

КОРМОПРОИЗВОДСТВО: КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ / FODDER PRODUCTION: LIVESTOCK FEEDING

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.5.820-829>

УДК 636.085.15



Нормализация белкового и углеводного питания высокопродуктивных коров в период сухостоя

© 2023. Л. Н. Кузьмина, А. П. Карташова ✉, С. С. Кузьмин

ФГБНУ «Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция»,
п. Молочный, Мурманская обл., Российская Федерация

*В работе представлены результаты изучения протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров с удоем 10 тыс. кг молока в период сухостоя. Проведены исследования по определению распадаемости протеина кормов и эффективности их использования в рационах коров. Изучено углеводное питание голшти-низированных коров холмогорской породы в период сухостоя с учетом количества и качества нейтральнотергентной (НДК) и кислотнотергентной (КДК) клетчатки. Научно-хозяйственный опыт проводили в СХПК «Полярная звезда» Мурманской области в 2015 и 2021 гг. Распадаемость сырого протеина кормов (РП) определяли методом *in sacco*, путем инкубации в рубце средних проб отдельных кормов в нейлоновых мешочках в течение 12 часов. В образцах кормов до и после инкубации определяли содержание сырого протеина по содержанию общего азота методом Кельдаля. Переваримость в кишечнике не распадавшегося в рубце протеина кормов определяли методом мобильных синтетических мешочков. НДК и КДК определяли по методу Ван-Соеста и Саутгейта в модификации Н. Н. Семиной. В опыте по протеиновому питанию в рационе коров контрольной и опытной групп уровень сырого протеина в СВ составил 16,0 %, распадаемого протеина в контрольной – 59,0 %, в опытной – 67,0 %. По углеводному питанию в рационе контрольной группы содержалось 19,4 % сырой клетчатки в СВ, 38,9 % – нейтральнотергентной клетчатки, 23,0 % – кислотнотергентной клетчатки по сухому веществу. У коров опытной группы в рационе содержалось сырой клетчатки в СВ – 22,4 %, НДК – 47,2 %, КДК – 27,6 %. Животные опытной группы, рацион которых имел расщепляемость сырого протеина 67,0 %, более эффективно использовали азот и питательные вещества рациона. Исследованиями установлено, что содержание в рационах опытных коров НДК до 47,2 % и КДК до 27,6 % приводит к повышению переваримости питательных веществ рациона, улучшает азотистый обмен, усиливает микробиологическую активность в рубце коров.*

Ключевые слова: рацион, протеин, нейтральнотергентная клетчатка, кислотнотергентная клетчатка, структурные углеводы

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция», (тема №FGER-2021-0001, регистрационный номер АААА-А19-119011790116-7).

Выражаем благодарность коллективу ООО «Полярная звезда» Мурманской области за помощь в проведении исследований.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Кузьмина Л. Н., Карташова А. П., Кузьмин С. С. Нормализация белкового и углеводного питания высокопродуктивных коров в период сухостоя. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(5):820-829. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.5.820-829>

Поступила: 18.05.2023

Принята к публикации: 11.10.2023

Опубликована онлайн: 30.10.2023

Normalization of protein and carbohydrate nutrition for high productive cows during a dry period

© 2023. Lyudmila N. Kuzmina, Anastasia P. Kartashova ✉, Sergey S. Kuzmin

Murmansk State Agricultural Experimental Station, Molochniy, Murmansk region,
Russian Federation

The article provides the results of study of protein and carbohydrate nutrition for high productive cows with milk yield of 10 thousand kg during dry period. There has been carried out the research for determining the feed protein disintegration and effectiveness of its use in cow rations. The carbohydrate nutrition for Holstein-Kholmogory cows during dry period taking into account quantity and quality of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) was studied.

The science-economic experiment was conducted in the "Polyarnaya Zvezda", Murmansk region in 2015 and 2021. The disintegration of feed crude protein (DP) was determined by the in sacco method, by incubation of average samples of single feeds in nylon bags in the rumen during 12 hours. Content of crude protein in feed samples before and after incubation was determined by the content of total nitrogen by the Kjeldahl method. Digestibility in the intestine of feed protein not disintegrated in rumen was determined by the mobile synthetic bag method. NDF and ADF were determined by the method of Van Soest and Southgate modified by N. N. Semina. In the experiment of protein nutrition, the content of crude protein in the ration of control and experimental groups of cows was 16 %. The content of disintegrated protein in the control group was 59.0 %, in the experimental group – 67.0 %. In the experiment of carbohydrate nutrition, in the control group crude fiber was 19.4 %, neutral detergent fiber – 38.9 %, acid detergent fiber – 23.0 % of dry matter. In the ration of experimental group of cows, the content of crude fiber was 22.4 %, neutral detergent fiber – 47.2 %, acid detergent fiber – 27.6 %. Animals of the experimental group whose ration had a crude protein disintegration of 67.0% used nitrogen more efficiently, utilized a nutritious of ration better. During the research it has been established, that the content of neutral detergent fiber of up to 47.2 % and acid detergent fiber of up to 27.6 % results in increase in digestibility of ration nutritious, improves nitrogen metabolism, intensify microbiological activity in cow rumen.

