

УДК 636.2:612.015.3

## **СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА, МЕДИ, КОБАЛЬТА, ГЕМОГЛОБИНА И ПОКАЗАТЕЛИ АНТИОКСИДАНТНОГО СТАТУСА КРОВИ КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ ЛАКТАЦИИ**

*О.П. Позывайло, к. в. н., доцент*

*И.В. Котович, к. б. н., доцент*

*УО «Мозырский государственный педагогический университет*

*имени И.П. Шамякина», Республика Беларусь*

*тел. 8(10375236)32-96-84, [ivkotovich@mail.ru](mailto:ivkotovich@mail.ru)*

*С.Ю. Зайцев, д. х. и д. б. наук, профессор*

*ФГОУ ВПО «Московская государственная академия ветеринарной  
медицины и биотехнологии имени К.И. Скрябина», Российская Федерация*

*тел. 8(107475)377-95-39, [s.y.zaitsev@mail.ru](mailto:s.y.zaitsev@mail.ru)*

**Ключевые слова:** *Микроэлементы, гемоглобин, антиоксидантный статус, коровы-первотелки.*

*Работа посвящена изучению содержания микроэлементов (железа, меди, кобальта), гемоглобина и антиоксидантов (церулоплазмина, аскорбиновой кислоты, токоферола) в крови коров-первотелок на заключительном этапе лактационного периода. Установлено, что на фоне дисбаланса между содержанием железа, меди, кобальта в крови коров отмечается низкая активность антиоксидантной системы организма животных.*

**Введение.** Беларусь является регионом развитого молочного скотоводства. Традиционная для республики черно-пестрая порода крупного рогатого скота имеет достаточно высокий потенциал продуктивности, находящийся в пределах 8000 кг молока от коровы за лактацию. Однако реализуется данный потенциал не более чем на 55% [1]. Одной из главных причин такого состояния является то, что Республика Беларусь находится в биогеохимической провинции, в почвах и кормах которой отмечается недостаток меди, марганца, кобальта, селена и некоторых других микроэлементов. Несбалансированное кормление приводит к возникновению у высокопродуктивных животных гипомикроэлементозов.

По данным В.Ф. Воскобойника у 80% высокопродуктивных коров в период интенсивного раздоя наблюдается нарушение прооксидантно-анти-оксидантного статуса и отклонение от нормы ряда биохимических показателей крови. Это явление отмечается в зимне-стойловый период даже при сбалансированных рационах [2].

Начальная стадия микроэлементной недостаточности проявляется нетипич-

---

но, её трудно отличить от авитаминозов и некоторых других болезней и может быть выявлена только специальными методами исследования крови, органов и тканей животных на содержание микроэлементов. В практических условиях чаще всего у животных возникает дефицит одновременно многих микроэлементов, что значительно осложняет диагностику нарушения обмена веществ и организацию мероприятий по профилактике гипомикроэлементозов.

Известно, что железо, медь и кобальт являются составными компонентами многих ферментов и необходимы для процессов жизнедеятельности организма животных (кроветворение, окислительное фосфорилирование и др.) [3, 4, 5].

Медь участвует в мобилизации железа из печени и клеток ретикулоэндотелиальной системы, катализирует включение железа в структуру гемоглобина. Также она способствует поступлению железа в костный мозг, где совместно принимает участие в созревании эритроцитов. Медь является кофактором супероксиддисмутазы, необходимой для нейтрализации свободных радикалов кислорода, активно участвует в биохимических процессах как составная часть электронпереносящих белков, осуществляющих реакции окисления органических субстратов молекулярным кислородом [4]. Также она является составной частью церулоплазмينا (ЦП) – белка, который рассматривается как один из основных компонентов антиоксидантной системы (АОС) плазмы крови. ЦП является центральным участником метаболизма железа и меди, проявляет специфическую и неспецифическую антиоксидантную активность. ЦП является своеобразной ловушкой активных форм кислорода (АФК), проявляет феррооксидазную и купроксидазную активность [3, 6, 7, 8].

Кобальт входит в состав витамина  $B_{12}$ , необходимого для синтеза гемоглобина и оказывает действие на антиоксидантную систему (АОС), влияя на кумуляцию аскорбиновой кислоты в организме животных.

Таким образом, при недостатке микроэлементов снижается антиоксидантная защита организма, что дает возможность активно протекать процессам перекисного окисления липидов (ПОЛ). Также на разбалансировку системы ПОЛ–АОС влияет недостаточность гемоглобина и железа. Это обуславливается зачастую нехваткой в рационе животных меди и кобальта [4].

