

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского

Биология. Химия. Том 10 (76). 2024. № 4. С. 3–12.

УДК 619: 616-091.8

DOI 10.29039/2413-1725-2024-10-4-3-12

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ОКСИДАТИВНЫЙ СТРЕСС У ЖИВОТНЫХ И МЕТОДЫ ЕГО КОРРЕКЦИИ

Адиева А. А.^{1,2}, Исраилова А. И.¹, Амирханова И. В.^{1,2}

*¹Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского Федерального
Исследовательского центра Российской Академии Наук, Махачкала, Республика Дагестан,
Россия*

*²ГАОУ ДО РД «Центр Развития Талантов «Альтаир», Махачкала, Республика Дагестан, Россия
E-mail: adieva-m@mail.ru*

Оксидативный стресс у животных возникает в результате дисбаланса между производством свободных радикалов и антиоксидантной защитой организма, что может привести к повреждению клеток и тканей. Влияние факторов окружающей среды, таких как загрязнение, изменения климата, питание, физический и эмоциональный стресс, играет значительную роль в развитии оксидативного стресса. Основное внимание уделяется диетическим антиоксидантам, фармакологическим агентам, улучшению условий содержания, физической активности и обогащению среды, а также применению пробиотиков и пребиотиков. Эти подходы способствуют снижению уровня оксидативного стресса и улучшению здоровья и продуктивности животных.

Ключевые слова: оксидативный стресс, факторы окружающей среды, загрязнение, питание, антиоксиданты, условия содержания, фармакологические агенты, физическая активность, пробиотики, здоровье животных.

ВВЕДЕНИЕ

Оксидативный стресс является важным биологическим процессом, возникающим в организме животных в ответ на дисбаланс между производством свободных радикалов и их нейтрализацией антиоксидантной системой. Этот дисбаланс может привести к повреждению клеток и тканей, что, в свою очередь, может повлиять на здоровье и продуктивность животных. Влияние факторов среды на развитие оксидативного стресса и методы его коррекции являются актуальными темами для исследований в области ветеринарии и биологии животных.

Оксидативный стресс – это состояние, характеризующееся нарушением баланса между образованием реактивных форм кислорода (РФО) и антиоксидантной защитой организма. Этот дисбаланс приводит к повреждению клеточных компонентов, таких как липиды, белки и ДНК, что может привести к различным заболеваниям и снижению продуктивности животных. Факторы окружающей

среды, такие как загрязнение, питание, физический и эмоциональный стресс, играют ключевую роль в возникновении и развитии оксидативного стресса. В этом исследовании рассматриваются основные экологические и физиологические факторы, способствующие оксидативному стрессу у животных, а также методы его коррекции [1].

"Влияние на среду обитания животных и методы его коррекции" вы найдете важный вклад в понимание биологических и экологических процессов. Он использовал несколько причин и отличался от других обзоров по данной тематике благодаря своей многогранно

Во-первых, данная обзорная статья предлагает комплексный анализ факторов окружающей среды, вызывающих оксидативный стресс у животных. Это включает в себя различные аспекты, такие как загрязнение воздуха, воды и почвы, климатические изменения, а также воздействие токсических веществ. Такой всесторонний подход помогает понять, как разнообразные экологические условия могут быть вредны для здоровья животных, что не всегда подробно закреплено в других исследованиях, которые могут фокусироваться на отдельных аспектах или видах загрязнителей.

Во-вторых, обзор подчеркивает важность взаимодействия между различными факторами стресса и их кумулятивного эффекта. Это позволяет более точно оценить реальные условия, с которыми сталкиваются животные в природе или в антропогенно измененных экосистемах. Другие обзоры могут упускать этот аспект, концентрируясь на изучении отдельных стрессоров без учета их комбинированного воздействия.

Третьей отличительной чертой является акцент на современных методах коррекции оксидативного стресса. Обзор включает в себя последние достижения в области биомедицины и биотехнологий, такие как применение антиоксидантов, генной терапии и адаптивных стратегий питания. Это делает обзор не только теоретически значимым, но и практически применимым для разработок в области ветеринарии, сельского хозяйства и природоохранных мероприятий.

