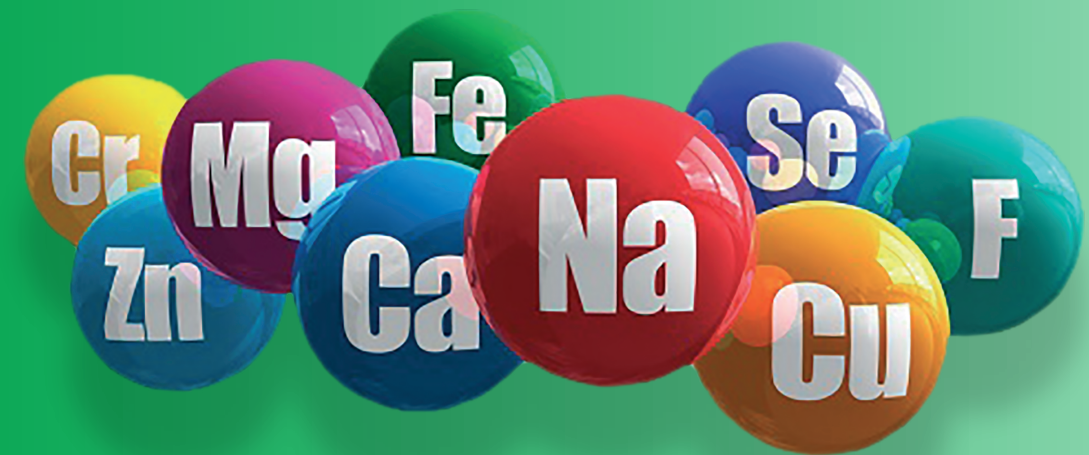


Національна академія медичних наук України
ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва
Національної академії медичних наук України»
ГО «Асоціація мікроелементологів України»

Матеріали
науково-практичної конференції
з міжнародною участю

Актуальні питання
сучасної мікроелементології
присвяченій
пам'яті академіка Ю.І.Кундієва



4-5 жовтня 2018 року
Київ

Пам'яті видатного вченого,
вчителя присвячується



КУНДІЄВ Юрій Ілліч

(02.10.1927 р. - 17.01.2017 р.)

директор Інституту медицини праці НАМН України
академік Національної академії медичних наук України,
академік НАН України,
віце-президент НАМН України,
радник Президії НАН України
доктор медичних наук, професор,
Почесний член Чехословацького медичного товариства ім. Яна Пуркин'є,
Товариства медицини праці Польщі,
Заслужений діяч науки України,
двічі лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки
(1997 р., 2002 р.),
лауреат премії АМН СРСР імені Ф.Ф.Ерісмана,
лауреат Премії НАН України ім. Р.Є.Кавецького,
Премії НАМН України в галузі профілактичної медицини.

ЗМІСТ

	Стор.
Фундаментальні питання мікроелементології	
<u>1.</u> Проблема мікроелементів минуле і сьогодення (пріоритетні медичні аспекти) <i>І.М. Трахтенберг</i>	7 - 9
<u>2.</u> Участь мікроелементологів України при вирішенні завдань ртутної безпеки у світлі Мінаматської конвенції <i>Л.М. Шафран</i>	10-11
<u>3.</u> Досвід впровадження вивчення основ мікроелементології студентами медичного вузу <i>Н.С.Хопта</i>	12-13
 Мікроелементи у професійній патології, клінічній медицині	
<u>4.</u> Дисбаланс мікроелементного статусу дитячого населення як результат антропогенного забруднення довкілля <i>О.В. Антонова</i>	14-15
<u>5.</u> Еколого-гігієнічна детермінованість розвитку мікроелементозів та погіршення здоров'я населення промислово розвинутих територій <i>Е.М.Білецька, Н.М.Онул, Т.А.Головкова, В.І.Главацька</i>	16-17
<u>6.</u> Важкі метали у сигаретах як основний етіологічний стимул пошкодження артерій: цинк досліджень <i>Д.Зербино, О.Колинковський, Д.Беш</i>	18-19
<u>7.</u> Вміст кальцію і магнію в сироватці крові дітей з афективно-респіраторними нападами <i>Л.М.Лісуха</i>	19-20
<u>8.</u> Роль мікроелементного гомеостазу в системному впливі НІРЕС с использованием цисплатина при канцероматозе брюшной полости <i>Е.Д. Пыхтева, Д.В. Большой, А.И.Гоженко</i>	21-22
<u>9.</u> Вміст макро- та мікроелементів у спермі чоловіків з безпліддям (на прикладі Одеської області) <i>О.Г.Пыхтева, О.Д.Меленевський, Ф.І.Костев</i>	22-24
<u>10.</u> Ретроспективне вивчення передумов виникнення раку щитоподібної залози у постраждалих після Чорнобильської аварії <i>М.Д.Тронько, В.І.Кравченко, І.А.Лузанчук</i>	25-26

<u>11.</u>	Manganese in leucocytes as one of markers of intoxication <i>I.Andrusyshyn, I. Golub, O. Lampeka, D.Kuskov.....</i>	26
Мікроелементи у фізіології людини та тварин, оцінка токсичності та профілактика		
<u>12.</u>	Аналітичні аспекти визначення металів у біологічних середовищах при використанні різних спектральних методів <i>І.Андрусишина, З. Малецький.....</i>	27-31
<u>13.</u>	Макро- та мікроелементний склад кісткового регенерату за умов впливу на організм хронічної гіперглікемії <i>Є.Дудченко, Г. Ткач, В. Ілляшенко, О. Максимова</i>	31-32
<u>14.</u>	Макро- та мікроелементний склад крові, печінки та підшлункової залози щурів у нормі та за умов впливу на організм солей важких металів <i>В. Ілляшенко, Г.Ткач, В. Сікора, О. Максимова</i>	32-34
<u>15.</u>	Пектинопрофілактика у вирішенні проблем хімічної безпеки <i>К. Козлов, П. Демченко</i>	34-35
<u>16.</u>	Зміни вмісту макро- та мікроелементів у цільній крові, печінці та жовчі щурів з механічною прогресуючою жовтяницею <i>О.В. Котов, С.П. Луговський, І.М. Андрусишина.....</i>	36-37
<u>17.</u>	Активність ензимів вуглеводного обміну в підшлунковій залозі вагітних самок щурів за впливу цитрату ванадію <i>Г.В.Климець, Р.Я.Іскра</i>	38
<u>18.</u>	Вплив йоду на рівень інсуліну у крові щурів з аліментарним ожирінням <i>Н.Г.Копчак, О.С. Покотило, Т.Я.Ярошенко.</i>	39-40
<u>19.</u>	Експериментальні дослідження біопротективних властивостей цинку за умови впливу низьких доз свинцю <i>Н.М.Онул, Е.М.Білецька</i>	40-42
<u>20.</u>	Вміст мікроелементів та гематологічні індекси у щурів під впливом енергетичних напоїв <i>Х.Ю. Парцей, М.Б. Артиш, Г.В. Токарик, Н.І. Литвинюк, З.О. Слободян, А.М. Ерстенюк</i>	42-43
<u>21.</u>	Вплив цитрату хрому на пероксидне окиснення ліпідів у скелетних м'язах щурів з експериментально-індукованим діабетом <i>О.О.Сушко, Р.Я.Іскра</i>	43-45
<u>22.</u>	Профілактика свинцевої інтоксикації (міжнародна співпраця) <i>І.М. Трахтенберг, В.Ф. Демченко, С.П. Луговський, П.І. Демченко, Люта Ю.В.</i>	45-46

