

Biological sciences**Биологические науки**

UDC 577.151:54-38

**Study of Body Adaptation Reactions in Rats' Organs and Tissues
in Terms of Chronic Lead Intoxication**¹Halina P. Andreyko²Olena O. Konovalova³Olena O. Gladka¹⁻³V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

61022, Kharkiv, Svobody Sq. 4

¹Lecturer

E-mail: andhalina@rambler.ru

²PhD (Biology)

E-mail: olena.oleg.kon@Gmail.com

³Junior researcher

E-mail: hladkajah@mail.ru

Abstract. The redistribution of chemical elements in organs and tissues of Wistar rats-males is studied on the model of chronic intoxication with small doses of lead. It has been shown that the maximal accumulation of the entered metal is registered in a spleen, buds and bones. Thus more expressive changes of balance are observed at elementoorganic level in a liver, heart and brain.

Keywords: chronic intoxication; lead; macronutrients; microelements; mineral exchange.

Введение. В современном мире одним из основных путей комплексного подхода к проблемам сохранения здоровья населения является рассмотрение адаптации человека к среде его обитания. На живой организм оказывает воздействие множество факторов, среди которых одно из первых мест занимают тяжелые металлы.

Свинец как глобальный загрязнитель окружающей среды и классический промышленный яд продолжает и сейчас оставаться в центре внимания специалистов широкого профиля, поскольку занимает по уровню мирового производства четвертое место после алюминия, меди и цинка [1]. Он относится к веществам первого класса опасности, и поэтому его содержание в продуктах питания, питьевой воде, атмосферном воздухе и т.д. жестко нормируется. На основании результатов анализа содержания металлов в почве, питьевой воде и продуктах питания установлено, что в Харьковской области превалирует антропогенная нагрузка окружающей среды ионами свинца [2–4].

Поступление в живые организмы ионов свинца приводит к дисбалансу микроэлементов, напряжению механизмов физиологической и биохимической адаптации, адаптивным изменениям ферментативных систем [5]. Изучение реакции организма в условиях воздействия низких концентраций свинца формирует представление о функциональной лабильности и особенностях функционирования, а также о процессах превращения, приводящих к нарушениям механизмов биохимической адаптации. Мы предположили, что серьезные изменения баланса химических элементов при введении малых доз свинца, в первую очередь, отображаются на элементном составе органов и тканей.

Целью работы было изучение распределения основных макро- и микроэлементов в органах и тканях при хронической интоксикации крыс малыми дозами свинца. Одной из задач было определение уровня накопления введенного металла в исследуемых образцах.

Материалы и методы. В работе использовали крыс-самцов линии Wistar, возрастом 3 месяца, массой 180–210 г, которые находились на стандартном рационе вивария Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. По данным ветеринарного осмотра животные были здоровы. Экспериментальные исследования проводились в зимне-

весенний период (февраль-апрель), воздействие осуществлялось в одно и то же время – 9–10 часов утра. Все процедуры выполняли с соблюдением биоэтических принципов работы с лабораторными животными согласно Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным. Отобранных крыс разделили на две группы: первая – интактная (контрольная); второй группе через день 5-кратно внутримышечно вводили раствор соли свинца ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \times 3\text{H}_2\text{O}$) с эквивалентным количеством свинца 62,5 мг/кг. Эта доза соответствует половине дозы, вызывающей анемию животных [6]. На 10-й день под легким эфирным наркозом животных декапитировали. Выделенные органы и ткани замораживали при температуре $-20\text{ }^\circ\text{C}$. Для исследования элементного состава отобранных образцов предварительную пробоподготовку проводили методом сухого озоления с дальнейшим растворением остатка в смеси концентрированной азотной и 10 % трихлоруксусной кислот [7]. Полученные пробы анализировали атомно-абсорбционным методом на приборе С-115М1 («Selmi» Сумы). Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью программы SPSS 15.0 "for Windows" и Microsoft Office Excel 2003. Статистика сравнения проводилась по критериям Стьюдента и Вилкоксона–Манна–Уитни.