В тоже время, ионы  $Fe^{2+}$  и  $Cu^+$  могут являться индукторами ПОЛ. Вступая с пероксидом водорода в реакцию Фентона, они являются источником образования наиболее реакционной из АФК – радикала  $OH^{\cdot}$ , что приводит к серьезным нарушениям в функционировании различных клеточных структур и к их гибели [9, 10]. Поэтому опасны высокие дозы железа и меди на фоне стрессовых ситуаций и дефицита антиоксидантов.

Токоферол (ТФ) и аскорбиновая кислота (АК) также входят в состав антиоксидантной системы организма. Токоферол обеспечивает защиту ненасыщенных жирных кислот фосфолипидов клеточных мембран от действия пероксидов, а аскорбиновая кислота способствует сохранению запасов витамина Е [11, 12].

Целью нашей работы явилось изучение показателей прооксидантного и антиоксидантного статуса коров-первотелок на заключительном этапе лактации. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- изучить содержание железа и меди в плазме, гемоглобина и кобальта – в цельной крови коров;
- определить концентрацию антиоксидантов – аскорбиновой кислоты, токоферола и активность церулоплазмينا в плазме крови коров в заключительный

---

период лактации.

**Материал и методы исследований.** Работа проводилась на базе ЗАО «Ольговское» Витебской области Республики Беларусь. Для решения поставленных задач были отобраны коровы (10 голов) черно-пестрой породы. 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.

Для проведения биохимических исследований кровь от животных брали утром до кормления из яремной вены в стерильные пробирки с соблюдением правил асептики и антисептики. Стабилизацию крови осуществляли с помощью гепарина.

Экспериментальные исследования были проведены в ЦНИЛ научно-исследовательского института ветеринарной медицины и биотехнологии (аттестат аккредитации согласно СТБ/ИСО/ МЭК 17025 № ВУ /11202.1.0.087) и в лаборатории кафедры химии учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

В плазме крови определяли содержание железа (по образованию комплекса ионов  $Fe^{2+}$  с хромогеном с применением набора ООО «Ольвекс Диагностикум», Российская Федерация), меди (по реакции ионов  $Cu^{+}$  с батокупроином с использованием набора фирмы «PLIVA-Lachema», Чешская республика), аскорбиновую кислоту и токоферол определяли по реакции с  $\alpha, \alpha$ -дипиридиллом, активность церулоплазмина – по реакции окисления парафенилендиамина [6].

Для более полной характеристики обмена железа и меди исследовали содержание гемоглобина и кобальта в цельной крови. Концентрацию гемоглобина определяли гемиглобинцианидным методом (с применением набора НТК «Анализ-Х», Республика Беларусь), а кобальта – атомно-абсорбционным методом (с использованием спектрофотометра МГА-915).

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

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проведенные нами исследования показали, что уровень железа в плазме крови коров-первотелок колебался в широких пределах (таблица). При этом у 50% животных содержание данного микроэлемента в плазме крови оказалось выше физиологической нормы.

Концентрация меди в плазме крови коров также имела широкий диапазон колебаний. У всех исследованных животных данный показатель оказался значительно выше нормативных критериев (в среднем в 2 раза) [6]. Это можно объяснить повышенным содержанием меди в рационе коров. Так, при норме 100 мг фактическое содержание меди в рационе составляло 173 мг.

Необходимо отметить, что высокий уровень железа и меди в организме коров-первотелок в заключительный период лактации на фоне выявленного в их рационе избытка жира (456 г вместо 355 г по норме), может способствовать активизации процессов свободно-радикального окисления липидов и привести к различным патологическим процессам, падению продуктивности и нарушению репродуктивных функций.

Таблица 1

Содержание гемоглобина, железа, кобальта, меди, аскорбиновой кислоты, токоферола и активность церулоплазмينا в крови коров на заключительном этапе лактации

Исследованные показатели	Min-Max	M±m	Норма
Гемоглобин, г/л	88,28-139,71	111,92±4,93	99,00-129,0
Железо, мкмоль/л	16,35-54,87	33,33±4,20	17,85-28,57
Медь, мкмоль/л	29,66-64,72	37,99±3,58	12,50-18,75
Кобальт, нмоль/л	0,15-1,06	0,55±0,09	0,51-0,85
АК, мкмоль/л	18,29-24,39	20,94±0,61	34,09-85,23
ТФ, мкмоль/л	1,12-9,24	2,98±0,81	14,00-34,00
ЦП, мкмоль/л×мин	72,94-148,02	117,45±7,73	150,00-550,00

