

УДК 591.1.615.22:661.836:569.32

ДЕЙСТВИЕ ГИДРОКАРБОНАТА И ХЛОРИДА КАЛИЯ НА ОРГАНИЗМ КРЫС ПРИ ОТРАВЛЕНИИ ХЛОРИДОМ ЦЕЗИЯ

О.В. ЕРМИШЕВ, Н.Н. МЕЛЬНИКОВА

(Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины)

В статье представлены данные исследований относительно накопления цезия в мышцах, почках, сердце, печени и крови крыс, изменения гистологической структуры почек при действии хлорида цезия, а также коррекция содержания цезия в организме животных с использованием хлорида и гидрокарбоната калия. Результаты проведенных исследований показали достоверное снижение накопления цезия в органах и крови крыс, отравленных хлоридом цезия, при параллельном введении солей калия.

Ключевые слова: цезий, калий, почки, тяжелые металлы, накопление, отравление.

В настоящее время химическое загрязнение окружающей среды и проблема влияния опасных химических веществ на организм животных и человека остаются в центре внимания современной экологической науки.

Техногенные процессы, которые обуславливают формирование в ряде регионов качественно новых биогеохимических провинций, сопровождаются полиэлементной химизацией окружающей среды. Дефицит или избыток жизненно необходимых, а также накопление токсических химических элементов в организме животных и человека зависят от локальных биогеохимических циклов этих элементов. Вследствие дисбаланса биологически активных химических элементов в окружающей среде изменяется их содержание в растениях, кормах, организме животных, что приводит к снижению продуктивности, работоспособности и возникновению заболеваний у животных и человека [1, 2, 7, 15]. Известно, что тяжелые металлы, в т.ч. и цезий, характеризуются высокой токсичностью и биохимической активностью, что позволяет их отнести к экоцидным и биоцидным ксенобиотикам [11]. Кроме возможных острых и хронических интоксикаций ионами тяжелых металлов в производственных условиях, наиболее распространенным путем их поступления в компоненты экологических систем и в конечном счете в организм животных и человека остаются промышленные выбросы в водоемы и их накопление в поверхностных и грунтовых водах. Особенно часто поражение опасными токсикантами происходит в результате химических аварий и катастроф, что требует использование не только средств профилактической защиты, специфических антидотов, но и широкого спектра средств

лекарственной терапии [2, 11, 13]. Вызывает интерес использование не дорогих и доступных средств для коррекции токсического влияния пестицидов, тяжелых металлов и других ксенобиотиков, которые отрицательно влияют на окружающую среду, а стало быть, и организм.

Токсическое действие ксенобиотиков на живые системы, в т.ч. и цезия, определяется их способностью нарушать ход фундаментальных биохимических процессов [7, 10, 12]. В последнее время цезий активно накапливается в окружающей среде, особенно после аварии на Чернобыльской АЭС, и является наименее изученным среди многочисленного количества тяжелых металлов [19, 22, 24]. Известно, что 99% цезия в организм животных и человека поступает через органы пищеварения. Цезий быстро и практически полностью всасывается из желудочно-кишечного тракта в кровь. Характер распределения цезия в организме животных и человека не зависит от вида животных и пути проникновения металла. Он сравнительно равномерно распределяется в органах и тканях, в отличие от других тяжелых металлов не накапливается в костной ткани, имея способность к быстрой элиминации из нее [4, 6, 14, 18, 20]. Почки имеют достаточно сложную структурную организацию и являются жизненно важным органом гомеостаза, который обеспечивает необходимую устойчивость к воздействиям внешней среды. Тяжелые металлы системно действуют на организм, но почки как главный экскреторный орган являются наиболее уязвимыми, через них выводится с мочой этот металл из организма (около 90% цезия, который поступил в организм) [4]. Установлено, что цезий будучи химическим аналогом калия обладает способностью вытеснять его из клеток органов и тканей, но при этом он не способен заменить калий в биохимических процессах, происходящих в клетке. О действии цезия на организм можно судить по некоторым физиологическим процессам [3,23]. Токсический эффект цезия на организм человека и животных сопровождается стойкой гипокалиемией клеток, нарушением электропроводности тканей, водно-солевого обмена и биохимических реакций, в которых принимает участие калий. Наличие гипокалиемии и ацидоза, наблюдаемых при отравлении цезием, указывает на значительный недостаток калия в организме [9, 16, 17,21]. Изучение вопроса влияния солей калия на накопление цезия позволяет установить механизмы возникновения патологических состояний в организме и позволяет предотвратить поступление его в организм животных и тем самым снизить уровень загрязненности им сельскохозяйственной продукции. В этой связи актуальным является использование препаратов калия для профилактики и уменьшения накопления цезия в организме животных и человека [17, 21, 24].