Результаты и обсуждение. Характер распределения свинца и степень его накопления зависят от сродства к различным структурам и биохимическим компонентам тканей и органов, прочности образованных комплексов и скорости элиминации [8]. На основании проведенного анализа концентрации в исследуемых органах и тканях крыс нами был проведен расчет доли накопления введенного свинца в грамме ткани отобранных образцов. Максимальное накопление металла на десятый день эксперимента отмечается в селезенке ($2,17 \times 10^{-6}$), минимальное накопление в левой и правой половине мозга ($2,8 \times 10^{-8}$ и $1,8 \times 10^{-8}$ соответственно).

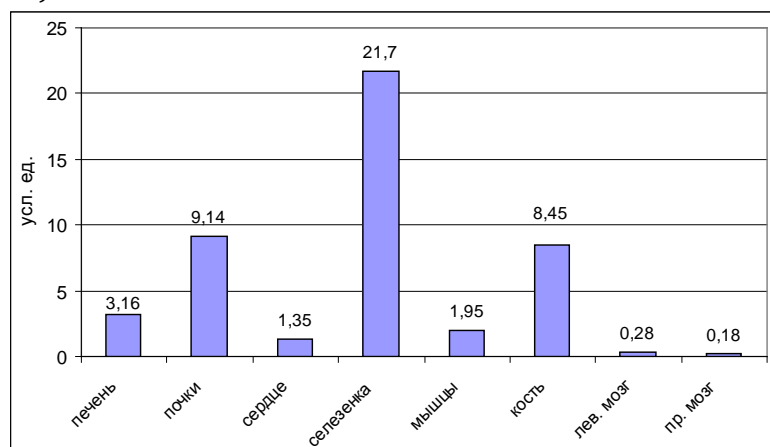


Рис. 1. Накопление введенного свинца в органах и тканях подопытных животных (массовая доля / грамм ткани $\times 10^{-7}$)

Исходя из того, что разброс накопления вводимого токсиканта составляет около двух порядков, можно предположить его влияние на распределение исследуемых элементов в организме.

Результаты анализа содержания свинца выявили повышение его концентраций практически во всех отобранных образцах (табл. 1), статистически достоверное расхождение отмечается в печени, почках, костях и левой половине мозга ($p < 0,01$). Следует заметить, что в левой половине мозга изменение концентрации на 83,9 % произошло при очень низкой степени накопления введенного свинца, что подтверждает избирательное токсическое действие малых доз свинца на нервную систему. На фоне свинцовой интоксикации установлено снижение концентрации кадмия в сердечной мышце в 3,8 раза (табл. 1). Известно, что кадмий повышает критический уровень деполяризации мембран нервных клеток [9]. Обнаружение Cd в левой половине мозга и увеличение его содержания в правой (в 1,77 раза), вероятно, может быть одной из причин нейротоксического эффекта, наблюдаемого при нагрузке свинцом.

Таблица 1.

**Содержание токсических элементов в органах и тканях
экспериментальных крыс (n = 9)**

орган/ткань	Свинец, мкг/г		Кадмий, мкг/г	
	контр. группа	эксп. группа	контр. группа	эксп. группа
Печень	1,7 ± 0,20	20,47 ± 2,44*	0,30 ± 0,012	0,33 ± 0,017
Почки	1,64 ± 0,10	56,47 ± 6,8*	0,22 ± 0,04	0,35 ± 0,014
Сердце	3,29 ± 0,24	9,52 ± 1,73	1,07 ± 0,16	0,30 ± 0,012**
Селезенка	2,62 ± 0,25	133,71 ± 27,2	0,88 ± 0,11	0,81 ± 0,11
Мышцы	1,81 ± 0,22	12,9 ± 2,71	0,51 ± 0,07	0,53 ± 0,024
Кость	4,14 ± 0,45	55,83 ± 8,37**	1,81 ± 0,22	1,77 ± 0,25
Мозг лев. половина	2,12 ± 0,39	3,9 ± 0,51*	след. кол-ва	0,04 ± 0,002
Мозг пр. половина	2,57 ± 0,11	3,97 ± 0,89	0,13 ± 0,007	0,23 ± 0,010

