

форми.

Для демонстрації, лабораторних робіт курсу ботаніки в міських садах і парках також можна знайти необхідний рослинний матеріал. Так, тема «Листок, його будова і функції» - одна з найбільш вигратних тем для екскурсій. В парках також можна показати і основні типи листкорозміщення, зокрема супротивне – у клена, чубушника, бузка; чергове – у берези, липи, тополі та інших дерев. Листкова мозаїка, як приклад пристосування рослин до поглинання листками світла дуже добре спостерігається у липи, в'яза, клена.

Для тем «Морфологія стебла», «Брунька», «Ріст стебла» в парках також можна знайти багато ілюстративного і роздаткового матеріалу. Взимку можна провести екскурсію і показати відмінності дерев і кущів за корою і бруньками.

Навесні, коли набухлі бруньки тріскаються, і оголяється молодий і ніжний пагін, учні можуть переконатися в великому значенні лусочок, які захищають точку росту від зимових умов.

Тема «Розмноження рослин» може дуже багато ілюструватися живими рослинами в парках. Також на деревах і кущах навесні, влітку і восени легко знайти різні види квітучих рослин (комахо- і вітрозапильні види), показати типи суцвіть, плодів і насіння, ознайомити учнів з різними способами їх розмноження.

Подібні навчальні екскурсії можуть бути короткотривалі і фіксувати увагу учнів лише на будь-якому одному явищі або об'єкті, але також можуть носити і одноманітний характер і використовувати при повторенні матеріалу.

При організації екскурсії в сади і парки міста, вчитель повинен сам добре знати види рослин, які там зростають, їх систематику, морфологічні і біологічні ознаки, їх поширення практичне і господарське використання. Маршрут екскурсії треба продумати заздалегідь і розробити, щоб уникнути непотрібних повертань в дорозі для того, щоб вибрати рослини, найбільш потрібні для демонстрації і доступні для огляду.

Робота з учнями в парках необхідно організувати так, щоб вона не принесла шкоди рослинам. Треба, щоб вчитель теж не обламавав при учнях гілки, не зривав квітки і листя.

В лісопарках проводити екскурсії набагато легше тому, що там немає суворого відокремлення стежок і засіяних газонів, там можна підійти до об'єкту, і детально роздивитись його.

Крім навчальних екскурсій в садах і парках, можна проводити спостереження і в системі гурткової роботи: гуртків ботаніків, дендрологів, фенологів. В цьому випадку зміст і тематика завдань виходить за рамки шкільної програми, які потребують тривалих спостережень, послідовній обробці матеріалу і узагальнення отриманих результатів. Такі роботи носять характер невеликих досліджень, перші самостійні роботи учнів, і виконують вони в необов'язковому порядку, а лише кількома учнями, які зацікавлені вивченням життя живої природи.

В якості прикладу можна назвати фенологічні спостереження, які можна провести в садах і в парках. Спостереження слід провести весною, протягом всього літа і восени. Краще, якщо це буде група школярів, кожному з учасників доручають 3-4 екземпляри одного виду рослин, за якими вони будуть спостерігати.

Отже, слід констатувати, що паркові і лісопаркові території та насадження можуть досить ефективно бути використані в шкільному курсі біології під час вивчення розділу «Рослини» і можуть бути ефективним під час організації роботи гуртків юних ботаніків, юних дендрологів, юних фенологів та ряду інших.

## **ВПЛИВ НАВАНТАЖЕННЯ ХЛОРИДА МАРГАНЦЮ НА ЕЛЕМЕНТНІ ПЕРЕРОЗПОДІЛИ В ОРГАНАХ І ТКАНИНАХ ЩУРІВ ЛІНІЇ ВІСТАР**

*Гончаренко М. С. , Гончаренко О. В. , Андрейко Г. П. , Чикало Т. М.*

*Харків, Україна*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Согласно анализу научных исследований загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами приводит к ухудшению здоровья населения и развитию определенных заболеваний. Особый интерес в направлении взаимодействий системы «организм человека – окружающая среда» отводится изучению такого малоизученного токсического микроэлемента как марганец [Агаджанян и др., 2001; Скальный и др., 2003; Гончаренко, 2011].

