

Физиолого-биогеохимические аспекты диагностики и терапии скрытых форм комбинированных гипомикроэлементозов симментальских коров австрийской селекции*

В.И. Воробьёв, д.б.н., профессор, **Д.В. Воробьёв**, д.б.н.,
Е.Н. Щербакова, к.б.н., Астраханский ГУ

Разрабатываемая нами физиолого-биогеохимическая концепция включает комплексное изучение содержания минералов в основных компонентах экосистем, в т.ч. в кормах сельскохозяйственных животных, физиологического статуса и результатов балансовых опытов [1, 2]. Всё это даёт возможность научно обоснованно сделать выбор недостающих макро- и микроэлементов, определить их дозировки с помощью методов фармакокинетики [3] и применить их с целью профилактики и терапии часто скрытых форм комбинированных гипомикроэлементозов [2, 4–6] для стабилизации антиоксидантной системы и уменьшения уровня продуктов перекисного окисления.

Цель работы заключалась в исследовании физиологического статуса симментальских коров австрийской селекции и терапии дефицита ряда микроэлементов, вызывающих оксидативный стресс и замедление адаптации чистопородных симменталов, завезённых в Астраханскую область, и коррекции скрытых форм комбинированных гипомикроэлементозов. Методики исследования были подробно изложены ранее [7, 8]. Микроэлементы применяли в течение месяца с перерывом в один месяц *per os*. Кровь брали из ушной артерии утром перед едой.

Результаты и обсуждение. Баланс Co, Se и J у всех подопытных симментальских коров австрийской селекции, содержащихся на привязи, был отрицательным, т.е. животные находились в условиях постоянно действующего стресса, приводящего к скрытому синдрому комбинирован-

ного гипомикроэлементоза (табл. 1, 2). Поэтому во втором балансовом эксперименте опытные коровы получали дополнительно к основному рациону органические препараты Se (0,05 мг/кг) и J (0,6–0,7 мг), а также CoCl_2 (25 мг) с целью коррекции гипомикроэлементоза.

Количество эритроцитов и гемоглобина в крови коров опытной группы в период всех измерений было выше на 11–29% по сравнению с контролем ($P < 0,05$) и находилось в пределах физиологической нормы (табл. 1).

Изменение количества лейкоцитов связано с периодами стельности и лактации симментальских коров, т.е. с их физиологическим состоянием, и протекало одинаково ($P > 0,5$) как в опытной, так и в контрольной группах. Поэтому полученные данные не позволяют сделать определённый вывод о влиянии подкормки коров кобальтом, иодом и селеном на количественное изменение лейкоцитов, которое было в пределах физиологической нормы.

Данные наших исследований свидетельствуют о положительном действии кобальта, иода и селена на уровень резервной щёлочности крови.

Хлористый кобальт, иод и селен (ДАФС-25) оказывали положительное ($P > 0,5$) влияние на увеличение белка в крови коров. У коров опытной группы содержание альбуминов в сентябре и ноябре составляло 40,81%, глобулинов – 59,16% при отношении $A : G = 0,69$. В крови животных контрольной гр. было альбуминов 37,78%, глобулинов – 62,11 при соотношении $A : G = 0,61$. В период сухостоя (февраль) у коров повысился уровень глобулинов до 68,4–66,87% и соответственно уменьшилось содержание альбуминов до 30,9–33,2%. Изменилось и соотношение $A : G$ (0,45–0,49).

1. Гематологические параметры коров ($X \pm Sx$)

