

А.И. САХАНЧУК, М.Г. КАЛЛАУР, Е.Г. КОТ, А.А. НЕВАР

**ОПТИМИЗАЦИЯ НОРМ ПОТРЕБНОСТИ В КАЛЬЦИИ,  
ФОСФОРЕ, МАГНИИ, СЕРЕ И ВИТАМИНЕ D ДЛЯ КОРОВ  
ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ МОЛОЧНОГО СКОТА  
В ПЕРИОДЫ СУХОСТОЯ, НОВОТЕЛЬНОСТИ И РАЗДОЯ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Коровы голштинской породы, активно используемые в молочном скотоводстве Республики Беларусь, отличаются высокими надоями молока и, в связи с этим, более высокой потребностью в питательных компонентах по сравнению с разводимыми животными белорусской чёрно-пёстрой породы. В статье приводятся результаты исследований зоотехнической и экономической эффективности повышенных норм фосфора, магния, серы и витамина D (соответственно до 10 и 15 %) в рационах высокопродуктивных коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции по белорусской чёрно-пёстрой породе в 1- и 2-ю фазы сухостойного периода и в 1-ю треть лактации. Установлено, что разработанные нормы потребности в указанных компонентах питательности положительно повлияли на продуктивность и качество молока, а также гомеостаз, переваримость органического вещества и использование азота в организме животных.

**Ключевые слова:** коровы голштинской породы в периоды сухостоя, новотельности и раздоя, молочная продуктивность, минеральные вещества, витамины, рационы.

A.I. SAKHANCHUK, M.G. KALLAUR, E.G. KOT, A.A. NEVAR

**OPTIMIZATION OF STANDARD REQUIREMENTS FOR  
CALCIUM, PHOSPHORUS, MAGNESIUM, SULFUR AND  
VITAMIN D IN HOLSTEIN DAIRY COWS IN DRY, FRESH AND  
INCREASED MILK YIELD PERIODS**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Cows of Holstein breed, actively used in dairy cattle breeding of the Republic of Belarus, have high milk yields and, therefore, a higher requirement for nutritional components compared to bred animals of the Belarusian Black-and-White breed. The article contains the results of studying zootechnical and economic efficiency of the increased rates of phosphorus, magnesium, sulfur and vitamin D (up to 10 and 15 %

respectively) in the diets of highly productive cows of the Holstein dairy cattle breed of domestic selection for the Belarusian Black-and-White breed in the 1st and 2nd phases of the dry period and in the 1st third of lactation. It was found that the developed standard requirements for the above nutritional components had a positive effect on productivity and milk quality, as well as homeostasis, digestibility of organic matter and the use of nitrogen in the animal body.

**Keywords:** cows of Holstein breed in dry, fresh and increased milk yield periods, milk productivity, minerals, vitamins, diets.

**Введение.** Коровы голштинской породы, активно используемые в молочном скотоводстве Республики Беларусь, отличаются высокими надоями молока и, в связи с этим, повышенной потребностью в питательных компонентах по сравнению с разводимыми животными белорусской чёрно-пёстрой породы. Следовательно, необходимо пересмотреть и нормы кормления, применяемые с 2011 года [1].

По данным ряда исследователей, при организации полноценного кормления животных важно учитывать специфику условий их содержания на крупных механизированных фермах (переполненность, недостаточный воздухообмен и др.), которые, как правило, отрицательно влияют на обмен веществ, здоровье животных, что даёт основание увеличить норму обменной энергии и сырого протеина минимум на 5-6 %, кальция, фосфора и магния – на 20-25 % [2, 3].

Высокопродуктивные коровы отличаются повышенным потреблением корма, поэтому они должны получать больше минеральных элементов и витаминов на единицу продуцируемого молока, чем средне- или низкоудойные. Так как за счёт естественных растительных объёмистых и концентрированных кормов, как правило, не удаётся обеспечить полную потребность животных в минеральных веществах и витаминах и их приходится дополнительно вводить в рацион в виде минеральных и витаминных добавок или премиксов [3, 4, 5].