Примечание: * – статистически значимое расхождение t-критерия Стьюдента на уровне $p \leq 0,05$

** – статистически значимое расхождение t-критерия Стьюдента на уровне $p \leq 0,01$

Рассматривая показатели содержания макроэлементов в органах и тканях (табл. 2) отметим, что статистически достоверное повышение концентрации кальция наблюдается только в печени крыс экспериментальной группы. В почках и селезенке, напротив, происходит снижение уровня Ca на 29,5 %, 29 % соответственно, что, по-видимому, связано с высокой долей накопления введенного свинца в этих органах и известными конкурентными взаимоотношениями в паре Ca–Pb.

Таблица 2.

**Содержание макроэлементов в органах и тканях крыс с нагрузкой ацетатом
свинца (n = 9)**

орган/ткань	Кальций, мкг/г		Магний, мкг/г	
	контр. группа	эксп. группа	контр. группа	эксп. группа
Печень	3,46 ± 0,25	5,42 ± 0,4**	77,43 ± 1,46	154,79 ± 21,00**
Почки	3,38 ± 0,3	2,61 ± 0,29	65,89 ± 3,52	165,79 ± 13,61**
Сердце	6,64 ± 1,33	6,41 ± 0,54	331,29 ± 5,65	91,49 ± 6,27**
Селезенка	5,99 ± 0,54	4,31 ± 0,61	144,8 ± 2,12	101,24 ± 20,16
Мышцы	4,08 ± 0,69	7,16 ± 1,44	53,23 ± 1,71	48,63 ± 2,71*
Кость	2294 ± 230	3470,7 ± 682,9	544,03 ± 12,14	637,54 ± 23,76
Мозг лев. половина	8,43 ± 1,82	9,24 ± 1,21	54,63 ± 1,82	95,21 ± 10,97*
Мозг пр. половина	4,66 ± 0,42	5,39 ± 0,44	72,88 ± 1,65	82,7 ± 5,77

Примечание: * – статистически значимое расхождение t-критерия Стьюдента на уровне $p \leq 0,05$

** – статистически значимое расхождение t-критерия Стьюдента на уровне $p \leq 0,01$

Более выражено влияние свинца на содержание магния в отобранных образцах. Достоверное повышение концентрации Mg определяется в печени и почках в 2 и 2,6 раза соответственно. Увеличение содержания магния в левой половине мозга 74,3 % и правой – на 13,4 %, предположительно объясняется свойством магния тормозить развитие процессов возбуждения в центральной нервной системе и снижать чувствительность организма к внешним раздражителям, выполняя функцию естественного антистрессового фактора [10]. Одновременное статистически значимое падение содержания этого элемента в сердце и мышцах, вероятно, связано с усиленным выведением его почками. С другой стороны, в этих тканях интоксикация свинцом, возможно, привела к адаптивному снижению интенсивности метаболических процессов, проходящих с участием магния.

Как известно, пониженная гомеостатическая емкость микроэлементов указывает не высокую степень чувствительности их гомеостаза и организма в целом к колебаниям

поступления этих элементов из внешней среды [11]. Результаты анализа влияния нагрузки хроническими дозами свинца на содержание микроэлементов с минимальной гомеостатической емкостью Zn, Cu, Fe (табл. 3) показали, что это воздействие наиболее сильно отразилось на содержании меди. По сравнению с группой контроля в органах и тканях экспериментальных животных установлено достоверное падение концентрации Cu в сердце (2,1 раза) и правой половине мозга (1,4 раза). В остальных органах и тканях наблюдается статистически значимое повышение концентрации меди, за исключением селезенки и левой половины мозга, где эти колебания незначительны.