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследования влияния гиперэлементоза марганца на элементный состав различных органов и тканей проводились в эксперименте на белых крысах линии Вистар при внутримышечной нагрузке  $MnCl_2$  в дозах 25, 30 и 50 мкг/г сырого веса ежедневно в течении семи дней. Определение

содержания Mg, Ca, Zn, Cu, Mn в печени, кости, почках, мышцах, сердце, селезенке после проведенной пробоподготовки проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрофотометре С-115М1 [Прайс, 1976].

### РЕЗУЛЬТАТЫ

При нагрузке хлоридом марганца в дозе 25 мкг/г происходит перераспределение суммарного содержания изучаемых элементов в исследуемых органах и тканях по сравнению с контрольной группой животных (табл. 1).

Это выражается увеличением суммарной концентрации изучаемых элементов в кости, почках, печени и селезенке, уменьшением в сердце. Более детальный анализ показал, что увеличение содержания Mn в сердце с 0,87 мкг/г в контроле до 3,28 мкг/г в эксперименте при нагрузке  $MnCl_2$  в дозе 25 мкг/г обуславливали достоверное снижение содержание Mg.

Таблица 1

Содержание микро- и макроэлементов в органах и тканях крыс после введения  $MnCl_2$  в дозе 25 мкг/г (n = 9)

Орган	Контроль					Сумма содерж. элементов
	Кальций	Магний	Марганец	Медь	Цинк	
Сердце	6,63±1,33	331,3 ±5,64	0,87±0,06	5,15±0,20	14,35±1,05	358,3 ± 1,65
Селезенка	5,99±0,54	144,8 ±2,11	0,88±0,11	1,25±0,16	14,93±0,84	167,9 ± 0,64
Мышцы	4,08±0,69	53,23±1,71	0,40±0,04	4,12±0,23	9,3±0,76	71,2 ± 0,55
Кость	2294±230,7	544,03±12,13	0,92±0,06	1,13±0,12	90,66±3,57	2931 ± 49,3
Почки	3,37±0,29	65,88±3,51	0,65±0,01	2,32±0,41	12,53±1,31	84,8 ± 1,11
Печень	3,45±0,24	77,42±1,45	1,21±0,11	0,95±0,05	16,56±0,53	99,6 ± 0,48
$MnCl_2$						
Сердце	7,18±1,00	207,83±20,02*	3,27±0,64*	4,13±0,97	20,51±2,16*	242,95 ± 4,96*
Селезенка	3,64±0,48	153,8±26,19	2,39±0,75*	1,57±0,18	16,68±2,71	178,1 ± 6,06*
Мышцы	3,99±0,54	55,64±2,46	0,7±0,10*	5,43±0,54*	13,71±0,96*	79,53 ± 0,81*
Кость	2568,3±186,5	507,48±65,93	6,92±1,77*	1,82±0,38	87,53±5,49	3172 ± 52,0*
Почки	3,91±0,34	168,48±25,48*	25,01±10,23*	2,47±0,17	12,06±0,96	211,9 ± 7,43*
Печень	4,14±0,51	68,57±1,69	46,39±17,20*	4,02±0,37*	22,26±2,35*	145,4 ± 4,42*

Примечание: \* – отличия показателей контрольной и группы с нагрузкой  $MnCl_2$ ; статистически достоверные по критерию Стьюдента на уровне 0,05

В мышцах, кости, почках, селезенке и печени данная нагрузка характеризовалась увеличением суммарного содержания элементов, что происходило за счет увеличения: в печени содержания Zn, Cu, Mn; в почках – Mn, Mg; в мышцах – Mn, Zn, Cu; в кости и селезенке – Mn.

По-видимому, адаптационные реакции на нагрузку  $MnCl_2$  в дозе 25 мкг/г характеризовались различным уровнем изменения транспортных свойств элементов изучаемых тканей, что привело к изменению их функциональной активности и увеличению общего суммарного элементного содержания.

При нагрузке в дозе 30 мкг/г  $MnCl_2$  наблюдается уменьшение суммарного содержания элементов в мышцах и печени при увеличении в кости, сердце, почках (табл. 2).