<u>23.</u>	Кадмий в иммуно-метаболических механизмах токсикогенеза <i>Е. В. Третьякова</i>	46-48
-------------------	--	-------

Еколого-гігієнічні дослідження мікроелементозів

<u>24.</u>	Моніторинг забруднення снігового покриву важкими металами довкілля м.Киева <i>В.Ф.Демченко, І.М.Андрусишина, І.О.Голуб, О.Г.Лампека</i>	48-50
<u>25.</u>	Контекст глобальних проблем ґрунтового покриву щодо потреб мікроелементології <i>Ю. Дмитрук</i>	50-52
<u>26.</u>	Вміст мікроелементів у воді тваринницьких підприємств північно-східної та центральної біогеохімічних зон України <i>Н.Г.Грушанська, Ю.В.Корнійчук</i>	52-54
<u>27.</u>	Газохроматографічне визначення мікрокількостей сірки при застосування в сільському господарстві сумішевих фунгіцидних пепаратів <i>Засць Є.Р., Демченко В.Ф., Баранов Ю.С., Кірсенко В.В., Яструб Т.А., Коваленко В.Ф.</i>	54-55
<u>28.</u>	Мікроелементи тканин різних ана томічних відділів організму медоносних бджіл за дії цитратів Аргентуму і Купруму <i>І. Ковальчук, І. Двилюк</i>	55-56
<u>29.</u>	Порівняльний аналіз вмісту важких металів у атмосферному повітрі та його складових <i>Т.І.Кривомаз, І.М.Андрусишина</i>	56-58
<u>30.</u>	Порівняння концентрацій елементів в спорангіях <i>Physarum album</i> з субстратом та ґрунтом <i>Т.Кривомаз, А.Мішо, І.Андрусишина</i>	58-60
<u>31.</u>	Адсорбционные свойства наноструктурного оксида алюминия, полученного физическим осаждением из паровой фазы <i>Л.А.Крушинская, Я.А.Стельмах, И.А.Голуб</i>	60-62
<u>32.</u>	Железо и марганец в природной воде: результаты мониторинга <i>Н.Макарова, Т. Митченко, Е. Светлейшая</i>	62-64
<u>33.</u>	Використання природного сорбенту для очищення питної води від іонів кадмію та за одночасного знаходження нітрат- іонів та іонів кадмію у питній воді <i>Л. Я. Нечитайло, А. М. Ерстенюк</i>	64-66
<u>34.</u>	Ідентифікація сірки методом газової хромато-мас-спектрометрії <i>С.В.Ольшевський, В.Ф.Демченко, Є.Р.Засць</i>	66-68
<u>35.</u>	Вміст основних мікроелементів на стан плодкових дерев яблуні за основними фазами розвитку <i>В.А.Садовська, В.І.Максін</i>	68-69

Метали як мікронутрієнти та складові фармацевтичних препаратів

- 36.** Вивчення гострої токсичності композиції метронідазолу з наночастинками срібла
С. Білоус, Л. Кобилінська, І. Нектсгаєв..... 69-70
- 37.** Нові підходи використання мікроелементів. Біологічно активний йод (у формі «Йодіс-концентрату», Селен (Se) та молекулярний водень (H₂) у ветеринарній медицині
В. М Мельніченко, О. І. Віщур, М. М. Переста, М. І. Рацький, В. С. Стельмах, О. М. Мізерницький 70-72
- 38.** Elemental composition of *Stellaria media* and perspectives of its use in medicine and veterinary
Н. Воробець 73-74
- 39.** Стан забезпечення цинком і міддю харчових раціонів дітей дошкільного віку м.Києва
М.П.Гуліч, Л.С. Любарська, Н.Л.Ємченко, І.Є.Моїсеєнко..... 74-76
- 40.** Перспективи використання цитратів біоелементів, отриманих за аквананотехнологією для профілактики гіпоелементозів
М.П.Гуліч, Н.Л.Ємченко, О.О.Харченко, О.В.Яценко 76-77
- 41.** Вплив на харчову та біологічну цінність грибного міцелію цитратів біоелементів, отриманих за аквананотехнологією
М. Гуліч, Н. Ємченко, О. Яценко, О. Ольшевська..... 77-79
- 42.** Інноваційний спосіб збагачення магнієм сухих концентратів із молочної сироватки
О.Кочубей-Литвиненко, О. Білик..... 80-81
- 43.** Еритропоетична дія заліза у складі наночастинок магнетиту з різним покриттям
О. Семака, Є. Мокляк, Г. Цуркан, О. Важнича..... 82-83
- 44.** Наноцерій підсилює протимікробну дію антисептику
М. Скрипник, М. Ананьєва, Т. Петрушанко, К. Непорада, М. Співак..... 83-85

Нанотоксикологія металів та питання їх біобезпеки

- 45.** Особливості гепатотоксичної дії наночастинок сульфіді кадмію
О.Л.Апихтіна, К.П.Козлов 85-87
- 46.** Оцінка безпеки наночастинок металів в дослідженнях *in vitro*
Н.М.Дмитруха, О.С. Лагутіна, С.М. Дибкова, Т.Ю.Громовий 87-88

<u>47.</u>	До питання залежності біобезпечності мікро- та мікроелементів від їхньої хімічної форми <i>Н.Л.Ємченко, О.О.Харченко, Л.А.Томашевська Л. А</i>	89
<u>48.</u>	Особливості міграції та трансформації наноаквацитратів перехідних металів у гідроекосистемах <i>О. О. Кравченко</i>	90
<u>49.</u>	Характеристика та оцінка змін у системі елементного гомеостазу у щурів при хронічному впливі на шкіру нанорозмірних частинок сульфиду свинцю <i>С.П. Луговський, М.М. Діденко, Н.А. Мельник</i>	91-92
<u>50.</u>	Регуляторний вплив вживання наногерманію цитрату на вміст Fe, Zn, Cu, Co, Mn у тканинах щурів F ₂ <i>Р.Федорук, В. Каплуненко, М. Храбко, У. Тесарівська, М. Цап</i>	93-94
<u>51.</u>	Рістіндукуюча дія цитратів цинку, заліза і магнію, отриманих за нанотехнологією на біологічні об'єкти <i>О.О.Харченко, О.В. Яценко, М.П.Гулів, Н.Л.Ємченко, Л.А.Томашевська, М.Ю.Антамонов</i>	95-96
<u>52.</u>	Advances and challenges in anaerobic digestion of sewage sludge <i>I. Borisov, Z.Maletskyi, V.Gevod</i>	97-98
<u>53.</u>	Comparison of Al- and Fe-based membrane fouling reducers for biofilm membrane bioreactor <i>Z.Maletskyi, O.Kulesha</i>	99-100
<u>54.</u>	Towards water-smart crawlon economy building a case in organic farming <i>Z.Maletskyi</i>	101-102
	ДЛЯ НОТАТОК	103-104
	РЕКЛАМА ПРОДУКЦІЇ СПОНСОРІВ КОНФЕРЕНЦІЇ	105-109

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПИТАННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТОЛОГІЇ

УДК: 577.118 (091)

ПРОБЛЕМА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ МИНУЛЕ І СЬОГОДЕННЯ (ПРІОРИТЕТНІ МЕДИЧНІ АСПЕКТИ)

Трахтенберг І.М.

ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН», Київ, Україна

До історії. Світова історія вивчення ролі мікроелементів як вже було згадано раніше налічує вагати роки. Ще у 40-120 п. у часи Плутарха домашніх тварин годували сіллю, а Вергілій і Пліній (21-79г) рекомендували різні солі для збільшення виробництва молока у тварин. Марко Поло (1295 р.) були докладно описані випадки отруєння селеном пасовищної худоби в Китаї. Менгіні (1747 р.) виявив у крові залізо, а в Ганн (1747 р.) повідомив, що наявність фосфору у кістках. Дослідження Куртуа, Койнде і Буссінгала (1811-1825 р.р.) привели до відкриття йоду і показали, що йод є єдиним засобом профілактики захворювань щитоподібної залози. Шоссе (1842 р.) встановив, що птахам для росту кісток необхідний кальцій, а згодом Шатен (1850-1854 р.р.) опублікував результати досліджень, які вказують на зв'язок дефіциту йоду в навколишньому середовищі з випадками захворювання щитоподібної залози у людини і тварин.

На розвиток вчення про мікроелементи відомий вплив зробило створення в 1869 р. **періодичної системи елементів Д. І. Менделєєвим**. Ось коротка хронологія подальших досліджень, що були проведені після цієї події. Ролан (1869 р.) відкрив важливість цинку для мікроорганізмів. Кенделл (1919 р.) виділив тироксин з щитоподібної залози і показав, що цей гормон містить 65% йоду. Бертран і Берзон (1922 р.) показали, що цинк необхідний для росту тварин і волосся людини. Лерой (1926 р.) показав, що магній прискорює ріст мишей. Харт з колегами (1928 р.) встановив, що мідь, також як і залізо, необхідний елемент для утворення гемоглобіну. Келмер і Макколлум (1931 р.) показали, що дефіцит марганцю у щурів і мишей викликає титанію.

Великий вплив на подальший розвиток вчення про мікроелементи зіграли праці **В.І.Вернадського (1920-1932 р.р.) - засновника біогеохімії**. У його працях було доведено зв'язок, між хімічним складом живих організмів і хімією земної кори. Сьолема (1933 р.) пов'язав хвороби опорно-рухового апарату худоби («лізуха») з дефіцитом міді. Андервуд та Фильмер (1933р.) і, незалежно від них, Марстон і Ліні (в тіж роки) виявили, що ензоотичний маразм у овець викликаний дефіцитом кобальту. Згодом . Вільгус, Норріс і Хаузер (1936-1937) повідомили, що дефіцит марганцю веде до перозісу у курчат. Беккер (1937 р.) і колеги встановили, що стан «соляної хвороби» худоби у Флориді викликано станом дефіциту у траві кобальту, міді і заліза. Фергюсон, Льюїс і Уотсон (1938 р.) показали, що токсичність молібдену спричиняє сильну діарею пасовищної худоби.

У 1946-1949 рр **А.П.Виноградов** сформулював поняття про **біогеохімічні провінції**.

Сплеск інтересу до вивчення біологічної ролі мікроелементів в СРСР спостерігався з початку 50-х і до кінця 90-х рр., після виходу в світ монографії професора В.І.Войнара, якого по праву можна вважати засновником медичної елементології в нашій країні. В цей період сформувались українські школи мікроелементології В.І.Войнара у Донецькому медичному інституті та Г.А.Бабенко у Івано-Франківському медичний інституті.

Учнями В.І.Вернадського, А.П.Виноградова, ВВ.Ковальського, В.І.Войнара, Г.А.Бабенко, Б.А.Ягодіна і А.П.Авцина, були створені наукові школи, які активно використовували отримані в наукових лабораторіях дані в інтересах практичної медицини, біології та сільського господарства. Зокрема слід відзначити, що за пропозицією академіка РАМН А.А.Авцина та його колег (А.А.Жаворонков, М.А.Ріш та

Л.С.Строчковою) було введено поняття **мікроелементозів (МТОЗи)** для визначення патологічних процесів пов'язаних з дефіцитом або надлишком тих чи інших хімічних елементів (важких металів також). Сьогодні відомі як природні (ендогенні та екзогенні), так і техногенні та ятрогенні МТОЗи.

В цей же період за кордоном також були створені школи з вивчення біологічної ролі ряду мікроелементів. Так, у 1970-1984 рр. школою М.Анке і П.Нільсена отримані дані про есенційність ряду мікроелементів (миш'яку, бору, свинцю, літію, нікелю, кремнію, олова та ванадію). Сьогодні це відомі імена серед науковців світу - Ф.Коллері, Ж-К Етьєн (Франція), Р.Браттер та Р.Михалко (Німеччина), М.Боравська, М.Брженішка та К.Пастернак (Польща), М.Гомес Дж.Коррела, Дж.Доминго (Іспанія), Д. Оберліс, Б. Харланд, Дж.Уоллок (США), Б.А.Ревич, А.В.Скальний, А.В.Кудрин, О.А.Громова, А.Р. Грабекліс (РФ) та багато інших.

У 1992-1997 рр створена наукова школа В.Л.Суслікова (Чуваський державний Університет). Слідом за цим була створена спілка мікроелементологів, яка отримала аббревіатуру РОСМЕМ і в 2002 вона увійшла в міжнародну організацію мікроелементологів FESTEM (Франція) У 2003 р. був створений інститут біоелементології під керівництвом проф. А.В. Скального, доречі учня Г.О.Бабенко.

В Україні учні і послідовники проф. В.Войнара і Г. Бабенко які гідно продовжують школу мікроелементологів. Окремо хотілося б згадати такі імена в клінічній медицині, гігієні та токсикології елементів: академік Д.Д.Зербіно, проф.Л.М. Шафран, проф. Н.Ф.Іваницька і Ю.Н.Талакін, проф М.Р.Гжегоцький, Б.М.Штабський, Н.М.Паранько та Е.М.Білецька, а також віддана традиціям проф. Г.Бабенко учениця, а нині проф.А.М.Ерстенюк (нею створено центр біоелементології на його батьківщині –Івано-Франківську). У 2015 рр. в Україні також створена громадська організація «Асоціація мікроелементологів України» напрямом діяльності якої є об'єднання зусиль медиків, гігієністів, екологів, біологів, ветеринарів, хіміків та спеціалістів, зайнятих в системі охорони довкілля та здоров'я людини в галузі мікроелементології.

Приоритети і подальші дослідження. Проблема хімічної небезпеки для здоров'я населення України вже давно стала пріоритетною. Розробка різних її аспектів (насамперед фундаментальних та методичних) – прерогатива не тільки представників профілактичної медицини, але і клініцистів, а також хіміків, генетиків, екологів. Оцінка ризиків від хімічних забруднювачів та управління ними повинно проводитись з урахуванням специфіки різних країн.

Найбільш розповсюдженими забруднювачами сьогодні є сполуки важких металів, серед яких свинець, ртуть та кадмій. Проблема хімічної небезпеки, незалежно від того, іде мова про ці метали чи про стійки органічні забруднювачі, пов'язана з їх участю у розвитку таких захворювань, як серцево-судинна, нейроендокринна, патологія ураження імунної та репродуктивної систем.

Відомо, що ВООЗ виділила в окрему групу екологічно обумовлені захворювання.. зараз спільними зусиллями вчених, зокрема, біохіміків та генетиків, належить зробити перелік різних форм цієї патології більш повним, що необхідно як для клініцистів, так і гігієністів.

Україна приєдналась до Базельської, Роттердамської та Стокгольмської конвенцій, які передбачають заборону або обмеження використання небезпечних токсичних речовин. Завдання полягає в тому, щоб виконати взяті зобов'язання цих конвенцій. Для цього потрібна повна інвентаризація небезпечних речовин, моніторинг за станом довкілля та здоров'ям населення. Потребують змін у технологічних процесах на виробництвах. Важливим є об'єднання зусиль токсикологів, гігієністів, екологів та громадських організацій. Проблема хімічної безпеки потребує інтеграції багатьох наук.

