

УДК 636.2:612.015.3

## ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ ЗАЩИТА У КОРОВ В ДИНАМИКЕ ЛАКТАЦИИ

Курдеко А.П., Сологуб Е.А.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*Определены и проанализированы показатели перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты у коров в динамике лактации. Установлено, что у коров самым критическим является второй месяц лактации, так как в этот период наблюдается более высокое содержание в сыворотке крови продуктов свободнорадикального окисления. **Ключевые слова:** перекисное окисление липидов, антиоксидантная защита, крупный рогатый скот, лактация, биохимические показатели.*

## INDICATORS OF LIPID PEROXIDAL OXIDATION AND ANTIOXIDANT SYSTEM OF COW PROTECTION IN LACTATION DYNAMICS

Kurdeko A.P., Sologub E.A.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The indicators of lipid peroxidation and antioxidant protection in cows in the dynamics of lactation were determined and analyzed. It has been established that in cows the second month of lactation is the most critical, since during this period there is a higher content in the blood serum of free radical oxidation products. **Keywords:** lipid peroxidation, antioxidant protection, cattle, lactation, biochemical parameters.*

**Введение.** Отечественные и зарубежные ученые большое внимание уделяют клиническим аспектам исследования процесса свободнорадикального перекисного окисления липидов. Это обусловлено тем, что дефект в указанном звене метаболизма способен существенно снизить резистентность организма к воздействию на него неблагоприятных факторов внешней и внутренней среды [13, 15]. Создаются предпосылки к формированию, развитию и усугублению тяжести течения болезней внутренних органов. Характерной особенностью этой свободнорадикальной патологии является поражение мембран (мембранная патология) [1, 5, 16]. Процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) исследованы в многообразных аспектах у лабораторных животных и человека, а у крупного рогатого скота в целом и у коров в частности они изучены недостаточно [8].

Строгая регламентация процессов перекисного окисления липидов в организме обеспечивается функционированием системы антиоксидантной защиты, поддерживающей в организме баланс активных форм кислорода, свободных радикалов и продуктов перекисного окисления липидов и белков [12]. Антиоксидантная защита (АОЗ) генетически обусловлена ферментными и неферментными реакциями, роль которых сводится к ингибированию зарождения цепей окисления путем элиминации супероксидного радикала и перекисных продуктов, а также ограничения дальнейшего развития цепных реакций - антирадикального действия. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты представляют собой единую систему, находящуюся в состоянии динамического равновесия, способную к саморегуляции [4, 7].

Соотношение интенсивности процессов перекисного окисления липидов и активности антиоксидантной защиты определяет антиоксидантный статус клетки, тканей и организма в целом, отсюда очевидна роль антиоксидантной защиты в защитно-адаптационных механизмах для поддержания гомеостаза при неблагоприятных воздействиях на организм [10, 14].

В связи с этим возникла настоятельная необходимость в изучении ПОЛ и АОЗ у коров в динамике лактации [6].

**Материалы и методы исследований.** Работа проводилась в лаборатории кафедры химии УО ВГАВМ и в Научно-исследовательском институте прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии, аккредитованного в соответствии с требованиями СТБ ИСО/МЭК 17025 (аттестат аккредитации ВУ/ 112 02. 1. 0. 0870). Объектом исследования была кровь клинически здоровых коров черно-пестрой породы в динамике лактации (2-5, 25-30, 50-60, 90-100, 150-160, 200-210, 270-280 дни лактации). Были сформированы следующие группы: 1 группа (n=10 в каждой) – коровы на 2-5, 25-30, 50-60 дни лактации, 2 группа (по n=3) – 90-100, 150-160 дни лактации, 3 группа (по n=4) – 200-210, 270-280 дни лактации.

Животные содержались в условиях МТФ «Бабиничи» Оршанского района Витебской области и получали рацион, соответствующий их физиологическому состоянию. Продуктивность коров составляла 8543 кг молока.

Взятие крови проводили из яремной вены в утренние часы (до кормления) по общепринятой методике в две пробирки (пробирка №1 со стабилизатором (трилон Б) – для получения цельной крови и плазмы, пробирка №2 – для получения сыворотки), соблюдая правила асептики и антисептики. Сыворотку крови получали после ее свертывания при температуре +38<sup>0</sup>С с последующим охлаждением до +4<sup>0</sup>С и центрифугированием в течение 15 минут при 3000 обо-

ротах в минуту. Плазму крови получали путем центрифугирования стабилизированной крови в аналогичных условиях.