Таблица 3.

Содержание микроэлементов с низкой гомеостатической емкостью в органах и тканях подопытных животных (n = 9)

орган/ткань	Медь, мкг/г		Цинк, мкг/г		Железо, мкг/г	
	контр. группа	эксп. группа	контр. группа	эксп. группа	контр. группа	эксп. группа
Печень	0,95 ± 0,06	3,77 ± 0,23**	16,56 ± 0,53	120,35 ± 6,49**	14,42 ± 0,38	16,45 ± 2,03
Почки	2,33 ± 0,42	1,99 ± 0,10	12,53 ± 1,31	13,29 ± 0,69	13,84 ± 0,56	8,15 ± 0,54**
Сердце	5,16 ± 0,21	2,46 ± 0,23**	14,35 ± 1,05	11,57 ± 1,47	17,69 ± 0,9	13,01 ± 0,7**
Селезенка	1,25 ± 0,17	1,32 ± 0,13	14,93 ± 0,85	56,33 ± 7,01**	160,7 ± 15,2	128,5 ± 20,1
Мышцы	4,12 ± 0,24	5,25 ± 0,33*	9,35 ± 0,77	10,25 ± 0,88	5,45 ± 0,29	5,23 ± 0,23
Кость	1,13 ± 0,12	3,86 ± 0,16**	90,67 ± 3,57	88,39 ± 3,04	9,29 ± 0,33	7,15 ± 0,35**
Мозг лев. половина	1,52 ± 0,11	1,78 ± 0,16	11,93 ± 1,25	11,48 ± 1,24	8,81 ± 0,75	10,24 ± 0,64
Мозг пр. половина	2,79 ± 0,20	1,96 ± 0,14**	11,4 ± 1,19	12,58 ± 0,92	8,58 ± 0,32	7,95 ± 0,49

Примечание: * – статистически значимое расхождение t-критерия Стьюдента на уровне $p \leq 0,05$

** – статистически значимое расхождение t-критерия Стьюдента на уровне $p \leq 0,01$

При введении малых доз ацетата свинца отмечается колебание уровня железа в отобранных образцах. В почках, сердце и костной ткани установлено снижение его концентрации на 69,8 %, 36,1 % и 29,9 % соответственно. Наблюдаемый дефицит железа может быть одним из факторов, приводящих к снижению сопротивляемости тканевых барьеров, а в сочетании с недостатком белка – к ингибированию активности клеточного и гуморального иммунитета [12].

В мышечной и костной ткани, а также в обеих половинах мозга и почках концентрация цинка осталась на уровне показателей, наблюдаемых в контрольной группе. В печени и селезенке установлено достоверное повышение концентрации данного элемента соответственно в 7,3 и 3,8 раза. Только в сердечной мышце отмечено падение содержания Zn на 24,02 %. Таким образом, можно предположить, что колебания уровня металлов с низкой гомеостатической емкостью при нагрузке малыми дозами свинца могут вызвать повышение чувствительности минерального обмена и сопряженных с ним метаболических процессов.

В экспериментальной группе содержание никеля увеличилось в левой половине мозга и печени (на 41,14 % и 45,4 % соответственно), в почках, селезенке и костной ткани остальных органах и тканях обнаружено его статистически достоверное снижение. Нахождение никеля в одной группе с железом в периодической системе позволяет предположить схожие механизмы влияния невысоких доз свинца на концентрацию этих элементов.

Содержания кобальта (табл. 4) в органах и тканях экспериментальных колеблется в незначительных пределах, что позволяет предположить слабое влияние низких концентраций введенного металла на баланс данного элемента в организме животных. Возможно, это связано с отсутствием конкурентных взаимоотношений между свинцом и кобальтом в анализируемых тканях.

Таблица 4.