Однак, не тільки природні геохімічні аномалії ведуть до надмірного надходження ряду токсичних металів в організм сучасної жителя Землі. Розвиток промисловості і транспорту, будівельної індустрії, сільськогосподарського виробництва супроводжується

забрудненням навколишнього середовища різноманітними хімічними речовинами, серед яких значну питому вагу займають сполуки важких металів. По ланцюгу вода - рослини - їжа вони надходять в організм людини в підвищених кількостях. Це стосується, перш за все, до таких токсичних металів як свинець, ртуть, кадмій, нікель, хром, марганець. Джерел забруднення навколишнього середовища металами в наш час достатньо.

Встановлено, що виробництва, які пов'язані з впливом на людину миш'яку, кадмію, свинцю, нікелю і хрому, є типовими для формування професійної онкологічної патології. Хвороби цивілізації, екологічна патологія, виробничо зумовлені захворювання - чи передбачали все це вчені? У загальному вигляді подібне, звичайно, прогнозувалося. В.Вернадський - видатний геохімік і перший президент Української академії наук попереджав, що виробнича діяльність сучасної людини буде істотно впливати на його хімічне оточення. Це було ще в тридцяті роки. Сьогодні можна свідчити, що дійсно порушення балансу хімічного рівноваги в біосфері щорічно збільшують і, як уже зазначалося, навіть обумовлюють багато хвороб. У цьому сенсі доречно послатися на думку про те, що значний відсоток усіх хвороб, особливо дитячих, дає забруднена вода, якість якої катастрофічно знижується. За даними, опублікованими у нас і за кордоном, наростання вмісту хімічних речовин в річках і морях, а також погіршення їх санітарно-мікробіологічних показників, відбувається настільки стрімко, що така загроза для людини і водних екосистем загрожує непередбачуваними наслідками.

Антропогенні потоки речовини, що утворюються в ході виробничої діяльності міського населення, надзвичайно різноманітні, містять високі концентрації високого кола хімічних елементів, в тому числі і токсичних. Включаючись в природні цикли міграції, антропогенні потоки призводять до швидкого поширення забруднюючих речовин в компонентах міського ландшафту, де неминуче їх взаємодія з людиною.

Істотний вплив на процес забруднення середовища надають військові дії. В результаті другої світової війни на полях битв були складуваннями тисячі тонн металів. В результаті порівняно маломасштабної військової операції НАТО в Югославії в 1999 році споживання таких токсичних елементів, як свинець, кадмій, миш'як і ртуть, підвищилося в результаті забруднення повітря, води і ґрунтів у Сербії, а також через неадекватну якість імпортованих або отриманих через гуманітарні цілі харчових продуктів. Останній шлях забруднення довкілля вищезазначеними металами цілком вірогідний для нинішнього стану в Україні через військові дії на сході країни.

Тому подальші дослідження у цьому напрямку є пріоритетними. При їх проведенні слід особливо приймати до уваги результати наших багаторічних експериментальних досліджень по вивченню впливу на організм сполук важких металів як виробничих факторів і забруднювачів довкілля малої інтенсивності. В монографіях та публікаціях, у періодичних виданнях були наведені ці результати, які показали що дія низьких концентрацій металів близьких до їх рівня як мікроелементів. Викликає у організмі ряд змін фізіологічних, біохімічних, імунологічних, генетичних показників, які оцінюються як предпатологічні. Необхідно удосконалювати принципи і методи оцінки проявів цих змін, підходи до диференціації процесів адаптації і компенсації на фоні дії токсичних речовин і відповідних мікроелементів, встановлення загальних закономірностей і розбіжностей, які виникають під впливом перших і других. Творча співдружність дослідників різних фахів при цьому дуже важлива. Але треба пам'ятати виклик В.І.Вернадського об'єднуватись при проведенні досліджень не за фаховим принципом, а за принципом праці над загальною проблемою.

УЧАСТЬ МІКРОЕЛЕМЕНТОЛОГІВ УКРАЇНИ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ РТУТНОЇ БЕЗПЕКИ УСВІТІ З МІНАМАТСЬКОЇ КОНВЕНЦІЇ

Л.М. Шафран

Український НДІ медицини транспорту, Одеса, Україна

lmsafafran182@gmail.com

Актуальність проблеми. Людство все частіше і в зростаючій мірі пожинає плоди своєї нерідко нерозумної, безвідповідальної та антигуманістичної діяльності, в тому числі в частині екобезпеки та збереження здоров'я популяції землян. Поряд зі зміною клімату і поведінкою з відходами, мова йде про проблему хімічної небезпеки, недостатньо активна боротьба з якою непокоїть світову спільноту і є однією з пріоритетних для України [1]. Це стосується, в першу чергу, боротьби та профілактики забруднення стійкими органічними речовинами, пестицидами і важкими металами, які чітко регламентуються міжнародними документами. Саме до таких належить Мінаматська конвенція по ртуті (2017), яка по суті є першим у ХХІ столітті документом глобального рівню, що доповнює конкретику і зміцнює синергізм Базельської (1989), Роттердамської (1998) і Стокгольмської (2001) конвенцій щодо забезпечення хімічної безпеки на нашій планеті.

Історія проблеми. Минуло 65 років з того часу, коли в м. Мінамата та інших населених пунктах провінції Кумамото (Японія) були зареєстровані перші випадки невідомого захворювання з високою летальністю (до 31,5%) . Страх і сум'яття оволоділи населенням регіону, тривожні чутки поповзли по всій країні. І лише в листопаді 1962 р. результати масштабних наукових досліджень та клінічних спостережень були об'єднані в систему і сформували уявлення про екологічно обумовлений синдром важкого отруєння метилртуттю (Me-Hg), який пізніше став сумно відомим у світі як "хвороба Мінамата" [2]. Епідемії захворювань з 1953 р. передували спорадичні форми, етіопатогенез яких був досить складним, а соціально-економічна протидія об'єктивній інформації шалена. Потрібні були роки напружених досліджень для встановлення причинно-наслідкових зв'язків, довелося подолати стіну замовчування, відчайдушний опір винуватців забруднення ртуттю навколишнього середовища, щоб допомогти жертвам екологічної катастрофи і запобігти повтору у майбутньому. Практично тільки у 1975 р ціною неймовірних людських зусиль і матеріальних витрат вдалося отримати відчутний успіх. Вірогідно, саме тому текст Мінаматської конвенції по ртуті (глобальний договір про захист здоров'я людини та навколишнього середовища від несприятливого впливу ртуті) був прийнятий тільки 10.10.2013 р. на шостій з проведених цілеспрямованих дипломатичних конференцій, що відбулася в м. Кумамото, Японія, а набула чинності лише 16.08.2017 р. [3]. До середини 2018 р. її вже ратифікували 94 країни. Серед них, нажаль, досі немає України, де проблема ртутної безпеки залишається не вирішеною (високі рівні забруднення на окремих територіях, ртутьвміщуючі лампи та відсутність ефективної системи управління відходами тощо), ситуація не контрольована і наближається до критичної.