Целью исследований было изучение накопления цезия в мышцах, почках, сердце, печени и крови крыс, отравленных хлоридом цезия, а также влияние солей калия на содержание цезия в организме отравленных крыс.

Материалы и методы

Для исследований использовали белых беспородных крыс, массой тела 180—200 г. Отравление крыс проводили путем ежедневного приема внутрь 1,6%-го водного раствора цезия хлорида, производитель фирма «Jinan Great Chemical Industry Co., Ltd.», КНР в дозе 7,5 мг/100 г массы тела животного, что составляет 1/20 ЛД₅₀, введением 12%-го водного раствора гидрокарбоната калия в дозе 0,57 г/кг массы тела животного и введением 8,4%-го водного раствора хлорида калия в дозе 0,42 г/кг массы тела животного. Интактным животным перорально вводили соответствующее

количество 0,9% хлорида натрия. Опыт проводили по схеме: группа 1 — интактные крысы; 2 — крысы, отравленные хлоридом цезия; 3 — крысы, отравленные хлоридом цезия с параллельным оральным введением хлорида калия; группа 4 — крысы, отравленные хлоридом цезия, с параллельным оральным введением гидрокарбоната калия. Концентрацию цезия в мышцах, почках, сердце, печени и крови определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре Optima 2100 DV (США) [5]. В каждой группе было по 8 животных. Опыт длился 24 дня в трех повторностях. Эксперимент проводили в соответствии с конвенцией Совета Европы о защите позвоночных животных, используемых в научных целях. Для гистологического исследования материал отбирали у животных всех групп под эфирным наркозом. Материал фиксировали в течение 2-3 недель в 10%-м растворе нейтрального формалина с трехкратной сменой фиксатора, обезживали в спиртах возрастающей концентрации, после чего заливали в парафиновые блоки. Срезы толщиной 5-6 мкм, окрашенные гематоксилин-эозином, исследовали в светооптическом микроскопе Granium R-60 люкс [8]. Изменения считали достоверными при $p < 0,05$. Результаты исследований обработаны общепринятыми методами вариационной статистики с помощью компьютерной программы MS Excel с определением χ^2 -критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований показали, что на 24-е сутки опыта содержание цезия значительно увеличивалось во всех исследуемых органах и тканях. Установлено, что в скелетных мышцах крыс, отравленных хлоридом цезия, содержание цезия достоверно увеличилось в 695 раз, почках — в 383, сердце — в 215, печени — в 30, крови — в 8 раз соответственно по сравнению с интактными животными (рис. 1).