С учётом вышеизложенного, цель работы заключалась в сравнительной оценке эффективности влияния повышенного уровня кальция, фосфора, магния, серы и витамина D для коров голштинской популяции молочного скота отечественной селекции по белорусской черно-пёстрой породе в периоды сухостоя, новотельности и раздоя при общесмешанном кормлении на течение беременности, проявление животными молочной продуктивности и качество молока, гомеостаз, переваримость органического вещества и использование азота.

**Материал и методика исследований.** Объектом исследований были коровы голштинской популяции молочного скота отечественной селекции по белорусской чёрно-пёстрой породе в периоды физиологического сухостоя, новотельности (14 дней после отёла) и раздоя (15-75 дней после отёла), подобранные по принципу аналогов с учётом

возраста, происхождения, надоя за лактацию и суточного по завершению этапа новотельности, содержания жира в молоке при общесмешанном кормлении в три группы (контрольная и две опытные) по 8 голов каждой. Эксперимент проводили в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области в течение 120 дней (январь-июнь 2021 г.) по нижеприведённой схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Схема введения минеральных элементов и витамина D в рационы коров по физиологическим циклам

Физиологический цикл	Число коров	Элемент	Группа					
			I контрольная	II опытная		III опытная		
				Дозы элементов на 1кг сухого вещества				
				количество	количество	% к контролю	количество	% к контролю
1-я фаза сухостоя от запуска	24	Кальций, г	0,768	0,783	102,02	0,797	103,87	
		Фосфор, г	0,388	0,408	105,16	0,426	109,90	
		Магний, г	0,194	0,197	101,37	0,199	102,63	
		Сера, г	0,122	0,123	101,09	0,124	102,1	
		Калий, г	2,33	2,33	100,0	2,33	100,0	
		Витамин D, тыс. ME	1700	1955	115,0	2125	125,0	
2-я фаза сухостоя за 20 дней до отёла	24	Кальций, г	0,749	0,764	102,03	0,792	105,74	
		Фосфор, г	0,379	0,399	105,2	0,417	109,96	
		Магний, г	0,221	0,240	108,41	0,240	108,41	
		Сера, мг	0,15	0,16	106,18	0,156	104,11	
		Калий, г	1,914	1,914	100,0	1,914	100,0	
		Витамин D, тыс. ME	1700	1955	115,0	2125	125,0	
Новотельности	24	Кальций	0,751	0,778	103,53	0,805	107,21	
		Фосфор	0,500	0,525	105,03	0,550	110,0	
		Магний	0,243	0,281	115,9	0,281	115,9	
		Сера, г	0,172	0,192	111,19	0,192	111,19	
		Калий	1,519	1,519	100,0	1,519	100,0	
		Витамин D, тыс. ME	1374	1580	115,0	1717	125,0	
Раздоя	24	Кальций	0,789	0,790	100,07	0,790	100,05	
		Фосфор	0,511	0,537	105,1	0,562	110,0	
		Магний	0,245	0,272	110,9	0,272	110,9	
		Сера	0,183	0,196	107,3	0,196	107,3	
		Калий	1,298	1,298	100,0	1,298	100,0	
		Витамин D, тыс. ME	1295	1489	115,0	1619	125,0	

Условия кормления и содержания животных подопытных групп, за исключением изучаемого фактора, в течение опыта были сходными.

Кормление коров проводилось по рационам с включением в них сенажа из многолетних злаково-бобовых трав, кукурузного силоса, концентратов согласно нормам, рекомендованным РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» [1]. Рационы по питательности были сходными для коров всех групп, с той лишь разницей, что животным II и III опытных групп в расчёте на 1 кг сухого вещества хозяйственной кормосмеси вышеуказанные компоненты задавали в повышенном количестве в процентах по сравнению с существующими нормами в контрольной.