Показатель	Период проведения эксперимента, мес.				
	сентябрь	ноябрь	январь – февраль	март	апрель – май
Лейкоциты, мкл · 10 ⁹ · л	6,470±0,33 6,181±0,28	6,300±0,42 6,330±0,28	6,801±0,42 7,370±0,39*	6,670±0,59 6,490±0,28	6,400±0,32 6,762±0,27
Эритроциты, мкл · 10 ¹² · л	6,081±0,05 6,229±0,07	6,291±0,05 6,897±0,28*	6,803±0,52 7,111±0,32*	6,678±0,21 7,173±0,27*	6,058±0,83 6,857±0,23*
Гемоглобин, г/л	95,9±4,82 97,8±2,59*	87,8±3,78 102,7±7,71*	96,0±4,65 103,4±3,27	90,4±5,91 114,8±7,28*	83,9±3,27 97,8±3,56*
Общий белок, %	6,61±0,22 6,68±0,36	6,58±0,31 6,77±0,43	6,44±0,78 7,16±0,36*	6,61±0,24 7,18±0,32*	6,32±0,34 6,80±0,50*
Кислотная ёмкость, мг/%	447±18 456±14	402±19 430±15	443±21 453±9,9*	393±14 414±18	410±17 430±16*

Примечание: * – $P < 0,05$ относительно контроля

* Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №14-08-01292а

В крови особой опытной гр. содержание альбуминов составляло в среднем 33,15%, глобулинов – 67,85%, А:Г = 0,49; в контрольной группе альбуминов – 36,7%, глобулинов – 63,5%, А:Г = 0,58, т.е. введение в рацион животных опытной гр. дополнительно селена, кобальта и иода привело к увеличению количества глобулинов в их крови по сравнению с контрольными значениями.

Установлено, что применение селена, кобальта и иода не вызвало серьёзных изменений в лейкоформуле коров опытной гр., и наши данные не выходили за пределы физиологической нормы (табл. 2).

Процессы свободнорадикального окисления (СРО) играют существенную роль не только при различных патологиях, но и в процессах физиологической адаптации, которую мы изучали у завезённых в Астраханскую область коров симментальской породы из Австрии и Словении, где они находились в более комфортных условиях существования.

Дополняя друг друга, ферментативная и неферментативная антиоксидантная система (АОС) в случае применения недостающих в кормах и организме микроэлементов (селен, иод, кобальт), а также за счёт лучшего вовлечения меди, марганца и цинка в обменные процессы опытных коров [5, 6] обеспечивает сдерживание активации процессов перекисного окисления и тем самым профилирует поражение организма продуктами перекисного окисления липидов (ПОЛ). Микроэлементы входят в состав супероксиддисмутазы (Cu, Zn, Mn), а селен стимулирует её активность, регулируя процессы защитно-приспособительных механизмов, активируя процессы восстановления и адаптации к новым геохимическим условиям. Селен также входит в состав глутатионпероксидазы (ГПО) и других пероксидаз и способствует биосинтезу серосодержащих аминокислот [6], включаясь в глутатион, тиамин, биотин, таурин [6, 8].

Симментальские коровы, находясь в условиях постоянно действующего стресса (аридный климат Астраханской области, корма худшего качества, чем в Австрии, и новые геохимические условия) расходуют значительно большее количество анти-

оксидантов, и им соответственно требуются дополнительно экзогенные вещества, используемые в антиоксидантной защите, – витамины С, Е, каротиноиды, селен, цинк, медь, марганец, иод и макроэлементы (Ca, P), а также повышенный уровень антиоксидантных ферментов: каталазы, СОД, ГПО.

У коров в большом количестве накапливаются недоокисленные продукты свободнорадикального и перекисного окисления липидов, особенно в последние месяцы беременности, при низком уровне селена, иода и кобальта в окружающей среде и кормах и витамина Е (табл. 3).

Через 30 дней получения с кормом микроэлементных препаратов количество эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, общего белка и глобулинов в крови коров опытной гр. увеличилось. Содержание в крови кальция, фосфора, селена, а также меди и марганца к 30-му дню эксперимента также возросло ($P < 0,05$).

Между функцией витамина Е как стабилизатора мембран клеток и селеносодержащими глутатионпероксидазами давно установлена причинно-следственная связь и взаимное предохранение от окислительного разрушения, являющегося лишь небольшой составной частью синергизма витамина Е и селена [5, 7], крайне необходимых для активации и стабилизации работы антиоксидантной системы.