Keywords: ration, protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, structural carbohydrates

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Murmansk State Agricultural Experimental Station (topic No. FGER-2021-0001, registration number AAAA-A19-119011790116-7).

The authors thank the staff of Polyarnaya Zvezda, Murmansk Region, for their assistance in conducting of the research.

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Kuzmina L. N., Kartashova A. P., Kuzmin S. S. Normalization of protein and carbohydrate nutrition for high productive cows during a dry period. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(5):820-829. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.5.820-829>

Received: 18.05.2023

Accepted for publication: 11.10.2023

Published online: 30.10.2023

Для получения высокой продуктивности молочных коров необходимо обеспечение их оптимальным уровнем белка и энергии. Показатель «переваримый протеин», используемый до сих пор для оценки протеиновой питательности, не отражает качества протеина корма [1, 2]. Оценка протеиновой обеспеченности жвачных животных складывается из следующих параметров: микробный синтез в преджелудках, доступность кормового и микробного белка. Расчет рационов по сырому и переваримому протеину, без учета его качества, приводит к перерасходу белковых дорогостоящих кормов. Последствия этого – удорожание продукции, негативное влияние на состояние здоровья животных. Важным показателем является расщепляемость сырого протеина. Ферментация питательных веществ корма в преджелудках жвачных животных является основным этапом в процессе их переваривания [3, 4].

Для эффективного усвоения питательных веществ организмом рубцовая микрофлора нуждается в легкодоступном азоте и энергии. При недостаточном количестве легкораспадающегося протеина интенсивность переваривания грубых и концентрированных кормов в рубце коров резко снижается [5, 6].

Животные с низкой продуктивностью удовлетворяют свои потребности в протеине за счет микробального синтеза в рубце. Высокопродуктивным жвачным животным необходим протеин кормов, не распавшийся в рубце, дополнительно к микробному [7, 8].

В связи с этим, важным условием является определение протеина, устойчивого к деградации в рубце для использования его животным-хозяином. Поэтому качество протеина и создание условий для оптимального синтеза микробного белка в преджелудках животных для обеспечения потребностей микроорганизмов в расщепляемом протеине и труднорастворимом протеине для животного является одной из основ нормирования протеинового питания высокопродуктивных коров с удоем 10 тыс. кг молока и более в период сухостоя.

Реализация достижений селекционно-племенной работы основана на полноценном кормлении. Большое значение в обеспечении энергетических потребностей жвачных животных принадлежит клетчатке [9, 10]. Многочисленно проводимыми исследованиями установлено, что от 40 до 75 % сырой клетчатки кормов переваривается в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота (Henneberg and Stohman, 1864)¹ [11]. Поэтому большую

¹Мокшина С., Дрохнер В., Тафай М. Перевариваемость клетчатки в рубце лактирующих коров. По материалам журнала «Животноводство России», сентябрь, 2005. URL: http://yariks.info/pi_jivotnovodstvo/jiv_021/

часть энергии жвачные животные могут получать из объемистых кормов, качество которых имеет большое значение для высокопродуктивных коров. Показатель «сырая клетчатка» дает неточное представление о количестве структурных полисахаридов. При этом определяется лишь часть целлюлозы и лигнина, большая часть структурных углеводов – целлюлозы и гемицеллюлоз остаются неучтенными [12, 13].

Фракционирование углеводов на нейтральнодетергентную и кислотдетергентную клетчатку дало возможность по-другому оценивать сбалансированность рационов по энергии. Ван Соест и Мур² предложили новую схему анализа растительных кормов. В ней наиболее наглядно характеризуется питательность корма, в котором различают клеточное содержимое и клеточные стенки, а последние – по другим составным элементам. В результате обработки корма нейтральным детергентом содержимое клеток (липиды, сахара, крахмал, органические кислоты, растворимые протеины, пектины) растворяются в нем. Остается волокнистая фракция, содержащая клеточные стенки. Эта фракция представляет собой нейтральнодетергентную клетчатку (НДК), которая состоит из гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина. При обработке нерастворенного в нейтральном детергенте осадка кислотным детергентом растворяются гемицеллюлозы. Оставшийся осадок (лигнин и целлюлоза) представляют собой кислотдетергентную клетчатку (КДК) [14, 15, 16].

В последнем выпуске справочного пособия по нормам кормления сельскохозяйственных животных нормирование дойных и сухостойных коров по уровню НДК и КДК не предусмотрено³. В практике, в нашей стране до сих пор преимущественно используют показатель «сырая клетчатка» при составлении рационов кормления коров. Поэтому дальнейшие исследования по содержанию структурных углеводов в рационах высокопродуктивных коров являются актуальными.

