

Список литературы:

1. Красильников В. В. Влияние хелатных микроудобрений на фитосанитарное состояние, урожайность и качество зерна яровой пшеницы Йолдыз / В. В. Красильников, М. А. Ложкин, О. В. Коробейникова // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. научно-практической. конференция.– г. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА , 2020. – Т. 1. – С. 45-49.

2. Макаренков Д. А. Основы создания средств комплексного управления развитием растений, обеспечивающих повышение производительности сельскохозяйственных культур / Д. А. Макаренков, А. Н. Глушко, Ю. А. Убаськина и др. // Спецвыпуск «Фотон-экспресс наука 2019», 2019. – С. – 68-69. – URL: <https://doi.org/10.24411/2308-6920-2019-16030> (Дата обращения: 23.11.2023).

3. Петухов Д. В. Применение аминокислот и их хелатных комплексов с микроэлементами в питании растений (обзор) / Д. В. Петухов, Е. С. Изместьев, А. В. Сазанов, М. А. Зайцев, и др. // Теоретическая и прикладная экология, 2022. – С. – 167-174. – URL: <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-1-167-174> EDN: TGQXRF (Дата обращения: 23.11.2023).

4. Чумаченко И. Н. Перспективы применения микроудобрений / И. Н. Чумаченко, В. А. Порошкин, Н. В. Войтович // Химия в сельском хозяйстве, 1995. – № 6. – С. – 22.

Сведения об авторах:

Балыков Данил Вениаминович – аспирант, Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкова, Россия, г. Кемерово.

Information about authors:

Balykov Danil Veniaminovich – Graduate student, Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Russia, Kemerovo.

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС В ТКАНЯХ ТОНКОГО КИШЕЧНИКА

Белоус Е. М.

Гомельский государственный медицинский университет,

OXIDATIVE STRESS IN THE TISSUES OF THE SMALL INTESTINE

Belous E. M.

Gomel State Medical University, Republic of Belarus, Gomel

Аннотация: Окислительный стресс – это патологическое состояние, возникающее при нарушении баланса между производством реактивных форм кислорода и способностью антиоксидантной системы нейтрализовать их. В данном обзоре рассматриваются основные причины, механизмы и последствия окислительного стресса в тонком кишечнике, а также современные подходы к его коррекции.

Ключевые слова: Окислительный стресс, тонкий кишечник, активные формы кислорода.

Abstract: Oxidative stress is a pathological condition that occurs when the balance between the production of reactive oxygen species and the ability of the antioxidant system to neutralize them is disrupted. This review examines the main causes, mechanisms and consequences of oxidative stress in the small intestine, as well as modern approaches to its correction.

Keywords: Oxidative stress, small intestine, reactive oxygen species.

Введение

Окислительный стресс развивается под воздействием множества внутренних и внешних факторов. В норме клеточное дыхание в митохондриях сопровождается образованием небольшого количества супероксид-аниона как побочного продукта метаболизма. Воспалительные процессы активируют иммунные клетки, которые запускают мощный оксидативный взрыв через NADPH-оксидазную систему. Токсические вещества, включая тяжелые металлы, пестициды и компоненты табачного дыма, непосредственно стимулируют генерацию свободных радикалов. Радиационное облучение

вызывает радиоллиз воды с образованием высокореакционных гидроксильных радикалов, способных повреждать все типы биомолекул [1, 3]. Ультрафиолетовое излучение через фотосенсибилизаторы приводит к образованию синглетного кислорода в кожных покровах. Состояние гипоксии-реперфузии сопровождается резкой активацией ксантинооксидазы и взрывным ростом продукции АФК. Нарушения в работе митохондриальной электрон-транспортной цепи вызывают утечку электронов и усиленное образование реактивных форм кислорода. Избыток свободного железа и меди катализирует реакцию Фентона, преобразуя относительно стабильную перекись водорода в крайне агрессивные гидроксильные радикалы. Хронический психологический стресс через повышение уровня кортизола опосредованно усиливает окислительные процессы в тканях. Возрастные изменения приводят к постепенному истощению антиоксидантных систем и накоплению окислительных повреждений.