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

Содержание кобальта в цельной крови первотелок в среднем соответствовало нижней границе физиологической нормы. При этом у 50% исследованных животных уровень кобальта соответствовал нормативным величинам, а у 50% оказался ниже таковых. Такой дисбаланс связан, на наш взгляд, с дефицитом данного микроэлемента в рационе животных. Необеспеченность коров кобальтом приводит к недостаточному синтезу рубцовой микрофлорой кобаламина, а это влечет за собой нарушение процессов кроветворения. Так, несмотря на то, что в среднем уровень гемоглобина соответствовал физиологическим нормативам, у 30 % исследованных животных он находился на нижней границе нормы.

На фоне дисбаланса между содержанием железа, кобальта и меди, выявлен низкий уровень антиоксидантов в плазме крови коров-первотелок. Активность ЦП также имела широкий диапазон значений и была ниже физиологической нормы у всех исследованных животных (в среднем в 1,3 раза). Содержание аскорбиновой кислоты в плазме крови коров оказалось ниже нормы в среднем в 1,6 раза. Концентрация токоферола в плазме крови также была значительно ниже нормативных критериев у всех исследованных первотелок [6]. Низкая активность ЦП и низкий уровень аскорбиновой кислоты и токоферола на фоне высоких концентраций меди и железа в плазме крови, а также избыток жира в рационе животных создает предпосылки для усиления процессов ПОЛ и ослабления антиоксидантной защиты организма в заключительный период лактации, когда организм коров отличается напряжением всех метаболических процессов.

**Заключение.** Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Дисбаланс между содержанием железа, кобальта и меди в организме первотелок на заключительном этапе лактации отражается на снижении активности антиоксидантной системы животных, что выражается в низком уровне аскорбиновой кислоты, токоферола и церулоплазмينا в плазме крови коров.

2. Для устранения нарушения прооксидантно-антиоксидантного статуса коров-первотелок в конце лактационного периода необходимо скорректировать раци-

---

он животных по жиру, меди, кобальту и витаминам-антиоксидантам.

#### **Библиографический список:**

1. 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.
2. Воскобойник, В.Ф. Ветеринарное обеспечение высокой продуктивности коров / В.Ф. Воскобойник. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 287 с.
3. Васин, А.В. Идентификация молекулярной формы церулоплазмينا, локализованной в митохондриях крысы: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.00.04 / А.В. Васин: ГУ НИИ экспер. Медицины РАМН. – СПб, 2005. – 24 с.
4. Кучинский, М.П. Биоэлементы – фактор здоровья и продуктивности животных: монография / М.П. Кучинский. – Минск: Бизнесофсет, 2007. – 372 с.
5. Olivares, M. Copper as an essential nutrient / M. Olivares, R. Uauy // *Am. J. Clin. Nutr.* – 1996, V. 63, № 5. – P. 791 S–796 S.
6. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник / И.П. Кондрахин [и др.]; под ред. проф. И.П. Кондрахина. – М.: КолосС, 2004. – 520 с.
7. Мжельская, Т.И. Биологические функции церулоплазмينا и их дефицит при мутации генов, регулирующих обмен меди и железа / Т.И. Мжельская // *Бюлл. эксперимент. биол. и мед.* – 2000. – Т. 130, № 8. – С. 124–133.
8. Stoj, C. Cuprous oxidase activity of yeast Fet 3 p and human ceruloplasmin: implication for function / C. Stoj, D.J. Kosman // *FEBS Lett.* – 2003. – V. 554. – P. 422–426.
9. Gutteridge, J.M. Inhibition of the Fenton reaction by the protein caeruloplasmin and other copper complexes. Assessment of ferroxidase and radical scavenging activities / J.M. Gutteridge // *Chem. Biol. Interact.* – 1985. – V. 56. – P. 113–120.
10. Орлов, Ю.П. Метаболизм железа в биологических системах (биохимические, патофизиологические и клинические аспекты) / Ю.П. Орлов, В.Т. Долгих // *Биомедицинская химия.* – 2007. – Т. 53, вып. 1. – С. 25–38.
11. Евсигнеева, Р.П. Витамин Е как универсальный антиоксидант и стимулятор биологических мембран / Р.П. Евсигнеева, И.М. Волков, В.В. Чудинова // *Биол. мембраны.* – 1998. – Т. 15, № 2. – С. 119–136.
12. Морозкина, Т.С. Витамины / Т.С. Морозкина, А.Г. Мойсеенок. – Минск: ООО «Асар», 2002. – 112 с.