Содержание некоторых эссенциальных элементов в органах и тканях подопытных животных (n = 9)

орган/ткань	Марганец, мкг/г		Кобальт, мкг/г		Никель, мкг/г	
	контр. группа	эксп. группа	контр. группа	эксп. группа	контр. группа	эксп. группа
Печень	1,22 ± 0,11	2,42 ± 0,33	1,84 ± 0,12	2,13 ± 0,12	1,41 ± 0,15	2,05 ± 0,11**
Почки	0,65 ± 0,02	2,05 ± 0,29 ⁺	1,5 ± 0,06	1,18 ± 0,14	1,90 ± 0,19	1,01 ± 0,1**
Сердце	0,87 ± 0,06	1,42 ± 0,22	2,75 ± 0,35	2,99 ± 0,41	1,66 ± 0,16	1,32 ± 0,15
Селезенка	0,88 ± 0,12	0,87 ± 0,11	1,96 ± 0,21	1,62 ± 0,18	3,16 ± 0,37	1,85 ± 0,21**
Мышцы	0,41 ± 0,05	0,86 ± 0,13 ⁺	1,92 ± 0,17	2,00 ± 0,14	1,25 ± 0,02	1,22 ± 0,14
Кость	0,92 ± 0,06	2,36 ± 0,35	3,45 ± 0,2	3,10 ± 0,17	3,19 ± 0,21	2,33 ± 0,11**
Мозг лев. половина	0,64 ± 0,07	1,32 ± 0,14 ⁺	2,66 ± 0,26	3,08 ± 0,23	1,75 ± 0,21	2,47 ± 0,26
Мозг пр. половина	0,92 ± 0,12	0,89 ± 0,15	2,49 ± 0,25	2,64 ± 0,21	2,56 ± 0,30	2,25 ± 0,14

Примечание: ⁺ – статистически значимое расхождение критерия Манна-Уитни на уровне $p \leq 0,05$

** – статистически значимое расхождение t-критерия Стьюдента на уровне $p \leq 0,01$

Концентрация марганца повышается практически во всех органах и тканях, причем в левой половине мозга и мышцах в 2,1 раза, а в почках – в 3,15. Только в селезенке и правой половине мозга колебания содержания Mn отмечены на уровне контроля. Установлено, что высокое содержание марганца в молодом возрасте является критичным для нормального развития мозга [11]. Можно предположить, что повышение концентрации Mn при нагрузке свинцом адаптивное, связанное с включением механизмов неспецифической защиты организма.

Дисбаланс элементов с переменной валентностью (Cu, Fe, Mn), появляющийся при интоксикации хроническими дозами свинца, в зависимости от концентрации элементов может вызвать нарушение равновесия анти/прооксидантной системы в организме.

Влияние малых доз свинца ведет к изменению распределения химических элементов во всех органах и тканях экспериментальных животных и, как следствие, к их дисбалансу. Несмотря на то, что максимальная доля накопления введенного свинца обнаружена в селезенке, более значимый сдвиг микроэлементного состава наблюдался в других органах и тканях. Так, в печени прослеживается усиленное концентрирование всех анализируемых металлов, что, вероятнее всего, связано с нарушением их транспорта в кровь, и, возможно, приводящее к дисбалансу минерального гомеостаза. Одновременно, установленный на фоне свинцовой интоксикации дефицит большинства элементов, особенно магния, меди, железа и кадмия, в сердце может вызвать изменение структурно-метаболических процессов. Известно, что гематоэнцефалический барьер способствует селективному поступлению эссенциальных элементов в мозг в определенном диапазоне концентраций благодаря уникальным биохимическим механизмам, одновременно препятствуя прохождению токсичных элементов [13, 14]. Хронические дозы свинца могут спровоцировать изменение

проницаемости гематоэнцефалического барьера, и вызвать необратимое нарушение динамического равновесия элементов в мозге, ведущее к развитию патологии.