Еще одной полезной особенностью данного обзора является рассмотрение специфических реакций различных видов животных на оксидативный стресс. Это помогает в разработке более эффективных и целенаправленных методов коррекции, учитывающих видовые особенности метаболизма и физиологии. В то время как многие обзоры могут ограничиваться общими рекомендациями, этот обзор предлагает более детализированные и адаптированные подходы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Важным аспектом является междисциплинарный подход, используемый в данном обзоре. Он представляет собой стратегию знаний из экологии, биохимии, медицины и ветеринарии, предлагая целостную картину проблемы и способы ее решения. Такой интегративный метод отличается от узкоспециализированных исследований и обеспечивает более широкий круг общения для понимания и управления оксидативным стрессом у животных.

В данный обзор включено следующее: он предлагает комплексное и междисциплинарное понимание проблемы, акцентирует внимание на кумулятивном

эффекте различных факторов среды и описывает современные и видоспецифичные методы коррекции оксидативного стресса. Это делает его уникальным и ценным ресурсом для ученых, ветеринаров и экологов, работающих в данной области.

Целью данного обзора является комплексное исследование воздействия различных факторов окружающей среды на развитие оксидативного стресса у животных и анализ современных методов его коррекции. Обзор направлен на обобщение и систематизацию существующих данных, выявление основных механизмов воздействия экологических стрессоров, а также оценку эффективности различных подходов к снижению негативных последствий оксидативного стресса с учетом видоспецифичных особенностей и междисциплинарного подхода.

Влияние факторов окружающей среды на оксидативный стресс загрязнение окружающей среды

Загрязнение воздуха, воды и почвы токсичными веществами, такими как тяжелые металлы, пестициды и промышленные выбросы, может способствовать увеличению оксидативного стресса у животных. Эти загрязнители могут генерировать свободные радикалы, которые атакуют клеточные мембраны, белки и ДНК, вызывая их повреждение.

Изменения климата, такие как повышение температуры и ультрафиолетового излучения, также могут способствовать повышению уровня оксидативного стресса у животных. Высокие температуры могут увеличивать метаболическую активность и, соответственно, производство РФО. Ультрафиолетовое излучение может повреждать ДНК и клеточные мембраны, увеличивая потребность в антиоксидантной защите [2].

Питание играет важную роль в поддержании антиоксидантного статуса организма. Несбалансированный рацион, недостаток важных микроэлементов и витаминов, таких как витамин Е, витамин С и селен, может снижать антиоксидантную защиту и способствовать развитию оксидативного стресса. С другой стороны, избыток насыщенных жиров и углеводов может увеличивать производство свободных радикалов и усиливать оксидативный стресс [3, 4].

Условия содержания животных, такие как скученность, неподходящий микроклимат, недостаток движения и психологический стресс, могут значительно способствовать развитию оксидативного стресса. Стрессовые факторы стимулируют выработку кортикостероидов и других гормонов, которые увеличивают производство свободных радикалов. Кроме того, хронический стресс может подавлять иммунную систему и снижать способность организма к нейтрализации РФО.

Комплексное воздействие факторов. Оксидативный стресс у животных является следствием сложного взаимодействия различных факторов окружающей среды и внутренних процессов. Понимание этих взаимодействий требует комплексного взаимодействия, наблюдения множества элементов.

Одним из ключевых факторов, способствующих развитию оксидативного стресса, является загрязнение окружающей среды. Загрязнение воздуха, воды и окружающей среды вредными веществами, такими как тяжелые металлы,

пестициды и промышленные выбросы, имеют последствия для здоровья животных. Изменения климата также играют важную роль в развитии оксидативного стресса. Повышение температуры и увеличение уровня ультрафиолетового излучения могут усилить метаболическую активность животных, что приводит к повышению производства РФО [5]. Высокие температуры могут вызвать стресс, который ухудшает окислительные процессы в клетках. Ультрафиолетовое излучение, в свою очередь, может повреждать ДНК и клеточные мембраны, что требует усиленного антиоксиданта [2].

