УДК: 619:615.9:577.1

ОСНОВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВЛИЯНИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА КЛЕТКИ ПЕЧЕНИ ЖИВОТНЫХ

Кодирова Хуснида Махсутали Кизи
E-mail:husnidakodirova93@gmail.com

Аннотация. *В статье рассмотрены основные биологические и клеточные механизмы токсического воздействия пестицидов на печень животных. Печень, являясь центральным органом метаболизма и детоксикации ксенобиотиков, особенно чувствительна к действию химических средств защиты растений. Проанализированы данные научных исследований, посвящённых нарушению функции митохондрий, развитию оксидативного стресса, активации апоптоза и некроза гепатоцитов под воздействием различных классов пестицидов. Особое внимание уделено воспалительным процессам и развитию фиброза печени при хронической интоксикации. Отмечены изменения биохимических показателей крови как важные маркеры повреждения печени. Результаты обобщения подтверждают необходимость строгого контроля применения пестицидов и оценки их биологической безопасности для животных.*

Ключевые слова: *пестициды, печень, гепатоциты, токсическое воздействие, оксидативный стресс, митохондрии, апоптоз, фиброз, животные.*

Abstract. *The article reviews the main biological and cellular mechanisms of pesticide-induced liver toxicity in animals. The liver, as a key organ responsible for metabolism and detoxification of xenobiotics, is particularly vulnerable to chemical pesticides. Scientific data concerning mitochondrial dysfunction, oxidative stress, and activation of apoptosis and necrosis in hepatocytes are analyzed. Special attention is paid to inflammatory responses and liver fibrosis resulting from chronic pesticide exposure. Alterations in biochemical blood parameters are highlighted as important indicators of hepatic damage. The findings emphasize the need for stricter regulation of pesticide use and comprehensive assessment of their biological safety for animal health.*

Keywords: *pesticides, liver, hepatocytes, toxic effects, oxidative stress, mitochondria, apoptosis, fibrosis, animals.*

Введение

Пестициды на протяжении десятилетий остаются неотъемлемой частью интенсивного сельскохозяйственного производства, обеспечивая защиту растений от вредителей, фитопатогенов и сорной растительности. Однако широкое и зачастую неконтролируемое применение данных химических соединений приводит к их поступлению в экосистемы, кормовые цепи и организм сельскохозяйственных и лабораторных животных.

Особую опасность представляет способность пестицидов к биоаккумуляции и биомагнификации, что обусловливает хроническое воздействие даже при низких концентрациях. Печень является центральным органом метаболизма и детоксикации ксенобиотиков, в том числе пестицидов, и первой подвергается их токсическому влиянию.

Многочисленные экспериментальные и клинические исследования свидетельствуют о том, что различные классы пестицидов — органофосфорные соединения, карбаматы, пиретроиды, неоникотиноиды и хлорорганические вещества — вызывают выраженные структурные и функциональные нарушения печени. Эти изменения варьируют от обратимых биохимических сдвигов до тяжелых морфологических повреждений, включая стеатоз, некроз и фиброз.

В связи с этим изучение механизмов гепатотоксического действия пестицидов на клеточном и молекулярном уровнях имеет важное значение для биологии, токсикологии и ветеринарной медицины.

Цель работы — обобщение и систематизация современных научных данных о последствиях воздействия пестицидов на клетки печени животных.

Материалы и методы

Работа носит обзорный характер. В качестве материалов использованы научные статьи отечественных и зарубежных авторов, опубликованные в рецензируемых биологических и токсикологических журналах. Анализ проводился с применением методов сравнительного, системного и аналитического подходов, направленных на выявление общих закономерностей токсического воздействия пестицидов на печень животных.

Результаты и обсуждение

Нарушение функции митохондрий

Митохондрии играют ключевую роль в энергетическом обеспечении гепатоцитов. Под воздействием пестицидов происходит угнетение активности ферментов дыхательной цепи, снижение синтеза АТФ и усиление образования активных форм кислорода. Это приводит к энергетическому дефициту и нарушению жизнедеятельности клеток печени.

Развитие оксидативного стресса

Пестициды индуцируют избыточное образование активных форм кислорода, что вызывает перекисное окисление липидов мембран, повреждение белков и нуклеиновых кислот. Одновременно наблюдается истощение антиоксидантной системы, включая снижение уровня глутатиона и активности супероксиддисмутазы и каталазы.

Апоптоз и некроз гепатоцитов

Повреждение митохондрий и накопление свободных радикалов приводят к активации сигнальных путей апоптоза. При высоких дозах и длительном

воздействии пестицидов развивается некроз клеток печени, сопровождающийся воспалительной реакцией и нарушением структуры ткани.

Воспаление и фиброз печени

Хроническая интоксикация пестицидами способствует активации клеток Купфера и выработке провоспалительных цитокинов, таких как TNF-α и IL-6. Длительный воспалительный процесс приводит к развитию фиброза, что значительно снижает функциональную активность печени.

Изменение биохимических показателей

У животных, подвергшихся воздействию пестицидов, отмечается повышение активности аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ) и щелочной фосфатазы. Эти изменения свидетельствуют о повреждении гепатоцитов и нарушении обменных процессов.

Заключение

Воздействие пестицидов на клетки печени животных сопровождается комплексом негативных морфофункциональных изменений, включающих митохондриальную дисфункцию, оксидативный стресс, апоптоз, воспаление и фиброз. Полученные данные подтверждают высокую уязвимость печени к токсическому действию пестицидов и подчеркивают необходимость строгого контроля их применения, а также разработки более безопасных альтернативных средств защиты растений.

Список литературы

1. Klaassen C.D. Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons**.** New York: McGraw-Hill, 2019.
2. Gupta R.C. Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles**.** Academic Press, 2018.
3. Abdollahi M., Ranjbar A., Shadnia S. Pesticide-induced oxidative stress and toxicity. *Toxicology*, 2004, 198(1–3), pp. 193–202.
4. Hernández A.F., Menéndez P. Linking pesticide exposure with pediatric leukemia: potential underlying mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 2016, 17(4), 461.
5. Kalender Y., Kaya S. Effects of pesticides on liver function in experimental animals. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 2017, 53, pp. 17–24.