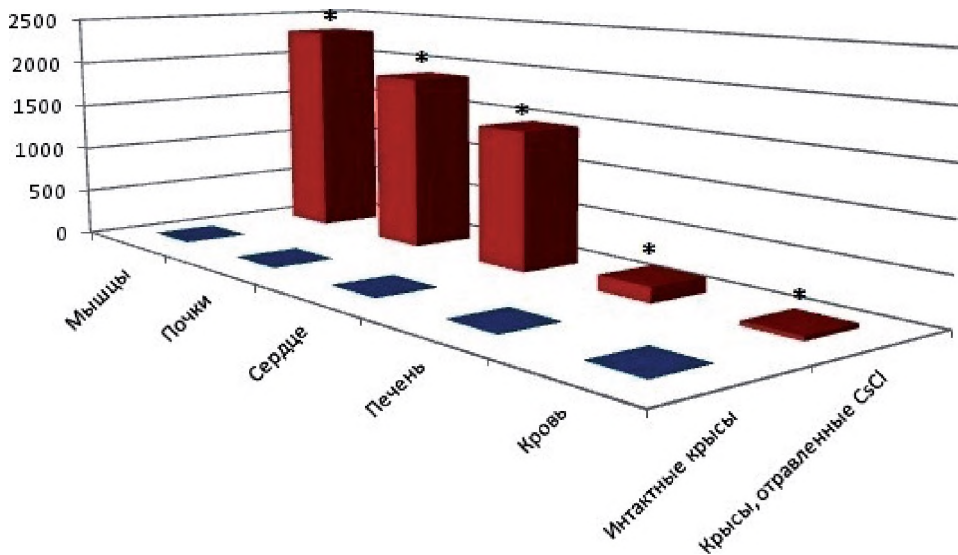


Рис. 1. Содержание цезия в органах и крови крыс, отравленных хлоридом цезия, мкг/г ($M \pm t$, $n=8$); * $p < 0,05$ в сравнении с интактными крысами

Анализируя данные рис. 1, можно констатировать, что наибольшее накопление цезия происходит в скелетных мышцах, почках и в сердце, что можно объяснить высокой тропностью этих органов по отношению к калию, который при отравлении хлоридом цезия, вероятно, замещается на цезий.

В то же время установлено, что при отравлении крыс хлоридом цезия с параллельным оральным введением хлорида калия, содержание цезия достоверно уменьшается в скелетных мышцах на 26,3%, почках — 26,4%, сердце — 13,1%, печени — 91,7% и в крови — на 23,2% соответственно по сравнению с отравленными животными, не получавшими хлорид калия. Установлено также, что при отравлении крыс хлоридом цезия с параллельным введением гидрокарбоната калия накопление цезия на 24-е сут. происходило следующим образом: в скелетных мышцах крыс содержание цезия достоверно уменьшилось на 33,2%, почках — 3,7%, сердце — 9,2%, печени — 83,6% и в крови — на 5,4% соответственно по сравнению с отравленными животными, не получавшими гидрокарбонат калия (рис. 2).

