

УДК 636.2.087.72: 612.015.31

**О. П. Позывайло<sup>1</sup>, И. В. Котович<sup>2</sup>, Н. В. Копать<sup>3</sup>, С. Ю. Зайцев<sup>4</sup>**<sup>1</sup>Кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры биологии,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь<sup>2</sup>Кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биологии,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь<sup>3</sup>Магистрант технолого-биологического факультета,  
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь<sup>4</sup>Доктор химических наук, доктор биологических наук, профессор,  
заведующий кафедрой химии ФГБОУ,ВПО «Московская государственная академия ветеринарной  
медицины и биотехнологии имени К. И. Скрябина», Москва, РФ

### **ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА У КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК В ТЕЧЕНИЕ ЛАКТАЦИОННОГО ПЕРИОДА**

*Проведен анализ кормов рациона коров-первотелок СПК «Козенки-Агро» Мозырского района Гомельской области в разные периоды лактации. Установлено, что в рационе животных имеет место дефицит макроэлементов (кальция и фосфора) и микроэлементов (кобальта, меди и цинка), что приводит к снижению их концентрации в крови животных. Так, в сыворотке крови было снижено содержание кальция, а в цельной крови – меди, цинка и кобальта. Для профилактики нарушения метаболических процессов и возможных гипомикроэлементозов необходимо использовать минеральные премиксы и добавки на основании мониторинговых исследований химического состава собственных кормов хозяйства, а также анализа дефицита макро- и микроэлементов в рационе с учетом норм кормления и плановой продуктивности коров-первотелок.*

*Ключевые слова: минеральный обмен, коровы-первотелки, макроэлементы, микроэлементы, кальций, фосфор, магний, медь, цинк, кобальт, марганец.*

#### **Введение**

Основной задачей развития животноводства в Республике Беларусь является удовлетворение потребностей населения в высококачественной экологически чистой продукции в достаточном количестве. В последние десятилетия особое внимание в Республике Беларусь уделяется разведению черно-пестрого скота как наиболее пригодного для производства молока. Поэтому одной из ведущих отраслей агропромышленного комплекса Беларуси является молочное скотоводство.

За счет крупного рогатого скота черно-пестрой породы потребность в молоке и говядине в нашей республике удовлетворяется на 95–98%. В целом, для обеспечения населения молоком и молочными продуктами по медицинским нормам необходимо производить 4,5–5,0 млн тонн молока в год или около 430–450 кг на душу населения [1]. Однако высокий генетический потенциал (в пределах 8000 кг молока за лактацию) традиционной для республики черно-пестрой породы реализуется не более чем на 55% [2], [3]. Интенсификация молочного скотоводства в условиях промышленной технологии часто приводит к ухудшению здоровья и значительному сокращению жизни коров. Продолжительность промышленной эксплуатации молочного скота в большинстве случаев не превышает четырех лактаций [4]. Причинами снижения продуктивности являются концентрация животных на ограниченных площадях, дефицит в рационах полноценных кормов, несбалансированность их по протеину, сахарам, витаминам, минеральным компонентам, стрессы, нарушение обмена веществ [2]–[5].

Патологии обмена веществ, связанные с нарушением минерального обмена, у высокопродуктивных коров обычно развиваются, проходя две стадии. Первая – субклиническая (скрытая) – протекает в форме недостаточности или дисбаланса минерального обмена веществ, но без клинического проявления. Диагностируется она только по данным биохимических исследований крови, молока и мочи. Вторая – клиническая стадия. Проявляется наличием общих и специфических синдромов, свойственных болезням нарушения минерального обмена веществ. Установлено, что субклинические хронические нарушения минерального и других обменов

у высокопродуктивных коров прогрессирует в конце стойлового периода содержания и пик клинически выраженных заболеваний обмена веществ приходится на период с марта по май. Затем при переходе на пастбищно-выгульное содержание обменные процессы постепенно нормализуются [6].

В сложившихся условиях чаще приходится иметь дело с недостаточным содержанием в организме животных не одного, а несколько нормируемых минеральных элементов, а также с неправильным их соотношением, что в значительной степени лимитирует продуктивность и здоровье скота.

