

УДК 636.2.087.72:612.015.31

*Н. П. Разумовский, О. П. Позывайло, И. В. Котович, Е. А. Бодяковская*

**ПОКАЗАТЕЛИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ОБМЕНА У КОРОВ  
НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ ЛАКТАЦИИ  
В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА**

*Исследованы обеспеченность рациона минеральными веществами и их содержание в крови коров СПК «Ольговское» Витебского района Витебской области в заключительный период лактации. Установлено, что в рационе животных на фоне несбалансированности по жиру и углеводам имеет место избыток кальция, фосфора, меди и недостаток витамина D, кобальта и марганца. Отмечается низкий уровень кальция в плазме, кобальта и марганца – в цельной крови коров. Высокое содержание меди в рационе и плазме крови первотелок при низкой активности церулоплазмينا создает предпосылки к нарушению прооксидантно-антиоксидантного статуса их организма. С целью корректировки рациона коров и профилактики нарушения обменных процессов разработан состав премикса с учетом необходимых норм кормления данной группы животных.*

**Введение**

Основными критериями эффективного ведения животноводства на промышленной основе являются высокая продуктивность животных и сохранность их поголовья. Продуктивные качества животных связаны не только с оптимальным обеспечением их организма высокобелковыми и энергетическими кормами, но и с наличием биологически активных веществ, в том числе биоэлементов. Несмотря на то что макро- и микроэлементы не имеют энергетической ценности, их значение в питании животных велико. Многие из минералов выступают в роли катализаторов биохимических процессов организма, в связи с чем они влияют на обмен белков, липидов, углеводов и других жизненно необходимых веществ, а также участвуют в формировании защитно-адаптационных механизмов организма животных [1], [2].

Республика Беларусь находится в биохимической зоне, характеризующейся недостатком в почве, воде и растениях ряда жизненно необходимых микроэлементов. Проблема гипомикроэлементозов сельскохозяйственных животных в последние десятилетия значительно усугубилась [3], [4]. Особенностью болезней минеральной недостаточности при этом является то, что они в большинстве случаев не имеют характерной симптоматики, а проявляются только снижением продуктивности, темпов роста, неспецифической резистентности организма на фоне повышенного расхода кормов на единицу продукции. В результате этого реализация генетического потенциала продуктивности традиционной для республики черно-пестрой породы крупного рогатого скота составляет не более 55% [5].

Отсутствие собственного масштабного производства эффективных и доступных по цене препаратов микроэлементов также является сдерживающим фактором для профилактики и лечения гипомикроэлементозов.

Наиболее оптимальный способ решения проблемы гипомикроэлементозов – это назначение животным сбалансированных рационов согласно нормам кормления. Однако на практике это соблюдается очень редко. Более того, существующие нормы [6] по многим макро- и микроэлементам требуют пересмотра в сторону их увеличения. В литературе имеются также сведения о возможном несоответствии содержания минеральных веществ в кормах и крови животных [7].

Целью нашей работы было изучение взаимосвязи между содержанием макроэлементов (кальций, фосфор, магний), микроэлементов (железо, медь, кобальт и марганец) в кормах и крови дойных коров на заключительный этап лактации, а также разработка адресных рецептов комбикорма и премикса для этих животных.

*Методы исследования.* Работа проводилась на базе СПК «Ольговское» Витебского района Витебской области в условиях молочного комплекса «Подберезье» на группе коров (10 голов) черно-пестрой породы в конце лактации. Животные находились в одной секции в условиях беспривязного содержания. Возраст коров в среднем составлял 3 года, живая масса – 450–470 кг, среднесуточный удой – 12 кг. Коровы получали рацион, состоявший из силоса кукурузного (28 кг), комбикорма К-60 (3 кг), шрота рапсового (0,7 кг) и патоки (0,5 кг).

Исследование кормов, входивших в состав рациона коров. В кормах рассчитывали обменную энергию и определяли содержание сухого вещества, сырого и перевариваемого протеина, сырой клетчатки, сахаров, сырого жира, каротина, кальция, фосфора, меди, кобальта и марганца.

Содержание в кормах микроэлементов исследовали при полном разложении органических веществ путем сжигания пробы в электропечи при контролируемом температурном режиме. Полученный минерализат растворяли в азотной кислоте с последующим анализом на атомно-абсорбционном спектрофотометре МГА-915.