Цель исследования – определить качество протеина кормов для создания условий оптимального синтеза микробного белка в преджелудках животных и транзита трудно-распадаемого протеина в кишечник в период сухостоя. Установить оптимальный уровень нейтрально- и кислотдетергентной клетчатки в рационах коров в период сухостоя с учетом их количества, качества и эффективности использования.

Новизна исследований – впервые установлено оптимальное количество нейтральнодетергентной и кислотдетергентной клетчатки в рационах высокопродуктивных голштинизированных коров холмогорской породы в период сухостоя с учетом их доступности к перевариванию в рубце.

Материал и методы. Исследования проводили в СХПК «Полярная звезда» Мурманской области на голштинизированных коровах холмогорской породы с удоем 10 тыс. кг молока в апреле-мае 2015 и 2021 гг. во второй фазе сухостоя.

Схема опыта по протеиновому питанию

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Количество животных	9	9
Уровень сырого протеина в рационе, %	16,0	16,0
Распадаемость протеина в рационе, %	59,0	67,0

Схема опыта по углеводному питанию

Количество животных	9	9
Уровень сырой клетчатки, %	19,4	22,4
НДК, %	38,9	47,2
КДК, %	23,0	27,6

²Van Soest P. J., Moore L. A. New chemical methods for analysis of forages for the purpose of predicting nutritive value. Proc. IX Int. Grassl. Congr. Sao Paulo, Brazil. 1965;424(1):783-789.

³Калашников А. П., Фисинин В. И., Щеглов В. В., Клейменов Н. И. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е изд. перераб. и доп. М., 2003. 456 с.

Распадаемость сырого протеина кормов (РП) определяли методом *in sacco* путем инкубации в рубце средних проб отдельных кормов в нейлоновых мешочках в течение 12 часов. В образцах кормов до и после инкубации определяли содержание сырого протеина по содержанию общего азота методом Кьельдаля. Переваримость в кишечнике не распавшегося в рубце протеина кормов определяли методом мобильных синтетических мешочков.

Для взятия содержимого рубца применяли резиновый шланг, длиной около двух метров, внутренний диаметр шланга 20 мм. В рубцовом содержимом, взятом на 51 сутки сухостойного периода, через 3 часа после кормления определяли: рН, аммиак в чашках Конвея, все фракции азота методом Кьельдаля, численность инфузорий в камере Горяева.

В моче: мочевины уреазным методом, общий азот. В кале: полный зоотехнический анализ, как в кормах, нерастворимую в 4н HCl золу.

Контроль за клиническим состоянием животных определяли путем взятия крови на биохимический анализ. В крови определяли: рН – электрометрическим методом с помощью потенциометра ЛПУ-01; сахар по Сомоджи; кислотную емкость – электрометрическим титрованием; общий белок – на рефрактометре; кальций – по де Ваарду; фосфор – по способу Бригса в модификации Юделевича; каротин – по Ф. А. Коромыслову и А. А. Кудрявцевой.

Отобранные образцы кормов (сено, силос, сенаж) были проинкубированы в условиях *in vitro*, имитирующих рубцовую среду (к 700 мл профильтрованной через четыре слоя марли рубцовой жидкости добавляли 2800 мл буфера Мак-Даугала). Образцы размолотых кормов в мешочках из синтетической ткани помещали в прибор «искусственный рубец» на 48 часов при температуре 39 °С в термостат. Анализ сухого

вещества, сырой клетчатки, НДК и КДК проводили до и после инкубации. НДК и КДК определяли по методу Ван-Соеста и Саутгейта в модификации Н. Н. Семиной⁴.

Целлюлозолитическую активность микрофлоры преджелудков определяли по методу Хендерсона, Хорвата и Блока в модификации Чурлиса⁵.

Цифровой материал обработан методом вариационной статистики по Плохинскому⁶. Достоверность разницы определяли по Стьюденту, разницу считали достоверной при $P < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. После проведения инкубации образцов кормов в рубце коров получены следующие показатели (табл. 1).

Исходя из полученных результатов, составлен рацион для коров опытной и контрольной групп. Распадаемость протеина кормов в рационе коров контрольной группы составила 59,0 %, опытной группы – 67,0 % (табл. 2).

Показатели рубцового содержимого, крови и мочи, взятых во время балансового опыта, сохранялись в пределах физиологической нормы.

Азотистый обмен в рубце коров опытной и контрольной групп существенно различался. Количество общего азота в рубцовом содержимом у животных опытной группы было на 1,3 % больше, чем в контрольной, белкового азота в этой группе было больше на 4,4 % и составило 61,37 мг/% против 58,80 мг/% ($P < 0,05$). По концентрации аммиака наблюдали такую же закономерность. Количество простейших было достоверно выше в опытной группе, то есть наблюдалась активация протеолиза и более эффективный синтез микробного белка. Сахаропротеиновое отношение в опытной группе составляло 0,90, в контрольной – 0,86, что соответствовало нормам кормления.