Токсикологічна характеристика ртуті. Ртуть (Hg) завдяки своїм унікальним властивостям широко використовується людством в різних продуктах і процесах, в тому числі в медичній практиці, протягом сотень років. Цей високо токсичний метал поступає у довкілля і сферу життєдіяльності людини з природних (вивітрювання ртутьвмісних порід, лісові пожежі, виверження вулканів або геотермальна діяльність) і антропогенних (виробництво полівінілхлориду, поліуретанових еластомерів, хлору, люмінесцентних ламп, золотодобування, виплавка кольорових металів, спалювання вугілля і різних видів відходів) джерел. Щорічно в атмосферу надходить біля 9000 т Hg. З урахуванням токсичних ефектів серед представників майже усіх царств природи (бактерії, рослини, тварини), цитотоксичних ефектів, прояв репродуктивної та нейротоксичності вже в діапазоні мікромолярних концентрацій (0,2-0,5-1,0 мкМ), виражених кумулятивних властивостей, та комбінованої дії (синергізм) з багатьма органічними і неорганічними

речовинами та сполуками, біонебезпечність Hg набуває еталонного характеру в плані оцінки стану довкілля та ефективності запобіжних заходів в регіонах і в країні в цілому [4].

Екологічна ситуація в Україні залишається суперечливою: з одного боку, існує значний науковий потенціал і кадри мікроелементологів, традиційно проводяться дослідження з різних аспектів біології, токсикології та епідеміології забруднень, в тому числі ртуттю, а з іншого, в сесійній залі та на засіданнях Комітетів Верховної Ради, Уряду, у засобах масової інформації, на громадських слуханнях та наукових форумах приводяться факти, невтішні статистичні дані щодо високих рівнів забруднення довкілля, але намічені програми дій, запропоновані варіанти комплексного вирішення проблеми здебільше залишаються на папері.

Мінаматська конвенція відкриває широкі можливості для розгортання активних дій на регіональному, національному і міжнародному рівнях, підвищення відповідальності владних структур, участі громадськості і кожного члена суспільства у збереженні пристойного стану і відновленні природного довкілля на нашій планеті,

Висновки: 1. Важливим уроком японської трагедії і невідкладним заходом щодо зниження ризику є необхідність координації медичних, епідеміологічних, біоекологічних досліджень, спрямованих на подальше вивчення і розробку заходів щодо впливу на кінетику, шляхи міграції і трансформації різних форм Hg, і особливо MeHg, в біосфері, механізми токсичної дії малих доз і концентрацій, демеркуризацію організму людини, інших біооб'єктів та довкілля. 2. На конкретному прикладі ртуті можна і треба будувати ефективну міжнародну співпрацю і національні програми, про актуальність яких наочно свідчать трагічне минуле і надихає оптимізм майбутнє, символом якого є Мінаматська конвенція. 3. Слід наполягати на праві і відповідальності судових органів і урядів діяти виходячи з реальної обстановки і на праві засобів масової інформації повідомляти про результати і наслідки цих зусиль. 4. Підвищувати обізнаність населення у екологічних питаннях, підготовку і систематичну освіту, особисту та колективну громадську активність і відповідальність за стан довкілля. 5. Необхідно забезпечити право медичних експертів і громадян на безперешкодне отримання доступу до оперативної інформації та на об'єкти підвищеного ризику; створити можливість ученим продовжувати їх роботи для збереження здоров'я населення, якості та біорізноманіття навколишнього природного і антропогенно зміненого навколишнього середовища, екологізації довкілля і життя. У вирішенні цих питань повинна прийняти активну участь Асоціація мікроелементологів України.

Література.

1. Химическая опасность в Украине и меры профилактики / Ю.И. Кундиев, И.М. Трахтенберг // Журн. АМН Украины, 2004. - № 2. - С. 259-267.
2. Минаматская конвенция о ртути. Текст и приложения. - Нью-Йорк: ООН. ОС. 2017. - 79 с. Режим доступа: [www.mercuryconvention.org].
3. Minamata Disease. Its History and Lessons. - Minamata: City Planning Division, 2007.- 56 р.
4. Тиоловые яды / И.М. Трахтенберг, Л.М. Шафран // Общая токсикология / Под ред. Б.А. Курляндского, В.А. Филова. - М.: Медицина, 2002. - С. 111-176.

ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ВИВЧЕННЯ ОСНОВ МІКРОЕЛЕМЕНТОЛОГІЇ СТУДЕНТАМИ МЕДИЧНОГО ВУЗУ

Хопта Н. С.

Івано-Франківський національний медичний університет, Україна

khopta31@ukr.net

Ключові слова: основи мікроелементології, компетентнісний підхід, курс за вибором, медична освіта.

Експерти Ради Європи вказують на низку загальних та спеціальних (фахових) компетенцій, якими повинен оволодіти випускник вищого навчального закладу. Це, зокрема, соціальні, комунікативні, інформаційні, навчальні та особливо важливі для медика – фахові [1, 3].

Для реалізації цих завдань, а також зважаючи на багату історію, досвід та здобутки науковців Івано-Франківського національного медичного університету в галузі мікроелементології, на кафедрі біологічної та медичної хімії ім. академіка Г. О. Бабенка колективом авторів для студентів медичного та стоматологічного факультетів було розроблено та впроваджено курс за вибором «Есенціальні та токсичні елементи в екології та фізіології людини», в якому викладаються основи мікроелементології. Курс розрахований на 20 аудиторних годин (практичні заняття) та 85 годин самостійної позааудиторної роботи студентів (СПРС). Деталізацію компетентностей було розроблено відповідно до дескрипторів НРК у формі «Матриці компетентностей» [2, 4]. Зокрема, курс сприяє формуванню інтегральної компетенції – здатності розв'язувати типові та складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та характеризується комплексністю. Загальні компетенції, як от: здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях, здатність до здійснення саморегуляції та адаптації, дії в новій ситуації; навички міжособистісної взаємодії та здатність працювати в команді; навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, а також вчитися оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт; прагнення до збереження навколишнього середовища, ведення здорового способу життя [4]. Шляхом виконання експериментальних робіт починає формуватися фахова компетентність – здатність до оцінювання результатів лабораторних та інструментальних досліджень. На практичних заняттях студенти оволодівають навичками роботи в лабораторії, проведення якісних та кількісних визначень мікроелементів у біосубстратах, обговорюють проблемні ситуації із клінічної практики та вирішують експериментальні задачі. Студенти отримують індивідуальні та групові завдання пошуку інформації про найновіші дослідження у галузі мікроелементології, проводять аналіз наукових джерел, у яких опубліковані матеріали, що стосуються окремих есенціальних та токсичних елементів. Значна частина часу аудиторних занять присвячується обговоренню ролі окремих мікроелементів у біохімічних процесах організму людини, впливу токсикантів на метаболізм. Такі завдання поглиблюють знання студентів з фундаментальних наук, сприяють розвитку науково-дослідницьких зацікавлень студентів, формують майбутнього компетентного фахівця. Достатня кількість годин СПРС дозволяє розвивати у студентів загальні і спеціальні компетенції, оскільки перед ними стоять завдання інформаційного пошуку, опрацювання великого об'єму наукових джерел, зокрема, ознайомлення з історією розвитку мікроелементології, працями видатних вчених, сучасними досягненнями в цій галузі. Багато студентів, які вивчали даний курс, стають членами біохімічного гуртка кафедри,

під керівництвом викладачів проводять підготовку до проведення власних наукових досліджень, беруть участь у науково-дослідній роботі кафедри.

Висновок. Впровадження даного курсу за вибором викликає зацікавленість на самперед у студентів, які націлені на поглиблене розуміння ролі мікроелементів у метаболічних процесах, обґрунтоване оцінювання результатів лабораторних та інструментальних досліджень біологічних субстратів організму людини та об'єктів довкілля. Курс розрахований для вивчення студентами-медиками у 2-4 семестрі. Перспективним вважаємо розробку курсу за вибором «Клінічна мікроелементологія» для студентів старших курсів, а також для лікарів-практиків на етапі післядипломної освіти.

