

попадает большое его количество, что сопровождается образованием большого числа активных форм кислорода и реактивных метаболитов, инактивируемых глутатионом [6].

Биологические функции глутатиона: защищает SH-группы ферментов и других белков от окисления; восстанавливает H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и другие пероксиды; связывает свободные радикалы; участвует в тиол-дисульфидном обмене и в обезвреживании чужеродных для организма соединений восстанавливает рибонуклеотиды в дезоксирибонуклеотиды; переносит аминокислоты через мембрану клеток; является кофактором ряда ферментов, например глиоксалазы и формальдегиддегидрогеназы [6].

Однако наиболее существенной функцией глутатиона является участие его в процессах детоксикации ксенобиотиков. Этот трипептид прямо или косвенно участвует в функционировании всех звеньев системы детоксикации.

Первая фаза детоксикации заключается во взаимодействии глутатиона и цитохрома P-450. Их взаимосвязь реализуется на уровне восстановленных эквивалентов НАДФН, необходимых как для глутатионредуктазы, так и для цитохрома P-450. Соответственно, важную роль в их взаимодействии будет играть перекисное окисление [6].

Глутатион устраняет избыток перекисных соединений при действии Se-зависимой или Se-независимой Глутатион-пероксидаз. Таким образом, осуществляется защита цитохрома P-450 от повреждающего действия активных форм кислорода и перекисных соединений [6].

Вторая фаза заключается в участии глутатиона в образовании конъюгантов ксенобиотиков. Эти реакции катализируются глутатион-S-трансферазами. Глутатион участвует в реакциях дегалогенизации, замещения лабильных нитрогрупп или сульфатов. Он взаимодействует с эпоксидами, веществами с ненасыщенными связями, с органическими фосфатами, тиоцианатами, поли- и гетероциклическими соединениями и т.д. [6].

Таким образом, в результате проделанной работы, можно сделать вывод о серьезности проблемы алкоголизма и значимости развития в понимании механизмов возникновения токсических нейропатий и способов их устранения.

Поскольку, проблема носит повсеместный характер, ученым стоит задуматься о проведении более глобальных исследований, нацеленных на предотвращение токсического влияния алкоголя, в частности этанола, на организм человека.

#### Список литературы

1. Алкогольная полинейропатия // Википедия. 2020.
2. Kera Y., Ohbora Y., Komura S. (1989). «Buthionine sulphoximine inhibition of glutathione biosynthesis enhances hepatic lipid peroxidation in rats during acute ethanol intoxication». *Alcohol Alcohol.* 24 (6): 519-24. PMID 2576368.
3. Скворцова Н.Н. Основы биохимии и молекулярной биологии. Часть 1. Химические компоненты клетки: Учебное пособие. СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2016. 154 с.
4. Mattin D., Willis S., Cline D. (1990) N-acetylcysteine in the treatment of human arsenic poisoning. *J. Amer. Board. Fam. Pract.*, 3: 293–296.18. Strużńska L., Chalimoniuk M., Sulkowski

ki G. The role of astroglia in Pb-exposed adult rat brain with respect to glutamate toxicity (англ.) // *Toxicology: journal.* 2005. September (vol. 212, no. 2-3). P. 185-194.

5. Tiriq M., Morais C., Sobki S., Al Sulaiman M., Al Khader A. (1999) N-acetylcysteine attenuates cyclosporin-induced nephrotoxicity in rats. *Nephrol. Dial. Transplant.*, 14(4): 923-929.

6. Смирнов Л.П., Суховская И.В. Роль глутатиона в функционировании систем антиоксидантной защиты и биотрансформации (обзор). *Ученые записки Петрозаводского государственного университета*, no. 6 (143), 2014, pp. 34. Manji H. *Toxic neuropathy. Curr Opin Neurol.* 2011 Oct;24(5):484-90. DOI: 10.1097/WCO.0b013e32834a94b6. PMID: 21897232.