В сыворотке крови были установлены следующие биохимические показатели: триглицериды (ТГ), общий холестерол (ОХ), липопротеины высокой плотности (ЛПВП), липопротеины низкой плотности (ЛПНП), липопротеины очень низкой плотности (ЛПОНП), продукты ПОЛ (диенкетоны, диенальдегиды, малоновый диальдегид); АОЗ (*ферментативное звено*: активность каталазы, глутатионпероксидазы (ГП), глутатионредуктазы (ГР), супероксиддисмутазы (СОД) и *неферментативное звено*: концентрация восстановленного глутатиона (GSH), витамины А и Е), в плазме крови определяли неферментативный показатель антиоксидантной защиты - антиокислительную активность плазмы крови (АОА).

ТГ, ОХ в сыворотке крови определяли при помощи автоматического биохимического анализатора BS-200 с использованием стандартных наборов реактивов, производимых фирмой «Cormay» (Польша), витамины А, Е определяли при помощи анализатора Флюорат 02-2МЛюмэкс. Фракции липопротеинов (ЛПВП, ЛПНП, ЛПОНП) определяли методом электрофоретического разделения сыворотки крови в геле агарозы [9, 11].

Определение продуктов ПОЛ в сыворотке крови проводили спектрофотометрически после их экстрагирования гептан-изопропанольной смесью (1:1). После расслоения жидкостей аккуратно отбирали верхнюю фазу – гептановую и измеряли оптическую плотность при следующих длинах волн: 233 и 278 нм. Оптические плотности при 233 и 278 нм соответствуют концентрациям диенальдегидов (ДА) и диенкетонов (ДК) [3].

Концентрацию МДА в сыворотке устанавливали по реакции с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) [2]. Активность каталазы, ГП, ГР, СОД, антиокислительную активность плазмы крови (АОА), концентрацию восстановленного глутатиона (GSH) определяли спектрофотометрически [9, 11]. Полученный цифровой материал обработан статистически с использованием программы «Microsoft Excel».

**Результаты исследований.** Данные о содержании продуктов ПОЛ и липидов в сыворотке крови коров в динамике лактации представлены в таблице 1.

**Таблица 1 - Содержание продуктов ПОЛ и липидов в сыворотке крови коров в динамике лактации (M±m)**

Показатели	Дни лактации						
	2-5 n=10	25-30 n=10	50-60 n=10	90-100 n=3	150-160 n=3	200-210 n=4	270-280 n=4
МДА, мкмоль/л	0,80± 0,052	1,56± 0,056	3,34± 0,082	0,32± 0,015	0,48± 0,017**	0,68± 0,013***	0,86± 0,251
ДА, ед.опт.плотности	0,37± 0,019	0,59± 0,006	1,45± 0,024	0,60± 0,006	0,60± 0,003	0,61± 0,003	0,61± 0,003
ДК, ед.опт.плотности	0,92± 0,009	1,20± 0,008	1,62± 0,014	0,25± 0,006	0,27± 0,0039	0,35± 0,004	0,62± 0,005
ТГ, ммоль/л	0,04± 0,006	0,12± 0,007	0,10± 0,016	0,11± 0,015	0,07± 0,007	0,11± 0,009*	0,13± 0,014
ОХ, ммоль/л	2,05± 0,101	3,76± 0,221	3,71± 0,242	3,55± 0,197	3,83± 0,210	3,90± 0,163	3,93± 0,189
ЛПВП, ммоль/л	3,41± 0,013	3,14± 0,220	3,13± 0,164	5,66± 1,706	5,61± 0,071	5,34± 1,041	3,79± 0,030
ЛПНП, ммоль/л	2,80± 0,025	4,09± 0,235***	4,94± 0,283*	2,57± 0,155	2,83± 0,252	3,54± 0,151	4,03± 0,381
ЛПОНП, ммоль/л	2,33± 0,210	2,38± 0,026	3,87± 0,261***	2,04± 0,226***	2,09± 0,405	2,42± 0,309	2,82± 0,320

Примечания: \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$  (по отношению к предыдущему дню исследования).

