах опытных коров нейтральнодетергентной клетчатки с 42,1 до 37,0% и кислотнотетергентной клетчатки с 28,5% до 24,5% приводит к повышению переваримости питательных веществ рациона, улучшает азотистый обмен, усиливает микробиологическую активность в рубце коров.

Оптимальное соотношение в рационах высокопродуктивных коров нейтральнодетергентной и кислотнотетергентной клетчатки приводит к усилению обменных процессов в организме животных, эффективному использованию кормов, повышению продуктивности.

Ключевые слова: голштин-холмогорские коровы, протеин, распадаемость, нейтральнодетергентная клетчатка, кислотнотетергентная клетчатка, рационы.

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.

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

Введение. Для повышения молочной продуктивности коров необходимо более эффективно использовать высокобелковые корма. Удовлетворить потребность жвачных животных в протеине возможно за счет легкорасщепляемых в рубце фракций протеина и небелковых источников азота для микроорганизмов рубца и аминокислот, которые обеспечиваются белком микроорганизмов и белком не расщепившегося в рубце протеина корма. Определение количества распадаемого протеина в преджелудках жвачных и устойчивого к распаду в рубце белка является важным условием.

Чем ниже распадаемость кормового протеина в рубце, тем соответственно больше поступит его в кишечник и, тем самым в большей степени будет обеспеченность животного аминокислотами.

Всасывание белка в кишечнике зависит от его переваримости и аминокислотного состава. Чем выше переваримость протеина, тем выше эффективность его использования, выше продуктивность животных [1, 2, 3]. Для поступления в тонкий кишечник высокопродуктивных коров адекватного количества белка и аминокислот, необходимо регулировать их снижение распада в преджелудках. Одним из способов снижения распада протеина является тепловая обработка высокобелковых кормов (жмыхов, шротов). Разные режимы температуры могут по-разному влиять на переваримость и усвояемость белка в кишечнике [4].

Объемистые корма составляют основу рационов крупного рогатого скота. Клетчатка необходима жвачным животным для обеспечения их энер-

гией. Многие исследователи установили, что от 40 до 75% сырой клетчатки кормов переваривается в желудочно-кишечном тракте животных. Из-за многих причин клетчатка усваивается не всегда — это зависит от вида корма, степени лигнификации растений и ряда других.

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 последние — по другим составным элементам. Благодаря этой схеме клетчатку можно рассматривать как две фракции: нейтральнотергентную (НДК) и кислотнотергентную (КДК). Нейтральнотергентная клетчатка состоит из гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина. Кислотнотергентная клетчатка состоит из целлюлозы и лигнина. Разделение клетчатки на фракции дало возможность установить их влияние на потребление и переваримость кормов. Нейтральнотергентная клетчатка влияет на потребление, кислотнотергентная клетчатка на переваримость кормов [5, 6].

В связи с этим, изучение влияния на пищеварительные процессы белка, «защищенного» от распада в рубце голштин-холмогорских коров и клетчатки с учетом количества и качества нейтральнотергентной (НДК) и кислотнотергентной (КДК) в рационах в период первой фазы лактации, явилось целью наших исследований по разработке физиологических основ нормирования протеинового и углеводного питания высокопродуктивных животных.

Материалы и методы исследований. Объект исследований — голштин-холмогорские коровы после отела в период 30–101 дней. Опыт проведен на двух группах коров — контрольной и опытной, сформированных по принципу парных аналогов, по 9 голов в каждой. При исследованиях белкового питания в состав рационов подопытных коров входили сено разнотравное — 2,0 кг, силос из многолетних трав — 17,0 кг, жмых подсолнечный — 3,5 кг, горох молотый — 2,0 кг, жом свекловичный — 3,5 кг, комбикорм для дойных коров КК 60_11160 — 11,5 кг, гидропонная зелень — 4,0 кг, минерально-витаминный премикс. Для создания разной распадаемости протеина, в рационе коров опытной группы некоторые корма (подсолнечный жмых и горох) были подвергнуты тепловой обработке в 115°C в течение 40 минут. В результате распадаемость протеина в рационе коров контрольной группы составила 63,6%, в опытной — 48,1%.