Показатели крови у коров обеих групп находились в пределах физиологической нормы.

⁴Новые методы и модификации биохимических и физиологических исследований в животноводстве: методическое руководство. Вып. 2. Под ред. Н. А. Шманенкова, Н. В. Курилова. Боровск, Изд-во: ВНИИФБиП, 1972. С. 96-105.

⁵Чурлис Т. К. О методике определения активности расщепляющей целлюлозу микрофлоры преджелудков у крупного рогатого скота. Кормление сельскохозяйственных животных. М., 1958. С. 470-475.

⁶Плохинский Н. А. Биометрия: учеб. пособие для студентов биол. спец. ун-тов. 2-е изд. М.: Изд-во Московского ун-та, 1970. 367 с

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: КОРМОПРОИЗВОДСТВО.
КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ /
ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: FODDER PRODUCTION. LIVESTOCK FEEDING**

*Таблица 1 – Распадаемость протеина кормов в рубце коров с удоем 10 тыс. кг /
Table 1 – Disintegration of feed protein in the rumen of cows with a milk yield of 10 thousand kg*

<i>Корм / Feed</i>	<i>Распадаемость, % / Disintegration, %</i>	<i>Корм / Feed</i>	<i>Распадаемость, % / Disintegration, %</i>
Силос из многолетних трав / Perennial grass silage	64,7	Пшеница / Wheat	78,1
Сено луговое / Meadow hay	39,1	Рожь / Rye	75,0
Жмых подсолнечный / Sunflower cake	50,7	Ячмень / Barley	78,0
Шрот подсолнечный / Sunflower meal	74,9	Пивная дробина / Brewers' spent grains	43,3
Жмых соевый / Soybean cake	40,7	Барда сухая (ячмень) / Dry stillage (barley)	29,0
Комбикорм стандартный / Standard mixed fodder	67,0	Кунжут / Sesame	77,8
Жом свекловичный (сухой) / Beet pulp (dry)	46,2	Жмых грецкого ореха / Walnut cake	72,3
Рыбная мука / Fish flour	27,2	Жмых тыквенный / Pumpkin cake	27,6
Горох / Pea	85,0	Отруби пшеничные / Wheat bran	71,3
Кукуруза / Corn	36,0		

*Таблица 2 – Рационы кормления коров во время опыта (протеиновое питание) /
Table 2 – Feeding rations for cows during the experiment (protein nutrition)*

<i>Показатель / Indicator</i>	<i>Контрольная группа / Control group</i>	<i>Опытная группа / Experimental group</i>
Комбикорм, кг / Mixed fodder, kg	6,6	3,5
Силос, кг / Silage, kg	22,0	22,0
Сено, кг / Hay, kg	4,5	4,5
Горох, кг/ Pea, kg	-	2,5
Патока свекловичная, кг / Beet molasses, kg	1,5	1,5
Соль поваренная, г / Common salt, g	0,1	0,1
Премикс, г / Premix, g	0,1	0,1
<i>В рационе содержится / The ration contains:</i>		
Обменной энергии, Мдж / Exchange energy, MJ	165,0	165,0
ЭКЕ / Energy Feed Units	16,5	16,5
Сухого вещества, кг / Dry matter, kg	14,44	14,44
Сырого протеина, г / Crude protein, g	2306,9	2280,3
Сырой клетчатки, г/ Crude fiber, g	3544,0	3545,0
Сахара, г / Sugar, g	1388,0	1440,0
Сырого жира, г / Crude fat, g	714,3	711,0
Кальция, г / Calcium, g	159,4	163,7
Фосфора, г / Phosphorus, g	157,8	162,3
Каротина, мг / Carotene, mg	922,5	922,5
Сырого протеина в СВ, % / Crude protein, %	15,9	15,8
Сырого жира в СВ, % / Crude fat in DM, %	4,5	4,5
Сырой клетчатки в СВ, % / Crude fiber in DM, %	26,3	26,8
Распадаемость протеина, % / Disintegrated protein, %	59,0	67,0
Ca:P	1:1	1:1

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: КОРМОПРОИЗВОДСТВО.
КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ /
ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: FODDER PRODUCTION. LIVESTOCK FEEDING**

В результате изучения баланса азота у подопытных коров выяснилось, что при одинаковом поступлении азота с кормом, его

усвоение животными опытной группы больше на 17,5 % при лучшем использовании азота от принятого и переваренного (табл. 3).