Анализируя данные таблицы 1, можно отметить, что содержание первичных (ДА, ДК) и вторичных (МДА) продуктов ПОЛ у исследуемых животных постепенно увеличивалось и достигало максимума на втором (50-60 день) месяце лактации. Так, содержание МДА, ДА, ДК в сыворотке у коров на втором месяце лактации по отношению к животным на 25-30 день было выше на 53,29%; 59,31%; 25,93% соответственно. Содержание МДА, ДА, ДК у коров на первом месяце лактации по отношению к животным на 2-5 день было выше на 48,72%; 37,29%; 23,33% соответственно. Увеличение содержания продуктов ПОЛ в сыворотке крови коров к 50-60 дню можно объяснить повышенной потребностью животных в биоантиоксидантах в первые сроки лактации. Вследствие активизации ферментативного и неферментативного звеньев системы АОЗ отмечается уменьшение содержания первичных и вторичных продуктов ПОЛ у коров на 90-100, 150-160 дни лактации. Концентрация МДА у коров на 90-100 день по сравнению с животными второго месяца лактации была ниже на 90,42%, ДА – на 58,62%, ДК – на 84,57% соответственно. Период с 7 по 9 месяц лактации характеризовался повторной интенсификацией процессов ПОЛ, о чем свидетельствовало увеличение концентрации в крови первичных и вторичных продуктов ПОЛ. Так, содержание МДА у коров на 7, 9 месяцах лактации по отношению к животным на 150-160 день было выше на 29,41%; 44,19%; ДА – на 1,64%; ДК – на 22,86% и 56,45% соот-

ответственно. Эти изменения отражают усиливающееся напряжение метаболических процессов в организме животных на завершающем этапе лактации.

Что касается липидного обмена, то со стороны липопротеинов (ЛПНП, ЛПОНП) наблюдается такая же тенденция, как и при ПОЛ: увеличение содержания ЛПНП, ЛПОНП ко второму месяцу лактации (на 43,32% и 39,79% соответственно по отношению ко 2-5 дню), уменьшение концентрации этих показателей на 90-100, 150-160 дни (на 47,98%, 42,71% и 47,29%, 45,99% соответственно по отношению к 50-60 дню) и увеличение ЛПНП, ЛПОНП к концу лактации. Содержание ЛПВП в сыворотке ко второму месяцу лактации уменьшалось на 8,21% по сравнению с животными на 2-5 день. К 90-100, 150-160 дню концентрация ЛПВП увеличилась на 44,70% и 44,21% соответственно по отношению к животным второго месяца лактации, а к концу лактации (7-9 месяц) отмечалось уменьшение содержания этого показателя на 4,81% и 32,44% соответственно в сравнении с 150-160 днем.

Данные о состоянии системы АОЗ у коров в динамике лактации представлены в таблице 2. Как свидетельствуют данные таблицы 2, накопление токсических перекисных продуктов в крови у коров в первые два месяца лактации вызывает подавление активности системы АОЗ. Так, активность каталазы, ГП, ГР, СОД, GSH, АОА, витаминов А, Е у коров уменьшалась ко второму месяцу лактации на 16,00%, 46,71%, 18,18%, 55,52%, 37,1%, 33,33%, 16,67%, 16,56%, соответственно по отношению к животным на 2-5 день. Вследствие активизации системы АОЗ наблюдается увеличение концентрации этих показателей на 90-100, 150-160 день по сравнению с коровами второго месяца лактации. К концу лактационного периода (7-9 месяц), ввиду повторной интенсификации процессов ПОЛ, отмечалось снижение ферментативных и неферментативных механизмов АОЗ. Таким образом, система АОЗ носит компенсаторный характер: параллельно с активацией процессов ПОЛ индуцируется включение механизмов антиоксидантной защиты.