Процесс уменьшения элементного содержания сопровождался уменьшением как в печени, так и мышцах Zn, Ca, Mg при увеличении содержания Mn.

Таблиця 2.

Содержание микро- и макроэлементов в органах и тканях крыс после введения  $MnCl_2$  в дозе 30 мкг/г (n = 9)

Орган	Контроль					
	Кальций	Магний	Марганец	Медь	Цинк	Сумма содерж. элементов
Сердце	72,29±2,11	47,97±1,05	3,37±0,35	5,47±1,05	7,89±2,11	136,99±1,33
Селезенка	52,75±1,41	37,53±0,99	3,27±0,19	4,32±0,99	12,4±1,41	110,27±1,00
Мышцы	31,32±1,0	45,11±1,52	2,71±0,29	2,69±0,52	11,4±1,0	93,23±0,87
Кость	3035,1±19,0	581,3±8,1	1,83±0,42	5,34±0,81	12,6±1,90	3636,17±7,36
Почки	20,25±0,84	23,09±0,95	3,4±0,39	3,11±0,35	6,83±0,84	56,68±0,67
Печень	41,16±2,80	33,6±1,21	3,59±0,36	2,05±0,21	13,4±2,80	93,8±1,48
$MnCl_2$						
Сердце	85,9±2,47*	49,5±2,31	3,98±0,43	4,52±2,31	10,56±0,47	154,46±1,60*
Селезенка	49,29±5,41	34,51±0,52*	4,55±0,42*	4,44±0,52	24,6±5,41*	117,39±2,46*
Мышцы	12,81±1,32*	25,68±0,76*	4,22±0,62*	2,58±0,76	6,62±1,32*	51,91±0,96*
Кость	3504,0±37,1*	528,6±4,89*	1,93±0,62	8,1±4,89	25,9±0,37*	4066,6±9,57*
Почки	27,98±3,52*	24,63±0,41	5,22±0,88*	1,75±0,41*	6,9±3,52	66,48±1,75*
Печень	24,64±0,75*	22,81±0,53*	4,23±0,69	1,86±0,53	3,06±0,75*	56,6±0,65*

Примечание: \* – отличия показателей контрольной и группы с нагрузкой  $MnCl_2$ ; статистически достоверные по критерию Стьюдента на уровне 0,05

Анализ результатов исследования с нагрузкой  $MnCl_2$  в дозе 50 мкг/г показал противоположную направленность, т.е. происходит уменьшение суммарного содержания элементного состава исследуемых тканей и органов, что может быть указанием на срыв адаптационно-приспособительных возможностей организма подопытных животных к данной нагрузке  $MnCl_2$ . Процентное содержание элементов по сравнению с группой контроля в сердце составляет 9,1%, в селезенке – 5,1%, в мышцах – 4,9%, в кости – 83,2%, в почках – 14,2%, в печени – 22,1% (табл. 3). Полученные результаты показывают, что наиболее чувствительными к  $Mn$ -интоксикации являются сердце, почки и печень, а наиболее устойчивыми – мышцы и кости. Так, в печени снижается содержание Mg, Zn, Cu; в почках – Mg, Cu; в сердце – Mg, Zn, Cu; в селезенке – Cu, Zn, Mg, Ca; в мышцах – Mg, Zn, Cu; в костях – Mg, Cu. Все эти явления происходят при достоверном увеличении содержания Mn в исследуемых в органах и тканях.

Таблиця 3

Содержание микро- и макроэлементов в органах и тканях крыс после введения  $MnCl_2$  в дозе 50 мкг/г