Для определения распадаемости сырого протеина, средние пробы отдельных кормов инкуби-

ровали в нейлоновых мешочках в течение 12 часов в рубце коров. Содержание сырого протеина определяли в образцах кормов до и после инкубации. (Изучение пищеварения у жвачных: методические рекомендации / под ред. Н. В.Курилова, Боровск, 1987).

Методом мобильных синтетических мешочков определяли переваримость в кишечнике не расщепившегося в рубце протеина кормов (Voigt I., Piatkowsky B., Engelmann M., et. al., 1985). После 12-часовой инкубации в рубце образцы кормов высушивали до воздушно-сухого состояния и в количестве 0,5 г помещали в мешочки меньших размеров (3х5 см) из той же ткани, как и для инкубации в рубце. Затем мешочки в течение 1 часа выдерживали в 0,1%-ном солянокислом растворе пепсина с рН 2,5 при температуре 39°C для имитации условий сычуга. С интервалом в 15 минут вводили обработанные и запаенные мешочки через фистулу в 12-перстную кишку, с последующим извлечением из кала.

При исследованиях углеводного питания разный уровень НДК и КДК в рационах создавали путем подбора кормов с учетом доступности к перевариванию. Грубые корма и силос были исследованы на переваримость в «искусственном рубце». Все корма исследованы на полный зоотехнический анализ по общепринятым методикам. Рубцовое содержимое брали от подопытных коров с помощью резинового шланга в период балансового опыта. Целлюлозолитическую активность микрофлоры преджелудков определяли по методу Хендерсона, Хорвата и Блока в модификации Чюрлиса. НДК и КДК определяли по методу Ван Соеста и Саутгейта в модификации Семиной Н. Н.

Результаты и их обсуждение. Рационы коров опытной и контрольной групп были составлены на основании полученных результатов после инкубации кормов (табл. 1).

По содержанию питательных веществ и обменной энергии рационы обеих групп были практически одинаковыми. Разница заключалась в том, что в рационе опытных коров подсолнечный жмых и горох были подвергнуты тепловой обработке при t 115°C.

Результаты анализа рубцовой жидкости указывают на более интенсивный процесс образования белкового азота у коров опытной группы, 58,45 мг/% против 46,2 мг/% в контроле (табл. 2).

У животных опытной группы отмечалась тенденция более высокой микробиологической активности в рубце. Подсчет простейших в рубцовой жидкости показывает, что размножение их у животных этой группы происходило более интенсивно.

Образование аммиака в сторону увеличения в контрольной группе указывает на более высокую распадаемость протеина в рубце коров этой группы. рН рубцовой жидкости указывает на благоприятные условия жизнедеятельности микрофлоры рубца. (табл. 3).

Использование азота животными опытной и контрольной групп, находящихся на рационах с распадаемостью протеина 48,1 и 63,6% было неодинаковым. У животных опытной группы прослеживается четкая тенденция лучшего использования азота, чем в контрольной группе. Эффективность использования азота на молоко животными опытной группы была выше, чем в контрольной как от принятого, так и от переваренного (табл. 4).

Снижение распадаемости протеина в рационе коров опытной группы повлияло на переваримость питательных веществ кормов. Переваримость сырого протеина была достоверно выше у коров опытной группы — 78,72% против 71,39% в контроле ($P < 0,01$). Прослеживалась тенденция увеличения переваримости остальных питательных веществ рациона коров опытной группы (табл. 5).

Снижение распадаемости протеина рациона коров опытной группы повлияло на продуктивность животных. Среднесуточный удой 4%-ного молока коров этой группы был на 11,3% выше, чем в контрольной ($P < 0,01$). Молочного жира и белка за сутки получено соответственно на 1,37 и 1,85% больше, чем в контроле. Затраты кормов на 1 кг молока в контрольной группе составили 0,73 к.е., в опытной — 0,67 к.е.

При исследованиях углеводного питания в рационы подопытных коров были включены: сенаж люцерновый, жом свекловичный, комбикорм К 60-31-89, смесь из молотой кукурузы и ячменя, сено разнотравное, силос из многолетних трав, жмых подсолнечный, премикс (табл. 6).