Исследуемый механизм влияния исследуемых дозировок органических препаратов ДАФС-25, ЙОДДАР и хлористого кобальта на организм опытных животных включает в себя стимуляцию обмена углеводов, липидов, минералов, белков, в том числе фракции глобулинов, повышение уровня микроэлементов в крови и молоке и функции эндокринной системы, активности каталазы, СОД, ГПО, увеличение в крови витаминов Е, А и С и уменьшение уровня ДК, МДА, ОШ и ПРЭ. Это обеспечивает стабилизацию свободнорадикальной, антиоксидантной и эндокринной систем, повышая таким образом иммунный статус организма, его резистентность и адаптацию, улучшая процессы тканевого дыхания и корректируя синдром скрытой

2. Лейкоцитарная формула крови коров, %

Период исследования, мес.	Группа	Б	Э	Нейрофилы				
				Ю	П	С	Л	М
Сентябрь	опытная	0,6	0,9	–	5,0	27,3	54,4	4,3
	контрольная	0,6	0,9	–	6,0	26,4	52,0	6,0
Ноябрь	опытная	0,6	8,4	–	6,4	26,3	54,0	4,3
	контрольная	0,6	9,0	–	6,0	25,4	53,0	6,0
Февраль	опытная	0,4	8,0	–	4,6	28,2	53,8	5,0
	контрольная	–	7,5	–	8,0	25,0	53,0	6,0
Март	опытная	0,7	9	–	6,3	30,0	48,0	5,0
	контрольная	0,5	8	–	8,0	28,0	50,0	5,5
Апрель-май	опытная	0,7	7,0	–	8,0	30,3	49,0	5,0
	контрольная	0,3	8,0	–	6,7	29,3	49,7	6,0
Среднее		0,7	7,0	–	6,5	25,2	54,5	7,0

3. Влияние препаратов Se, I и Co на физиолого-биохимические параметры животных ($X \pm Sx$)

Показатель	Период исследования			
	до опыта		через 30 дн.	
	группа			
	контрольная	опытная	контрольная	опытная
Лейкоциты, тыс/мкл $\times 10^9 \cdot л$	6,96 $\pm$ 0,08	6,95 $\pm$ 0,05	6,82 $\pm$ 0,46	7,09 $\pm$ 0,007*
Эритроциты, млн/мкл $\times 10^{12} \cdot л$	5,8 $\pm$ 0,44	5,6 $\pm$ 0,03	5,8 $\pm$ 0,34	6,1 $\pm$ 0,09
Альбумины, г%	3,96 $\pm$ 0,27	3,90 $\pm$ 0,24	4,21 $\pm$ 0,72	4,07 $\pm$ 0,25
Глобулины, г%	3,7 $\pm$ 0,42	3,7 $\pm$ 0,25	3,7 $\pm$ 0,05	4,9 $\pm$ 0,19*
Общий белок, г%	7,36 $\pm$ 0,26	6,94 $\pm$ 0,02	7,81 $\pm$ 0,07	8,50 $\pm$ 0,06*
Гемоглобин, г/л	92,05 $\pm$ 3,41	93,07 $\pm$ 3,55	91,06 $\pm$ 2,75	96,01 $\pm$ 3,8*
Кальций, мг%	9,16 $\pm$ 0,06	9,22 $\pm$ 0,07	9,36 $\pm$ 0,19	9,42 $\pm$ 0,22
Фосфор, мг%	4,9 $\pm$ 0,22	4,52 $\pm$ 0,08	4,71 $\pm$ 0,29	5,33 $\pm$ 0,29
Селен, мкг/мл	0,05 $\pm$ 0,07	0,05 $\pm$ 0,002	0,05 $\pm$ 0,002	0,15 $\pm$ 0,009*
Витамин А, мкмоль/л	0,95 $\pm$ 0,11	0,98 $\pm$ 0,12	0,96 $\pm$ 0,12	2,16 $\pm$ 0,14
Витамин С, мкмоль/л	34,6 $\pm$ 1,15	35,6 $\pm$ 0,13	33,8 $\pm$ 1,11	61,6 $\pm$ 2,21*
Витамин Е, мкмоль/л	8,82 $\pm$ 0,03	7,26 $\pm$ 0,06	7,27 $\pm$ 0,01	18,4 $\pm$ 0,02*
Диеновые конъюгаты, мкмоль/мл	2,03 $\pm$ 0,05	2,15 $\pm$ 0,02	2,21 $\pm$ 0,06	1,75 $\pm$ 0,14*
Малоновый диальдегид, мкмоль/л	3,21 $\pm$ 0,01	3,26 $\pm$ 0,14	3,30 $\pm$ 0,05	1,28 $\pm$ 0,07*
Основание Шиффа, ед. пл./мл	0,31 $\pm$ 0,02	0,32 $\pm$ 0,01	0,32 $\pm$ 0,02	0,17 $\pm$ 0,003*
Каталаза, мкмоль/мл	2,04 $\pm$ 0,02	2,07 $\pm$ 0,05	2,06 $\pm$ 0,07	3,47 $\pm$ 0,08*
Супероксиддисмутаза, ед/мин	170 $\pm$ 14	166 $\pm$ 11	167 $\pm$ 14	229 $\pm$ 8,4*
Глутатионпероксидаза, мМГ-SM л/мин	8,1 $\pm$ 0,06	8,2 $\pm$ 0,15	8,2 $\pm$ 0,06	9,4 $\pm$ 0,06*
Перекисная резистентность эритроцитов. %	2,91 $\pm$ 0,06	3,01 $\pm$ 0,05	2,93 $\pm$ 0,06	2,03 $\pm$ 0,01*