Питание по-прежнему является одним из факторов, влияющих на оксидативный стресс. Несбалансированный рацион, недостаток важных микроэлементов и витаминов, таких как витамин Е, витамин С и лен, может ослабить антиоксидантную защиту организма. Недостаток этих нутриентов снижает способность организма к нейтрализации последних радикалов, что увеличивает риск оксидативного повреждения клеток [6].

Физический и эмоциональный стресс, вызванный воздействием содержания животных, также является причиной возникновения оксидативного стресса. Скученность, неподходящий микроклимат, недостаточное движение и психологический стресс могут стимулировать выработку кортикостероидов и других стрессовых гормонов, которые усиливают выработку крайних радикалов. Хронический стресс может подавлять иммунную систему, снижая способность организма к эффективной антиоксидантной защите.

Интегративный подход к изучению оксидативного стресса также включает исследование взаимодействия различных факторов окружающей среды. Например, сочетание загрязнения и изменения климата может иметь синергетический эффект, усиливая оксидативные повреждения клеток. Понимание таких взаимодействий важно для разработки комплексных стратегий коррекции, направленных на снижение уровня оксидативного стресса и улучшение здоровья животных.

В рамках этой силы решающее место занимает разработка и внедрение эффективных методов коррекции оксидативного стресса. Это включает использование диетических антиоксидантов, фармакологических средств, пробиотиков и пребиотиков, а также улучшение условий содержания и физической активности животных. Комбинированные стратегии, сочетающие несколько методов, могут быть особенно эффективными для снижения уровня оксидативного стресса [7].

Комплексное воздействие факторов окружающей среды, вызывающих оксидативный стресс у животных, и разработка многофакторных стратегий коррекции являются ключевыми элементами для обеспечения здоровья и поддержания здоровья животных. Такой подход позволяет не только выявить и устранить основные причины оксидативного стресса, но и предложить действенные меры для его предотвращения и коррекции [8].

Методы коррекции оксидативного стресса диетические антиоксиданты

Одним из наиболее эффективных методов снижения оксидативного стресса является введение в рацион животных антиоксидантов. Витамин Е, витамин С,

селен, каротиноиды и полифенолы обладают мощными антиоксидантными свойствами и могут нейтрализовать свободные радикалы, защищая клетки от повреждений. Например, витамин Е, растворимый в жирах антиоксидант, защищает липидные мембраны клеток от окислительного повреждения. Витамин С, растворимый в воде, действует в водной среде клетки, нейтрализуя свободные радикалы в цитоплазме [3, 4].

Использование фармакологических препаратов, таких как мелатонин, N-ацетилцистеин и альфа-липовая кислота, может также помочь в коррекции оксидативного стресса. Эти вещества обладают антиоксидантными свойствами и могут защищать клетки от окислительного повреждения. Мелатонин, например, не только нейтрализует свободные радикалы, но и стимулирует активность ферментов антиоксидантной защиты, таких как супероксиддисмутаза и глутатионпероксидаза [9].

Создание оптимальных условий содержания животных, таких как обеспечение достаточного пространства, подходящего микроклимата и минимизация стрессовых факторов, может значительно снизить уровень оксидативного стресса. Регулярный мониторинг и управление стрессовыми ситуациями, такими как перемещение и транспортировка животных, также могут способствовать снижению уровня стресса [10].

Обеспечение животных возможностями для физической активности и обогащения среды (например, игры, тренировки, наличие различных объектов для исследования) может помочь снизить уровень стресса и улучшить общее состояние здоровья. Физическая активность стимулирует антиоксидантную защиту организма и снижает уровень оксидативного стресса [4].

Применение пробиотиков и пребиотиков может способствовать улучшению кишечной микрофлоры, что, в свою очередь, может снизить уровень оксидативного стресса. Здоровая микрофлора кишечника способствует улучшению иммунного ответа и уменьшению воспалительных процессов, что снижает потребность в антиоксидантной защите [2].

