

Ефективність використання алюмосилікатів для зменшення вмісту важких металів у тканинах щурів

І.В. Калінін

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ;
e-mail: kalininihor@gmail.com

Досліджували ефективність застосування алюмосилікатів, а саме: філіпситу, шабазиту (середньокремнієві цеоліти) і клиноптилоліту, морденіту (висококремнієві цеоліти) для виведення важких металів (міді, цинку, кадмію та свинцю) з організму щурів, а також вивчали їх вплив на біохімічні показники. Встановлено, що при використанні філіпситу в крові знизився вміст міді та цинку в 1,5 раза, кадмію та свинцю в 2 і 2,5 раза відповідно. У печінці вміст міді та цинку знизився в 1,3 раза, а кадмію і свинцю – у 2 рази. Вміст усіх досліджених металів в нирках зменшився вдвічі. Аналогічне зменшення встановлено при використанні шабазиту для всіх досліджуваних металів. Застосування клиноптилоліту сприяло зменшенню у крові вмісту міді та цинку в 2 рази, кадмію і свинцю в 2,5 і 3 рази відповідно. У тканинах печінки концентрація міді і цинку зменшувалася в 1,5 раза, а вміст кадмію та свинцю – втричі. У тканинах нирок встановлено зменшення всіх досліджених металів в 3 рази. Застосування морденіту сприяло зниженню вмісту в крові міді та цинку в 1,5 раза, кадмію та свинцю в 3 рази. У тканинах печінки і нирок вміст усіх досліджених металів зменшився в 2,5 раза. В роботі наведено нові відомості щодо корекції алюмосилікатами біохімічних показників у інтоксикованих щурів.

Ключові слова: кров; печінка; нирки; мідь; цинк; кадмій; свинець; філіпсит; шабазит; клиноптилоліт; морденіт.

ВСТУП

У сучасних умовах техногенне забруднення довкілля важкими металами досить значне і чинить несприятливу дію на здоров'я людей і тварин. Пошук ефективних і безпечних при застосуванні засобів детоксикації організму людини від токсикантів та профілактики їх несприятливого біологічного впливу є однією з найбільш актуальних проблем сучасної біологічної, медичної, токсикологічної науки [1-5].

Природні цеоліти – перспективний вид сорбентів, нині їх нараховується понад 100 і близько 40 синтетичних. Маючи високі адсорбційні, антиоксидантні, радіозахисні, іонообмінні, каталітичні та імуномодулювальні властивості, вони все більше застосовуються в різних галузях науки, промисловості, біології, медицині, сільськогосподарської діяльності, екології. Саме ці особливості цеолітів привер-

нули увагу науковців і дали змогу встановити різнобічну ефективність їх застосування, однак залишаються невідомими питання комплексної реабілітації мінерального гомеостазу і впливу сорбентів на метаболічні процеси, що потребує подальших досліджень [6-9].

Мета нашої роботи – вивчення ефективності застосування філіпситу, шабазиту (середньокремнієві цеоліти), а також клиноптилоліту і морденіту (висококремнієві цеоліти) для виведення важких металів (міді, цинку, кадмію та свинцю) з організму щурів і впливу вказаних цеолітів на біохімічні показники сироватки крові та тканин печінки і нирок.

МЕТОДИКА

Дослідження проводили на білих нелінійних щурах-самцях одного віку, масою 180-200 г, яких утримували у звичайних умовах віварію.

©І.В. Калінін

Всього було використано 40 тварин, яких розділили на п'ять груп: I – інтактні (контроль), II – тваринам перорально вводили розчин сульфату міді в дозі 3 мг/кг, що становить 1/10 від ЛД₅₀, III – сульфату цинку в дозі 2 мг/кг, що становить 1/20 від ЛД₅₀, IV – сульфату кадмію в дозі 1,5 мг/кг, що становить 1/30 від ЛД₅₀, V – азотнокислого свинцю в дозі 1,7 мг/кг, що становить 1/50 від ЛД₅₀. Інтоксикацію проводили впродовж 14 діб, а потім 2 тижнів вводили вказані цеоліти з розрахунку 0,25 г/кг маси тварин раз на добу. По закінченні експерименту шурів декапітували та відбирали кров, тканини печінки і нирок для подальших досліджень. Експерименти проводили відповідно до конвенції Ради Європи щодо захисту тварин, яких використовують у наукових цілях.