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕДНО-ЦИНКОВОЙ КОЛЧЕДАННОЙ РУДЫ НА ОРГАНИЗМ ЛЯГУШЕК В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Самоходова Т.С., Каранинский Е.В.,  
Каюмова А.Ф., Зиякаева К.Р.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный  
медицинский университет», Уфа,  
e-mail: klazia@yandex.ru

Проблемы интенсивного промышленного использования природных ресурсов и загрязнения окружающей среды различными химическими элементами являются актуальными и требуют углубленного исследования процессов их воздействия на организм. Медно-цинковая колчеданная руда, проникая в организм людей различными путями, накапливается в нем и оказывает патологическое воздействие на различные органы и системы. Кровь является одним из ценных биоиндикаторов за счет разнообразия своих функций.

Интенсивное промышленное использование природных ресурсов обуславливает существенные изменения распределения различных химических элементов в воздухе, почве, питьевой воде. В связи с этим неблагоприятному воздействию антропогенного фактора подвергаются лица, занятые на производстве, а также проживающие в горнозаводских зонах. Проникая с воздухом, водой и пищей, тяжелые металлы в составе руды накапливаются в организме, нарушая функции различных органов и систем, изменяя его реактивность и снижая резистентность. Многообразие функций крови – одной из дифференцированных и реактивных тканей – поставило ее в ряд ценных биоиндикаторов [1].

Цель нашего исследования была оценка характера воздействия медно-цинковой колчеданной руды на организм лягушки.

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследования были патологические изменения кардиореспираторной системы и крови у лягушек (n = 40) массой 96,5 ± 21,5 граммов в результате воздействия медно-цинковой колчеданной руды. Предметом исследования являлась степень влияния руды на организм животных, изменения во внутренних органах (печень, сердце), а также характер связей между показателями, характеризующими состояние внешнего дыхания и периферической крови в динамике воздействия медно-цинковой колчеданной руды.

Таблица 1

Динамика кардиореспираторной системы организма лягушки под воздействием медно-цинковой колчеданной руды (Me, Q1-Q3)

	вес, г	ЧСС,	Относительная масса сердца, г	Относит масса печени, г	Эритроциты, $\times 10^6$ /мл	Лейкоциты, $\times 10^6$ /мл
контроль, 10 дней	107,0 [85,0-130,0]	60,0 [54,0-66,0]	0,3 [0,3-0,3]	2,9 [2,4-3,0]	0,31 [0,29-0,40]	0,18 [0,13-0,21]
опыт, 10 дней	115,0 [105,0-150,0]	57,0 [48,0-60,0]	0,4 [0,3-0,4], p = 0,0004	3,2 [3,0-3,5], p = 0,0373	0,22 [0,17-0,24], p = 0,0004	0,25 [0,24-0,30], p = 0,0022
контроль, 20 дней	101,5 [93,0-108,0]	59,5 [54,0-60,0]	0,2 [0,2-0,3]	2,9 [2,4-3,1]	0,34 [0,27-0,43]	0,22 [0,17-0,24]
опыт, 20 дней	114,0 [108,0-130,0], p = 0,0499	60,0 [48,0-60,0]	0,3 [0,3-0,4], p = 0,0113	3,6 [3,4-4,1], p = 0,0058	0,47 [0,42-0,49], p = 0,0056	0,29 [0,23-0,33], p = 0,0059

Примечание: p – достоверность отличий опытной группы по сравнению с контрольной группой.

Таблица 2

Анализ лейкоцитарной формулы крови лягушек под воздействием медно-цинковой колчеданной руды (%)

	лимфоциты	моноциты	юные нейтрофилы	палочко-ядерные нейтрофилы	сегментоядерные нейтрофилы	базофилы	эозинофилы
Контроль 1	68	4	3	2,5	5	2	8,5
Опыт, 10 дней	79*	1**	2*	2	6	2	4
Контроль 2	67	4	2	4	6	9,5	10
Опыт, 20 дней	84**	1**	0,5**	1**	2**	7	6**

Примечание: достоверность отличий опытной группы по сравнению с контрольной группой: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01.