Для проведения биохимических исследований у коров брали пробы крови из яремной вены в стерильные пробирки с соблюдением правил асептики и антисептики. Стабилизацию крови осуществляли с помощью гепарина. Биохимический анализ крови выполняли в лаборатории кафедры химии.

В цельной крови определяли содержание кобальта и марганца атомно-абсорбционным методом. До аналитических концентраций, лежащих в зоне линейности использованного спектрофотометра, разбавление проб проводили методом прямого разведения бидистиллированной водой [8], [9]. Стандартизация метода определения проводилась посредством использования метода добавок.

В плазме крови с использованием фотометрических методов была исследована концентрация кальция (по реакции с орто-крезолфталеин комплексоном), неорганического фосфора (с молибдатом аммония), железа (по образованию комплекса ионов  $Fe^{2+}$  с хромогеном) и меди (по реакции ионов  $Cu^{+}$  с батокупроином).

Для более полной характеристики обмена кальция и фосфора на спектрофотометре СФ-46 кинетическим методом (по скорости образования паранитрофенола) определяли активность щелочной фосфатазы (ЩФ). Для характеристики обмена меди, железа и кобальта в организме коров исследовали также уровень гемоглобина (Hb) в цельной крови (гемоглобинцианидным методом) и активность церулоплазмينا (ЦП) в плазме крови фотометрическим методом по реакции окисления пара-фенилендиамина [10].

При определении содержания кальция, железа и активности ЩФ в плазме крови использовали наборы фирмы ООО «Ольвекс Диагностикум», меди – фирмы «PLIVA-Lachema». Для исследования уровня неорганического фосфора в плазме и гемоглобина в цельной крови применяли наборы фирмы НТК «Анализ-Х». Полученные данные были статистически обработаны с использованием программы «Microsoft Excel».

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Проведенный нами анализ рациона коров в конце лактационного периода показал, что по содержанию кормовых единиц и перевариваемого протеина он в целом соответствовал норме кормления этих животных (таблица 1). В то же время по большинству компонентов рацион был не сбалансирован. Так, в нем зарегистрирован значительный переизбыток сырого жира (28,45%), кальция (20,2%), фосфора (24,5%) и меди (73,9%). Установлено недостаточное содержание сырой клетчатки (56,5%), сахара (42,8%), витамина D (25,1%), каротина (10,8%) и ряда микроэлементов. Особенно острый дефицит выявлен для кобальта (61,2%) и марганца (38%).

Таблица 1 – Содержание элементов питания в рационе коров в конце лактации

Элемент питания	Норма	Фактическое содержание	% обеспечения
Кормовые единицы, кг	11,1	11,3	101,8
Обменная энергия, МДж	135	123,64	91,6
Сухое вещество, кг	15,9	12,02	75,6
Сырой протеин, г	1 710	1 637,6	95,8
Переваримый протеин, г	1 130	1 117,6	98,9
Сырая клетчатка, г	4 290	1 864,6	43,5
Сырой жир, г	355	456	128,45
Сахар, г	1 000	572,4	57,2
Кальций, г	78	93,72	120,2
Фосфор, г	54	67,24	124,5
Медь, мг	100	173,9	173,9
Кобальт, мг	7,8	3,03	38,8
Марганец, мг	665	412,1	62,0
Каротин, мг	500	445,8	89,2
Витамин D, тыс. МЕ	11,1	8,32	74,9

Несбалансированность рациона коров по ряду питательных компонентов отразилась и на их уровне в крови (таблица 2). Так, на фоне избытка кальция в рационе отмечался его недостаток в крови у всех исследованных животных. На наш взгляд, это связано с низким уровнем витамина D и избытком фосфора в рационе коров, а также с нарушением кальций-фосфорного соотношения, которое было снижено у 40% животных. На это в определенной степени также указывает активность щелочной фосфатазы. Высокий уровень данного фермента в плазме (сыворотке) крови свидетельствует о нарушении процессов остеогенеза в организме. В наших исследованиях активность ЩФ у 40% коров оказалась повышенной [11].