Минеральные вещества поступают в организм коровы главным образом с кормом и водой. Почвы Республики Беларусь в целом бедны микроэлементами, в том числе медью, кобальтом, цинком, а потому их концентрация в кормах и воде очень мала, что отрицательно сказывается на продуктивности животных.

Таким образом, постоянный контроль за полноценностью минерального кормления, качеством кормов является необходимым условием для достижения высокой продуктивности коров, длительного производственного их использования и повышения экономической эффективности отрасли молочного скотоводства.

**Целью** нашей работы было изучение взаимосвязи между содержанием макроэлементов (Ca, P, Mg), микроэлементов (Cu, Zn, Co, Mn, Fe) в кормах и крови у коров-первотелок черно-пестрой породы в разные периоды лактации.

**Методы исследования.** Работа проводилась на базе молочного комплекса СПК «Козенки-Агро» Мозырского района Гомельской области. Для решения поставленных задач в начальный период лактации были отобраны 10 коров-первотелок черно-пестрой породы с живой массой 480–500 кг и среднесуточным удоем 14 кг. Возраст животных в среднем составлял 2,5 года.

Исследование кормов, входивших в состав рациона коров, проводили в соответствии с традиционными методами зоотехнического анализа в НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». В кормах рассчитывали обменную энергию и определяли содержание сухого вещества, сырого и переваримого протеина, сырой клетчатки, сырого жира, каротина, кальция, фосфора, магния, меди, кобальта, железа и марганца.

Содержание микроэлементов в кормах исследовали при полном разложении органических веществ корма 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 научно-исследовательского института прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (НИИПВИБ, аттестат аккредитации согласно СТБ/ИСО/МЭК 17025 № ВУ/11202.1.0.0870) и в научно-исследовательской лаборатории «Экология животных и мониторинг» биологического факультета УО МГПУ имени И. П. Шамякина.

В цельной крови определяли содержание меди, цинка, кобальта и марганца атомно-абсорбционным методом. До аналитических концентраций, лежащих в зоне линейности использованного спектрофотометра, разбавление проб проводили методом прямого разведения бидистиллированной водой [7]. Стандартизация метода определения проводилась посредством использования метода добавок.

В сыворотке крови с использованием фотометрических методов была исследована концентрация кальция (по реакции с орто-крезолфталеин комплексом), неорганического фосфора (с молибдатом аммония), магния (с ксилидиловым синим), железа (по образованию комплекса ионов  $Fe^{2+}$  с хромогеном).

При определении содержания магния, железа в сыворотке крови использовали наборы фирмы «Витал Диагностика СПб» (Российская Федерация). Для исследования уровня неорганического фосфора и кальция в сыворотке крови применяли наборы фирмы НТК «Анализ-Х» (Республика Беларусь).

Полученные данные были статистически обработаны с использованием программы «Microsoft Excel».

### Результаты исследований и их обсуждение

В начальный период лактации коровы получали рацион, состоявший из силоса кукурузного (22 кг), сенажа разнотравного (8 кг), комбикорма собственного изготовления (4 кг), жмых (0,8 кг) и барды (8 л). По уровню обменной энергии, содержанию сухого вещества, сырого и переваримого протеина, магния рацион соответствовал норме кормления этих животных (таблица 1) [8]. В то же время отмечался недостаток сырой клетчатки (до 39,52%), жиров (87,31%), кальция (36%), фосфора (28,67%) и всех исследованных микроэлементов, кроме железа. Так, содержание марганца было на 36,56% ниже нормативных критериев, меди – на 44,52%, цинка – 55,57%. Но особенно острый дефицит выявлен для кобальта (76,19%).