Список літератури:

1. Компетентнісний підхід у підготовці студентів-медиків / М. М. Рожко, Г. М. Ерстенюк, В. В. Капечук, М. О. Іванців, В. М. Сенчій // Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю “Актуальні питання якості медичної освіти”. – Медична освіта. – 2016. – № 2, С. 102-106.
2. Національний освітній глосарій: вища освіта / Міністерство освіти і науки України, Національна академія педагогічних наук України, Національний Темпус-офіс в Україні. – 2-ге вид., переробл. і доповн. Видання здійснено в рамках проекту Європейського Союзу “Національний Темпус-офіс в Україні”, що реалізується ГО “Інститут лідерства, інновацій та розвитку”. – К., 2014.
3. Медична освіта: відповіді на виклики сучасності / Н. О. Олексіна, О. П. Волосовець, Ю. С. П'ятницький // Матеріали XV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю “Актуальні питання якості медичної освіти”. – Тернопіль, ТДМУ, Укрмедкнига. – 2018. – С. 24-26.
4. Заблоцька О. С. Компетентнісний підхід як освітня інновація: порівняльний аналіз / О. С. Заблоцька // Вісник Житомирського державного університету. Випуск 40. – Серія: Педагогічні науки. – 2008. – С. 63–68.

МІКРОЕЛЕМЕНТИ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПАТОЛОГІЇ, КЛІНІЧНІЙ МЕДИЦИНІ

УДК 613.27:504.05:577.118-053.2-025.17

ДИСБАЛАНС МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СТАТУСУ ДИТЯЧОГО НАСЕЛЕННЯ ЯК РЕЗУЛЬТАТ АНТРОПОГЕНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

Олена Антонова

Державний заклад «Дніпропетровська медична академія Міністерства охорони здоров'я»,
Україна

THE DISBALANCE OF THE MICROELEMENT STATUS OF CHILD POPULATION AS RESULT OF ANTROPOGENIC POLLUTION OF ENVIRONMENT

Olena Antonova

Мікроелементний склад організму людини відіграє важливу роль у його функціонуванні. Надлишок чи нестача окремих хімічних елементів, або їх сполук нерідко призводить до виникнення патологічних станів. Особливу роль у дисбалансі мікроелементів відіграють важкі метали (ВМ) – забруднювачі довкілля. Свинець традиційно відноситься до потенційно небезпечних елементів, глобально розповсюдженим у життєзабезпечуючих середовищах довкілля. Поряд з цим, даний метал вважається одним з найбільш токсичних для зростаючого організму дитини елементом у зв'язку із здатністю накопичуватися в ньому, спричиняючи політропну дію. Кількісний та якісний вміст хімічних сполук, насамперед металів, у різних біосубстратах організму людини має велике значення для діагностики донозологічних станів, тобто виявлення тих змін, що передують формуванню патологічного процесу, а тому подібний підхід найбільш актуальний для виявлення екологозалежних і екологообумовлених захворювань.

Досліджено концентрації свинцю в атмосферному повітрі двох промислових та контрольного районів, а також вміст цього металу у крові та сечі організованого дитячого контингенту, який проживає на даній території. Крім того, у обстежених дітей проведено біомоніторинг вмісту міді та цинку, як біологічних антагоністів свинцю.

Проведений біомоніторинг виявив, що свинець визначався як у крові, так і у сечі всіх обстежених дітей.

Аналіз даних біомоніторингу свинцю у крові обстежених нами дітей трьох груп спостереження свідчить про те, що його концентрації коливаються від 0,9 мкг/дл до 56 мкг/дл. Для обстежених першого промислового району вміст свинцю становить – $15,60 \pm 3,64$ мкг/дл, іншого – $45,87 \pm 0,83$ мкг/дл, що перевищує стандарт ВООЗ, який становить для дітей – 10 мкг/дл.

У крові дітей контрольного району свинець визначався в середній концентрації, що відповідає межі фізіологічних коливань і не перевищував норму практично у всіх 100% обстежених. Вміст свинцю у крові дітей промислових районів в 9,5-28 разів статистично достовірно вище ($p < 0,001$) контрольного. Що стосується есенціальних металів-мікроелементів, то в крові досліджених нами дітей промислових районів встановлена середня концентрація міді – $60,0 \pm 13,4$ мкг/дл і $53,70 \pm 3,16$ мкг/дл, цинку – $108,20 \pm 14,26$ мкг/дл і $38,98 \pm 9,92$ мкг/дл відповідно. Ці величини відповідають нормальному, фізіологічному вмісту для даних першого району, але у другому значно нижчі допустимого рівня – мідь на 6,3 мкг/дл нижче, а цинк у 1,8 раза нижче границі норми. Середній вміст міді у крові дітей контрольного району знаходиться на рівні фізіологічного вмісту – $78,20 \pm 9,05$ мкг/дл. Кількість такого есенціального мікроелемента, як цинк, знаходиться на нижній межі норми – $69,260 \pm 2,401$ мкг/дл, а у 6,67% дітей значно її нижче, що може сприяти виникненню цинкдефіцитного стану. Встановлена статистично достовірна різниця ($p < 0,001$) між вмістом цинку у крові першого і другого промислових

районів, а також між промисловими районами та контрольним ($p < 0,01$), ($p < 0,001$) відповідно.

Сеча, як елімінуючий важкі метали біосубстрат, одночасно є доведеним маркером їх тривалого надходження в організм людини. Елімінація свинцю з організму, головним чином, відбувається з сечею та складає 75-79% металу. Сеча, обстежених нами дітей, містить свинець у концентраціях, які коливаються від 0,02 мкг/мл до 0,83 мкг/л. Середній вміст свинцю у сечі обстежених дітей першого та другого промислових районів становить $0,280 \pm 0,047$ мкг/мл та $0,320 \pm 0,036$ мкг/мл відповідно. При цьому, хоч концентрації свинцю у сечі дітей промислового району №2 на 12,5% вищі, ніж у районі №1, але без статистично достовірних відмінностей ($p > 0,05$). Це може розцінюватись, як металоносієство, або початкові стадії свинцевої інтоксикації організму. Цей показник був підвищений у 15% (33%) й 38% (66%) обстежених дошкільнят промислових районів. Вміст свинцю у сечі дітей контрольного району складає $0,160 \pm 0,025$ мкг/г, що перевищує норму, але достовірно нижчий ($p < 0,001$) на 0,12-0,16 мкг/мл, ніж у дітей промислових районів.

Що стосується есенціальних мікроелементів міді та цинку, то їх середні концентрації у сечі дітей різних районів коливаються від $0,030 \pm 0,003$ мкг/мл до $0,06 \pm 0,01$ мкг/мл для міді та від $0,540 \pm 0,041$ мкг/мл до $1,120 \pm 0,163$ мкг/мл для цинку. Ці результати можуть бути розцінені як ознаки порушення мікроелементного обміну в організмі дошкільнят. Вміст міді та цинку у сечі груп обстежених статистично не відрізняється ($p > 0,05$) й для дітей промислових та контрольного районів у середньому має практично однакові значення – $0,030 \pm 0,003$ і $0,040 \pm 0,006$ мкг/мл для міді та $0,500 \pm 0,035$ - $0,530 \pm 0,745$ мкг/мл для цинку.

З позицій токсикокинетичних закономірностей біомоніторинг абіотичних металів у різних біосубстратах має різну інформативність відносно тривалості надходження цих речовин до організму. Так, якщо кров є показником недавнього надходження, то сеча – давнього.