В 1-ю фазу сухостойного периода: по фосфору – на 5 и 10 %, кальцию – на 2,02 и 3,87, магнию – на 1,37 и 2,63, сере – на 1,09 и 2,10 и витамину D – на 15 и 25 %. Применение повышенных норм макроэлементов обусловило более умеренное соотношение кальция и фосфора в рационах коров II и III опытных групп соответственно на 2,98 (1,921) и 5,49 % (1,871) вместо 1,98 % в контрольной.

Во 2-ю фазу сухостойного периода: по фосфору – на 5 и 10 %, кальцию – на 2,03 и 5,74, магнию – на 8,41, сере – на 6,18 и витамину D – на 15 и 25 %. Применение повышенных норм макроэлементов обусловило более умеренное соотношение кальция и фосфора в рационах коров II и III опытных групп соответственно на 3,00 (1,918) и 3,831 % (1,902) вместо 1,977 % в контрольной.

Для достижения предусмотренного методикой исследования уровня нормируемых макро- и микроэлементов и витаминов в рационах стельных коров в обе фазы сухостоя в состав кормосмеси включали БВМД-61-1С-к (белковый концентрат 1), а также Витамид КМК 61 С4 (корм минеральный комплексный), произведённый на ТОСА-БИО, для высокопродуктивных коров, кормовые монокальцийфосфат, мел, поваренную соль.

На этапе новотельности: по фосфору – на 5 и 10 %, кальцию – на 3,53 и 7,21, магнию – на 15,9, сере – на 11,19 и витамину D – на 15 и 25%. Применение повышенных норм макроэлементов обусловило более умеренное соотношение кальция и фосфора в рационах коров II и III опытных групп соответственно на 1,40 (1,482) и 2,518 % (1,465) вместо 1,503 % в контрольной.

На этапе раздоя или в первую треть лактации: по фосфору – на 5 и 10 %, кальцию – на 0,50 и 0,50, магнию – на 10,87, сере – на 7,27 и витамину D – на 15 и 25 %. Применение повышенных норм макроэлементов обусловило более умеренное соотношение кальция и фосфора в рационах коров II и III опытных групп соответственно на 4,79 (1,472) и 9,06 % (1,406) вместо 1,546 % в контрольной.

Для достижения предусмотренного методикой исследования уровня нормируемых макро- и микроэлементов и витаминов в рационах коров в период раздоя в состав хозяйственной зерносмеси дополнительно включали Витамид КМК 61С4 (корм минеральный комплексный, энергетическую добавку, кормовые монокальцийфосфат и мел, поваренную соль).

В конце учётного периода исследований проводился обменный (балансовый) опыт с целью изучения переваримости органических веществ, состояния азотистого обмена.

Стельные животные в обе фазы сухостойного периода содержались в отдельной секции, предназначенной для цеха сухостоя, оборудованной автопоением. Коровы на этапе новотельности и раздоя содержались на цепной привязи, условия обслуживания животных во всех группах идентичные.

Биохимические исследования крови и продуктов обмена проводили в лаборатории РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Полученный в опытах цифровой материал обработан методом вариационной статистики по П.Ф. Рокицкому [6]. Разницу между теми или иными показателями считали достоверной при уровне значимости ( $P < 0,05$ ).

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** В ходе исследований установлено (таблица 2), что применение рационов для стельных высокопродуктивных коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции, разработанных согласно новым умеренно повышенным нормам по ряду макроэлементов и витамину D (II опытная группа) по сравнению с существующими в контрольной в период сухостоя, хотя и не оказывает отрицательного влияния на течение беременности (55,5 и 53,92 дней), тем не менее сопровождается более высоким (на 4,66 %) приростом массы тела коров. Новорождённые телята, полученные от коров II опытной группы, несколько превосходили сверстников из контрольной по живой массе во время рождения на 1,46 %, в конце профилактического периода их выращивания – на 4,21%, при этом затраты корма на 1 кг прироста массы у телят II опытной группы по сравнению с таковым в контрольной оказались ниже на 4,04%, благодаря чему окупаемость затраченного корма на прирост массы тела оказалась выше на 1,80 руб. (4,21 %) в ценах 2021 года.