Вміст важких металів у крові, печінці та нирках визначали спектрометричним методом [10], використовуючи режим абсорбції в ацетилен-повітряному полум'ї на атомно-абсорбційному спектрометрі SpectrAA-55B («VARIAN», США). Як контроль використовували стандартні розчини вказаних металів. Біохімічний аналіз крові: активність лужної фосфатази (ЛФ, КФ 3.1.3.1), аланінамінотрансферази (АлАТ, КФ 2.6.1.2), аспартатамінотрансферази (АсАТ, КФ 2.6.1.1), гамаглутамілтранспептидази (γ-ГТП, КФ 2.3.2.2), лактатдегідрогенази (ЛДГ, КФ 1.1.1.27), холінестерази (ХЕ, КФ 3.1.1.8), загальної α-амілази (КФ 3.2.1.1), вміст білірубину (загального і прямого), креатиніну, сечовини, глюкози, альбуміну, загального білка, холестерину, тригліцеридів, хлоридів, магнію, фосфору неорганічного, кальцію, натрію та калію проводили за допомогою напівавтоматичного біохімічного аналізатора Microlab 300 (Нідерланди).

Вірогідність результатів визначали, використовуючи критерій t Стьюдента. Статистичні розрахунки проводили з використанням програми «Microsoft Excel 2007» [11].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що при використанні філіпситу в крові знизився вміст міді та цинку в 1,5 раза, кадмію та свинцю – в 2 і 2,5 раза відповідно. У печінці концентрація міді та цинку знизилася в 1,3 раза, а кадмію і свинцю – у 2 рази. Вміст усіх досліджених металів у нирках зменшився в 2 рази. Аналогічні зміни встановлено при використанні шабазиту для всіх досліджуваних металів. Використання клиноптилоліту сприяло тому, що у крові знизився вміст міді та цинку в 2 рази, кадмію і свинцю в 2,5 і 3 рази відповідно; у тканинах печінки вміст міді і цинку зменшився в 1,5 раза, а кадмію та свинцю в 3 рази. В тканинах нирок всі досліджені метали зменшилися втричі. Дія морденіту сприяла зниженню вмісту в крові міді та цинку в 1,5 раза, кадмію та свинцю в 3 рази; в тканинах печінки і нирок вміст усіх досліджених металів зменшився в 2,5 раза (рисунок).

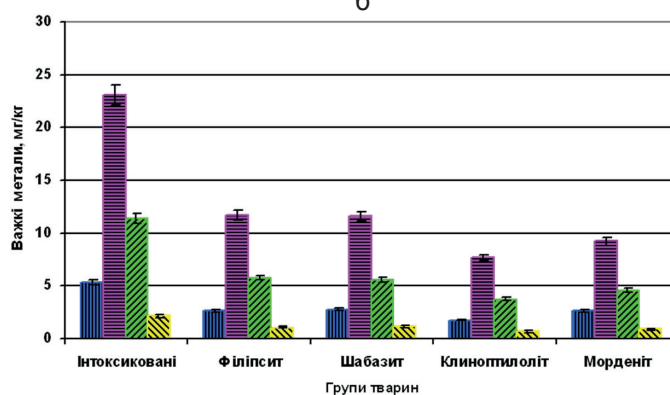
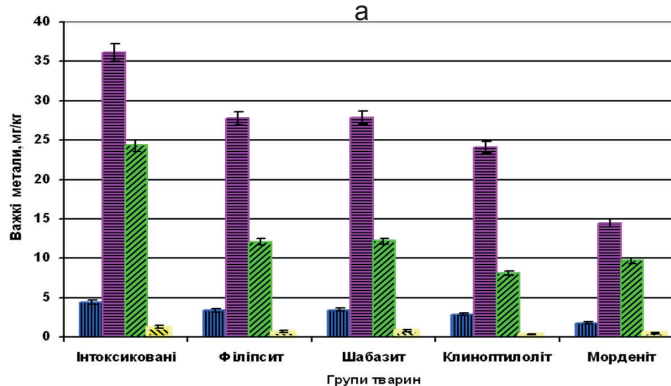
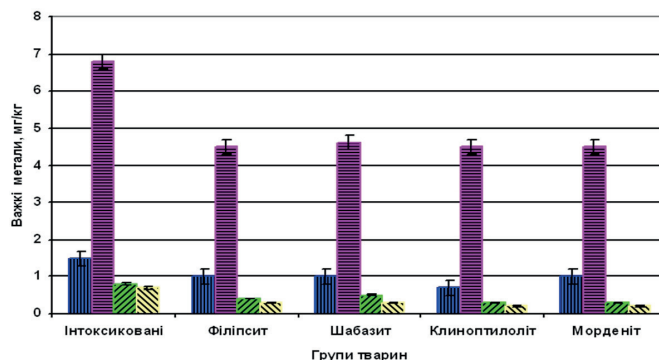
Біохімічні показники крові свідчать про стан печінки при певних патологічних процесах, в тому числі і при ураженні важкими металами (табл. 1–4). За ними можна визначити відхилення у синтетичній і детоксикаційній функціях цього органа. Функціональні порушення гепатоцитів досліджують за активністю у сироватці крові індикаторних ферментів. Зміни біохімічної функції печінки супроводжується ознаками токсичного гепатиту з виникненням печінково-клітинної недостатності, що підтверджується підвищенням активності амінотрансфераз, ЛДГ, зниженням вмісту холестерину та тригліцеридів, підвищенням вмісту глюкози, а також порушенням екскреторної функції печінки – збільшенням вмісту білірубину, наявністю холестази – зростанням активності γ-ГТП, ЛФ. Ріст активності ХЕ, загальної α-амілази та вмісту креатиніну є ознакою наявності ниркової недостатності, патології фільтрації в клубочках нирок та виникнення нефриту.