Таблица 1. – Содержание элементов питания в рационе коров-первотелок в начальный период лактации

| Показатели             | Силос кукурузный | Сенаж разнотравный | Жмых   | Комбикорм | Брага  | Всего в рационе | Норма | % обеспечения |
|------------------------|------------------|--------------------|--------|-----------|--------|-----------------|-------|---------------|
| Количество, кг         | 22               | 8                  | 0,8    | 4         | 8      |                 |       |               |
| Обменная энергия, Мдж  | 63,58            | 12,96              | 8,064  | 40,6      | 16,88  | 142,084         | 137   | 103,71        |
| Сухое вещество, кг     | 6,6              | 1,52               | 0,736  | 3,64      | 66,4   | 78,90           | 14,9  | 529,50        |
| Сырой протеин, г       | 469,04           | 144,24             | 267,28 | 504,4     | 544    | 1929            | 1780  | 108,37        |
| Переваримый протеин, г | 258,06           | 83,68              | 245,90 | 388,4     | 310,08 | 1286            | 1185  | 108,52        |
| Сырая клетчатка, г     | 1459,04          | 505,28             | 120,8  | 278,8     | 73,6   | 2437,52         | 4030  | 60,48         |
| Сырой жир, г           | 7,26             | 8,69               | 9,92   | 20,2      | 2,78   | 48,85           | 385   | 12,69         |
| Кальций, г             | 30,58            | 10,72              | 5,36   | 8,0       | 5,28   | 59,94           | 81    | 74,0          |
| Фосфор, г              | 15,62            | 4,24               | 7,84   | 4,0       | 8,96   | 40,66           | 57    | 71,33         |
| Магний, г              | 8,58             | 3,68               | 5,12   | 15,6      | 2,8    | 35,78           | 23    | 155,56        |
| Медь, мг               | 15,774           | 17,728             | 1,354  | 23,4      | -      | 58,256          | 105   | 55,48         |
| Цинк, мг               | 78,32            | 91,84              | 4,97   | 133,64    | -      | 308,77          | 695   | 44,43         |
| Кобальт, мг            | 0,242            | 0,3112             | 0,144  | 1,16      | -      | 1,857           | 7,8   | 23,81         |
| Марганец, мг           | 150,48           | 112,32             | 27,46  | 150,68    | -      | 440,94          | 695   | 63,44         |
| Железо, мг             | 572,66           | 239,04             | 13,07  | 209,2     | -      | 1034            | 930   | 111,18        |
| Каротин, мг            | 176              | 152                | -      | -         | -      | 328             | 520   | 63,08         |

Коровы на третьем месяце лактации получали рацион, состоявший из силоса кукурузного (20 кг), сенажа разнотравного (8 кг), комбикорма собственного изготовления (4 кг), жмыха рапсового (0,8 кг).

Рацион коров [8] по уровню магния и железа соответствовал норме кормления этих животных (таблица 2). В то же время по большинству компонентов он был не сбалансирован. Так, в нем зарегистрирован недостаток обменной энергии (до 7,2%), сухого вещества (13,34%), сырого протеина (6,97%), переваримого протеина (2,84%), сырой клетчатки (36,52%), кальция (5,28%), фосфора (15,65%) и всех исследованных микроэлементов, кроме железа. Но особенно острый дефицит выявлен для цинка (63,04%). При этом в рационе отмечался значительный переизбыток сырого жира (52,06%).

Коровы на заключительном этапе лактации получали рацион, состоявший из кормосмеси (зеленая масса и силос кукурузный) – 30 кг, сено разнотравное – 7 кг, комбикорма – 5 кг.

Проведенный нами анализ рациона коров-первотелок на заключительном этапе лактации показал, что по содержанию обменной энергии, сухого вещества, сырого и переваримого протеина, макроэлементов (кальций, фосфор и магний) он соответствовал норме кормления этих животных (таблица 3) [8]. В то же время отмечался недостаток сырой клетчатки (до 12,85%), сырого жира (7,47%) и всех исследованных микроэлементов, кроме железа. Так, содержание марганца было на 52,48% ниже нормативных критериев, меди – 53,33%, кобальта – 55,73%. Но особенно острый дефицит выявлен для цинка (68,71%). При этом в рационе отмечался значительный переизбыток железа.