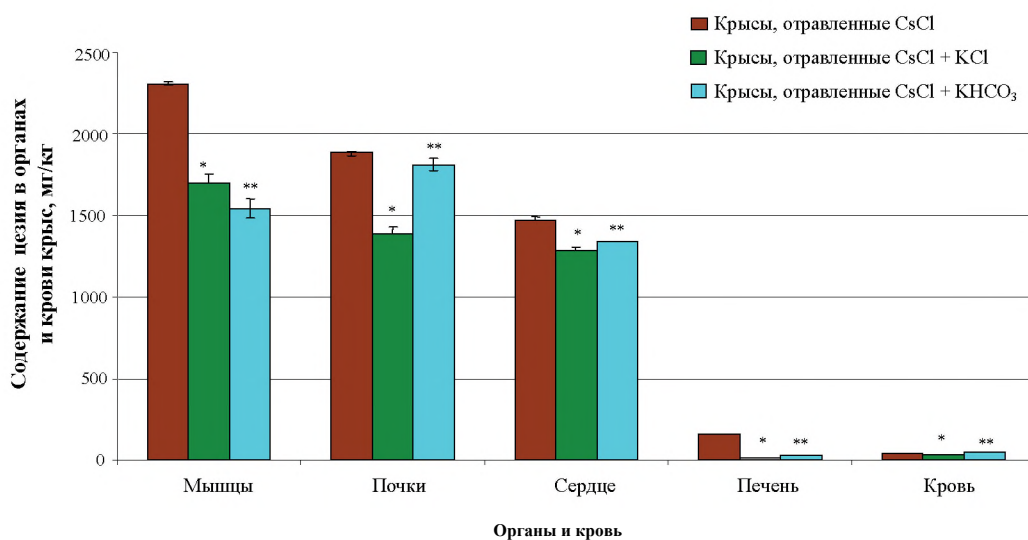


Рис. 2. Содержание цезия в органах и крови крыс, отравленных хлоридом цезия, с параллельным введением хлорида калия и гидрокарбоната калия, мкг/г, ($M \pm t$, $n=8$); * $p < 0,05$; ** $p < 0,05$ в сравнении с отравленными крысами

Таким образом, результаты этих исследований показывают корректирующее действие солей калия на организм крыс, отравленных хлоридом цезия. При этом выявляются значительные отличия при действии солей калия на разные органы и кровь. Так, при использовании хлорида калия достоверно снижается накопление цезия в почках и крови отравленных крыс по сравнению с использованием гидрокарбоната калия на 26,4% и 23,2, а также 3,7 и 5,4%, соответственно.

Токсическое действие цезия, выявленное нами, сопровождается появлением необратимых морфологических изменений в пораженных почках отравленных крыс. Гистологическое исследование почек крыс, отравленных хлоридом цезия, на 24-е сут.

опыта выявило, что цезий влияет на тубулярный, гломерулярный аппарат нефронов, а также на интерстициальную ткань почек крыс. Изменения носят диффузный характер. В гломерулярном аппарате спадаются капиллярные петли сосудистых клубочков некоторых нефронов и расширяются просветы между листками почечных капсул. В тубулярном аппарате происходят дистрофические изменения эпителия нефронов. В интерстициальной ткани видна лимфоидная инфильтрация, отек, нарушение лимфодренажа и кровообращения в сосудах микроциркуляторного русла. Выявленные структурные изменения в почках подопытных крыс указывают на высокую нефротоксичность цезия (рис. 3).

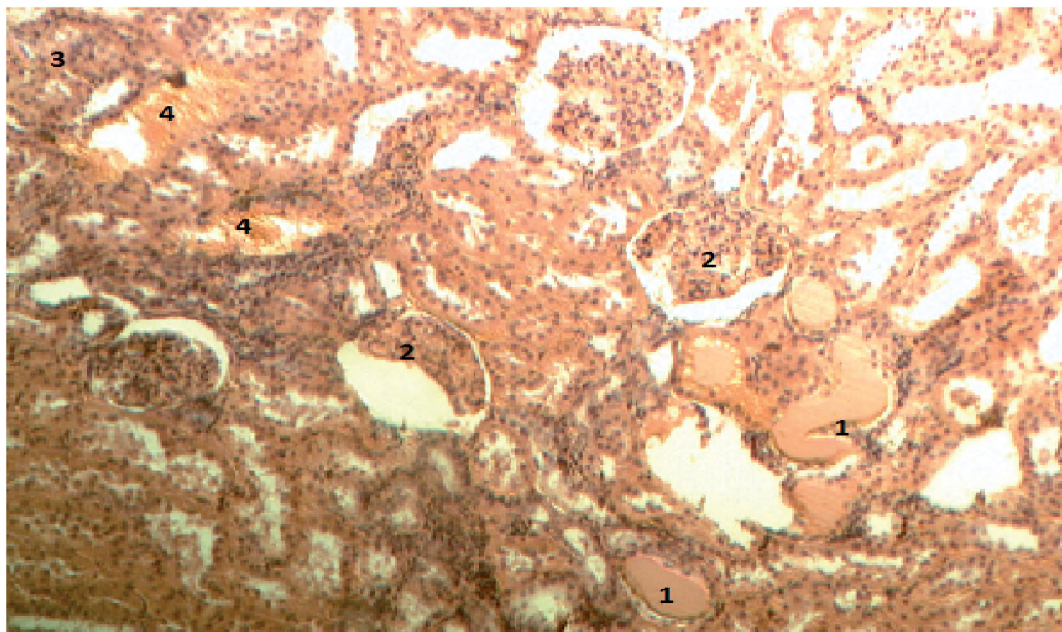


Рис. 3. Почки крыс на 24-й день отравления хлоридом цезия: 1 — расширенные канальцы почек; 2 — расширенная капсула Шумлянско-Боумена; 3 — капсула Шумлянско-Боумена в норме; 4 — периваскулярные кровоизлияния. Окраска гематоксилин-эозином. Увеличение $\times 100$