Объекты и методы исследования

Анализ литературы по изучению окислительного стресса в тканях тонкого кишечника. Проанализированы и использованы источники литературы из библиографических баз данных PubMed и e.Library.

Результаты исследования и их обсуждение

Окислительный стресс представляет собой дисбаланс в организме, при котором количество образующихся свободных радикалов превышает возможности антиоксидантных систем по их обезвреживанию. Это состояние развивается, когда образование активных кислородных соединений (включая супероксид-анион, перекись водорода и гидроксильные радикалы) превосходит способность клеток к их нейтрализации с помощью ферментативных и неферментативных антиоксидантных механизмов.

Такой дисбаланс окислительно-восстановительных процессов может возникать как при избыточной продукции реактивных форм кислорода в результате различных патологических процессов, так и при снижении активности антиоксидантной защиты организма. Важно отметить, что в

отличие от физиологического уровня АФК, которые выполняют важные регуляторные функции, их избыточное накопление приводит к повреждению клеточных структур.

Реактивные формы кислорода (АФК) – это естественные побочные продукты клеточного метаболизма, включающие супероксид, перекись водорода и гидроксильный радикал. В норме АФК выполняют регуляторные функции, участвуя в сигнальных путях и иммунном ответе. Однако при их избыточном накоплении возникает окислительный стресс – состояние, когда антиоксидантные системы не справляются с нейтрализацией АФК. Основными причинами дисбаланса являются усиленное образование АФК (при воспалении, радиации, токсинах) и/или снижение активности антиоксидантной защиты. Избыток АФК повреждает липиды мембран (перекисное окисление), окисляет белки и вызывает разрывы ДНК, что ведет к нарушению функций клеток. В тонком кишечнике это особенно опасно, так как может провоцировать апоптоз энтероцитов и повышение проницаемости барьера. Хронический окислительный стресс, поддерживаемый АФК, связывают с развитием воспалительных заболеваний ЖКТ, фиброза и опухолевых процессов. Поэтому ключевым направлением терапии является восстановление баланса между АФК и антиоксидантами с помощью ферментных (SOD, каталаза) и неферментных (глутатион, витамины) систем защиты [4].

Тонкий кишечник особенно уязвим к окислительному повреждению из-за высокой метаболической активности энтероцитов, постоянного контакта с потенциально провоспалительными компонентами пищи, наличия кишечной микробиоты, способной модулировать окислительно-восстановительный баланс. В тонком кишечнике окислительный стресс особенно опасен, так как может разрушать эпителиальный барьер и вызывать синдром «дырявого кишечника». Хронический окислительный стресс способствует развитию воспалительных заболеваний кишечника, онкологических процессов и нарушений всасывания [2, 6]. Организм противодействует этому с помощью антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза, каталаза) и

низкомолекулярных антиоксидантов (глутатион, витамины С и Е). Коррекция окислительного стресса включает антиоксидантную терапию, пробиотики и специальные диеты с высоким содержанием полифенолов.

Растительные экстракты приобретают особую значимость в коррекции окислительного стресса тонкого кишечника благодаря их комплексному воздействию на ключевые патогенетические механизмы. Природные полифенолы и флавоноиды в составе экстрактов проявляют многокомпонентную активность, одновременно нейтрализуя свободные радикалы, и, активируя эндогенные антиоксидантные системы. Фитотерапевтические средства демонстрируют существенное преимущество перед синтетическими антиоксидантами благодаря их способности мягко модулировать окислительно-восстановительный баланс без резких колебаний. Особую ценность представляет способность растительных экстрактов защищать митохондрии энтероцитов – основные мишени окислительного повреждения в условиях кишечной патологии. Многочисленные исследования подтверждают эффективность фитопрепаратов не только в снижении маркеров окислительного стресса, но и в восстановлении барьерной функции кишечного эпителия. Важным аспектом является их способность одновременно воздействовать на несколько звеньев патологического процесса – уменьшать воспаление, улучшать микроциркуляцию и стимулировать репаративные процессы. Растительные экстракты проявляют выраженный пребиотический эффект, создавая благоприятные условия для роста полезной микрофлоры, что дополнительно снижает окислительный стресс. Низкая токсичность и хорошая переносимость фитопрепаратов позволяют рассматривать их как перспективные средства для длительной профилактики и терапии. Современные технологии стандартизации экстрактов обеспечивают воспроизводимый состав и предсказуемый терапевтический эффект, что особенно важно для клинического применения [5].