Заключение. При нагрузке малыми дозами свинца на элементоорганическом уровне во всех органах и тканях крыс экспериментальной группы происходит перераспределение исследуемых химических элементов. Несмотря на то, что максимальное накопление введенного металла наблюдается в селезенке, почках и костях, более выраженное изменение баланса исследуемых элементов отмечается в печени, сердце и мозге.

Примечания:

1. Трахтенберг И.М. Свинец и окислительный стресс / И.М. Трахтенберг, Т.К. Короленко, Н.А. Утко и др. // *Соврем. пробл. токсикол.* 2001. №4. С. 50–53.

2. Коновалова О.О. Моніторинг мінерального складу питної води в окремих регіонах України. / Коновалова О.О., Андрейко Г.П. // *Мониторинг природных и техногенных сред (Украина) сб. науч. тр. / Симферополь, 2008. С. 70-74.*

3. Коновалова О.О. Інтегральна оцінка ступеню забруднення продуктів харчування населення східного регіону / Коновалова О.О., Андрейко Г.П., Гладка О.О.// *Валеологія: сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку (Україна) сб. науч. тр. в 3-х т. / Харків, 2010. Т. 2. С. 152–156.*

4. Гончаренко М.С. Мінеральний обмін щурів за умов дії токсичних доз свинцю і вживання сиропу з лікарських рослин / М. С. Гончаренко, О. О. Коновалова, Г. П. Андрейко, О.О. Гладка // *Учені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського, Т. 25 (64), №1, Симферополь, 2012. С. 53-61.*

5. Смоляр В. И. Гипо- и гипермикрозлементозы. К.: Здоровье, 1989. 189 с.

6. Лабораторные животные / Западнюк И.П., Западнюк В.И., Захария Е.А. и др. К.: Вища школа. 1983. 388 с.

7. Патенты. Патент України № *u* 201203421 Гончаренко М.С., Коновалова О.О., Андрейко Г.П., Гладка О.О. Спосіб визначення вмісту важких металів в біологічному матеріалі, переважно в органах тварин // Патент UA № 73527 U 2012. Бюл. № 18.

8. Ткаченко Т.А. Кислотно-основное состояние крови беременных крыс при условии введения ацетата свинца // *Укр. біохім. журн.* 2008. Т. 80. №5. С. 112–116.

9. Клименко Л.Л. Структурно-функциональная организация межполушарной асимметрии: экспериментальные и клинические аспекты проблемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cerebral-asymmetry.narod.ru/Klimenko.htm>

10. Юлиш Е.И. Роль магния в норме и патологии // *Здоровье ребенка.* 2007. №5. С. 12–16.

11. Гресь Н.А. Микроэлементозы человека: актуальные проблемы / Н.А. Гресь, И.В. Тарасюк // *Медицина.* 2006. №3. С. 37–45.

12. Фармакологические аспекты иммуномодулирующей терапии / А.И. Квитчатая, А.Ф. Пиминов, С.А. Тихонова. и др. Харьков-Донецк, 2002. 102 с.

13. Громова О.А. Нейрохимия макро- и микроэлементов. Новые подходы к фармакотерапии / О.А. Громова. М.: «Алев В», 2001. 272 с.

14. Frausto da Silva J.J.R. *The Biological chemistry of the elements (The inorganic chemistry of life)* / J.J.R. Frausto da Silva, R.J.P. Williams. London : University of Oxford, 2001. 574 p.

References:

1. Trakhtenberg I.M. Svinets i okislitel'nyi stress / I.M. Trakhtenberg, T.K. Korolenko, N.A. Utka i dr. // *Sovrem. probl. toksikol.* 2001. №4. S. 50–53.