Размножение простейших в рубцовой жидкости у животных опытной группы происходило более интенсивно, что свидетельствует о более благоприятных условиях протекания биохимических процессов в рубце животных. Содержание аммиака, напротив, было выше у коров контрольной группы, что подтверждает более высокую распадаемость протеина в рубце коров (табл. 7).

Таблица 1. Переваримость протеина кормов в рубце и кишечнике коров

Показатели	Корма							
	жмых под-солнечный	комби-корм	барда ячменная	горох	соя	шрот под-солнечный	отруби пшеничные	люпин обшелушенный
<i>Распадаемость протеина кормов в рубце коров, %</i>								
Не обработанные корма	49,88	64,93	31,79	84,62	76,19	80,45	68,74	79,54
Обработаны при $t 115^{\circ}\text{C}$	29,48	52,77	28,22	52,50	43,67	40,49	60,64	59,89
<i>Переваримость протеина кормов в кишечнике коров, %</i>								
Не обработанные корма	90,29	87,58	79,50	74,58	72,1	74,68	63,74	89,06
Обработаны при $t 115^{\circ}\text{C}$	91,53	84,21	77,83	88,14	84,51	90,17	69,72	92,83

Таблица 2. Показатели рубцовой жидкости коров в период балансового опыта

Группа коров	Показатели			
	азот, мг/%			рН рубцовой жидкости
	общий	небелковый	белковый	
I — Контрольная	87,50±4,61	41,3±3,25	46,2±3,19	6,90±0,08
II — Опытная	95,20±5,59	36,75±3,67	58,45±4,03	6,85±0,09

Таблица 3. Результаты анализа рубцового содержимого подопытных коров

Группа коров	Показатели		
	количество простейших	аммиак, мг/%	рН рубцовой жидкости
I — Контрольная	794500±31,48	8,96±1,04	6,85±0,87
II — Опытная	838250±28,60	7,98±1,02	6,90±0,99

Таблица 4. Среднесуточный баланс и использование азота у подопытных коров

Группа коров	Показатели										
	принято, г	выделено с калом, г	переварено, г	выделено с мочой, г	использовано, г	выделено с молоком, г	отложилось в теле, г	использовано от принятого, %	в том числе на молоко, %	использовано от переваренного, %	в том числе на молоко, %
I – Контрольная	755,04±21,34	206,15±10,33	548,89±15,41	341,04±12,65	207,85±9,33	200,34±7,36	7,51±0,07	27,53	26,53	37,87	36,50
II – Опытная	755,04±25,14	194,90±11,35	560,14±12,36	327,58±13,12	232,56±8,90	222,73±10,14	9,83±0,05	30,80	29,50	41,52	39,76

Таблица 5. Переваримость питательных веществ кормов коровами в период опыта

Группа коров	Показатели, %				
	сухое вещество	органическое вещество	сырой протеин	сырая клетчатка	сырой жир
I – Контрольная	71,56	72,15	71,39	64,43	82,52
II – Опытная	74,28	75,39	78,72	66,50	83,71
%, контроля к опыту	96,3	95,7	90,6	96,9	98,6

Таблица 6. Рацион кормления подопытных коров

Показатели	Ед. измерения	I контрольная группа	II опытная группа
Комбикорм	кг	10,0	10,0
Силос	кг	16,0	8,0
Жом сухой свекловичный	кг	3,5	3,0
Жмых подсолнечный	кг	3,0	3,0
Сено	кг	2,0	2,0
Кукуруза + ячмень молотый	кг	3,5	3,5
Сенаж люцерновый	кг	8,0	14,0
Соль повар.	кг	0,1	0,1
Премикс	кг	0,2	0,2
В рационе содержится: Обменной энергии	МДж	279,4	280,0
ЭКЕ		27,9	28,0
Сухого вещества	кг	26,85	26,90
Сырого протеина	г	4389,9	4398,8
Распадаемого протеина	г	2458,5	2463,3
Сырой клетчатки	г	5258,9	5262,0
НДК	г	11319,5	9953,8
КДК	г	7652,2	6590,5
Сахара	г	1894,45	1888,5
Сырого жира	г	1018,1	1034,1
Кальция	г	408,7	379,9
Фосфора	г	226,1	218,3
Каротина	мг	902,5	902,5
Сырой протеин в СВ	%	16,3	16,3
Сырой жир в СВ	%	3,8	3,8
Сырая клетчатка в СВ	%	19,5	19,5
НДК	%	42,1	37,0
КДК	%	28,5	24,5
Ca:P	%	1,8: 1	1,8:1

При снижении НДК с 42,1 до 37,0% и КДК с 28,5 до 24,5% достоверно повышалась переваримость сухого вещества, сырой клетчатки, КДК.