**Таблица 2 - Состояние системы АОЗ у коров в динамике лактации (M±m)**

Показатели	Дни лактации						
	2-5 n=10	25-30 n=10	50-60 n=10	90-100 n=3	150-160 n=3	200-210 n=4	270-280 n=4
Каталаза, ммольН <sub>2</sub> О <sub>2</sub> / г Нб	19,12± 0,531	17,16± 0,065**	16,06± 0,148	28,60± 0,135	23,66± 1,098	16,73± 0,085*	16,16± 0,219
ГП, ммоль GSH / г Нб	7,75± 0,245	5,64± 0,075	4,13± 0,080	12,18± 0,125	12,01± 0,253	9,91± 0,290**	9,61± 0,209
ГР, мкмоль НАДФН / г НВ	2,31± 0,005	2,12± 0,087	1,89± 0,046*	4,36± 0,030	4,05±0,104	3,64±0,016	3,04±0,018
СОД, усл.ед. / г НВ	3,08± 0,042	3,00± 0,054	1,37± 0,037	6,37± 0,176	6,00± 0,153	5,93± 0,063	5,68± 0,085
GSH, ммоль/л	0,62± 0,042	0,39± 0,038**	0,39± 0,038	0,87± 0,033	0,77± 0,033	0,70± 0,041	0,58± 0,025
АОА, л * мл <sup>-1</sup> * мин <sup>-1</sup>	0,03± 0,004	0,02± 0,002**	0,02± 0,002	0,04± 0,007	0,03± 0,003	0,02± 0,003	0,02± 0,003
Витамин А, мкг/мл	0,06± 0,003	0,06± 0,003	0,05± 0,002***	0,12± 0,015*	0,10± 0,012	0,08± 0,008	0,06± 0,007
Витамин Е, мкг/мл	1,51± 0,059	1,28± 0,179	1,26± 0,083	2,58± 0,252*	2,31± 0,485	1,98± 0,201	1,20± 0,180*

Примечания: \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$  (по отношению к предыдущему дню исследования).

**Заключение.** В динамике лактации коров самым критическим является второй месяц лактации. В этот период в сыворотке крови установлена более высокая концентрация продуктов свободнорадикального окисления и низкий функциональный уровень ферментативного и неферментативного звеньев системы АОЗ. На 3-5 месяцах лактации у коров процессы восстановления преобладают над процессами окисления, что является результатом активизации системы АОЗ.

**Литература.** 1. Владимиров, Ю. А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю. А. Владимиров, А. И. Арчков – Москва : Наука, 1972. – 252 с. 2. Гаврилов, В. Б. Анализ продуктов перекисного окисления липидов в сыворотке крови по тесту с тиобарбитуровой кислотой / В. Б. Гаврилов, А. Р. Гаврилова, Л. М. Мажуль // Вопросы медицинской химии. – 1987. – №1. – С. 119–122. 3. Камышников, В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике : в 2-х т. / В. С. Камышников. – Минск : Беларусь, 2000. – Т. 2. – 463 с. 4. Кармолиев, Р. Х. Биохимические процессы при свободнорадикальном окислении и антиоксидантной защите. Профилактика окислительного стресса у животных (обзор) / Р. Х. Кармолиев // Сельскохозяйственная биология. – 2002. – №2. – С. 19–28. 5. Курдеко, А. П. Особенности системы «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита организма» в