Вміст загального білка і альбуміну в сироватці крові при інтоксикації досліджуваними

важкими металами знижений, що вказує на ураження клітин печінки та нирок. Зростання вмісту сечовини в сироватці крові є ознакою посилення катаболізму білків, гострої ниркової недостатності, а також зрушення залежності співвідношення процесів сечовиноутворення та її виведення у складі сечі. Встановлено, що у всіх групах інтоксикованих тварин знижений вміст натрію і фосфору неорганічного та збільшений – хлоридів, магнію, кальцію і калію, а це є ознакою нефриту

і вказаних нами раніше порушень кислотно-лужного стану (компенсований ацидоз).

Застосування інтоксикованим щурам сорбентів та порівняння отриманих результатів вказує на їх позитивну коригувальну ефективність, особливо при застосуванні клиноптилоліту і морденту [12-15]. У нашому дослідженні спостерігалась нормалізація практично всіх досліджуваних біохімічних показників сироватки крові до таких значень, як у інтактних тварин.



Вміст важких металів у тканинах крові (а), печінки (б) і нирок (в) щурів за умов застосування філіпситу, шабазиту, клиноптилоліту та морденту

Таблиця 1. Біохімічні показники сироватки крові шурів за умов інтоксикації міддю та застосування сорбентів ($M \pm m$, $n=8$)