Вывод

При отравлении крыс хлоридом цезия последний интенсивно накапливается в исследуемых органах и крови. Обнаруженные структурные изменения в почках подопытных крыс указывают на нефротоксичность цезия, в следствие чего может развиваться начальная стадия индуцированного тубуло-интерстициального нефрита. Использование солей калия при отравлении крыс хлоридом цезия достоверно снижает накопление цезия во всех исследуемых органах и крови. Однако при использовании хлорида калия в сравнении с гидрокарбонатом калия более эффективно снижается содержание цезия в почках и крови животных, отравленных хлоридом цезия.

Таким образом, можно утверждать о корригирующем влиянии солей калия на содержание цезия в организме животных, что позволяет снизить уровень загрязненности им сельскохозяйственной продукции. В этой связи использование препаратов калия для коррекции содержания цезия в организме животных является актуальным и своевременным, учитывая все возрастающую экологическую нагрузку на организм.

Библиографический список

1. *Лвцин Л.П., Жаворонков А.А., Риги Н.А., Строчкова Л.С.* Микроэлементезы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.
2. *Бокова Т.П.* Эколого-технологические аспекты поведения тяжелых металлов в системе почва — растение — животное — продукт питания человека / РАСХН; Сиб. отделение ГНУ СибНИПТИП. Новосибирск, 2004. 206 с.
3. *Брук М.М.* К механизму действия соединений стабильного изотопа цезия на аппарат кровообращения в эксперименте // Сб. науч. тр. Харьковского медицинского института. Харьков, 1969. Вып. 87. С. 106-113.
4. *Власик Л.І.* Особливості змін функціонального стану нирок старих щурів при дії цезію йодиду / Л. І. Власик // Современные проблемы токсикологии. 1999. № 1. С. 15-18.
5. *Демченко В.Ф., Андрусихина І.М., Лампека О.Г., Голуб І.М.* Атомно-абсорбційні методи визначення макро- та мікроелементів у біологічних середовищах при порушенні їх обміну в організмі людини. Киев: ВД «Авіцена», 2010. 60 с.
6. *Дричко В.Ф.* Дискриминация щелочных элементов разными тканями крыс при нормальном и повышенном содержании цезия в рационе: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л, 1972. 17 с.
7. *Колесников В.А.* Воздействие тяжелых металлов на биохимические реакции // Вестник Красноярского ГАУ 2009. С. 106-111.
8. *Коржеевский Д.Э., Гиляров А.В.* Основы гистологической техники. СПб.: СпецЛит, 2010. 95 с.
9. *Мельникова Н.М., Сремиев О.В.* Біохімічні показники крові та гістологічна структура серця щурів за да цезпо хлориду // Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія. 2012. №2(58). С. 12-15.
10. *Мельникова Н.М., Кніх Л.В., Сремиев О.В.* Еритро- і лейкопоез крові щурів за дії CsCl // Український біохімічний журнал. 2010. № 4. Т. 82 (додаток 2). 281 с.
11. *Трахтенберг П.М., Колесников В.С., Луковенко В.П.* Тяжелые металлы во внешней среде. Современные генетические и токсикологические аспекты. Минск: «Навука і техника», 1999. 285 с.
12. *Avery S.* Caesium accumulation by microorganisms: uptake mechanisms, cation competition, compartmentalization and toxicity // J. Bacteriol. 1989. № 171(4). P. 2219-2221.
13. *Bandazhevsky Yu.I.* Radioactive caesium and heart (pathophysiological aspects). Minsk: «Belrad», 2001. 59 p.
14. *Bossemever D., Schlosser A., Bakker E.* Specific cesium transport via the Escherichia coli Kup (TrkD) K⁺ uptake system // J. Mol. Biol. 2002. № 315(3). P. 409-119.
15. *Csuros M., Csuros C.* Environmental sampling and analysis for metals. CRC Press, 2002. 355 p.
16. *Fujita M, Iwamoto J., Kondo M.* Comparative metabolism of cesium and potassium in mammals interspecies correlation between body weight and equilibrium level // Health Physics. 1966. № 12 (9). P. 1237-1247.
17. *Guerin M, Wallon G.* The reversible replacement of internal potassium by caesium in isolated turtle heart // J. Physiol. 1979. № 293. P. 525-537.
18. *Perkins J., Gadd G.M.* The influence of pH and external H⁺ concentration on caesium toxicity and accumulation in Escherichia coli and Bacillus subtilis // Journal of Industrial Microbiology. 1995. Vol. 14. Iss. 3-4. P. 218-225.