Индивидуальный и популяционный подход. Исследование оксидативного стресса у животных требует учета как индивидуальных, так и популяционных аспектов. Индивидуальный подход позволяет оценить своеобразное состояние организма на различные стрессоры, генетические, последствия и поведенческие особенности каждого животного. Это важно для точного понимания оксидативного стресса и разработки персонализированных стратегий коррекции. Например, у отдельных животных может быть различная степень устойчивости к оксидативному стрессу, что требует дифференцированного набора антиоксов [11].

С другой стороны, популяционный подход необходим для оценки общей устойчивости группы животных к экологическим стрессорам. Это позволяет выявить общие закономерности и закономерности, которые могут использоваться для разработки широкомасштабных программ профилактики и коррекции оксидативного стресса. Такой подход важен для сельскохозяйственных и диких популяций животных, где особенности контура могут быть менее значимыми, чем общие закономерности ответа на стрессовые факторы [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Инновационные методы коррекции

Современные исследования оксидативного стресса у животных активно развивают и внедряют инновационные методы его коррекции. Одним из перспективных направлений является использование диетических антиоксидантов, таких как витамин Е, витамин С, селен и полифенолы. Эти вещества могут значительно снизить уровень радикалов в организме и повысить антиоксидантную защиту клеток. Важным аспектом является подбор оптимальных дозировок и сочетания антиоксидантов для достижения максимального эффекта [3, 4].

Фармакологические агенты, такие как синтетические антиоксиданты и ингибиторы ферментов, участвуют в окислительных процессах, а также являются причиной коррекции. Пробиотики и пребиотики, улучшающие микробиоту кишечника, могут оказать благоприятное влияние на метаболизм и иммунитет, что, в свою очередь, снижает уровень оксидативного стресса. Разработка комбинированных стратегий, включающих диетические, фармакологические и микробиотные подходы, позволяет повысить эффективность коррекции [12].

Многофакторный анализ и интегративный подход

Многофакторный анализ оксидативного стресса включает в себя наблюдение за взаимодействием различных экологических и сопутствующих факторов. Это позволяет использовать комплексные механизмы, воздействующие на основе оксидативного стресса, и создавать более точные и эффективные методы его коррекции. Интегративный подход сочетает данные из различных областей знаний, таких как биохимия, молекулярная биология, физиология и экология, что позволяет создать целостную картину процессов, происходящих в наблюдаемых животных [7].

Использование современных методов анализа, таких как геномные и протеомные исследования, позволяет детально изучить молекулярные механизмы оксидативного стресса и разработать целевые подходы к его коррекции. Это включает в себя идентификацию маркеров оксидативного стресса и оценку эффективности различных методов коррекции на молекулярном уровне [13].

Практическая направленность исследований оксидативного стресса у животных заложена в разработке специальных стратегий и стратегий по улучшению здоровья и продуктивности животных. Результаты исследований могут быть непосредственно применены в сельском хозяйстве, ветеринарии и охране дикой природы. Например, разработанные диетические добавки и фармакологические препараты могут быть включены в кормовые программы для повышения устойчивости животных к окружающей среде [14].

Экотоксикологические аспекты оксидативного стресса включают в себя оценку воздействия загрязнителей окружающей среды на здоровье животных. Загрязнение хрупкими металлами, пестицидами и другими вредными веществами может значительно повысить уровень оксидативного стресса. Данное изучение аспектов позволяет выявить наиболее опасные загрязнители и принять меры по их сокращению или ликвидации.