Показники	Шури				
	Інтактні	Інтоксиковані Cu	отримували		
			філіпсит	шабазит	клиноптилоліт
Лужна фосфатаза, од/л	291,2 \pm 27,40	535,4 \pm 85,21*	436,2 \pm 45,23**	442,4 \pm 47,12**	402,7 \pm 42,43**
Аланінамінотрансфераза, од/л	78,4 \pm 6,34	132,8 \pm 10,73*	106,4 \pm 10,09**	108,2 \pm 10,04**	99,4 \pm 9,21**
Аспаратамінотрансфераза, од/л	162,3 \pm 14,87	253,6 \pm 21,32*	212,3 \pm 18,74	217,1 \pm 18,63	182,3 \pm 16,32**
γ -Глутамілтрансферилаза, од/л	24,7 \pm 2,21	39,2 \pm 3,91*	31,7 \pm 3,11	32,3 \pm 3,27	28,7 \pm 2,46**
Лактатдегідрогеназа, од/л	323,5 \pm 32,12	650,3 \pm 54,74*	497,4 \pm 47,32**	496,8 \pm 48,29**	352,4 \pm 43,22**
Холінестераза, од/л	34,3 \pm 4,91	41,4 \pm 5,13	37,2 \pm 4,81	38,4 \pm 4,98	35,1 \pm 3,98
Загальна α -амілаза, од/л	517,8 \pm 89,84	746,3 \pm 115,12*	607,3 \pm 96,14**	609,6 \pm 97,32**	554,3 \pm 81,17**
Білірубін					
загальний, мкмоль/л	3,6 \pm 0,21	3,8 \pm 0,20	3,8 \pm 0,19	3,8 \pm 0,21	3,7 \pm 0,19
прямий, мкмоль/л	0,9 \pm 0,01	1,0 \pm 0,02	1,0 \pm 0,02	1,0 \pm 0,04	0,9 \pm 0,01
Креатинін, мкмоль/л	69,3 \pm 6,12	102,4 \pm 8,93*	82,7 \pm 7,21**	83,4 \pm 7,68**	74,3 \pm 6,76**
Сечовина, ммоль/л	6,2 \pm 0,90	11,4 \pm 1,25*	9,1 \pm 1,09**	9,4 \pm 1,06**	7,4 \pm 0,98**
Глюкоза, ммоль/л	5,1 \pm 0,70	6,7 \pm 1,10*	5,7 \pm 0,72	5,8 \pm 0,81	5,1 \pm 0,62**
Альбумін, г/л	42,6 \pm 3,31	33,8 \pm 2,52	40,0 \pm 2,85	39,7 \pm 2,71	41,3 \pm 3,94**
Загальний білок, г/л	74,7 \pm 3,70	61,3 \pm 2,43	71,0 \pm 3,19	69,8 \pm 2,64	72,7 \pm 3,42
Холестерин, ммоль/л	1,2 \pm 0,07	0,9 \pm 0,02*	0,9 \pm 0,02	0,9 \pm 0,01	1,1 \pm 0,04
Тригліцериди, ммоль/л	1,0 \pm 0,02	0,5 \pm 0,02*	0,6 \pm 0,02	0,6 \pm 0,01	0,9 \pm 0,04**
Хлориди, ммоль/л	86,3 \pm 7,43	106,1 \pm 9,72	89,2 \pm 7,38	90,3 \pm 7,91	87,8 \pm 7,43
Магній, ммоль/л	1,7 \pm 0,12	2,3 \pm 0,21*	2,2 \pm 0,19	2,1 \pm 0,20	2,1 \pm 0,19**
Фосфор неорганічний, ммоль/л	2,5 \pm 0,23	1,4 \pm 0,10*	1,9 \pm 0,16**	1,8 \pm 0,14**	2,2 \pm 0,19**
Кальцій, ммоль/л	1,9 \pm 0,11	2,9 \pm 0,20*	2,1 \pm 0,19**	2,1 \pm 0,20**	2,0 \pm 0,12**
Натрій, ммоль/л	144,2 \pm 12,34	127,3 \pm 11,81*	136,4 \pm 12,48	136,9 \pm 12,52	139,4 \pm 12,43
Калій, ммоль/л	5,3 \pm 0,30	7,4 \pm 0,60*	6,2 \pm 0,41	6,4 \pm 0,48	5,9 \pm 0,31**

Примітка: тут і далі * $P \leq 0,05$ порівняно з інтактними шурами; ** $P \leq 0,05$ порівняно з інтоксикованими шурами.

Таблиця 2. Біохімічні показники сироватки крові щурів за умов інтоксикації цинком та застосування сорбентів (M±m, n=8)