При определении целлюлозолитической активности смешанной микрофлоры преджелудков установлено, что активность микрофлоры рубца опытных коров была достоверно выше (табл. 8).

Животные, получавшие корма с меньшим содержанием нейтрально- и кислотодетергентной клетчатки и более высокой переваримостью в кишечнике, лучше использовали азот кормов.

Снижение в рационе опытных коров нейтраль- нодетергентной клетчатки на 5,1% и кислот- нодетергентной клетчатки на 4,0% повлияло на продуктивность коров. Удой опытных коров за сутки составил 43,40 кг против 39,40 кг 4% -ного мо- лока в контроле ($P < 0,01$). Молочного жира также

было получено за сутки больше в опытной груп- пе ($P < 0,05$) (табл.9).

Выводы:

1. Снижение распадаемости протеина кормов в рубце молочных коров с 63,6% до 48,1% дает возможность более эффективно использовать азот, способствует повышению продуктивности на 11,3%.

2. Использование в кормлении высокопродук- тивных коров высокобелковых кормов — жмыха подсолнечного и гороха, обработанных при тем- пературе 115°C, протеин которых «защищен» от разрушения в рубце, приводит к усилению обмен- ных процессов в организме, интенсивности руб- цового пищеварения.

3. Эффективность использования кормов по- вышается при снижении распадаемости протеина

Таблица 7. Показатели рубцовой жидкости коров в период балансового опыта

Группа коров	Показатели					
	азот, мг/%			РН рубцовой жидкости	аммиак, мг, %	простейшие, млн. шт./мл
	общий	небелковый	белковый			
I — Контрольная	53,9±4,61	24,9±3,25	28,7±3,19	6,99±0,08	6,46±0,09	0,948±0,48
II — Опытная	58,80±5,59	23,45±3,67	35,35±4,03	6,87±0,09	5,27±0,06	1,048±0,51*

* — $P < 0,05$

Таблица 8. Величина потери веса целлюлозы при инкубации ее с содержимым рубца

Показатели	Группа коров		% контроля к опыту
	I — контрольная	II — опытная	
Вес фильтра до инкубации, г	0,1750±0,0069	0,1774±0,0051	73,89
Вес фильтра после инкубации, г	0,0701±0,0061	0,0055±0,0003**	

* — $P < 0,01$

Таблица 9. Продуктивность подопытных коров, I фаза лактации

Период	Показатели	Контроль	Опыт
Предварительный	удой, кг	45,8±1,34	46,8±1,64
	% жира	3,31±0,04	3,30±0,04
	4% молоко	37,87±0,86	38,67±0,68
	% белка	2,89±0,05	2,94±0,03
	КЕ на 1 кг 4% молока	0,78	0,78
Опытный	удой, кг	46,80±0,78	49,70±0,96*
	% жира	3,37±0,05	3,49±0,04
	4% молоко	39,40±0,75	43,40±0,81**
	суточная продукция молочного жира, г	1577,16±25,24	1734,5±26,01*
	% белка	2,91±0,06	3,00±0,03
	суточная продукция молочного белка, г	1361,88±12,83	1491,0±13,44
	КЕ на 1 кг 4% молока	0,73	0,67

* — $P < 0,05$, ** — $P < 0,01$

в рубце коров путем обработки их при температуре 115°C.

4. Содержание в рационе НДК — до 37,0%, КДК — до 24,5% приводит к повышению пере-

варимости питательных веществ рациона, улучшает азотистый обмен, усиливает микробиологическую активность в рубце коров, способствует повышению молочной продуктивности на 10,1%, молочного жира на 0,12%.