Таблица 3 – Баланс и использование азота подопытными животными /
Table 3 – Balance and use of nitrogen by experimental animals

Группа / Group	Принято с кормом, г / Taken with food, g	Выделено с калом, г / Excreted with feces, g	Перевари- лено, г / Digested, g	Кoeffици- ент перева- римости, % / Digestibility coefficient, %	Выделено с мочой, г / Excreted in urine, g	Усвоено азота, г / Assimilated nitrogen, g	Использовано, % / Used, %	
							от при- нятого / of taken	от пере- варенного / of digested
Контрольная / Control	369,10 ±7,45	120,70 ±2,44	248,40 ±1,69	67,30	223,97 ±6,55	24,43 ±1,12	6,6	9,8
Опытная / Experimental	364,85 ±8,39	107,92 ±3,46	256,88 ±1,33*	70,42	228,17 ±7,44	28,71 ±2,23	7,9	11,2

*P<0,05

Животные опытной группы лучше переваривали питательные вещества, коэффициенты переваримости по сухому веществу были выше на 1,47 %; органическому веществу – на 2,87 %; сырому жиру – на 0,16 %; сырому протеину – на 3,25 % (P<0,05).

Из данных таблицы 4 следует, что грубо-волоконистые корма по группам – сенаж, силос, сено имеют разный процентный состав пита-

тельных веществ. Высокое содержание НДК отмечено в сене луговом – 34,83 %; более низкое в силосе из многолетних трав – 20,89 %. Количество КДК в кормах ниже количества НДК, так как в составе первой отсутствуют гемицеллюлозы. Так, в силосе из многолетних трав содержание КДК составляет 8,28 %, в сене – 21,91 %.

Таблица 4 – Содержание сухого вещества, сырой клетчатки, НДК и КДК в грубых кормах, % /
Table 4 – Content of dry matter, crude fiber, NDF and ADF in roughage, %

Корм / Feed	Сухое вещество / Dry matter	Сырая клетчатка / Crude fiber	НДК / NDF	КДК / ADF
Сенаж из многолетних трав / Perennial grass haylage	31,33	11,86	23,71	10,27
Силос из многолетних трав / Perennial grass silage	26,02	8,14	20,89	8,28
Сено луговое / Meadow hay	47,82	16,38	34,83	21,91

Переваримость НДК, КДК и сырой клетчатки рассчитывали по формуле:

$KП = (\text{переваренное питательное вещество}) / (\text{питательное вещество до инкубации}) \times 100$, где КП – коэффициент переваримости.

Рацион для коров опытной и контрольной групп по углеводному питанию приведен в таблице 5.

По показателям питательных веществ рационы опытной и контрольной групп практически были одинаковыми. Различие было по содержанию сырой клетчатки, НДК и КДК. В рационе коров опытной группы содержалось сырой клетчатки – 3567 г, НДК – 47,2 % по

сырому веществу, КДК – 27,6 %, контрольной группы соответственно 3072 г, 38,9 %, 23,0 %.

Коровы опытной и контрольной групп практически полностью потребляли корма. Переваримость питательных веществ у коров опытной группы была несколько выше, чем в контрольной, переваримость сухого вещества и НДК в опытной группе составила 77,81 и 59,60 % против контрольной 73,45 и 56,11 % соответственно (P<0,05). Переваримость сырой клетчатки в опытной группе была выше, чем в контрольной на 6,97 % (табл. 6).

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: КОРМОПРОИЗВОДСТВО.
КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ /
ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: FODDER PRODUCTION. LIVESTOCK FEEDING**

Таблица 5 – Рационы кормления коров во время опыта (углеводное питание) /
Table 5 – Feeding rations for cows during the experiment (carbohydrate nutrition)

Показатель /	Контрольная группа / Control group	Опытная группа / Experimental group
Комбикорм, кг / Mixed fodder, kg	4,0	3,0
Сенаж из многолетних трав, кг / Silage, kg	15,0	15,0
Силос из многолетних трав, кг	-	6,0
Сено, кг / Hay, kg	4,0	4,0
Ячмень дробленый, кг/ Pea, kg	2,5	1,5
Жмых подсолнечный, кг / Beet molasses, kg	0,5	1,0
<i>В рационе содержится / The ration contains:</i>		
Обменной энергии, Мдж / Exchange energy, MJ	165,1	159,1
ЭКЕ / Energy Feed Units	16,5	15,9
Сухого вещества, кг / Dry matter, kg	15,83	15,89
Сырого протеина, г / Crude protein, g	2600,0	2664,0
Сырой клетчатки, г / Crude fiber, g	3072,0	3567,0
Сахара, г / Sugar, g	394,2	416,1
Сырого жира, г / Crude fat, g	401,8	447,0
Кальция, г / Calcium, g	246,2	243,8
Фосфора, г / Phosphorus, g	187,3	184,4
Каротина, мг / Carotene, mg	875,0	885,0
Сырого протеина в СВ, % / Crude protein, %	16,4	16,7
Сырого жира в СВ, % / Crude fat in DM, %	3,5	3,7
Сырой клетчатки в СВ, % / Crude fiber in DM, %	19,4	22,4
НДК, % / NDF, %	38,9	47,2
КДК, % / ADF, %	23,0	27,6
Ca:P	1,4:1	1,4:1