Таблица 2 – Показатели минерального обмена, содержания гемоглобина, активности щелочной фосфатазы и церулоплазмينا в крови коров в конце лактации\*

Исследованные показатели	Min–Max	M ± m	Норма
Ca, ммоль/л	1,86–2,47	2,20 ± 0,06	2,50–3,13
P, ммоль/л	1,01–2,03	1,70 ± 0,09	1,45–1,94
Ca : P	0,92–2,14	1,34 ± 0,10	1,29–2,16
Mg, ммоль/л	0,51–1,25	0,77 ± 0,07	0,82–1,23
Fe, мкмоль/л	16,35–54,87	33,33 ± 4,20	17,85–28,57
Cu, мкмоль/л	29,66–64,72	37,99 ± 3,58	12,50–18,75
Co, мкмоль/л	0,15–1,06	0,55 ± 0,09	0,51–0,85
Mn, мкмоль/л	0,89–10,54	4,84 ± 1,18	2,73–4,55
Hb, г/л	88,28–139,71	111,92 ± 4,93	99,00–129,00
ЩФ, нкат/л	1 349,31–5 952,86	2 741,09 ± 409,13	1 250,00–733,00
ЦП, мкмоль/л-мин	72,94–148,02	117,45 ± 7,73	150,00–550,00

\*Примечание – содержание цинка, кобальта, марганца и гемоглобина приведено в цельной крови, остальных показателей – в плазме крови.

Содержание меди в плазме крови коров имело широкий диапазон колебаний. При этом данный показатель у всех исследованных животных превышал необходимые нормативные критерии [10]. Известно, что медь необходима для ряда жизненно важных процессов (кроветворение, окислительное фосфорилирование, активация ряда ферментов и др.). Однако необходимо отметить, что высокий уровень меди в организме животных является

нежелательным, поскольку ионы  $\text{Cu}^+$ , так же как и ионы  $\text{Fe}^{2+}$ , могут участвовать в иницировании реакций перекисного окисления липидов (ПОЛ), что приводит в случае интенсивного протекания последних к серьезным нарушениям в функционировании различных структур клеток. Основную роль в связывании меди в организме играет белок церулоплазмин, выполняющий в плазме крови, помимо этой роли, антиоксидантные функции, заключающиеся в нейтрализации супероксид-анион радикалов  $\text{O}_2^-$  и окислении  $\text{Fe}^{2+}$  до  $\text{Fe}^{3+}$  [12], [13], [14]. Активность ЦП в наших исследованиях имела широкий диапазон значений и была ниже физиологической нормы у всех исследованных коров [10]. Низкая активность ЦП на фоне высоких концентраций меди и железа в плазме крови, а также избыток жира в рационе животных создает предпосылки для усиления процессов перекисного окисления липидов и ослабления антиоксидантной защиты организма в заключительный период лактации, когда организм коров подвержен воздействию различных стрессовых факторов.

Содержание кобальта и марганца цельной крови коров имело широкий диапазон колебаний. У 50% обследованных животных уровень кобальта соответствовал норме, а у 50% оказался ниже необходимых нормативных критериев [10]. Недостаточное содержание марганца отмечалась у 40% коров. Это связано, на наш взгляд, с дефицитом данных микроэлементов в рационе животных. Необеспеченность рациона коров кобальтом приводит к недостаточному синтезу рубцовой микрофлорой кобаламина, а это влечет за собой нарушение процессов кроветворения. Недостаточное содержание марганца может нарушить обменные процессы у коров в заключительный период лактации, так как данный микроэлемент активирует ряд ферментов метаболизма углеводов, липидов и белков.

Для устранения недостатка энергии, протеина и сахара мы предлагаем использовать адресный рецепт комбикорма (таблица 3).

Таблица 3 – Адресный рецепт комбикорма

Компоненты комбикорма	Структура, %	В расчете на 1 тонну, кг
Ячмень	9	90
Пшеница	20	200
Тритикале	17	170
Шрот рапсовый	15	150
Шрот подсолнечниковый	38	380
Премикс	1	10

Для ликвидации дефицита микроэлементов и витаминов нами разработан адресный рецепт премикса (таблица 4).

Таблица 4 – Расчет состава адресного премикса для рациона дойных коров (суточный удой 12 кг)

Наименование элемента	В расчете на 1 тонну премикса
Медь, г	549,03
Цинк, г	11 462,9
Марганец, г	11 483,87
Кобальт, г	211,94
Йод, г	158,71
Витамин А, млн. МЕ	986,71
Витамин D, млн. МЕ	321,61

Премикс вводится в состав комбикорма в количестве 1%. При этом животные приучаются к комбикорму с премиксом постепенно в течение недели.