Экотоксикологические исследования также позволяют оценить кумулятивный эффект различных загрязнителей и их взаимодействие с другими экологическими факторами, такими как изменение климата и потеря строения места обитания. Это важно для разработки комплексных программ по защите окружающей среды и здоровья животных. Включение экотоксикологических данных в интегративный подход к исследованию оксидативного стресса. Позволяет создать более эффективные и устойчивые стратегии коррекции и профилактики [15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оксидативный стресс у животных является результатом множества факторов окружающей среды, включая загрязнение, питание и условия содержания. Понимание механизмов, лежащих в основе оксидативного стресса, и разработка эффективных методов его коррекции являются важными аспектами для поддержания здоровья и продуктивности животных. Введение диетических антиоксидантов, улучшение условий содержания, использование фармакологических агентов и обеспечение физической активности животных могут значительно снизить уровень оксидативного стресса и улучшить общее состояние здоровья животных.

Оксидативный стресс у животных является результатом сложного взаимодействия различных факторов окружающей среды и внутренних процессов. Загрязнение воздуха, воды и почвы, изменение климата, несбалансированное питание, а также физический и эмоциональный стресс вносят значительный вклад в развитие этого состояния. Эти факторы усиливают продукцию реактивных форм кислорода (РФО), что приводит к повреждению клеточных ст.

Комплексное воздействие на эти факторы требует применения современных методов анализа, таких как геномные и протеомные исследования, для более глубокого понимания оксидативного стресса и разработки стратегий его коррекции. Инновационные методы, включающие использование диетических антиоксидантов, фармакологических агентов и пробиотиков, позволяют добиться эффективности в снижении уровня оксидативного стресса и улучшении здоровья животных. Комбинированные подходы, сочетающие различные методы коррекции, позволяют добиться наилучших результатов, учитывая особенности каждого животного.

Практическая направленность исследований оксидативного стресса у животных позволяет непосредственно применять полученные знания в ветеринарии, сельском хозяйстве и охране дикой природы. Разработка рекомендаций по соблюдению условий содержания, оптимизации рациона и использованию антиоксидантов, рекомендаций по обеспечению устойчивости к экологическим стрессорам животных и поддержанию их общего состояния здоровья.

Экотоксикологические аспекты оксидативного стресса увеличивают степень воздействия загрязнителей окружающей среды на здоровье животных. Эти исследования определяют показатель наиболее опасных загрязнителей и разрабатывают меры по их сокращению или устранению, что является ключевым элементом комплексного подхода к защите окружающей среды и здоровья животных.

Таким образом, изучение оксидативного стресса у животных и разработка эффективных методов его снижения требует интегративного подключения, объединяющего данные из различных областей знаний. Это позволяет создать целостную картину процессов, происходящих в ситуации с животными, и разработать устойчивые стратегии для обеспечения их здоровья и поведения. Комплексные усилия в этой области будут обеспечивать условия жизни животных и улучшение их адаптационных возможностей в условиях меняющейся окружающей среды.