Таблица 6 – Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов подопытных коров
в период сухостоя, % /
Table 6 – Digestibility coefficients of nutrients in the rations of experimental cows during the dry period, %

Группа/ Group	Сухое вещество / Dry matter	Сырая клетчатка / Crude fiber	НДК / NDF	Сырой протеин / Crude protein	Сырой жир / Crude fat
Контрольная / Control	73,45± 0,81	49,21±0,79	56,11±0,70	71,73±1,22	77,68±0,89
Опытная / Experimental	77,81± 0,74*	52,64±0,82	59,60±0,77*	72,45±0,96	77,54±1,02

* P < 0,05

Это, по-видимому, связано с соотношением целлюлоз и гемицеллюлоз в составе НДК, а также с угнетением целлюлозолитической активности рубцового содержимого коров контрольной группы, в результате повышения концентрированных кормов в рационе.

Более интенсивно ферментативные процессы протекали в рубце коров опытной группы, у которых наблюдали более высокое содержание простейших, белкового азота. Это свиде-

тельствует о создании благоприятных условий протекания биохимических процессов в рубце животных этой группы (табл. 7).

Целлюлозолитическая активность смешанной микрофлоры рубца также была достоверно выше в опытной группе. Процент гидролиза при инкубации целлюлозы в рубцовом содержимом составил у коров опытной группы – 58,5 %, в контроле – 45,0 % (P < 0,01).

Таблица 7 – Показатели рубцовой жидкости коров в период балансового опыта /
Table 7 – Indicators of ruminal fluid of cows during the balance experiment

Показатель / Indicator	Контрольная группа / Control group	Опытная группа / Experimental group
Азот, мг/% общий / Nitrogen, mg/% total	42,00±3,60	56,7±2,56*
Небелковый / Non-protein	27,30±1,25	31,50±1,63
Белковый / Protein	14,70±1,37	25,20±2,06*
рН	7,30±1,47	7,00±1,58
Аммиак, мг% / Ammonia, mg%	10,20±0,54	7,65±0,66
Простейшие, млн.шт./мл / Protozoa, mln/ml	0,980±0,024	1,120±0,036*

* P < 0,05

Использование азота животными двух групп, в рационе которых содержались разные уровни НДК и КДК, было неодинаковым. У животных, получавших корма с содержанием НДК – 47,2% и КДК – 27,6 %, было меньше потерь азота с мочой и калом, больше использовано на отложение в теле и развитие плода. Отложилось азота в теле – 36,05 г в опытной группе и 30,85 г – в контрольной, использовано от переваренного 14,24 и 12,70 % соответственно.

Таким образом, более сбалансированный рацион коров опытной группы способствовал повышению общего уровня энергетического питания животных.

Предложения производству. В состав рационов для высокопродуктивных коров во втором периоде сухостоя необходимо вводить те же компоненты, что и в период раздоя: с помощью кормления постепенно перевести микрофлору рубца на рацион с высоким содержанием концентратов и консервированных кормов (сенаж, силос).

Рационы кормления высокопродуктивных коров необходимо балансировать по НДК и КДК наряду с другими нормами кормления для более полной реализации генетического потенциала продуктивности.

Заключение. Рационы голштинизированных коров холмогорской породы с разной распадаемостью протеина оказали заметное

влияние на динамику образования метаболитов азотистого обмена, синтез микробного белка в рубце, переваривание и использование питательных веществ рациона при их скармливании.

Данные, полученные при проведении исследований, показали, что более интенсивный распад азотистых веществ в рубце с образованием аммиака протекал при распадаемости протеина рациона – 67,0 %; концентрация аммиака в рубце опытных коров была выше, чем в контроле (P<0,01). Содержание белкового азота и простейших также было достоверно выше в опытной группе.

Высокопродуктивным животным с удоем 10 тыс. кг молока для создания условий оптимального синтеза микробного белка в преджелудках и транзита труднорастворимого протеина в кишечник в период сухостоя (вторая фаза) необходимо в рационах поддерживать сырой протеин на уровне 16 %, с распадаемостью 67 %.

При более высокой концентрации НДК в рационах возможно получить и более высокую их энергетическую ценность, чем в рационах с низкой ее концентрацией.

Рацион с содержанием НДК – до 47,2 %, КДК – до 27,6 % является оптимальным, так как обеспечил лучшую переваримость питательных веществ, более эффективное использование азота и большее отложение белка в организме.