патогенезе внутренних незаразных болезней / А. П. Курдеко, Е. А. Жвикова // Молодежь – науке и практике АПК : материалы 100-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов (г. Витебск, 21-22 мая 2015 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, 2015. – С. 32–33. 6. Кузьмич, Р. Г. Перекисное окисление липидов и система антиоксидантной защиты организма животных : пособие для студентов вузов, ссузов, слушателей ФПК, научных работников и спец. агропромышленного комплекса / Р. Г. Кузьмич, Д. И. Бобрик, А. В. Саватеев ; Учебно-методический центр Минсельхозпрода. – Минск, 2004. – 75 с. 7. Меньщикова, Е. Б. Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов / Е. Б. Меньщикова, Н. К. Зенков // Успехи современной биологии. – 1993. – Т.113, вып. 4. – С. 442–454. 8. Постраш, И. Ю. Показатели перекисного окисления липидов у телят молочного периода развития / И. Ю. Постраш, М. А. Аксенчик, Я. В. Постраш // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2006. – Т. 43, ч. 1. – С. 73–76. 9. Рогожин, В. В. Практикум по биологической химии : учебно-методическое пособие для студентов вузов по специальностям «Зоотехния» и «Ветеринария» / В. В. Рогожин. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2006. – 255 с. 10. Способ профилактики свободнорадикальной патологии у коров / З. Я. Косорлукова [и др.] // Ветеринарный консультант. – 2007. – №19. – С. 17–18. 11. Чиркин, А. А. Практикум по биохимии : учебно-методическое пособие / А. А. Чиркин. – Минск : Новое знание, 2002. – 512 с. 12. Abuja, P. M. Methods for monitoring oxidative stress, lipid peroxidation and oxidation resistance of lipoproteins / P. M. Abuja, R. Albertini // Clinica Chimica Acta. – 2001. – Vol. 306, №1–2. – P. 1–17. 13. Boonnoy, P. Alpha-tocopherol inhibits pore formation in oxidized bilayers / P. Boonnoy, M. Karttunen, J. Wong-Ekkabut // Physical Chemistry Chemical Physics. – 2017. – Vol. 19, №8. – P. 5699–5704. 14. Effect of lipid peroxidation on the properties of lipid bilayers: a molecular dynamics study / J. Wong-Ekkabut [et al.] // Biophysical Journal. – 2007. – Vol.93, №12. – P. 4225–4236. 15. Oxidative stress in toxicology: established mammalian and emerging piscine model systems / K. A. Kelly [et al.] // Environ Health Perspect. – 1998. – Vol. 106, №7. – P. 375–384. 16. Wheatle, R. A. Some recent trends in the analytical chemistry of lipid peroxidation / R. A. Wheatle // Trends in Analytical Chemistry. – 2000. – Vol. 19, №10. – P. 617–628.

Статья передана в печать 09.07.2019 г.

УДК 636.52/.58.087.72(476)

#### АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «АД<sub>3</sub>Е-МИНЕРАЛЫ» В ПРОМЫШЛЕННОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ

Лучко И.Т., Белявский В.Н.

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

Применение кормовой добавки «АД<sub>3</sub>Е-минералы» цыплятам-бройлерам из расчета 1 л на 1000 л воды позволяет увеличить среднесуточный привес на 1,6 г и сохранность - на 0,1%, при снижении затрат кормов на 1 кг прироста на 5,5%. **Ключевые слова:** птицеводство, кормовая добавка «АД<sub>3</sub>Е-минералы», цыплята-бройлеры, сохранность, продуктивность.

#### THE ACTUALITY OF THE USE OF FEED ADDITIVE "АД<sub>3</sub>Е -MINERAL" IN INDUSTRIAL POULTRY

Luchko I.T., Belyavsky V.N.

Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

The use of the feed additive "АД<sub>3</sub>Е -minerals" to broiler chickens at the rate of 1 l per 1000 l of water allows increasing the average daily weight gain by 1.6 g and safety by 0.1%, while reducing the cost of feed per 1 kg increase by 5.5%. **Keywords:** poultry farming, feed additive "АД<sub>3</sub>Е -minerals", broiler chickens, safety, productivity.

**Введение.** В связи с созданием и внедрением в практику птицеводства новых высокопродуктивных кроссов, отличающихся высокой скоростью роста, интенсивным обменом веществ, особое внимание необходимо уделить включению в рацион биологически активных веществ, в частности рациональному использованию витаминов [2, 3].

Учитывая специфику зерновой основы кормления птицы, в состав комбикормов вводят витамины, макро- и микроэлементы, незаменимые аминокислоты, что обеспечивает рацион биологически активными веществами и позволяет повысить эффективность выращивания цыплят-бройлеров в промышленных условиях. В современном птицеводстве основное внимание уделяется оптимальным соотношениям минеральных веществ и витаминов в диете птицы, синергизму и антагонизму этих соединений по отношению друг к другу [1, 5].

В производственных условиях птицефабрик часто возникает необходимость увеличения добавок и витаминных препаратов, кокцидиостатиков и др. в рацион бройлеров. Вместе с тем нерациональное использование витаминов (передозировка или недостаточность их в организме) приводит к снижению продуктивных и воспроизводительных качеств сельскохозяйственной птицы. При этом остро стоит вопрос об оптимальном выборе тех или иных витаминных препаратов, т.е. необходимо учитывать межвитаминные взаимоотношения в организме птиц, чтобы использовать биологически активные вещества с максимальной эффективностью [3, 4].