Таблица 2. – Содержание элементов питания в рационе коров-первотелок на третьем месяце лактации

| Показатели             | Силос кукурузный | Сенаж разнотравный | Жмых   | Комбикорм | Всего в рационе | Норма | % обеспеченности |
|------------------------|------------------|--------------------|--------|-----------|-----------------|-------|------------------|
| Количество, кг         | 20               | 8                  | 0,8    | 4         |                 |       |                  |
| Обменная энергия, Мдж  | 46,20            | 30,24              | 10,93  | 39,76     | 127,13          | 137   | 92,8             |
| Сухое вещество, кг     | 4,80             | 3,76               | 0,752  | 3,6       | 12,91           | 14,9  | 86,66            |
| Сырой протеин, г       | 394,60           | 288,80             | 257,28 | 715,20    | 1655,88         | 1780  | 93,03            |
| Переваримый протеин, г | 217,00           | 167,52             | 216,11 | 550,72    | 1151,35         | 1185  | 97,16            |
| Сырая клетчатка, г     | 1169,40          | 1045,6             | 102,24 | 241,2     | 2558,44         | 4030  | 63,48            |
| Сырой жир, г           | 171,2            | 70,80              | 102,24 | 241,20    | 585,44          | 385   | 152,06           |
| Кальций, г             | 21,20            | 24,00              | 5,92   | 25,60     | 76,72           | 81    | 94,72            |
| Фосфор, г              | 10,40            | 11,60              | 9,68   | 16,40     | 48,08           | 57    | 84,35            |
| Магний, г              | 5,00             | 6,00               | 4,32   | 11,60     | 26,92           | 23    | 117,04           |
| Медь, мг               | 18,04            | 13,984             | 4,030  | 47,916    | 83,97           | 105   | 79,97            |
| Цинк, мг               | 85,60            | 61,12              | 6,79   | 103,40    | 256,91          | 695   | 36,96            |
| Кобальт, мг            | 0,446            | 0,568              | 0,136  | 2,96      | 4,11            | 7,8   | 52,73            |
| Марганец, мг           | 102,80           | 104,48             | 15,63  | 93,88     | 316,79          | 695   | 45,58            |
| Железо, мг             | 541,80           | 168,88             | 30,41  | 216,52    | 957,61          | 930   | 102,97           |
| Каротин, мг            | 240              | 24,0               | -      | -         | 264             | 520   | 50,77            |

Таблица 3. – Содержание элементов питания в рационе коров-первотелок на восьмом месяце лактации

| Показатели             | Кормосмесь (зеленая масса+силос кукурузный) | Сено разнотравное | Комбикорм | Всего в рационе | Норма | % обеспеченности |
|------------------------|---|-------------------|-----------|-----------------|-------|------------------|
| Количество, кг         | 30  | 7                 | 5         |                 |       |                  |
| Обменная энергия, Мдж  | 58,5  | 60,55             | 51,85     | 170,9           | 137   | 124,7            |
| Сухое вещество, кг     | 4,50  | 6,16              | 4,50      | 15,16           | 14,9  | 101,7            |
| Сырой протеин, г       | 518,10                                      | 620,48            | 868,00    | 2006,58         | 1780  | 112,73           |
| Переваримый протеин, г | 399,00                                      | 477,75            | 668,35    | 1545,1          | 1185  | 130,39           |
| Сырая клетчатка, г     | 1267,2                                      | 1893,29           | 315,5     | 3511,99         | 4030  | 87,15            |
| Сырой жир, г           | 83,4  | 130,34            | 142,50    | 356,24          | 385   | 92,53            |
| Кальций, г             | 29,10                                       | 38,57             | 49,50     | 117,7           | 81    | 144,65           |
| Фосфор, г              | 13,50                                       | 19,95             | 46,50     | 79,95           | 57    | 140,26           |
| Магний, г              | 4,80  | 10,01             | 17,00     | 31,81           | 23    | 138,30           |
| Медь, мг               | 16,20                                       | 6,50              | 26,30     | 49,0            | 105   | 46,67            |
| Цинк, мг               | 117,0                                       | 16,87             | 83,60     | 217,47          | 695   | 31,29            |
| Кобальт, мг            | 0,366                                       | 0,127             | 2,96      | 3,45            | 7,8   | 44,27            |
| Марганец, мг           | 146,4                                       | 36,4              | 147,5     | 330,3           | 695   | 47,52            |
| Железо, мг             | 975,00                                      | 165,20            | 821,6     | 1961,8          | 930   | 210,95           |
| Каротин, мг            | 900   | 119,0             | -         | 1019            | 520   | 195,96           |

Несбалансированность рациона коров-первотелок по ряду питательных компонентов отразилась и на их уровне в крови (таблица 4).