Работа выполнена на 40 лягушках рода *Rana ridibunda* весом  $96,5 \pm 21,5$  г, выращенных в условиях искусственного разведения. Животные были разделены на 4 группы: 1-я (n = 10) – 10 дней воздействия руды, 2-я (n = 10) – 20 дней воздействия руды, 3-я (n = 10) и 4-я (n = 10) – контрольные группы. Параллельно с опытной группой велись исследования в контрольной группе. Образец руды предоставлен Учалинским горно-обогатительным комбинатом (г. Учалы). Компонентный анализ полученного образца руды выполнен методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) на атомно-абсорбционном спектрометре (Shimadzu AA 6200, Япония) и рентген-флуоресцентном спектрометре (Shimadzu EDX 800, Япония) в отделе аналитического контроля Государственного бюджетного учреждения Республики Башкортостан Управления государственного аналитического контроля (г. Уфа). Руду измельчали до порошкообразного состояния, добавляли в воду в количестве 2,85 г/л, что составляло 100 ПДК, исходя из предельно допустимых концентраций меди (1 мг/л), свинца (0,03 мг/л), мышьяка (0,05 мг/л) и кадмия (0,001 мг/л) в питьевой воде [2]. Лягушки контрольной группы находились в емкостях с водопроводной водой без руды. На 10-е и 20-е сутки воздействия медно-цинковой колчеданной

руды животные были взвешены. Перед умерщвлением животные были помещены в раствор эфира в соответствии с Правилами обращения с лабораторными животными. После декапитации у животных подсчитывали частоту сердечных сокращений, определяли относительную массу сердца и печени. Забор крови осуществляли в эритроцитарные и лейкоцитарные смесители, подсчет эритроцитов и лейкоцитов осуществляли в камере Горяева по стандартной методике. Были приготовлены мазки крови, которые окрашивали по методу Романовского-Гимза. Подсчет лейкоцитарной формулы осуществляли с помощью микроскопа Альтами Био 2 (Россия). Статистический анализ результатов исследования проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica10 (StatSoft), определяли медиану, верхний (Q1) и нижний (Q3) квартили. Значимость различий между группами оценивали с помощью непараметрического критерия для сравнения трёх и более независимых групп (критерий Краскела-Уоллиса), выбранный в силу отсутствия нормального распределения. При проверке статистических гипотез принимали критический уровень значимости p < 0,05.

Результаты исследования: на 10-е сутки эксперимента в опытной группе достоверно увеличились следующие показатели: в 1,3 раза – отно-

сительная масса сердца, в 1,1 раза – относительная масса печени и в 1,4 раза – количество лейкоцитов (таблица 1). Количество эритроцитов по сравнению с контролем уменьшилось в 1,4 раза. На 20-е сутки в опытной группе наблюдалось достоверное увеличение по сравнению с контролем следующих параметров: массы тела животных – в 1,1 раза, относительной массы сердца и печени – в 1,5 раза и 1,4 раза соответственно, количества лейкоцитов – в 1,3 раза и количества эритроцитов – в 1,4 раза.

Лейкоцитарная формула подопытных животных на 20-е сутки воздействия руды статистически значимо отличалась от контроля: в 1,5 раза увеличилось количество лимфоцитов, в 4,0 и 3,0 раза уменьшилось количество моноцитов и нейтрофилов соответственно (таблица 2).

**Выводы.** По результатам проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы, что характер выявленных изменений в организме лягушек, вызванных воздействием компонентов руды, позволяет говорить о токсическом влиянии на организм в целом:

1. Интоксикация медно-цинковой колчеданной рудой в размере 100ПДК по меди, кадмию, свинцу и мышьяку в воде привело к увеличению относительной массы сердца и печени, общего количества эритроцитов и лейкоцитов в периферической крови земноводных, что связано с гематоксическим действием колчеданной руды [3].