На этапе новотельности (через 15 дней после отёла) коровы II опытной группы по среднесуточному надою молока как натуральной, так и 4%-ной жирности превосходили аналогов из контрольной на 3,29 и 4,32%, III опытной – на 1,06 и 1,12 % соответственно. Содержание белка в молоке коров II опытной группы также было выше по сравнению с

контрольной и III опытной группами на 1,98 и 0,25 %.

Таблица 2 – Итоговые данные по коровам в периоды сухостоя, новотельности и раздоя (в среднем на 1 гол.)

Физиологический цикл	Показатели	Группа		
		I	II	III
1	2	3	4	5
Сухостой	Живая масса коров, кг: в начале периода	639,6	639,0	639,2
	в конце периода	677,8	680,1	677,2
	Суточный прирост массы тела, г	708	741	713,5
	Продолжительность сухостойного периода, дней	53,92	55,50	53,25
	Живая масса телят, кг: при рождении	33,58	34,07	33,72
	через 10 дней	40,71	41,50	40,91
	Суточный прирост за период выращивания, г	713	743	719
	в % к контролю	100,0	104,21	100,84
	Затраты корма на 1 кг прироста, к. ед.	2,735	2,624	2,712
	в % к контролю	100,0	95,96	99,16
	Стоимость израсходованных кормов, руб.	34,26	34,26	34,26
	Выход продукции в денежном выражении, руб.	42,78	44,58	43,14
	в % к контролю	100,0	121,13	104,22
Новотельный	В начале учётного периода: Суточный надой молока, кг: натуральной жирности	23,602	23,878	23,704
	4%-ной жирности	22,25	22,70	22,57
	в % к контролю	100,0	102,03	101,42
	Содержание белка, %	3,24	3,2915	3,298
	в % к контролю	100,0	101,59	101,78
	Через 15 дней:			
	Суточный надой молока, кг: натуральной жирности	30,342	31,339	31,011
	4%-ной жирности	28,635	29,872	29,54
	в % к контролю	100,0	104,32	103,16
	Содержание белка, %	3,25	3,3145	3,3063
	в % к контролю	100,0	101,98	101,73

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Раздой	Через 45 дней:			
	Суточный надой молока, кг:			
	натуральной жирности	40,411	42,44	41,72
	4%-ной жирности	38,40	40,806	40,05
	в % к контролю	100,0	106,26	104,30
	Содержание белка, %	3,26	3,352	3,3389
	в % к контролю	100,0	102,19	101,80
	Через 75 дней:			
	Суточный надой молока, кг:			
	натуральной жирности	41,454	43,749	42,902
	4%-ной жирности	39,781	42,526	41,608
	в % к контролю	100,0	106,90	104,59
	Содержание белка, %	3,3348	3,4145	3,3968
	в % к контролю	100,0	102,30	101,86
	Выход белка, кг	1,182	1,2626	1,2386
	в % к контролю	100,0	106,82	104,79
	Увеличение надоя молока в сравнении с исходным, %	78,79	87,32	84,35
	в % к контролю	100,0	+ 8,53	+ 5,56
	Суточный выход молока базисной жирности (3,6 %), кг	36,676	39,117	38,409
	Выход продукции в денежном выражении, руб.	29,139	31,078	30,516
	в % к контролю	100,0	106,66	104,72
	Стоимость израсходованных добавок, руб.	3,19	3,35	3,40
	Выручка с учётом стоимости добавок, руб.	25,95	27,73	27,12
	Разница с контролем, руб.: ±	-	+1,77	+1,16
	Разница с контролем, %	-	+6,84	+4,48

На этапе раздоя через 45 дней после отёла коровы II опытной группы по среднесуточному надое молока, как натуральной, так и 4%-ной жирности, превосходили аналогов из контрольной (на 5,02 и 6,26 %) и III опытной (на 1,72 и 1,89 %) групп соответственно. Содержание белка в молоке коров II опытной группы также было несколько выше по сравнению с контрольной и III опытной группами – на 2,19 и 0,39 %.