Заключение

Окислительный стресс возникает из-за дисбаланса между выработкой АФК и возможностями антиоксидантной системы. Он важную роль в развитии многих заболеваний, включая воспалительные, метаболические и возрастные

патологии. Своевременная диагностика и коррекция оксидативного стресса могут предотвратить повреждение клеток и тканей.

Список литературы:

1. Belous Ye. M. The effect of electromagnetic radiation on health // International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students "Problems of Fundamental Medicine", 19-20 December 2024. – Кемерово: КемГМУ, 2024. – С. 235-237.

2. Qianying Lu Radiation-Induced Intestinal Injury: Injury Mechanism and Potential Treatment Strategies / Qianying Lu [et al.] // Therapeutic Advances in Chronic Disease. – 2023. – № 11 (12). – P. 1011.

3. Белоус Е. М. Влияние электромагнитного облучения на здоровый образ жизни // Межрегиональная научно-практическая конференция Актуальные проблемы профилактической медицины, посвященная 150-летию со дня рождения академика Н. А. Семашко, 12 декабря 2024. – Кемерово: КемГМУ, 2024. – С. 247-250.

4. Белоус Е. М., Синьковская К. Д. Образование активных форм кислорода в клетках. Роль митохондрий // Актуальные проблемы общей и клинической биохимии. – 2024: сборник материалов республиканской научно-практической конференции, Гродно, 24 мая 2024 года. – Гродно: Гродненский государственный медицинский университет, 2024. – С. 129-136.

5. Перспективы применения растительных экстрактов для минимизации побочных эффектов после облучения / Е. М. Белоус, О. С. Логвинович, Н. С. Мышковец, А. В. Литвинчук, А. Н. Коваль, Л. Н. Алексейко // Актуальные проблемы химии и биохимии: сборник материалов республиканской научно-практической конференции с международным участием (Термез, 10 окт. 2024 г.): Матер. конф. – Термез, 2024. – С. 160-162.

6. Белоус Е. М. Энергетический метаболизм энтероцитов / Е. М. Белоус // Современные достижения химико-биологических наук в профилактической и клинической медицине: сборник научных трудов 5-й Международной конференции, посвященной 155-летию со дня рождения профессора Е. С. Лондона, Санкт-Петербург, 05-06 декабря 2024 года. – СПб.: Северо-Западный

государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова, 2024. – С. 152-155.

Сведения об авторе:

Белоус Екатерина Михайловна – преподаватель кафедры биологической химии, Гомельский государственный медицинский университет, Республика Беларусь, г. Гомель.

Information about author:

Belous Ekaterina Mikhailovna – Lecturer at the Department of Biological Chemistry, Gomel State Medical University, Republic of Belarus, Gomel.

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ОБЛУЧЕНИЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА
МИТОХОНДРИАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ В КЛЕТКАХ**

Белоус Е. М.

*Гомельский государственный медицинский университет,
Республика Беларусь, г. Гомель*

**ELECTROMAGNETIC RADIATION AND ITS EFFECT ON
MITOCHONDRIAL FUNCTIONS IN CELLS**

Belous E. M.

Gomel State Medical University, Republic of Belarus, Gomel

Аннотация: В статье поднимаются вопросы об электромагнитном облучении и его влияние на митохондриальные функции в клетках. Рассмотрены механизмы нарушения работы митохондрий, включая индукцию окислительного стресса, повреждение дыхательной цепи и изменение мембранного потенциала. Статья подчеркивает необходимость дальнейших исследований для разработки методов защиты митохондрий от электромагнитного воздействия.

Ключевые слова: Электромагнитные поля, излучение, митохондрии.

Abstract: The article raises questions about electromagnetic radiation and its effect on mitochondrial functions in cells. The mechanisms of mitochondrial dysfunction, including the induction of oxidative stress, damage to the respiratory chain, and changes in membrane potential, are considered. The article highlights the need for further research to develop methods to protect mitochondria from