Таблица 4. – Показатели минерального обмена в крови коров-первотелок в разные периоды лактации\*

| Исследованные показатели  | Min – Max     | M±m          | Норма         |
|---------------------------|---------------|--------------|---------------|
| <i>1-й месяц лактации</i> |               |              |               |
| Ca, ммоль/л               | 0,94–6,41     | 1,93±0,54    | 2,50–3,13     |
| P, ммоль/л                | 1,29–3,35     | 2,52±0,21    | 1,45–1,94     |
| Ca : P                    | 0,16–2,46     | 0,74±0,21    | 1,29–2,16     |
| Mg, моль/л                | 0,67–1,10     | 0,95±0,04    | 0,82–1,23     |
| Fe, мкмоль/л              | 35,54–103,69  | 71,91±6,91   | 17,85–28,57   |
| Cu, мкмоль/л              | 7,40–14,89    | 11,29±0,68   | 12,50–18,75   |
| Zn, мкмоль/л              | 33,08–72,92   | 46,44±3,80   | 45,90–76,48   |
| Co, нмоль/л               | 384,74–733,89 | 485,93±32,77 | 510,00–850,00 |
| Mn, мкмоль/л              | 2,73–3,75     | 3,26±0,11    | 2,73–4,55     |
| <i>3-й месяц лактации</i> |               |              |               |
| Ca, ммоль/л               | 1,51–3,03     | 2,33±0,15    | 2,50–3,13     |
| P, ммоль/л                | 1,34–2,68     | 2,22±0,14    | 1,45–1,94     |
| Ca : P                    | 0,68–1,53     | 1,08±0,08    | 1,29–2,16     |
| Mg, моль/л                | 0,68–1,34     | 1,07±0,06    | 0,82–1,23     |
| Fe, мкмоль/л              | 34,73–120,15  | 68,85±10,09  | 17,85–28,57   |
| Cu, мкмоль/л              | 9,18–22,07    | 15,64±1,50   | 12,50–18,75   |
| Zn, мкмоль/л              | 28,80–55,21   | 42,37±2,58   | 45,90–76,48   |
| Co, нмоль/л               | 232,68–931,08 | 523,06±62,29 | 510,00–850,00 |
| Mn, мкмоль/л              | 1,92–3,72     | 2,89±0,21    | 2,73–4,55     |
| <i>8-й месяц лактации</i> |               |              |               |
| Ca, ммоль/л               | 1,70–2,18     | 1,91±0,04    | 2,50–3,13     |
| P, ммоль/л                | 1,06–1,65     | 1,29±0,06    | 1,45–1,94     |
| Ca : P                    | 1,10–1,79     | 1,51±0,07    | 1,29–2,16     |
| Mg, моль/л                | 0,82–0,83     | 0,83±0,003   | 0,82–1,23     |
| Fe, мкмоль/л              | 17,80–39,71   | 30,19±2,46   | 17,85–28,57   |
| Cu, мкмоль/л              | 8,12–14,45    | 11,11±0,53   | 12,50–18,75   |
| Zn, мкмоль/л              | 44,25–64,28   | 53,88±2,32   | 45,90–76,48   |
| Co, нмоль/л               | 458,39–796,03 | 616,01±36,13 | 510,00–850,00 |
| Mn, мкмоль/л              | 2,62–4,25     | 3,25±0,17    | 2,73–4,55     |

\*Примечание: содержание меди, цинка, кобальта, марганца приведено в цельной крови, остальных показателей – в сыворотке крови

В результате проведенных исследований было установлено, что содержание кальция в сыворотке крови коров-первотелок на всем протяжении исследований не соответствовала физиологическим нормативам. Так, концентрация кальция в сыворотке крови в начале лактации оказалась ниже физиологической нормы у 80% животных. При этом отмечался широкий диапазон колебаний данного элемента в сыворотке крови первотелок. На третьем месяце лактации уровень кальция в сыворотке крови был ниже физиологической нормы у 50% коров-первотелок при широком диапазоне колебаний данного элемента ( $C_v = 20,3$ ). На восьмом месяце лактации, несмотря на обеспеченность рациона животных кальцием, концентрация данного макроэлемента в сыворотке крови коров была ниже физиологической нормы в 1,48 раза.