19. *Finder J.E., Hinton T.G., Whicker F.W., Smith J.T.* Cesium accumulation by fish following acute input to lakes: a comparison of experimental and Chernobyl-impacted systems // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2009. Vol. 100. № 6. P. 456-467.
20. *Pinsky C., Bose R., Taylor J.R., McKee Jasper S.C., Lapointe C., Birchall J.* Cesium in mammals: Acute toxicity, organ changes and tissue accumulation // *Journal of Environmental Science and Health. Part A: Environmental Science and Engineering*. 1981. Vol. 16. Iss. 5. P. 549-67.
21. *Reiman Arnold S.* The physiological behavior of rubidium and cesium in relation to that of potassium // *J. Biol. Med.* 1956. 29. № 3. P. 248-262.
22. *Sato I., Matsusaka N., Tsuda S.* Relationship between Turnover of cesium — 137 and dietary potassium content in potassium — restricted mice // *Radiation Research*. 1997. Vol. 148. № 1. P. 98-100.
23. *Schafingen Van, Vandercammen E.* Mechanism of the stimulatory effect of a potassium-rich medium on the phosphorylation of glucose in isolated rat hepatocytes // *Eur. J. Biochem.* 1992. №204(1). P. 363-369.
24. *Wasserman R.H., Comar C.I.* The influence of dietary potassium on the retention of chronically ingested cesium-137 in the rat // *Radiation Research*. 1961. Vol. 15. № 1. P. 70-77.

THE EFFECT OF POTASSIUM HYDROCARBONATE AND CHLORIDE ON THE ORGANISM OF RATS POISONED BY CESIUM CHLORIDE

O.V. YERMISHEV, N.N. MELNIKOVA

(National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine)

The article shows the results of the investigations concerning accumulation of cesium in muscles, kidneys, heart, liver and blood of rats, changes in histological structure of kidneys during the activity of cesium chloride, also correction of the content of cesium in organisms of animals while using potassium chloride and hydrocarbonate. The results of the conducted investigations showed the significant reduction of cesium accumulation in organs and in blood of rats poisoned by cesium chloride due to the simultaneous insertion of potassium salts.

Key words: cesium, potassium, kidneys, heavy metals, accumulation, poisoning.

Мельникова Неля Николаевна — к. б. н., проф. кафедры биохимии с.-х. животных, качества и безопасности сельскохозяйственной продукции Национального университета биоресурсов и природопользования Украины (03041, г. Киев, ул. Героев Обороны, 15; тел.: 380 (044) 527-82-52; e-mail: kiev.vgorode.ua).

Ермишев Олег Вячеславович — соискатель кафедры биохимии с.-х. животных, качества и безопасности сельскохозяйственной продукции Национального университета биоресурсов и природопользования Украины. E-mail: iennishev@i.ua.