На этапе раздоя через 75 дней после отела коровы II опытной группы по среднесуточному надое молока, как натуральной, так и 4%-ной жирности, по-прежнему превосходили аналогов из контрольной (на 5,54 и 6,90 %) и III опытной (на 1,97 и 2,21 %) групп соответственно. Содержание белка в молоке коров II опытной группы также было несколько выше по сравнению с контрольной и III опытной группами – на 2,39 и

0,52 %.

В конце учётного периода опыта по выходу молочного белка коровы II опытной группы превосходили аналогов как контрольной, так и III опытной групп на 6,82 и 1,94 %. Устойчивость лактации во времени, или увеличение надоя молока по сравнению с исходным, у коров II опытной группы по отношению к контрольной и III опытной группам оказалась выше на 8,53 и 2,97 %.

Наибольшая выручка от реализации молока «условной» базисной (3,6 %) жирности получена от коров II опытной группы, которая с учётом стоимости израсходованных балансирующих энергетических и белково-витаминно-минеральных добавок составила 27,73 руб. и была выше по сравнению как с контрольной, так и III опытной группами соответственно на 1,77 и 0,61 руб. или на 6,84 и 2,25 % в ценах 2021 года.

Согласно результатам исследования биохимических свойств крови, у коров на этапе раздоя с умеренно повышенными нормами потребности в микроэлементах прослеживается тенденция к более высокому числу эритроцитов (на 8,13 %), их насыщенность гемоглобином (на 6,94 %), что, вероятно, указывает на более благоприятное соотношение объёма эритроцитов к плазме и отражает улучшение окислительно-восстановительных процессов в их организме. Количество тромбоцитов у животных II опытной группы по сравнению с контрольной оказалось заметно выше (на 32,78 %), по отношению к III опытной – менее значимо (на 3,14 %), что косвенно отражает более высокую резистентность их организма.

Содержание общего кальция и неорганического фосфора в крови коров II опытной группы по сравнению с контрольной было заметно выше (на 10,26 %) и несколько выше (на 1,68 %), в то же время по отношению к III опытной группе их уровни оказались ниже на 4,87 и 1,62 % соответственно.

Установленные уровни кальция и фосфора в крови животных обусловили их более узкое соотношение в контрольной, равное 1,09, более широкое – в III опытной (1,22) и более умеренное – во II опытной группе (1,18), что косвенно указывает на улучшение доступности соединений фосфора для течения окислительно-восстановительных процессов межточного обмена веществ в организме.

Содержание магния, железа и цинка в крови коров II опытной группы по сравнению с контрольной и III опытной группами оказалось несколько ниже, при этом выявленный уровень цинка во всех группах был заметно ниже допустимого значения физиологической нормы, что, вероятно, указывает на повышенную потребность в соединениях цинка в связи с высоким уровнем молочной продуктивных животных. Содержание меди в крови коров контрольной и II опытных групп заметно

превышало таковое в III опытной – на 12,46 и 12,69 %.

Оптимизация типа кормления, а также норм потребности в вышеназванных компонентах для коров II и III опытных групп в период раздоя сопровождалось тенденцией к улучшению переваримости органического вещества рациона в целом соответственно на 1,60 и 1,05 %, которая, в свою очередь, проявлялось в существенной разнице по протеину на 3,92 % ( $P<0,05$ ) между II опытной и контрольной группами и менее значимой по отношению к III опытной – на 2,35 %. Наряду с этим, выявленная разница по переваримости клетчатки у коров II опытной группы по сравнению с III опытной на 8,70 % оказалась достоверной (при  $P<0,02$ ), по отношению к контрольной – менее значимой (на 7,56 %). В свою очередь, у коров II опытной группы отмечено снижение переваримости жира на 2,52 % по сравнению с контрольной, хотя по отношению к III опытной – незначительно выше. Использование золы у коров II опытной группы проявлялось на более высоком уровне по сравнению с контрольной и III опытной группами – на 3,24 и 3,15 %.