Орган	Контроль					
	Кальций	Магний	Марганец	Медь	Цинк	Сумма содерж. элементов
Сердце	5,5±0,10	330±64	3,2±0,03	7,1±0,03	13,6±0,23	359,4±12,88
Селезенка	16,1±0,60	1100±360	0,9±0,09	12,1±0,34	23,9±1,10	1153±72,43
Мышцы	3,8±0,40	380±170	1,7±0,09	4,0±0,09	12±0,25	401,5±34,17
Кость	2006,9±218,5	950±380	2,8±0,00	7,0±0,13	15,5±0,32	2982,2±119,8
Почки	3,8±0,20	204±91	5,1±0,39	3,7±0,02	7,4±0,09	224±18,34
Печень	1,4±1,40	94±20	1,1±0,01	1,2±0,15	22,5±1,56	120,2±4,62
$MnCl_2$						
Сердце	7,3±0,66*	17,3±9,70*	3,8±0,05*	0,76±0,29*	3,4±0,24*	32,56±2,19*
Селезенка	8,0±0,49*	38,5±3,73*	5,6±0,10*	5,04±0,01*	2,03±0,002*	59,17±0,87*
Мышцы	8,7±0,65*	4,8±3,00*	4,1±0,07*	0,42±0,01*	1,5±0,11*	19,52±0,77*
Кость	2419,9±258*	41,7±5,00*	5,6±0,10*	1,03±0,03*	13,5±0,33	2481,7±52,7*

Почки	8,4±0,90*	9,2±0,50*	6,3±0,27*	1,33±0,05*	6,5±0,52	31,73±0,45*
Печень	7,5±0,85*	13,9±11,80*	3,0±0,006*	0,071±0,006*	2,08±0,04*	26,551±2,54*

Примечание: \* – отличия показателей контрольной и группы с нагрузкой  $MnCl_2$ ; статистически достоверные по критерию Стьюдента на уровне 0,05

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, анализ представленной динамики элементного состава индуцированной нагрузкой  $MnCl_2$ , свидетельствует, что увеличение в организме поступления Mn вызывает на I стадии (нагрузка 25 мкг/г) нарушение элементного баланса путем увеличения его суммарного элементного содержания (табл. 4).

Возможно, это происходит за счет изменения (интенсификации) транспорта и перераспределения элементов в организме. На этой стадии почки пытаются вывести излишки элементного состава из организма, а в печени формируется энергетическая недостаточность, вызванная уменьшением содержания Mg из-за антагонистического взаимодействия Mg и Mn [Скальный, 2010].

На этой стадии почки берут всю нагрузку на себя в попытке обеспечить жизнедеятельность организма. В них содержание Zn, Mg и Ca не уменьшается при достоверно повышенных концентрациях Mn.

Таблица 4

*Динамика элементного состава индуцированной нагрузкой  $MnCl_2$*

	Σ увел.	Σ уменьш.	Mn	Zn	Cu	Mg	Ca
<b>25 мкг/г <math>MnCl_2</math></b>							
печень	↑		↑	↑	↑	↓	↕
почки	↑↑		↑	=	↕	↑	↕
мышцы	↑		↑	↑	↑	=	=
<b>30 мкг/г <math>MnCl_2</math></b>							
печень		↓	↑	↓	↓	↓	↓
почки	↑		↑	=	↓	↕ =	↑
мышцы		↓	↑	↑	↕	↓	↓
<b>50 мкг/г <math>MnCl_2</math></b>							
печень		↓	↑	↓	↓	↓	↑
почки		↓	↑	↓	↓	↓	↑
мышцы		↓	↑	↓	↓	↓	↑

В мышцах процесс интоксикации Mn нарушает энергетический баланс, т. к. при увеличенном содержании Mn, концентрации Mg и Ca снижаются, что должно сказываться на эффективности подвижности, что согласуется с литературными данными об изменении двигательной активности при Mn-паркинсонизме [Агаджанян и др., 2001].

Третья стадия развивается при нагрузке  $MnCl_2$  в дозе 50 мкг/г. В этом случае во всех исследуемых органах наблюдается достоверное снижение суммарного элементного содержания. Во всех органах наблюдается снижение Zn, Cu, Mg и увеличение Ca и Mn. Процесс сопровождается снижением веса, нарушением функциональной активности различных органов (изменяется ферментативная активность АСТ и АЛТ) [Гончаренко, 2012].

С одной стороны, действие превышающих норму концентраций марганца при связывании с гликокаликсом клеток, вызывает нарушение рецепторных свойств клеточных мембран и, соответственно, транспорта элементов, с другой стороны – индуцирует процессы активации ПОЛ, что также нарушает барьерно-транспортные свойства и функциональную активность клеток [Гончаренко и др., 2012].