Показники	Щури				
	Інтактні	Інтоксикувані Zn	отримували		
			філіпсит	шабазит	клиноптилоліт
Лужна фосфатаза, од/л	291,2±27,40	537,3±86,11*	438,2±75,31**	440,3±76,26**	401,3±69,24**
Аланінамінотрансфераза, од/л	78,4±6,34	135,3±11,12*	105,6±9,18**	107,4±9,21**	98,6±8,51**
Аспаргатамінотрансфераза, од/л	162,3±14,87	254,9±22,41*	207,4±21,27**	210,3±19,34**	192,3±19,73**
γ-Глутамілтрансепептидаза, од/л	24,7±2,21	40,5±4,17*	33,6±3,19**	34,1±3,42	29,7±3,21**
Лактатдегідрогеназа, од/л	323,5±32,12	653,4±55,23*	518,1±46,21**	522,4±47,18**	489,4±45,11**
Холінестераза, од/л	34,3±4,91	40,1±5,03	37,2±4,14	37,9±4,76	35,2±4,32
Загальна α-амілаза, од/л	517,8±89,84	749,2±123,14*	617,4±112,22**	618,6±112,19**	604,1±117,24**
Білірубін					
загальний, мкмоль/л	3,6±0,21	3,9±0,23	3,7±0,20	3,8±0,21	3,6±0,19
прямий, мкмоль/л	0,9±0,01	1,0±0,03	0,9±0,01	0,9±0,03	0,9±0,01
Креатинін, мкмоль/л	69,3±6,12	104,1±9,23*	85,2±6,75**	87,3±6,69	78,4±6,23**
Сечовина, ммоль/л	6,2±0,90	11,1±1,15*	9,0±0,97**	9,4±0,99	7,8±0,71**
Глюкоза, ммоль/л	5,1±0,70	7,1±1,32*	6,1±0,92	6,3±0,96	5,4±0,52**
Альбумін, г/л	42,6±3,31	34,9±2,73	37,2±2,41	37,9±2,72	41,2±3,01
Загальний білок, г/л	74,7±3,70	62,1±2,63	69,3±2,52	68,1±2,43	71,5±3,24
Холестерин, ммоль/л	1,2±0,07	0,9±0,03*	0,9±0,04	0,9±0,03	1,1±0,05
Тригліцериди, ммоль/л	1,0±0,02	0,5±0,03*	0,7±0,03**	0,7±0,02**	0,8±0,04**
Хлориди, ммоль/л	86,3±7,43	105,7±9,50	89,4±7,82	90,2±8,43	85,2±7,21**
Магній, ммоль/л	1,7±0,12	2,4±0,24*	2,1±0,19	2,0±0,18	1,9±0,14**
Фосфор неорганічний, ммоль/л	2,5±0,23	1,5±0,12*	1,8±0,18	1,8±0,16	2,1±0,22**
Кальцій, ммоль/л	1,9±0,11	2,8±0,25*	2,6±0,22	2,7±0,25	2,0±0,18**
Натрій, ммоль/л	144,2±12,34	128,1±11,90*	136,3±11,83	135,2±11,74	139,1±12,42
Калій, ммоль/л	5,3±0,30	7,6±0,71*	6,8±0,67	6,9±0,63	6,0±0,51**

Таблиця 3. Біохімічні показники сироватки крові шурів за умов інтоксикації кадмієм та застосування сорбентів ($M \pm m$, $n=8$)