2. Увеличение общего количества эритроцитов и лимфоцитов в крови лягушек явилось компенсаторной реакцией организма на загрязнение воды токсическими компонентами (сви-

нец, кадмий, мышьяк) в составе медно-цинковой колчеданной руды.

3. Увеличение относительной массы печени у лягушек указывало на гепато-токсический эффект медно-цинковой колчеданной руды.

**Заключение.** Полученные результаты экспериментальных исследований подтверждают необходимость: постоянного контроля питьевых вод на наличие в них солей тяжелых металлов, а также постоянного контроля периферической крови у лиц, длительно контактирующих с медно-цинковой колчеданной рудой в производстве, а также у лиц, проживающих в горнозаводских зонах [4, 5].

#### Список литературы

1. Романова Е.Б., Шаповалова К.В., Рябинина Е.С. Лейкоцитарный состав крови и микроядра в эритроцитах амфибий загрязненных водных объектов Нижегородской области // Принципы экологии. 2018. № 2. С. 125–139. DOI: 10.15393/j1.art.2018.7682.
2. Каюмова А.Ф. Тупиневич Г.С., Зиякаева К.Р. Исследование влияния компонентов медно-цинковой колчеданной руды на количественные показатели клеток крови у лягушек в эксперименте // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды: материалы VII международной научно-практической конференции (Челябинск, 11-13 октября 2018 г.). 2018. С. 126-128.
3. Зиякаева К.Р., Каюмова А.Ф., Каюмов Ф.А., Фазлыяхметова М.Я. Гистоморфологические изменения в различных тканях у крыс при хронической интоксикации медно-цинковой колчеданной рудой // Казанский медицинский журнал. 2020. № 4. С. 524-529. DOI: 10.17816/KMJ2020-524.
4. Ziyakaeva K.R., Kayumova A.F. Changes in erythron of experimental rats under influence of pyrite ore. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. Biological Technologies in Agriculture: from Molecules to Ecosystems. 2020. vol. 421. no. 052026. P. 1-6. DOI: 10.1088/1755-1315/421/5/052026.
5. Зиякаева К.Р., Каюмова А.Ф. Токсическое действие медно-цинковой колчеданной руды на эритроцитоз в условиях хронического эксперимента // Сибирский научный медицинский журнал. 2020. Т. 40. № 6. С. 70-79.

### Ветеринарные науки

#### ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ЭХИНОКОККОЗЕ

Тарасова Т.Н. Файрушин Р.Н.

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа,  
e-mail: tarasova.tn6@yandex.ru

Качество продуктов убоя крупного рогатого скота при эхинококкозе изучено недостаточно. Поэтому мы проводили исследования с целью определения пищевой ценности и выявления изменений в физико-химических показателях мяса крупного рогатого скота, пораженного эхинококкозом. Материалом служило мясо, полученное от 10 здоровых и 10 зараженных эхинококками животных. Образцы мяса брали в период контрольных убоев из длиннейшей мышцы спины для определения химического состава и часть мышц (сгибателей и разгибателей) передних и задних конечностей для органолептических и физико-химических исследований.

Органолептические исследования для определения внешнего вида, цвета, запаха, консистенции, прозрачности и аромата бульона проводили согласно ГОСТ 7269-79, химический и микроскопический анализы мяса – по ГОСТ 23392-78.

Химический состав мяса (содержание воды, белка, жира, золы) определяли по общепринятым методикам, изложенным в методических указаниях ВНИИМП. Калорийность мяса установили расчетным путем на основании химического анализа. Белково – качественный показатель мяса установили отношением триптофана к оксипролину.

Физико-химические исследования включали определение pH мясной вытяжки, количества летучих жирных кислот, аминок-аммиачного азота, реакцию с сернокислрой медью, бензидиновую и формольную пробы.

При наружном осмотре мясо от здоровых и от зараженных эхинококкозом животных было темно-красного цвета, с плотными, равномерными прослойками жира. Жир имел мажущу-