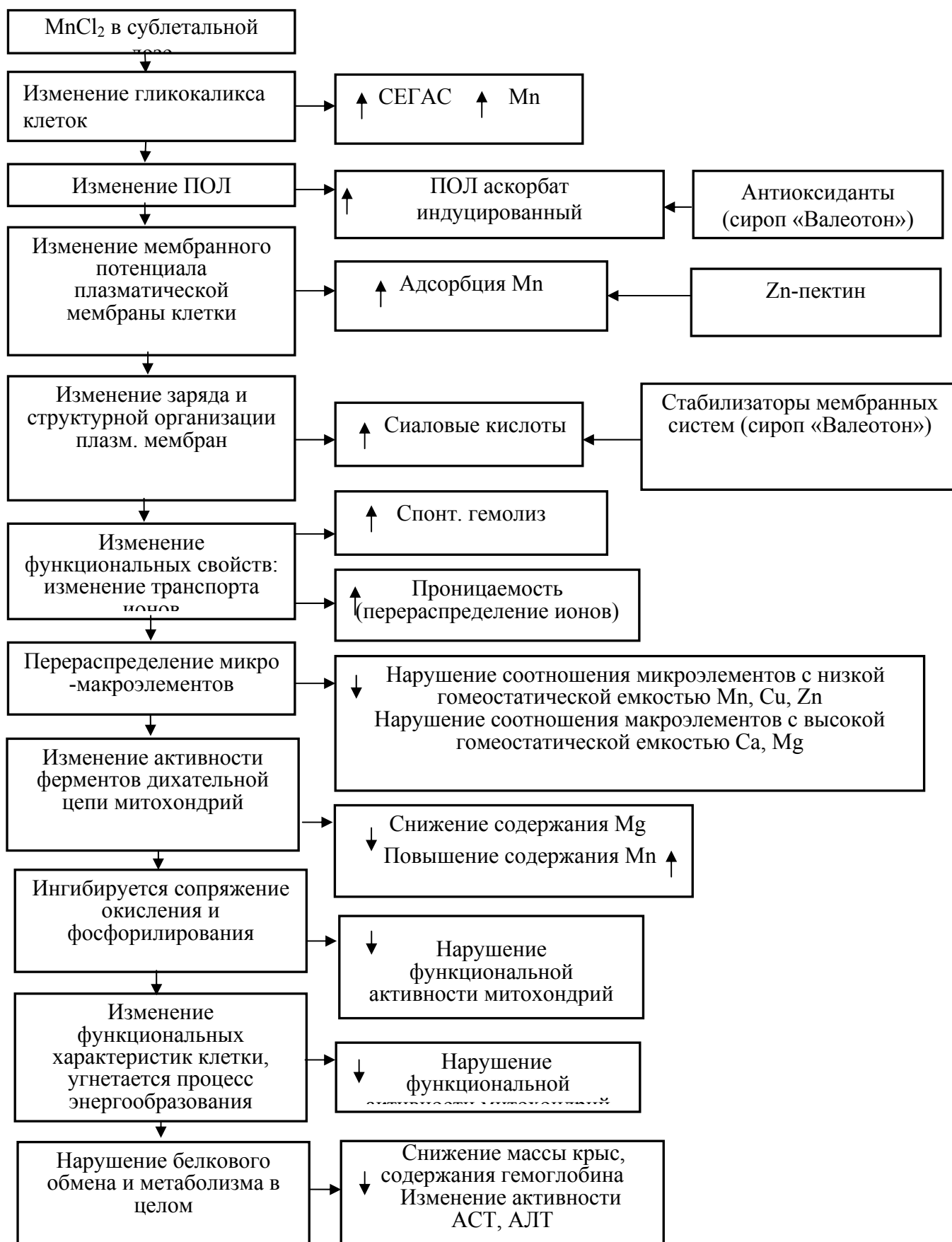


Рис. 1. Схема биохимических механизмов действия марганцевого гиперэлементоза

Внутриклеточное увеличение концентрации Mn обуславливает нарушение функциональной активности митохондрий, т.е. энергетического обмена, а также, проявление антагонистических свойств к таким двухвалентным элементам, как Zn, Cu и макроэлементам Ca и Mg, которые

являются регуляторами ионного гомеостаза на клеточном (мембранном) уровне. Mn изменяет (нарушает) специфические свойства отдельных органов и тканей по гармонизации и метаболической специфике ионного обмена в обеспечении функционирования организма в целом.