Показники	Щури					
	Інтактні	Інтоксикувані Cd	філіпсит	шабазит	отримували клиноптилоліт	морденіт
Лужна фосфатаза, од/л	291,2±27,40	589,5±87,16*	462,1±72,21**	468,4±74,32**	434,7±69,71**	446,2±70,23**
Аланінамінотрансфераза, од/л	78,4±6,34	176,2±12,31*	141,2±10,84**	148,5±11,21	135,4±10,24**	138,4±10,48**
Аспаратаміногтрансфераза, од/л	162,3±14,87	338,7±31,24*	273,4±27,51**	275,2±27,53**	252,3±27,09*	261,2±27,29**
γ-Глутамілтрансептидаза, од/л	24,7±2,21	43,4±4,85*	36,1±3,72**	37,4±3,81	31,2±2,98**	34,1±3,42**
Лактатдегідрогеназа, од/л	323,5±32,12	724,6±61,14*	602,5±57,03**	605,7±57,63**	561,4±54,11**	572,3±54,19**
Холінестераза, од/л	34,3±4,91	43,2±5,94*	37,2±5,28	37,4±5,31	35,2±5,01	35,9±5,04
Загальна α-амілаза, од/л	517,8±89,84	809,3±141,25*	651,4±93,89**	653,1±94,12**	619,3±92,18**	632,7±93,07**
Білірубін						
загальний, мкмоль/л	3,6±0,21	4,9±0,27*	4,5±0,19	4,6±0,22	4,0±0,12**	4,1±0,16**
прямий, мкмоль/л	0,9±0,01	1,2±0,03*	1,2±0,03	1,2±0,02	1,0±0,01	1,0±0,02
Креатинін, мкмоль/л	69,3±6,12	118,5±11,54*	95,4±10,14**	94,8±10,18**	91,2±9,84**	92,4±9,86**
Сечовина, ммоль/л	6,2±0,90	12,9±2,32*	10,7±2,09**	10,1±2,01**	8,4±1,62**	9,3±1,74**
Глюкоза, ммоль/л	5,1±0,70	8,3±1,41*	7,2±1,24	7,4±1,28	6,3±1,21**	6,5±1,22**
Альбумін, г/л	42,6±3,31	31,4±2,21*	37,2±2,41	36,8±2,82	39,4±2,89**	38,1±2,74**
Загальний білок, г/л	74,7±3,70	56,2±2,12*	65,4±2,19	64,2±2,24	68,2±2,72	67,1±2,69
Холестерин, ммоль/л	1,2±0,07	0,8±0,01*	0,9±0,04	0,9±0,03	1,0±0,05**	1,0±0,06**
Тригліцериди, ммоль/л	1,0±0,02	0,4±0,01*	0,5±0,03**	0,6±0,02**	0,7±0,01**	0,6±0,01**
Хлориди, ммоль/л	86,3±7,43	112,4±10,92*	95,6±9,91	96,4±10,01	90,1±8,1**	92,3±9,12**
Магній, ммоль/л	1,7±0,12	2,6±0,28*	2,5±0,21	2,5±0,20	2,2±0,17**	2,2±0,19
Фосфор неорганічний, ммоль/л	2,5±0,23	1,2±0,09*	1,3±0,09	1,4±0,11	1,6±0,14**	1,7±0,12**
Кальцій, ммоль/л	1,9±0,11	3,5±0,37*	2,8±0,26**	2,9±0,28**	2,5±0,19**	2,7±0,22**
Натрій, ммоль/л	144,2±12,34	122,3±11,15*	134,5±11,03	132,1±10,61	130,2±10,42	131,4±10,23
Калій, ммоль/л	5,3±0,30	8,4±0,90*	7,8±0,68	7,7±0,71	7,1±0,54**	7,2±0,61**

Таблиця 4. Біохімічні показники сироватки крові щурів за умов інтоксикації свинцем та застосування сорбентів (M±m, n=8)

Показники	Щури				
	Інтактні	Інтотиковані Рb	отримували		
			філіпсит	шабазит	клинотиліоліт
Лужна фосфатаза, од/л	291,2±27,40	554,7±86,94*	461,3±80,24**	464,2±80,28**	418,2±78,14**
Аланінамінотрансфераза, од/л	78,4±6,34	163,6±12,11*	134,1±11,84	158,7±12,08	117,4±10,21**
Аспартамінотрансфераза, од/л	162,3±14,87	285,4±23,10*	234,2±22,53	257,1±22,94	223,7±21,14**
γ-Глутамілтрансептидаза, од/л	24,7±2,21	41,2±4,38*	33,7±4,09	37,5±4,27	29,4±3,23**
Лактатдегідрогеназа, од/л	323,5±32,12	692,1±55,73*	574,4±47,31**	618,6±54,22	524,1±45,33**
Холінестераза, од/л	34,3±4,91	42,3±5,18*	38,3±4,81	38,9±4,97	36,2±4,42
Загальна α-амілаза, од/л	517,8±89,84	792,1±134,21*	651,3±127,27**	708,5±132,18	605,4±126,18*
Білірубін					
загальний, мкмоль/л	3,6±0,21	4,7±0,29*	4,6±0,26	4,5±0,24	4,0±0,19
прямий, мкмоль/л	0,9±0,01	1,2±0,03*	1,1±0,05	1,1±0,07	1,0±0,04
Креатинін, мкмоль/л	69,3±6,12	112,6±10,15*	95,6±9,42	96,7±9,78	91,3±9,07
Сечовина, ммоль/л	6,2±0,90	12,3±2,21*	10,1±1,74**	10,8±1,92**	9,8±1,62**
Глюкоза, ммоль/л	5,1±0,70	8,1±1,38*	6,9±0,99**	7,3±1,03	6,9±0,71**
Альбумін, г/л	42,6±3,31	32,1±2,32*	36,7±2,52**	34,2±2,41	36,5±2,34**
Загальний білок, г/л	74,7±3,70	58,4±2,21*	65,1±2,84	60,8±2,38	67,3±3,21
Холестерин, ммоль/л	1,2±0,07	0,8±0,02*	0,8±0,01	0,8±0,02	0,9±0,04**
Тригліцериди, ммоль/л	1,0±0,02	0,4±0,02*	0,5±0,02**	0,5±0,01**	0,8±0,03**
Хлориди, ммоль/л	86,3±7,43	111,3±10,23*	95,3±9,41	96,4±9,32	90,2±9,81**
Магній, ммоль/л	1,7±0,12	2,5±0,25*	2,3±0,22	2,2±0,21	2,0±0,16**
Фосфор неорганічний, ммоль/л	2,5±0,23	1,3±0,10*	1,6±0,14	1,8±0,18	2,1±0,19**
Кальцій, ммоль/л	1,9±0,11	3,3±0,45*	2,6±0,24	2,8±0,28	1,7±0,16**
Натрій, ммоль/л	144,2±12,34	123,2±11,75*	137,1±11,22	136,3±11,18	141,3±11,38
Калій, ммоль/л	5,3±0,30	8,1±0,84*	7,2±0,59	7,3±0,61	6,8±0,31**