Литература

1. Курилов Н. В. Рубцовая ферментация и образование молока у жвачных животных / Н. В. Курилов // Труды ВНИИФБиП с.-х. животных. — Боровск. — 1982. — С. 3–15.
2. Лазаренко В. П. Переваримость структурных и неструктурных углеводов кормов у коров / В. П. Лазаренко // Зоотехния. — 1996. — № 9. — С. 7–9.
3. Курилов Н. В., Севастьянова Н. А., Коршунов В. Н. и др. Изучение пищеварения у жвачных (методические указания) ВНИИФБиП с.-х. животных. Боровск, 1987. — 104 с.
4. Курилов Н. В., Турчинский В. В., Фицев А. И. Определение растворимости и распадаемости протеина кормов // (методические указания) ВНИИФБиП с.-х. животных. Боровск 1987. — 16 с.
5. Кузьмина, Л. Н. Полноценное белковое питание голштин-холмогорских коров с удоем 10000 кг молока по периодам физиологического цикла / Л. Н. Кузьмина, А. С. Митюков // Известия СПбГАУ. — 2017. — № 48. — С. 58–63.
6. Кузьмина Л. Н. Доступность к перевариванию белка кормов, клетчатки и ее фракций в рационах голштин-холмогорских коров в условиях Европейского Севера / Л. Н. Кузьмина, С. С. Кузьмин // Аграрная Россия. — 2018. — № 11. — С. 36–40.

Kuzmina L., Kuzmin S.

Optimization of protein and carbohydrate nutrition of Holstein-holmogorsky cows during the period of milking

Abstract. *The basis for obtaining high milk productivity of cows is the provision of their protein and energy. As a result of the research, it was established that during heat treatment of feed, containing a high percentage of protein and low disintegration in the rumen had a high digestibility in the intestine. By reducing the protein disintegration of feed from 63.6% to 48.1% during the first phase of lactation (1-100 days), animals used nitrogen better and increased their productivity.*

Voluminous feed are of great importance in feeding ruminants to provide them with energy. However, the quality of roughage does not always meet the necessary requirements for this purpose. The carbohydrate feed of Holstein-Kholmogory cows during the period of milking was studied taking into account the quantity and quality of fiber of Neutral Detergent Fiber (NDF) and Acid Detergent Fiber (ADF) in diets and the effectiveness of their use in the European North of the Russian Federation. It has been established that a decrease in the neutral detergent fiber in the rations of experienced cows from 42.1 to 37.0% and acid-detergent fiber from 28.5% to 24.5% leads to an increase in the digestibility of dietary nutrients, improves nitrogen metabolism, enhances microbiological activity in the rumen of cows.

Optimum relationship in the rations of the highly productive cows of neytralnodetergentnoy and kislotnode-tergentnoy cellulose tissue leads to strengthening of metabolic processes in the organism of animals, effective use of fodders, increase in the productivity.

Keywords: holstein-Kholmogory cows, protein, disintegration, Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), rations.

Authors:

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

Kuzmin S. — junior researcher 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. Kurilov N. V. Cicatricial fermentation and milk formation in ruminants / N. V. Kurilov // Proceedings of the VNIIFBiP S.-H. animals. — Borovsk. — 1982. — P. 3–15.
2. Lazarenko V. P. Digestibility of structural and non-structural carbohydrates of feeds in cows / V. P. Lazarenko // Zootekhniya. — 1996. — №9. — P. 7–9.
3. Kurilov N. V., Sevastyanova N. A., Korshunov V. N. and others. The study of digestion in ruminants (methodical instructions) VNIIFBiP S.-H. animals. Borovsk, 1987. — 104 p.
4. Kurilov N. V., Turchinsky V. V., Fitsev A. I. Determination of the solubility and disintegration of the protein of feed // (methodical instructions) VNIIFBiP S.-kh. animals. Borovsk 1987. — 16 p.
5. Kuzmina, L. N. Complete protein nutrition of Holstein-Kholmogory cows with a yield of 10,000 kg of milk over periods of the physiological cycle / L.N. Kuzmina, A.S. Mityukov // Izvestia SPbGAU. — 2017. — № 48. — P. 58–63.
6. Kuzmina L. N. Accessibility to protein digestion of feed, fiber and its fractions in rations of Holstein-Kholmogory cows in the conditions of the European North / L. N. Kuzmina, S. S. Kuzmin // Agrarian Russia. — 2018. — № 11. — P. 36–40.