Список литературы

1. Васильев В. Г. Фармакологическая характеристика резвератрола / Васильев В. Г., Новиков О. О., Кочкарев В.И. // Курский научно-практический вестник [«Человек и его здоровье»]. – 2007. – № 3. – С. 98–103.
2. Гюнтер С. В. Влияние инфракрасного и ультрафиолетового излучения на клетки тканей, иммобилизованных в пористо-проницаемой структуре никелида титана / Гюнтер С. В., Кокорев О. В., Дамбаев Г. Ц., Вотяков В. Ф. // Бюллетень сибирской медицины – 2012. – № 11 (4). – С. 26–31.
3. Жамасранова С. Д. Влияние характера питания на антиоксидантный статус организма обучающейся молодежи / Жамасранова С. Д., Чукаев С. А., Дымшеева Л. Д., Лебедева С. Н. // Наука в образовании сегодня. – 2019. – № 9 (1). – С. 226–248.
4. Остапчук П. С. Роль антиоксидантов и использование их в животноводстве и птицеводстве (обзор) / Остапчук П. С., Зубоченко Д. В., Кувяда Т. А. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – № 20 (2). – С. 103–117.
5. Теплая Г. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) / Теплая Г. А. // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – № 1 (23). – С. 182–192.
6. Меньщикова Е. Б. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты / Меньщикова Е. Б., Ланкин В. З., Зенков Н. К., Бондарь И. И., Круговых Н. Ф., Труфакин В. А. – М.: Слово, 2006. – 556 с.
7. Прохоренко И. О. Стресс и состояние иммунной системы в норме и патологии. Краткий обзор литературы. / Прохоренко И. О., Германова В. Н., Сергеев О. С. // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. – 2017. – № 1 (25). – С. 82–90.
8. Мухамедьярова Л. Г. Окислительный стресс и его коррекция у коров в условиях агроэкосистемы Южного Урала / Мухамедьярова Л. Г., Таирова А. Р. // Ученые записки Казанской государственной Академии ветеринарной медицины им. Н. Е. Баумана. – 2013. – № 6. – С. 302–308.
9. Шых Е. В. Возможности антиоксидантного потенциала альфа-липоевой кислоты в фармакотерапии дистальной симметричной полинейропатии / Шых Е. В., Махова А. А. // Фармакология и Фармакотерапия. – 2023. – № 2. – С. 12–18.
10. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. Том 2 / Нельсон Д., Коке М. – М.: Лаборатория знаний. – 2011. – 691 с.
11. Солвей Дж. Г. Наглядная медицинская биохимия. / Солвей Дж. Г. – М.: ТАП-Медиа. – 2011. – 136 с.
12. Петрушина М. В. Профилактика окислительного стресса у высокопродуктивных коров голштинской породы с использованием в кормлении хотинекционных цеолитов и летцитина / Петрушина М. В., Ярован Н. И. // Орловский аграрный вестник. – 2015. – № 3. – С. 126–131.
13. Поносов С. В. Диагностика окислительного стресса у импортного крупного рогатого скота / Поносов С. В. // Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 1. – С. 104–106.
14. Чмыхова А. Н. Экспериментальное обоснование применения дигидрокверцетина при распространенном перитоните / Чмыхова А. Н., Артющкова Е. Б. // Ветеринария. – 2017. – № 5. – С. 71–75.
15. Шапошников А. Б. Канцерогенез и окислительный стресс / Шапошников А. Б., Рядинская Л. А. // Кубанский научно-медицинский вестник. – 2010. – № 3. – С. 117–118.

INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON OXIDATIVE STRESS IN ANIMALS AND METHODS OF ITS CORRECTION

Adieva A. A.^{1,2}, Israpilova A. I.¹, Amirkhanova I. V.^{1,2}

¹*Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia*

²*Talent Development Center "Altair", Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia*

E-mail: adieva-m@mail.ru

Oxidative stress in animals results from an imbalance between free radical production and the body's antioxidant defences, which can lead to cell and tissue damage. Influence of environmental factors such as pollution, climate change, nutrition, physical and emotional stress plays a significant role in the development of oxidative stress. The present study reviews various environmental and physiological factors contributing to oxidative stress in animals and methods of its correction. The focus is on dietary antioxidants, pharmacological agents, improvement of housing conditions, physical activity and environmental enrichment, and use of probiotics and prebiotics. These approaches help to reduce oxidative stress and improve animal health and productivity.

Oxidative stress is a condition occurring in the animal body due to an imbalance between the production of reactive oxygen species (ROS) and antioxidant defences. Environmental factors play a key role in the induction of oxidative stress, which can lead to cell, tissue and organ damage and the development of various diseases. This paper reviews the main environmental stressors, their mechanisms of influence on animal organism and modern methods of oxidative stress correction.

The influence of environmental factors, such as air, water and soil pollution, as well as climate change and exposure to toxic substances, is considered in the context of their ability to cause oxidative stress. Environmental pollution by heavy metals, pesticides, and other toxicants can significantly increase AFC levels in animals. In addition, extreme climatic conditions such as heat or cold and changes in UV radiation levels also contribute to increase oxidative stress.