В ранее проведенных работах по исследованию влияния нагрузки марганцем на некоторые биохимические показатели функционирования мембранных систем на клеточном уровне было выявлено нарушение поверхностных свойств мембран эритроцитов, которое выражается увеличением сорбционной емкости гликокаликса эритроцитов к альциановому синему (СЕГАС). Также на эритроцитарной модели установлено, что катионы марганца служат причиной достоверного увеличения сорбционной емкости эритроцитов (на 53%), уровня спонтанного гемолиза (на 42%), содержания сиаловых кислот (на 60%) в сравнении с контролем. Полученные данные модельного исследования на эритроцитах относительно динамики СЕГАС, указывают на то, что первичным механизмом в марганцевой интоксикации является повреждение клеточных (плазматических) мембран [Гончаренко и др., 2012].

Данные, полученные на митохондриальной модели, свидетельствуют о том, что хлорид марганца, выступая антагонистом магния, проявляет способность разобщать дыхание и окислительное фосфорилирование, что свидетельствует об ингибировании энергетического обмена клетки [Гончаренко, 2012].

Таким образом, общим следствием действия повышенных концентраций марганца является его накопление в органах за счет антагонистических отношений со всеми двухвалентными металлами. Результаты эксперимента по нагрузке хлоридом марганца в дозах 25, 30 и 50 мкг/г сырого веса указывают не только на изменения в концентрации элементов, их перераспределение, но и серьезные нарушения в процессах регуляции ионного гомеостаза организма.

Представленные данные экспериментального исследования по нагрузке  $MnCl_2$  в различных дозах (экологических, эндогенных, токсических) дали возможность построить схему биохимических механизмов повреждающего действия повышенных концентраций марганца и наметить возможные пути их предупреждения (рис. 1).

Результаты данной работы могут быть интересны как для лиц, которые проживают в регионах с повышенным содержанием марганца в окружающей среде (воде, почве, продуктах питания), так и тех, кто стоит на страже здоровья населения в целом.

#### Литература

1. Агаджанян Н. А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека / Н. А. Агаджанян, А. В. Скальный. – М.: Изд-во КМК, 2001. – 83 с.
2. Гончаренко А. В. Влияние нагрузки Хлоридом марганца на элементный состав в органах и тканях крыс линии Вистар / А. В. Гончаренко // Валеология: сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку. IX наук.-практ. конф., 31 березня–3 квітня 2011 р. : [збірник наукових праць]. – Х., 2011. – С. 15–18.
3. Скальный А. В. Медико-экологическая оценка риска гипермикрорезультатов у населения мегаполиса / [А. В. Скальный, А. Т. Быков, Е. П. Серебрянский и др.] – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. – 134 с.
4. Прайс В. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. Пер. с англ. / В. Прайс. – М.: Мир, 1976. – 360 с.
5. Скальный А. В. Микроэлементы: бодрость, здоровье, долголетие / А. В. Скальный. – М.: Эксмо. – 2010. – 288 с.
6. Скальный А. В. Химические элементы: биологическая роль в организме человека, классификация и современные концепции. – В кн.: Биоэлементный статус населения Беларуси: экологические, физиологические и патологические аспекты / Н. А. Гресь, А. В. Скальный. – Минск: Харвест, 2011. – С. 11–34.
7. Гончаренко А. В. Изучение механизмов повреждающего действия токсических концентраций марганца на клеточном и субклеточном уровне / А. В. Гончаренко, М. С. Гончаренко // Микроэлементы в медицине. – М., 2012. – Т. 13. – Вып. 4. – С. 32–37.
8. Гончаренко О. В. Вплив іонів марганцю на мембрани еритроцитів щурів / О. В. Гончаренко, Г. О. Семко, О. О. Гладка // Досягнення біології та медицини. – 2012. – №2 (20). – С. 4–6.