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що при інтоксикації щурів важкими металами застосування філіпситу, шабазиту, клиноптилоліту та морденіту ефективно для виведення міді, цинку, кадмію і свинцю з усіх досліджених тканин.

2. Біохімічні показники крові щурів вказують, що використання досліджуваних сорбентів спричинило коригувальну дію щодо відновлення біохімічних функцій клітин печінки.

The author of this study, I.V. Kalinin, confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of co-authors of the article.

И.В. Калинин

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЮМОСИЛИКАТОВ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ КРЫС

Исследовали эффективности применения филипсита, шабазита (среднекремниевые цеолиты) и клиноптилолита, морденита (высокремниевые цеолиты) для выведения тяжелых металлов (меди, цинка, кадмия и свинца) с организма крыс, а также изучение влияния указанных алюмосиликатов на биохимические показатели. Установлено, что при использовании филипсита в крови снизилось содержание меди и цинка в 1,5 раза, кадмия и свинца в 2 и 2,5 раза соответственно; в печени – содержание меди и цинка в 1,3 раза, а кадмия и свинца – в 2 раза; в почках содержание всех исследованных металлов уменьшилось в 2 раза. Аналогичное уменьшение установлено при использовании шабазита для всех исследованных металлов. Использование клиноптилолита привело к уменьшению в крови содержания меди и цинка в 2 раза, кадмия и свинца в 2,5 и 3 раза соответственно; в тканях печени – содержание меди и цинка уменьшилось в 1,5 раза, а кадмия и свинца в 3 раза. Применение морденита способствовало снижению содержания в крови меди и цинка в 1,5 раза, кадмия и свинца в 3 раза; в тканях печени и почек содержание всех исследованных металлов уменьшилось в 2,5 раза. В работе приведены новые результаты по коррекции алюмосиликатами биохимических показателей у крыс при интоксикации. Ключевые слова: кровь; печень; почки; медь; цинк; кадмий; свинец; филипсит; шабазит; клиноптилолит; морденит.

I.V. Kalinin

EFFICIENCY OF ALUMINOSILICATES FOR REDUCING HEAVY METALS IN RAT TISSUES

The effectiveness of the application of filipsite, chabazite (medium-silicon zeolites) and clinoptilolite, mordenite (high-silicon zeolites) to excrete heavy metals (copper, zinc, cadmium and lead) from the body of rats, as well as study the effect of these aluminosilicates on biochemical parameters in animals have been studied. It was found that with the use of filipsite the content of copper and zinc decreased by 1.5 fold, of cadmium and lead by 2 and 2.5 times, respectively. In the liver, the content of copper and zinc decreased by 1.3 times, and that of cadmium and lead by 2 times; in the kidneys the content of all the investigated metals decreased by a factor of 2. A similar decrease was established using chabazite for all the metals studied. The use of clinoptilolite contributed to a decrease in the blood content of copper and zinc by 2 times, cadmium and lead in 2.5 and 3 times, respectively. In liver tissues, the contents of copper and zinc decreased by 1.5 times, and the content of cadmium and lead decreased 3 times. The use of mordenite contributed to a decrease of the content of copper and zinc in 1.5 times, cadmium and lead by 3 times. In liver and kidneys, the content of all the investigated metals decreased 2.5 times. New data on the correction of biochemical indices in rats during intoxication by aluminosilicates are given in the work.