На наш взгляд, снижение содержания кальция в сыворотке крови связано с недостатком его в кормах и плохим усвоением вследствие дефицита витамина D и паратгормона, которые обеспечивают его всасывание в кишечнике, и с тем, что у лактирующих животных кальций выделяется с молоком, а у коров на восьмом месяце лактации кальций может использоваться для построения костной ткани развивающегося плода. Также известно, что избыток магния в рационе

с недостаточным содержанием фосфора приводит к повышенной экскреции кальция из организма, что наблюдается в наших исследованиях [9].

Содержание неорганического фосфора в сыворотке крови на первом месяце лактации было выше физиологической нормы у 90% коров. На третьем месяце лактации, несмотря на дефицит фосфора в рационе коров-первотелок, его концентрация в сыворотке крови была выше физиологической нормы в 1,5 раза. Повышение уровня фосфора в сыворотке крови, вероятно, связано с тем, что обмен фосфора находится в тесной и обратной связи с метаболизмом кальция, поскольку мобилизация второго из костной ткани осуществляется в виде фосфатов кальция. Поэтому при снижении уровня кальция в сыворотке крови возрастает уровень фосфора и наоборот [5]. Также, согласно литературным данным, высокое содержание фосфора может отмечаться при кетозе, что подтверждается нашими исследованиями молочной кислоты [10], [11]. У всех исследованных животных на первом и третьем месяцах лактации был увеличен уровень молочной кислоты в крови.

На восьмом месяце лактации концентрация фосфора в сыворотке крови была ниже физиологической нормы в среднем в 1,3 раза. Вероятно, это связано с тем, что в этот период фосфор интенсивно используется для построения костной ткани развивающегося плода, собственной костной ткани.

Важное значение для дифференциальной диагностики заболеваний минерального обмена имеет не только количественное определение кальция и фосфора, но и их пропорциональное соотношение ((1,5–2):1). В случае избытка в сыворотке крови фосфора или недостатка кальция нарушается кальций-фосфорное соотношение, что подтверждают проведенные нами исследования. Соотношение Ca : P было нарушено у 90% коров-первотелок на первом месяце лактации и у 70% коров на третьем месяце лактации ( $C_v = 24,36$ ), что может привести к остеомалации, нарушениям опорно-двигательного аппарата, болезням копыт. На заключительном этапе лактации соотношение Ca : P соответствовало нормативным критериям.

Уровень магния в сыворотке крови у всех исследованных животных в течение всего периода исследований был в пределах физиологической нормы.

Содержание железа в сыворотке крови было выше нормы у всех исследованных животных на протяжении всего срока исследования. Избыток железа не менее опасен для организма животных, чем и его дефицит. При высоком содержании этого элемента он оказывает в первую очередь токсическое действие на печень и селезенку, а также усиливает воспитательные процессы в организме.

Концентрация меди в цельной крови коров-первотелок в начале лактации не соответствовала физиологической норме у 80% животных [12]. При этом отмечался широкий диапазон колебаний данного микроэлемента. Среднее содержание меди в цельной крови коров-первотелок на третьем месяце лактации соответствовало физиологической норме ( $15,64 \pm 1,50$  мкмоль/л), хотя имело большой диапазон колебаний ( $C_v = 30,4$ ) и у 30% животных был ниже нормы. На восьмом месяце лактации концентрация данного микроэлемента в цельной крови была ниже нормативных критериев у всех исследованных животных.

Для жвачных животных медь необходима для нормальной жизнедеятельности микрофлоры преджелудков. При её дефиците у коров отмечается слабое появление течки, отсутствие охоты [5].

Уровень цинка в цельной крови коров-первотелок на первом и третьем месяцах лактации, хотя в среднем и соответствовал физиологической норме, у 50% исследованных животных был ниже необходимых нормативов и имел широкий диапазон колебаний. Недостаточное содержание цинка в организме коров-первотелок в период интенсивного молокообразования может привести к угнетению воспроизводительной функции животных и нарушению работы многих ферментов, для которых данный микроэлемент является активатором [5], [9]. Содержание цинка в цельной крови коров-первотелок на восьмом месяце лактации соответствовало нормативным критериям.