Примечание: *P<0,05 относительно контроля

формы комбинированного гипомикроэлементоза у опытных животных.

Выводы.

1. Обмен минералов, белков, антиоксидантных витаминов и ферментов, многие гематологические показатели при скрытых формах гипомикроэлементозов животных находятся ниже физиологической нормы, а уровень продуктов ПОЛ повышен.

2. Установлена положительная тенденция влияния недостающих микроэлементов в кормах при их дополнительном введении на снижение интенсивности свободнорадикальных процессов, перекисной резистентности эритроцитов и увеличение активности антиоксидантной системы, уровня обмена микроэлементов и гематологических показателей в организме экспериментальных животных. При этом все исследованные функциональные показатели разных видов животных достигают физиологической нормы.

Литература

1. Воробьев Д.В., Воробьев В.И., Хисметов И.Х. Разработка физиолого-биогеохимической парадигмы, как теоретической

основы применения микроэлементов в животноводстве региона Нижней Волги // Фундаментальные исследования. 2012. № 11. Ч. 1. С. 66–69.

2. Воробьев Д.В. Использование физиолого-биогеохимической парадигмы для диагностики гипозэлементозов и их коррекции у сельскохозяйственных животных // Известия Саратовского университета. Новая серия. Т. 12. Серия Химия. Биология. Экология. 2012. Вып. 2. С. 60–63.
3. Воробьев Д.В., Воробьев В.И. Фармакокинетические аспекты применения селенорганического препарата ДАФС-25 в ветеринарии // Естественные науки (г. Астрахань). 2011. № 2 (35). С. 125–131.
4. Воробьев Д.В. Динамика тяжёлых металлов в основных компонентах наземных экосистем дельты р. Волги // Естественные науки (г. Астрахань). 2007. № 3 (20). С. 11–16.
5. Воробьев Д.В., Воробьев В.И. Гипозэлементозы у дойных коров в условиях Нижней Волги // Естественные науки (г. Астрахань). 2010. № 4 (33). С. 120–124.
6. Воробьев Д.В. Физиолого-биохимические аспекты обмена микроэлементов у симментальских коров при их акклиматизации в биогеохимических условиях низкого уровня селена, йода и кобальта в среде // Естественные науки (г. Астрахань). 2012. № 2 (39). С. 122–125.
7. Воробьев Д.В. Современная биогеохимическая ситуация региона Нижней Волги. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 125 с.
8. Воробьев Д.В. Физиологический механизм влияния недостающих в среде микроэлементов на метаболизм и продуктивность жвачных и всеядных животных. СПб.: ЛАНЬ, 2013. 279 с.