Список литературы

1. Романенко Л. В., Пристач Н. В., Пристач Л. Н. Рациональное использование протеина корма высокопродуктивными коровами. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2018;(1):119-124. Режим доступа: <https://ilvm.elpub.ru/jour/article/view/36/0>
2. Лагышева С. В., Иванов А. В. Оптимизируем белковое питание коров. Молочное и мясное скотоводство. 2021;(6):24-25. Режим доступа: http://skotovodstvo.com/file/repository/6_2021_milk_blok_24_25.pdf
3. Маслюк А. Н., Токарева М. А. Эффективность оптимизации протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров. Животноводство и кормопроизводство. 2018;101(4):164-171. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36736500> EDN: MBNGQC
4. Кузьмина Л. Н., Митюков А. С. Полноценное белковое питание голштин-холмогорских коров по периодам физиологического цикла. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017;(48):58-63. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30383540> EDN: ZOWYQX

5. Корчагина Ю. А. Современные подходы к протеиновому питанию высокопродуктивных коров. Вестник АПК Верхневолжья. 2019;(3):91-93. Режим доступа: <https://elibrary.ru/pduvov> EDN: PDUVOV
6. Шляхова О. Г. Белковое питание высокопродуктивных коров в переходный период: монография. Краснодар: Кубанский ГАУ имени И. Т. Трубилина, 2019. 139 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/223946>
7. Рядчиков В. Г., Солдатов А. А., Харитонов Е. Л., Шляхова О. Г., Тантани А., Комарова Н. С. Распадаемость кормового белка – важный фактор эффективности использования азота и молочной продуктивности лактирующих коров. Эффективное животноводство. 2019;(3(151)):42-48. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39454369> EDN: SJAIIS
8. Волгин В. И., Романенко Л. В., Прохоренко П. Н. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности. М.: РАН, 2018. 258 с.
9. Шарипов Д. Р., Якимов О. А., Галимуллин И. Ш. Влияние уровня нейтрально-детергентной клетчатки в рационе на потребление сухого вещества, молочную продуктивность и жевательную активность коров в первую фазу лактации. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2019;240(4):201-205. DOI: <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-240-4-201-205> EDN: IEEBFX
10. Кузьмина Л. Н., Карташова А. П., Корбут О. В., Кузьмин С. С. Роль структурных углеводов в питании коров в условиях Европейского Севера. Ветеринария и кормление. 2022;(6):44-46. DOI: <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-6-11> EDN: RYHZHI
11. Косолапов А. В. Переваримость питательных веществ и баланс азота у высокопродуктивных коров при введении в рацион полисахаридов. Кормопроизводство. 2017;(4):30-33. Режим доступа: https://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/arxiv-statej-doi/perevarimost-pitatejnyx-veshhestv-i-balans-azota-u-vysokoproduktivnyx-korov-pri-vvedenii-v-racion-polisaxaridov
12. Филинская О. В., Кеворкян С. А. Практические методы контроля современного комплекса. Вестник АПК Верхневолжья. 2018;(4(44)):30-36. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36813748> EDN: YUMJRB
13. Fustini M., Palmonari A., Canestrari G., Bonfante E., Mammi L., Pacchioli M. T., Sniffen G. C. J., Grant R. J., Cotanch K. W., Formigoni A. Effect of undigested neutral detergent fiber content of alfalfa hay on lactating dairy cows: Feeding behavior, fiber digestibility, and lactation performance. Journal of Dairy Science. 2017;100(6):4475-4483. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12266>
14. Van Soest P. J., Robertson J. B., Lewis B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 1991;74(10):3583-3597. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
15. Ганушенко О. Клетчатка в рационах жвачных. Животноводство России. 2019;(10):37-42. DOI: <https://doi.org/10.25701/ZZR.2019.72.82.010> EDN: NESHCS
16. Raffrenato E., Fievisohn R., Cotanch K. W., Grant R. J., Chase L. E., Van Amburgh M. E. Effect of lignin linkages with other plant cell wall components on in vitro and in vivo neutral detergent fiber digestibility and rate of digestion of grass forages. Journal of Dairy Science. 2017;100(10):8119-8131. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12364>

References

1. Romanenko L. V., Pristach N. V., Pristach L. N. Rational use of protein forage by highly productive cows. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii* = Legal regulation in veterinary medicine. 2018;(1):119-124. (In Russ.). URL: <https://ilvm.elpub.ru/jour/article/view/36/0>
2. Latysheva S. V., Ivanov A. V. Optimize the protein nutrition of cows. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* = Journal of Dairy and Beef Cattle Farming. 2021;(6):24-25. (In Russ.). URL: http://skotovodstvo.com/file/repository/6_2021_milk_blok_24_25.pdf
3. Maslyuk A. N., Tokareva M. A. Optimization efficiency of protein and carbohydrate nutrition of highly productive cows. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* = Animal Husbandry and Fodder Production. 2018;101(4):164-171. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36736500>
4. Kuz'mina L. N., Mityukov A. S. Complete protein nutrition of Holstein-Kholmogory cows by periods of the physiological cycle. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2017;(48):58-63. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30383540>
5. Korchagina Yu. A. Modern approaches to a protein feeding of high-yielding cows. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* = Bulletin of the AIC of the Upper Volga. 2019;(3):91-93. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/pduvov>
6. Shlyakhova O. G. Protein nutrition of highly productive cows during the transition period: monograph. Краснодар: *Kubanskiy GAU imeni I. T. Trubilina*, 2019. 139 p. URL: <https://e.lanbook.com/book/223946>
7. Ryadchikov V. G., Soldatov A. A., Kharitonov E. L., Shlyakhova O. G., Tantavi A., Komarova N. S. The disintegration of feed protein is an important factor in the efficiency of nitrogen use and milk productivity of lactating cows. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*. 2019;(3(151)):42-48. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39454369>
8. Volgin V. I., Romanenko L. V., Prokhorenko P. N. Adequate feeding of dairy cattle is the basis for realizing the genetic potential of productivity. Moscow: *RAN*, 2018. 258 p.