Низкое содержание меди и цинка в крови коров-первотелок, вероятно, связано с дефицитом данных микроэлементов в рационе животных. Так, уровень обеспеченности первотелок медью и цинком с кормами на первом месяце лактации составил лишь 55,6% и 49% соответственно. На третьем месяце лактации обеспеченность медью и цинком составила 79,97% и 36,96% соответственно.

На первом месяце лактации была выявлена низкая обеспеченность рациона коров-первотелок кобальтом, что отразилось и на низком уровне его содержания в крови животных. Такая картина была зарегистрирована у 60% исследованных коров. На третьем месяце лактации у 40% исследованных животных уровень кобальта соответствовал норме, а у 60% оказался ниже необходимых нормативных критериев [6]. Это связано, на наш взгляд, с дефицитом данного микроэлемента в рационе животных. Так, уровень обеспеченности первотелок кобальтом с кормами составил лишь 52,73%.

Это в свою очередь может привести к нарушению синтеза рубцовой микрофлорой кобаламина и к нарушению процессов кроветворения, что подтвердилось нашими исследованиями. У 30% первотелок в начальный период лактации и у 60% на третьем месяце лактации был низкий уровень гемоглобина. Недостаточное содержание данного микроэлемента в рационе животных ведет к пониженному усвоению кальция и фосфора из кормов, а также к снижению живой массы коров, продуктивности и к ранней выбраковке животных из стада [14]. На заключительном этапе лактации концентрация кобальта в цельной крови соответствовала физиологической норме.

Концентрация марганца в цельной крови у всех первотелок в начале лактации соответствовала нормативным критериям. На третьем месяце лактации содержание марганца цельной крови коров имело широкий диапазон колебаний и в среднем соответствовало нижней границе физиологической нормы (2,89 мкмоль/л). На восьмом месяце лактации уровень марганца в цельной крови соответствовал физиологической норме.

#### **Выводы**

Исследования состояния минерального питания и обмена у коров-первотелок в разные периоды лактации позволили сделать следующие **выводы**:

1. На первом месяце лактации отмечалась низкая концентрация макро- и микроэлементов в исследуемых кормах, что привело к снижению их содержания в крови. Процент обеспеченности рациона кальцием составил – 74%, фосфором – 71,3%, медью – 55,6%, цинком – 49%, марганцем – 63,4%, кобальтом – 23,85%. Концентрация кальция в сыворотке крови была ниже физиологической нормы у 80% животных. Содержание меди в цельной крови не соответствовало нормативным критериям у 80%, цинка – у 50%, кобальта – у 60% коров-первотелок.

2. На третьем месяце лактации в исследуемых кормах коров-первотелок концентрация макро- и микроэлементов варьировала в широких пределах, что привело к разной концентрации данных элементов в крови первотелок. Так, процент обеспеченности рациона кальцием составил 94,72%, фосфором – 84,35%, магнием – 117%, медью – 80%, цинком – 24%, марганцем – 45,7%, кобальтом – 52,7%, железом – 103%. Содержание кальция в сыворотке крови было ниже физиологической нормы у 50% животных. Концентрация цинка в цельной крови была ниже физиологических нормативов у 50%, а кобальта – у 60% коров-первотелок. Содержание магния и железа в сыворотке крови было выше нормы у 90% и 100% животных соответственно.

3. В рационе коров-первотелок на восьмом месяце лактации была выявлена высокая концентрация макроэлементов и низкая концентрация микроэлементов в исследуемых кормах. Процент обеспеченности рациона кальцием составил 120,6%, фосфором – 114,8%, магнием – 108%, медью – 46,7%, цинком – 31,3%, марганцем – 47,5%, кобальтом – 67,3%, железом – 220%.

Несмотря на обеспеченность рациона животных макроэлементами, концентрация кальция в сыворотке крови у всех животных оказалась ниже физиологической нормы, фосфора – у 80% исследованных животных. У всех исследованных животных концентрация меди в цельной крови была ниже физиологических нормативов, а железа в сыворотке крови выше нормативных критериев.