The focus is on the mechanism of action of AFCs, which damage lipids, proteins and DNA, leading to cellular dysfunction and death. An overview of studies showing how different animal species respond to oxidative stress, what biomarkers can be used to assess it, and how these responses may vary depending on the species and age of the animals, as well as their physiological state, is presented. Modern methods of oxidative stress correction include the use of antioxidants such as vitamins E and C, selenium and other biologically active substances that can neutralise AFCs and restore balance in the body. Prospects for the use of gene therapy and nanotechnology to better target the molecular mechanisms of oxidative stress are discussed. Particular attention is given to adaptive nutritional and stress management strategies that can increase the resilience of animals to unfavourable environmental conditions. Interdisciplinary approaches to the study of oxidative stress are reviewed, integrating knowledge from ecology, biochemistry, medicine and veterinary medicine. Successful practices and examples of implementation of oxidative stress correction methods in agriculture and conservation are analysed.

This review not only highlights current problems related to oxidative stress in animals, but also suggests ways to solve them, which is relevant and important for various spheres of science and practice.

Keywords: oxidative stress, environmental factors, pollution, nutrition, antioxidants, housing conditions, pharmacological agents, physical activity, probiotics, animal health.

References

1. Vasiliev V. G., Novikov O. O., Kochkarev V. I. Pharmacological characterization of resveratrol. *Kursk Scientific and Practical Bulletin [«Man and His Health»]*, **3**, 98 (2007).
2. Gunter S. V., Kokorev O. V., Dambaev G. Ts., Votyakov V. F. Influence of infrared and ultraviolet radiation on tissue cells immobilized in the porous-permeable structure of titanium nickelide. *Bulletin of Siberian medicine*, **11(4)**, 26 (2012).
3. Zhamasranova S. D., Chukaev S. A., Dymshcheva L. D., Lebedeva S. N. Influence of nutrition on the antioxidant status in educated youth. *Science in education today*, **9(1)**, 226 (2019).
4. Ostapchuk P. S., Zubochenko D. V., Kuevda T. A. Role of antioxidants and their use in livestock and poultry farming. *Agrarian science of the Euro-North-East*, **20(2)**, 103 (2019).
5. Teplaya G. A. Heavy metals as a factor of environmental pollution. *Astrakhan Bulletin of Environmental Education*, **1(23)**, 182 (2013).
6. Menshchikova E. B., Lankin V. Z., Zenkov N. K., Bondar I. I., Krugovykh N. F., Trufakin V. A. *Oxidative stress: pro-oxidants and antioxidants*, 556 (Moscow: Slovo, 2006).
7. Prokhorenko I. O., Germanova V. N., Sergeev O. S. Stress and the state of the immune system in norm and pathology. *Bulletin of the medical institute "Reaviz"*, **1(25)**, 82 (2017).
8. Mukhamediyarova L. G., Tairova A. R. Oxidative stress and its correction in cows under the conditions of the agro-ecosystem of the southern Urals. *Scientific notes of the Kazan state academy of veterinary medicine named after N. E. Bauman*, 302 (2013).
9. Shikh E. V., Makhova A. A. Opportunities of the antioxidant potential of α -lipoic acid in the pharmacotherapy of distal symmetrical polyneuropathy. *Pharmacology and pharmacotherapy*, **2**, 12 (2023).
10. Nelson D., Cox M. *Leninger. Principles of biochemistry* (Vol. 2). (Moscow: Laboratoriya znaniy, 2011).
11. Solvay J. G. *Illustrative medical biochemistry* (Moscow: TAP-media, 2011).
12. Petrushina M. V., Yarovan N. I. Prevention of oxidative stress in highly productive holstein cows using hotynets zeolites and lecithin in feed. *Oryol Agrarian Bulletin*, **3**, 126 (2015).
13. Ponomov S. V. Diagnostics of oxidative stress in imported livestock. *Perm Agrarian Journal*, **1**, 104 (2016).
14. Chmyhova A. N., Artjushkova E. B. Experimental justification for the use of dihydroquercetin with widespread peritonitis. *Veterinary*, **5**, 71 (2017).
15. Shaposhnikov A. B., Ryadinskaya L. A. Carcinogenesis and oxidative stress. *Kuban Scientific and Medical Journal*, **3**, 117 (2010).