Использование азота, как от принятого с кормом, так и от переваренного, у коров II опытной группы по сравнению с таковым в контрольной протекало заметно выше – соответственно на 4,13 и 1,88 %, а по отношению к III опытной группе существенно выше – на 2,44 % ( $P<0,05$ ) от принятого, в связи с чем отложение азота в теле коров II опытной группы достоверно увеличилось при этом 10,38 ( $P<0,01$ ) и 9,33 ( $P<0,001$ ) г, что косвенно свидетельствует о тенденции улучшения условий использования азота рациона при умеренном повышении норм потребности в ряде макроэлементов и витамине D.

Использование азота на молоко от принятого с кормом у коров II опытной группы по сравнению с контрольной происходило заметно выше (на 2,36 %), а по отношению к III опытной группе – несколько выше (на 0,86 %). В то же время использование азота на молоко от переваренного у коров II опытной группы оказалось несколько ниже по сравнению с контрольной и III опытной группами – соответственно на 0,33 и 0,97 %.

**Заключение.** Таким образом, использование умеренно повышенных норм в кальции, фосфоре, магнии, сере и витамине D от 5 до 15 % в расчёте на 1 кг сухого вещества рациона для высокопродуктивных коров голштинской популяции молочного скота отечественной селекции обуславливает в период физиологического сухостоя: незначительное увеличение продолжительности беременности по времени (на 1,58 (55,5) дней), более высокий прирост массы тела животных (на 4,66 %); получение телят, у которых в профилактичный период выращивания, проявлялась повышенная энергия роста на 4,21 %; рост суточного надоя молока стандартизированной 4%-ной жирности как на этапе

новотельности, так и раздоя на 4,32 и 6,90 %, больший выход молочного белка (на 1,98 и 6,82 %); большую на 8,53 устойчивость лактации во времени, некоторую активизацию функции кроветворных органов и может стать одним из факторов по повышению биологической полноценности рационов.

#### **Литература**

1. Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н. А. Попков [и др.]. – Жодино, 2011. – 260 с.
3. Совершенствование технологических процессов производства молока на комплексах / Н.С. Мотузко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 439 с.
3. Яковчик, Н. С. Кормление и содержание высокопродуктивных коров / Н. С. Яковчик, А. М. Лапотко ; под ред. С. И. Плященко. – Молодечно : Победа, 2005. – 287 с.
4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / под ред. А. П. Калашникова [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва. 2003. – 456 с
5. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности / В. И. Волгин [и др.]. – Москва : РАН, 2018. – 260 с.
6. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика: учебное пособие для биологических факультетов университетов / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.

*Поступила 17.03.2022 г.*

УДК 636.2.085.15

<https://doi.org/10.47612/0134-9732-2022-57-2-71-77>

**А.И. САХАНЧУК, Е.Г. КОТ, М.Г. КАЛЛАУР, Т.А. БУРАКЕВИЧ**

### **ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА МИКРОБИОТЫ РУБЦА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЦИОНОВ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ КЛЕТЧАТКИ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Клетчатка необходима жвачным животным для стимуляции деятельности рубца, сохранения здоровья и поддержания на определённом уровне жирности молока. Её дефицит или, наоборот, избыточное содержание оказывает негативное влияние на жвачных животных, поэтому при организации кормления необходимо учитывать не только уровень питания самого животного, но и микрофлору его преджелудков. В статье приведены результаты исследований по изучению качественного и количественного состава микробиоты рубца при использовании рационов с высоким уровнем клетчатки в зимний период. При использовании рационов с высоким уровнем клетчатки (23,0-26,11 %) установлено снижение среднесуточного удоя относительно предварительного периода. Также наблюдается некоторое количественное увеличение бактерий таких