4. Использование минеральных премиксов и добавок необходимо осуществлять на основании мониторинговых исследований химического состава собственных кормов хозяйства, а также анализа дефицита макро- и микроэлементов в рационе с учетом норм кормления и плановой продуктивности.

## СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антонюк, В. С. Животноводство: пути повышения эффективности / В. С. Антонюк // Ученые записки ВГАВМ : материалы III междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 4–5 ноября 1999 г. : в 2 ч. / Витебск. гос. акад. вет. Медицины ; редкол.: А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск, 1999. – С. 3–14.
2. Коваленок, Ю. К. Совершенствование способов лечения и профилактики микроэлементозов продуктивных животных / Ю. К. Коваленок // Ученые записки Витебской ордена «Знак Почета» гос. акад. ветеринар. медицины. – 2007. – Т. 43, вып.1. – С. 105–108.
3. Шейко, И. П. Рациональное использование генетических ресурсов животноводства Республики Беларусь / И. П. Шейко, И. С. Петрушко // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2005. – № 4. – С. 81 – 86.
4. Карпович, Е. М. Продуктивное долголетие коров разных линий / Е. М. Карпович // Ученые записки Витебской ордена «Знак Почета» гос. акад. ветеринар. медицины. – 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 248–251.
5. Кучинский, М. П. Биоэлементы – фактор здоровья и продуктивности животных / М. П. Кучинский. – Минск : Бизнесофсет, 2007. – 372 с.
6. Интенсификация производства молока: опыт и проблемы / В. И. Смунев [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 486 с.
7. Мацинович, А. А. Особенности подготовки крови при определении в ней микроэлементов атомно-абсорбционным методом без озоления / А. А. Мацинович // Актуальные вопросы ветеринарной медицины: материалы Сибирского Междунар. ветеринар. конгресса / Новосибир. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2005. – С. 317–318.
8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие / под ред. А. П. Калашникова [и др.]. – М., 2003. – 456 с.
9. Разумовский, Н. П. Высокопродуктивные коровы: обмен веществ и полноценное кормление / Н. П. Разумовский, В. В. Ковзов, И. Я. Пахомов. – Витебск : УО ВГАВМ, 2007. – 290 с.
10. Скальный, А. В. Биоэлементы в медицине / А. В. Скальный, М. А. Рудаков. – М. : Изд. дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. – 272 с.
11. Холод, В. М. Справочник по ветеринарной биохимии / В. М. Холод, Г. Ф. Ермолаев. – Минск : Ураджай, 1988. – 168 с.
12. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / И. П. Кондрахин [и др.] ; под ред. проф. И. П. Кондрахина. – М. : КолосС, 2004. – 520 с.
13. Георгиевский, В. И. Минеральное питание животных / В. И. Георгиевский, Б. Н. Анненков, В. Т. Самохин. – М. : Колос, 1979. – 471 с.
14. Богдевич, И. М. Концепция повышения плодородия почв Республики Беларусь / И. М. Богдевич, Н. И. Смяян, В. В. Лапа // Ахова раслін. – 2002. – № 1. – С. 8–11.

*Поступила в редакцию 03.03.16*

E-mail: ivkotovich@mail.ru

O. P. Pozyvaylo, I. V. Kotovich, N. V. Kopat, S. Yu. Zaytsev

CHANGES IN MINERAL METABOLISM MEASURES  
OF FIRST-CALF COWS DURING LACTATION PERIOD

First-calf cows feed analysis within various periods of lactation at agricultural production cooperative “Kozenky-Agro” (Mozyr District, Gomel Region) was held. It was found that deficit of macro- (calcium and phosphorus) and micro-elements (cobalt, copper and zink) have been observed in food ration. As a result it has led to these elements concentration reduction in the blood. Moreover, there has been reduction of serum calcium value and cobalt, copper, zink reduction in the whole blood.

In order to prevent metabolic disturbance and potential hypomicroelementosis it is necessary to use mineral premixes and additives after surveillance studies of feed chemical compound at production cooperatives and to analyze deficit of macro- and micro-elements with regard to feeding norms and normal first-calf cow productivity.

Keywords: mineral metabolism, first-calf cows, macro-elements, micro-elements, calcium, phosphorus, magnesium, copper, zink, cobalt, manganese.