2. Konovalova O.O. Monitoring mineral'nogo skladu pitnoї vodi v okremikh regionakh Ukraїni. / Konovalova O.O., Andreiko G.P. // *Monitoring prirodnykh i tekhnogennykh sred (Ukraina) sb. nauch. tr. / Simferopol', 2008. S. 70-74.*

3. Konovalova O.O. Integral'na otsinka stupenyu zabrudnennya produktiv kharchuvannya naseleण्या skhidnogo regionu / Konovalova O.O. Andreiko G.P., Gladka O.O.// *Valeologiya: suchasnii stan, napryamki ta perspektivi rozvitku (Ukraina) sb. nauch. tr. v 3-kh t. / Kharkiv, 2010. T. 2. S. 152–156.*

4. Goncharenko M.S. Mineral'nii obmin shchuriv za umov дії toksichnikh doz svintsyu i vzhivannya siropu z likars'kikh roslin / M. S. Goncharenko, O. O. Konovalova, G. P. Andreiko,

O.O. Gladka // Ucheni zapiski Tavriis'kogo natsional'nogo universitetu im. V. I. Vernads'kogo, T. 25 (64), №1, Simferopol', 2012. S. 53-61.

5. Smolyar V. I. Gipo- i gipermikroelementozy. K.: Zdorov'e, 1989. 189 s.

6. Laboratornye zivotnye / Zapadnyuk I.P., Zapadnyuk V.I., Zakhariya E.A. i dr. K.: Vishcha shkola. 1983. 388 s.

7. Patenty. Patent Ukraïni № u 201203421 Goncharenko M.S., Konovalova O.O., Andreiko G.P., Gladka O.O. Sposib viznachennya vmistu vazhkih metaliv v biologichnomu materiali, perevazhno v organakh tvarin // Patent UA № 73527 U 2012. Byul. № 18.

8. Tkachenko T.A. Kislotno-osnovnoe sostoyanie krovi beremennykh kryс pri uslovii vvedeniya atsetata svintsa // Ukr. biokhim. zhurn. 2008. T. 80. №5. S. 112–116.

9. Klimenko L.L. Strukturno-funktsional'naya organizatsiya mezhpolutsharnoi asimmetrii: eksperimental'nye i klinicheskie aspekty problemy [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://cerebral-asymmetry.narod.ru/Klimenko.htm>

10. Yulish E.I. Rol' magniya v norme i patologii // Zdorov'e rebenka. 2007. №5. S. 12–16.

11. Gres' N.A. Mikroelementozy cheloveka: aktual'nye problemy / N.A. Gres', I.V. Tarasyuk // Meditsina. 2006. №3. S. 37–45.

12. Farmakologicheskie aspekty immunomoduliruyushchei terapii / A.I. Kvitchataya, A.F. Piminov, S.A. Tikhonova. i dr. Khar'kov-Donetsk, 2002. 102 s.

13. Gromova O.A. Neurokhimiya makro- i mikroelementov. Novye podkhody k farmakoterapii / O.A. Gromova. M.: «Alev V», 2001. 272 s.

УДК 577.151:54-38

Изучение адаптационных реакций организма в органах и тканях крыс в условиях моделирования хронической интоксикации свинцом

¹ Галина Павловна Андрейко

² Елена Олеговна Коновалова

³ Елена Александровна Гладкая

¹⁻³ Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Украина
61022, г. Харьков, пл. Свободы, 4

¹ Преподаватель

E-mail: andhalina@rambler.ru

² Кандидат биологических наук, доцент

E-mail: olena.oleg.kon@gmail.com

³ Младший научный сотрудник

E-mail: hladkajah@mail.ru

Аннотация. На модели хронической интоксикации малыми дозами свинца крыс-самцов линии Wistar изучено перераспределение химических элементов в органах и тканях. Показано, что максимальное накопление введенного металла отмечается в селезенке, почках и костях. При этом на элементоорганическом уровне более выраженные изменения баланса наблюдаются в печени, сердце и мозге.

Ключевые слова: хроническая интоксикация; свинец; макроэлементы; микроэлементы; минеральный обмен.