Результати проведення біомоніторингу та їх аналіз свідчать про досить суттєвий вміст свинцю в індикаторних біосубстратах дітей промислових районів у порівнянні з даними обстежених дошкільнят контрольного району, що у сукупності з визначенням підвищеного комплексного надходження цього токсиканту дозволяє припустити негативний вплив його малих концентрацій з об'єктів навколишнього середовища на організм дитини.

Таким чином, незважаючи на відносно низькі зовнішні концентрації ВМ в об'єктах довкілля, в організмі дітей промислових районів міста такий абіотичний метал, як свинець визначається у підвищених концентраціях, що може бути пояснено постійним та тривалим його надходженням в організм дошкільнят.

Проведені дослідження підкреслюють необхідність перегляду нормативів для важких металів в об'єктах довкілля, а також необхідність урахування регіональних особливостей.

УДК: 574.2:669.018.674:616.697:711.454

**ЕКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНА ДЕТЕРМІНОВАНІСТЬ РОЗВИТКУ
МІКРОЕЛЕМЕНТОЗІВ ТА ПОГІРШЕННЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ
ПРОМИСЛОВО РОЗВИНУТИХ ТЕРИТОРІЙ**

Білецька Е.М., Онул Н.М., Головкова Т.А., Главацька В.І.

*Державний заклад «Дніпропетровська медична академія Міністерства охорони здоров'я
України», кафедра загальної гігієни, м. Дніпро, e-mail: enbelitska@ukr.net*

**ECOLOGICAL - HYGIENIC DETERMINATION OF DEVELOPMENT OF
MICROELEMENOSIS AND DETERIORATION OF POPULATION HEALTH IN
INDUSTRIALLY DEVELOPED TERRITORIES**

Biletska E.M., Onul N.M., Holovkova T.A., Hlavatska V.I.

В умовах техногенного пресингу на людину та середовище її проживання проблема здоров'я населення зросла до рангу національної безпеки країни. Адже, на жаль, рівень здоров'я населення нашої країни знаходиться в критичному стані за рівнем смертності та захворюваності, середньої очікуваної тривалості життя тощо та демонструє чітку депопуляцію населення країни. Доречно нагадати закон дивергенції між глобалізацією науково-технічного розвитку та можливостями організму людини, яка свідчить, що індустріальний розвиток суспільства відбувається по експонентній направляючій, в той час як фізіологічні і психологічні функції і резерви залишаються незмінними і обмеженими.

Серед хімічно шкідливих і небезпечних забруднювачів зовнішнього середовища важкі метали (ВМ) абсолютно справедливо займають лідируюче місце (Сердюк А.М., Білецька Е.М. та ін., 2014). Проблема негативного впливу ВМ на здоров'я населення Дніпропетровської області вже більш ніж 30 років є головним вектором наукових досліджень кафедри загальної гігієни ДЗ «ДМА». Нами виявлено небезпечну особливість – на тлі відносного санітарно-гігієнічного благополуччя об'єктів навколишнього середовища промислових міст за вмістом у них важких металів (Білецька Е.М., 1999; Головкова Т.А., 2004; Плачков С.Ф., 2009; Онул Н.М., 2015), в організмі його жителів спостерігається істотне перевищення нормативів таких небезпечних ксенобіотиків, як свинець і кадмій, що особливо характерно для критичних груп населення - вагітних і дітей.

Так, середній вміст свинцю і кадмію в крові вагітних складає, відповідно, $0,31 \pm 0,02$ і $0,077 \pm 0,05$ мг/л, що в 2,06 і 3,9 рази вище нормативних значень, що обумовлює зростання частоти та поширеності ускладнень перебігу вагітності та пологів у жінок промислового міста, які у 1,2-3,2 рази вищі порівняно з даними контрольного міста та характеризуються поступовим зростанням за досліджуваний період у 1,4 рази. При цьому у структурі ускладнень вагітності переважають анемія, прееклампсія та загроза переривання вагітності, у структурі ускладнень пологів домінують обвиття пуповиною, передчасне відходження навколоплідних вод та дистрес плода.

Підвищений вміст ксенобіотиків у крові вагітних внаслідок значної проникності фетоплацентарного бар'єру для вказаних металів зумовлює їх активне накопичення в організмі плодів. Встановлено, що у 20-тижневих плодів, матері яких проживають у промислових містах Дніпропетровської області, у кістках, мозку, нирках та крові концентрації свинцю, кадмію і нікелю у 1,8-28,5 разів перевищують відповідні нормативи. При цьому спостерігається одночасне зменшення вмісту есенціальних мікроелементів – у 1,7-24,0 рази. Вищенаведене обумовлене фізіологічною незрілістю фетоплацентарного бар'єру на даний строк гестації плоду, коли токсиканти можуть навіть шляхом простої дифузії проникати через плаценту і, таким чином, мімікують біогенні елементи, що

підтверджується і результатами експериментальних досліджень (Білецька Е.М., Онул Н.М., 2013).

Аntenатальний вплив ксенобіотиків на організм плоду продовжується вже у постнатальному періоді. Так, свинець у крові новонароджених м. Дніпро визначається у концентраціях, які в 2,7-8,3 рази вищі за норматив та у 2,0-5,7 рази - від даних умовно «чистого» міста, що слугує доказом техногенності їх походження і супроводжується дефіцитом цинку у даному біосубстраті. Разом із тим, цей біосубстрат за умов контрольного міста містить свинець у кількості $0,22 \pm 0,05$ мкг/мл, що у 2,2 раза вище за норматив та підтверджує глобальність його розповсюдження і формує проблему негативного впливу малих доз свинцю на здоров'я населення малих міст України. Аналогічна ситуація спостерігається стосовно інших ксенобіотиків.

Вміст свинцю в крові дітей-дошкільнят, що проживають у промислових містах, складає в середньому $15,6 \pm 3,64$ і $49,82 \pm 0,83$ мкг/дл відповідно, що в 1,6-5,0 рази вище фізіологічного рівня. У 70-100% обстежених дітей м. Дніпро концентрація свинцю в крові визначається на рівні, що викликає порушення інтелектуального розвитку. Слід зазначити, що середній вміст даного ксенобіотика у волоссі дітей перебуває на лімітуючому рівні за коефіцієнтом інтелекту - 8-9 мкг/г (Ревич Б.А., 2004), і, аналогічно результатам дослідження вмісту свинцю у крові, у 73-78% обстежених дітей м. Дніпро концентрація даного ксенобіотика у волоссі визначається на рівні, що викликає порушення інтелектуального розвитку.

Слід підкреслити, що на тлі перевищення абіотичних ВМ в організмі вагітних, новонароджених та дітей-дошкільнят відзначається дефіцит есенціальних мікроелементів. Так, вміст цинку в крові нижче нормального рівня на 7-50,8%, міді - на 5,3-43,1%, що може характеризуватися як розвиток цинк- і мідьдефіцитних станів у даної групи населення.

Таким чином, дані проведеного нами біомоніторингу підтвердили припущення про значне техногенне навантаження ксенобіотиками організму людини в умовах промислових територій, яке поєднується з дефіцитом есенціальних мікроелементів, що підкреслює потенційну небезпеку навіть малих концентрацій токсикантів у навколишньому середовищі для населення (Білецька Е.М., Онул Н.М., 2016).