### Выводы

Проведенные нами исследования по анализу кормов и состоянию минерального обмена у коров в заключительный период лактации позволили сделать следующие *выводы*:

1. В рационе коров отмечается дефицит витамина D, ряда микроэлементов (кобальта и марганца) при избытке кальция, фосфора и меди. Несмотря на высокое содержание в рационе кальция, в плазме крови концентрация этого элемента находилась у большинства животных ниже нормы.

2. Недостаток кобальта и марганца в рационе сопряжен с их низким уровнем в цельной крови коров.

3. Избыточное содержание меди в кормах и крови животных при низкой активности церулоплазмينا ослабляет антиоксидантную защиту организма коров.

4. Для профилактики возможных гипомикроэлементозов и нарушения обменных процессов в организме коров рекомендуем корректировку рационов с включением в их состав разработанного нами адресного комбикорма с премиксом с учетом необходимых норм кормления данных животных.

### Литература

1. Авцын, А. П. Макроэлементы человека / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков. – М. : Медицина, 1991. – 256 с.
2. Горбачев, В. В. Витамины и микроэлементы : справ. / В. В. Горбачев, В. Н. Горбачева. – Минск : Книжный дом Интерпрессервис, 2002. – 544 с.
3. Кучинский, М. П. Биоэлементы – фактор здоровья и продуктивности животных : моногр. / М. П. Кучинский. – Минск : Бизнесофсет, 2007. – 372 с.
4. Мацинович, А. А. Микроэлементозы сельскохозяйственных животных: диагностика, лечение и профилактика / А. А. Мацинович, А. П. Курдеко, Ю. К. Коваленок. – Витебск : УО ВГАВМ, 2005. – 169 с.
5. Коваленок, Ю. К. Совершенствование способов лечения и профилактики микроэлементозов продуктивных животных / Ю. К. Коваленок // Ученые записки Витебской ордена «Знак Почета» гос. акад. вет. медицины. – 2007. – Т. 43, вып. 1. – С. 105–108.
6. Кормовые нормы и состав кормов : справ. пособие / А. А. Шпаков [и др.]. – Минск : Ураджай, 1991. – 384 с.
7. Иванов, В. Н. Зависимость содержания минеральных веществ в крови от количеств их в рационе / В. Н. Иванов // Исследования молодых ученых в решении проблем животноводства : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 22–23 мая 2001 г. / УО ВГАВМ ; редкол.: А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск, 2001. – С. 92–93.
8. Мацинович, А. А. Особенности подготовки крови при определении в ней микроэлементов атомно-абсорбционным методом без озолнения / А. А. Мацинович // Актуальные вопросы ветеринарной медицины : материалы Сибир. Междунар. вет. конгресса / Новосибир. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2005. – С. 317–318.
9. Энциклопедия клинических лабораторных тестов / пер. с англ. ; под ред. В. В. Меньшикова. – М. : Лабинформ, 1997. – 960 с.
10. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справ. / И. П. Кондрахин [и др.] ; под ред. проф. И. П. Кондрахина. – М. : Колос, 2004. – 520 с.
11. Холод, В. М. Справочник по ветеринарной биохимии / В. М. Холод, Г. Ф. Ермолаев. – Минск : Ураджай, 1988. – 168 с.
12. Мжельская, Т. И. Биологические функции церулоплазмينا и их дефицит при мутации генов, регулирующих обмен меди и железа / Т. И. Мжельская // Бюл. эксперим. биол. и мед. – 2000. – Т. 130. – № 8. – С. 124–133.
13. Орлов, Ю. П. Метаболизм железа в биологических системах (биохимические, патофизиологические и клинические аспекты) / Ю. П. Орлов, В. Т. Долгих // Биомед. химия. – 2007. – Т. 53, вып. 1. – С. 25–38.
14. Gutteridge, J. M. C. Inhibition of the Fenton reaction by the protein caeruloplasmin and other copper complexes. Assessment of ferroxidase and radical scavenging activities / J. M. C. Gutteridge // Chem. Biol. Interact. – 1985. – V. 56. – P. 113–120.

### Summary

The provision of mineral substances and their maintenance in the blood of cows from АЕК «Olgovskoye» of Vitebsk region at the end of lactation was investigated. It was established that there is an excess of calcium, phosphorus, copper and a shortage of vitamin D, cobalt and manganese in the background of fat and carbohydrate in the ration of animals. A low level of calcium in plasma of cobalt and manganese in the whole blood was noted. The content of premix was worked out taking into account necessary norms of feeding of this group of animals for correction of cow ration and preventive measures of imbalance.

*Поступила в редакцию 06.05.10.*