Key words: blood; liver; kidneys; copper; zinc; cadmium; lead; filipsit; chabazite; clinoptilolite; mordent.

*Dragomanov National Pedagogical University, Kyiv;
e-mail: kalininihor@gmail.com*

REFERENCES

1. Zorpas AA, Constantinides T, Vlyssides AG, Haralambous I, Loizidou M. Heavy metal uptake by natural zeolite and metals partitioning in sewage sludge compost. *Bioresource Technology*. 2000; 72:113-9.
2. Zakordonskyy V, Vasylechko V, Stashchuk P, Grischuk G. Water thermodesorption and adsorption properties of zeolites transcarpathian. *Bull Lviv Univer*. 2004; 44: 247-56. [Ukrainian].
3. Nikolaev VG, Myhalovskyy SV, Nikolaev VV, Oleszczuk AM, Lysnychuk NE. Enterosorbition: status question and prospects for the future. *Bull Probl Biol Med*. 2007; 4:7-17. [Ukrainian].
4. Vasylechko V, Gryshchouk G, Suhnaty M. Sorption of Zn(II) on transcarpathian clinoptilolite. *Bull Lviv Univer*. 2011; 52:148-58. [Ukrainian].
5. Vasylechko VO, Gryshchouk GV, Kuz'ma YB, et al. Adsorption of cadmium on acid-modified transcarpathian clinoptilolite. *Micropor Mesopor Mater*. 2003; 60:183-96.
6. Starosta VI, Voronich AG, Osiyskyy EY, Dzyamko VM. Sorption of Zn²⁺ on some zeolites. *Methods of chemical*

- analysis. Uzhgorod. 2005; 115-7. [Ukrainian].
7. Langella A, Pansini M, Cappelletti P, et al. NH_4^+ , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} and Pb^{2+} exchange for Na^+ in a sedimentary clinoptilolite. Micropor Mesopor Mater. 2000; 37: 337-43.
 8. Erdem E, Karapinar N, Donat R. The removal of heavy metal cations by natural zeolites. J Colloid Interface Sci. 2004; 280: 309-14.
 9. Dyachenko NA, Trofimchuk AK, Sahno AG. Kontsentryrovanye iron (III), zinc (II) and cadmium (II) on silica with grafted N- propyl-N '[1- (2-tyobenztyazol) -2,2', 2 '' - tryhloretyl] urea groups. Ukr Chemical J. 2000; – 66 (4): 86-8. [Ukrainian].
 10. Havezov I, Tsalev D. Atomic absorption analysis. Leningrad: Chemistry. 1983. 144. [Russian].
 11. Kucherenko ME, Babenyuk YD, Voytsitsky VM. Modern methods of biochemical research. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 2001; 109-52. [Ukrainian].
 12. Langella A., Pansini M., Cappelletti P. et al. NH_4^+ , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} and Pb^{2+} exchange for Na^+ in a sedimentary clinoptilolite. Micropor Mesopor Mater. 2000; 37: 337-43.
 13. Cabrera C., Gabaldónh C., Marzal P. Technical wote Sorption characteristics of heavy metal ions by a natural zeolite. J Chem Technol Biotechnol. 2005; 80: 477-81.
 14. Vasylechko V.O., Cryshchouk G.V., Kuz'ma Y.B. et al. Adsorption of cadmium on acid-modified transcarpathian clinoptilolite. Micropor Mesopor Mater. 2003; 60: 83-96. [Ukrainian].
 15. Tarasenko Yu.A., Gerashenko I.I, Kartel N.T. Enterosorption as a method of elimination of the heavy metals and radionuclides from the organism. Surface. 2014; 6: 110-21. [Ukrainian].

*Матеріал надійшов
до редакції 15.02.2017*