9. Sharipov D. R., Yakimov O. A., Galimullin I. Sh. Influence of neutral detergent fiber in the ration on dry matter consumption, milk productivity and rumination activity of cows in first phase of lactation. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2019;240(4):201-205. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-240-4-201-205>
10. Kuzmina L. N., Kartashova A. P., Korbut O. V., Kuzmin S. S. The role of structural carbohydrates in feeding of cows in the conditions of the European North. *Veterinariya i kormlenie*. 2022;(6):44-46. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-6-11>
11. Kosolapov A. V. Nutrient digestibility and nitrogen balance for high-productive cows fed by polysaccharides. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2017;(4):30-33. (In Russ.). URL: https://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/arxiv-statej-doi/perevarimost-pitatelnyx-veshhestv-i-balans-azota-u-vysokoproduktivnyx-korov-pri-vvedenii-v-racion-polisaxaridov
12. Filinskaya O. V., Kevorkyan S. A. Practical methods of controlling the usefulness of feeding highly productive cows in the modern complex. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* = Bulletin of the AIC of the Upper Volga. 2018;(4(44)):30-36. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36813748>
13. Fustini M., Palmonari A., Canestrari G., Bonfante E., Mammi L., Pacchioli M. T., Sniffen G. C. J., Grant R. J., Cotanch K. W., Formigoni A. Effect of undigested neutral detergent fiber content of alfalfa hay on lactating dairy cows: Feeding behavior, fiber digestibility, and lactation performance. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(6):4475-4483. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12266>
14. Van Soest P. J., Robertson J. B., Lewis B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 1991;74(10):3583-3597. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
15. Ganushchenko O. Fibre in ruminant diets. *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2019;(10):37-42. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25701/ZZR.2019.72.82.010>
16. Raffrenato E., Fievisohn R., Cotanch K. W., Grant R. J., Chase L. E., Van Amburgh M. E. Effect of lignin linkages with other plant cell wall components on in vitro and in vivo neutral detergent fiber digestibility and rate of digestion of grass forages. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(10):8119-8131. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12364>

Сведения об авторах

Кузьмина Людмила Николаевна, старший научный сотрудник лаборатории научного обеспечения сельскохозяйственного производства, ФГБНУ «Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция», ул. Совхозная, д. 1, п. Молочный, Кольский р-н, Мурманская обл., Российская Федерация, 184365, e-mail: research-station@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3618-0977>

✉ **Карташова Анастасия Петровна**, кандидат с.-х. наук, исполняющий обязанности директора, ФГБНУ «Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция», ул. Совхозная, д. 1, п. Молочный, Кольский р-н, Мурманская обл., Российская Федерация, 184365, e-mail: research-station@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3144-2816>

Кузьмин Сергей Сергеевич, младший научный сотрудник лаборатории научного обеспечения сельскохозяйственного производства, ФГБНУ «Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция», ул. Совхозная, д. 1, п. Молочный, Кольский р-н, Мурманская обл., Российская Федерация, 184365, e-mail: research-station@yandex.ru

Information about the authors

Lyudmila N. Kuzmina, senior researcher, the Laboratory for Scientific Support of Agricultural Production, Murmansk State Agricultural Experimental Station, Sovhoznaya str., 1, Molochniy, Kolskiy district, Murmansk region, Russian Federation, 184365, e-mail: research-station@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3618-0977>

✉ **Anastasia P. Kartashova**, PhD in Agricultural Science, Acting Director, Murmansk State Agricultural Experimental Station, Sovhoznaya str., 1, Molochniy, Kolskiy district, Murmansk region, Russian Federation, 184365, e-mail: research-station@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3144-2816>

Sergey S. Kuzmin, junior researcher, the Laboratory for Scientific Support of Agricultural Production, Murmansk State Agricultural Experimental Station, Sovhoznaya str., 1, Molochniy, Kolskiy district, Murmansk region, Russian Federation, 184365, e-mail: research-station@yandex.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author