На підставі математичного аналізу отриманих результатів доведено, що накопичення ВМ в організмі дітей обумовлює погіршення фізичного розвитку та його дисгармонійність, зниження рівня життєдіяльності вже при народженні (Плачков С.Ф., 2009) та імунітету в подальшому, впливає на функціональний стан центральної нервової системи, відбивається на їх розумовій працездатності і здатності до навчання (Главацька В.І., 2006). Стосовно вагітних, встановлено, що ускладнення вагітності та пологів у мешканців промислового регіону є екологічно залежним класом захворювань ($RR=2,3-2,6$; $DI=2,2-2,7$; $EF=56,5-61,5\%$) (Білецька Е.М. та ін., 2014).

Таким чином, наші комплексні еколого-гігієнічні, клініко-епідеміологічні та експериментальні дослідження свідчать про переконливі докази різкого погіршення здоров'я мешканців Дніпропетровської області, які особливо стосуються чутливих верств населення (новонароджені, дошкільнята, вагітні) та проявляються накопиченням в біосубстратах токсичних ксенобіотиків, розвитком мікроелементозів (цинк-, селен-, мідь-, залізодефіцитні стани), зниженням морфофункційних показників і рівня життєдіяльності немовлят, погіршенням розумового розвитку та імунітету дошкільнят, розладами репродуктивного здоров'я у жінок та чоловіків тощо.

В цілому, кризовий стан здоров'я населення Дніпропетровського регіону науково обґрунтовує необхідність термінового впровадження управлінських заходів на державному рівні соціально-економічного, організаційного, медико-профілактичного характеру задля відновлення та зміцнення здоров'я населення.

ВАЖКІ МЕТАЛИ У СИГАРЕТАХ ЯК ОСНОВНИЙ ЕТІОЛОГІЧНИЙ СТИМУЛ ПОШКОДЖЕННЯ АРТЕРІЙ: ЦИКЛ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дмитро Зербіно¹, Олександр Колінковський¹, Дмитро Беш¹,
Ірина Андрусишина²

1-Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів

2- ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН України, Київ

kan_med@rambler.ru

Куріння сигарет є загальновизнаним фактором ризику розвитку серцево-судинних захворювань. Цей фактор враховується в якості визначального як за Фрамінгемською, так і сучасною шкалою SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation) «систематична оцінка коронарного ризику» (була запропонована групою експертів Європейського товариства кардіологів у 2003 р. і розроблена на підставі результатів досліджень, проведених в 12 європейських країнах із загальною кількістю пацієнтів понад 205 тисяч). При спалюванні сигарет в повітря надходить багато чужорідних для людини хімічних сполук. Які саме з них і за якими механізмами уражають стінки судин досі залишаються недостатньо науково розкритими питаннями.

Метою циклу проведених нами досліджень було виявлення елементного складу сигарет та їх складових та пошук патогенетичної ролі паління сигарет у розвитку ішемічної хвороби серця.

Матеріали та методи дослідження. Проведені патоморфологічні дослідження органів людей курців, що померли від ішемічної хвороби серця. Досліджувався елементний склад міокарда та вінцевих артерій серця та сигарети різних поширених торгових марок методом атомно-емісійної спектроскопії.

Результати.

Хімічні елементи в тютюні сигарет різних торгових марок ("Marlboro" (flavor mix), "Parlament" (night blue), "Прима" (срібна червона)) виявлялися в наступних кількостях: магній від $0,14 \pm 0,007$ до $4,31 \pm 0,11$ мкг/г, калій від $176,11 \pm 0,49$ до $293,96 \pm 1,39$ мкг/г, кальцій від $15,67 \pm 0,14$ до $24,8 \pm 0,11$ мкг/г, кадмій від $0,0071 \pm 0,001$ до $0,032 \pm 0,003$ мкг/г, свинець від $0,06 \pm 0,02$ до $0,26 \pm 0,09$ мкг/г, марганець від $1,56 \pm 0,02$ до $70,88 \pm 1,60$ мкг/г, цинк від $1,04 \pm 0,02$ до $6,35 \pm 0,17$ мкг/г, залізо від $61,80 \pm 0,27$ до $215,00 \pm 14,32$ мкг/г, мідь від $3,04 \pm 0,05$ до $10,45 \pm 0,44$ мкг/г, нікель від $0,89 \pm 0,004$ до $3,62 \pm 0,02$ мкг/г, арсен від $0,09 \pm 0,006$ до $0,29 \pm 0,023$ мкг/г, хром від $3,0 \pm 0,025$ до $5,60 \pm 0,63$ мкг/г.

Дослідження сигаретного паперу дозволило встановити, що вміст ксенобіотиків в папері в окремих випадках був вищим, ніж в тютюні. Так виявлений вміст кадмію сягав до $0,021 \pm 0,006$ мкг/г, свинцю - до $0,13 \pm 0,09$ мкг/г, марганцю - до $18,64 \pm 0,41$ мкг/г, арсену - до $0,05 \pm 0,002$ мкг/г, хрому - до $17,67 \pm 0,95$ мкг/г. Фільтр сигарет також був джерелом міграції цих ксенобіотиків в організм курця.

Результати дослідження вмісту хімічних елементів в тканині міокарда та ділянці вінцевої артерії з тромбом при фатальному інфаркті міокарда у курців дозволили встановити найвищий вміст цинку - $25,71 \pm 5,14$ мг/кг, міді - $0,74 \pm 0,15$ мг/кг, марганцю - $0,061 \pm 0,012$ мг/кг, кадмію - $0,14 \pm 0,028$ мг/кг у тканині міокарда, а найвищий вміст свинцю - $0,54 \pm 0,11$ мг/кг та арсену - $0,029 \pm 0,006$ мг/кг знаходився в коронарній артерії.

Особи, що зловживали курінням помирали від інфаркту міокарду переважно у молодому (25-44 роки) та середньому віці (45-60 років). При патоморфологічному дослідженні у вінцевих артеріях, а також в сонних, ниркових та інших артеріях еластично-м'язового типу переважав ряд наступних змін: вогнищева м'язово-еластична гіперплазія інтими; м'язово-фіброзна бляшка, циркулярна м'язово-еластична гіперплазія інтими,

фіброзно-гіалінізована бляшка, фіброзна бляшка з незначною кількістю ліпідів, васкуліт (облітеруючий ендартеріїт-артеріосклероз). Ці патологічні зміни не відповідають класичній моделі гіперхолестеринемії та формування холестеринових бляшок як провідного механізму ішемічної хвороби серця (що більш властиво для людей старечого віку).

Заключення. Важкі метали, що містяться в усіх складових сигарет, в процесі куріння частково або повністю переходять в сигаретний дим, з яким потрапляють в органи дихання, судини, серце людини, завдаючи шкоди здоров'ю. У всіх вивчених зразках сигарет та тканинах та органах померлих курців містяться у значних кількостях чужорідні хімічні елементи, що вказує на можливі причинно-наслідкові зв'язки між курінням та пошкодженням серця та судин. Ймовірно, що дисліпідемія, гіперхолестеринемія, підвищений артеріальний тиск є вторинними факторами ішемічної хвороби серця, але не пусковими стимулами пошкодження кровоносних судин. Вплив ксенобіотиків на кровоносні судини при курінні надзвичайно інтенсивний, так що важке пошкодження важливих для життєзабезпечення артерій органів відбувається ще до етапу формування холестеринових бляшок.

УДК:616.1/9+616-0.53.37+616.8

ВМІСТ КАЛЬЦІЮ І МАГНІЮ В СИРОВАТЦІ КРОВІ ДІТЕЙ З АФЕКТИВНО-РЕСПІРАТОРНИМИ НАПАДАМИ

Лісуха Л.М.

Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, м. Київ
Дитяча клінічна лікарня №4 Солом'янського району м. Києва
lyubovlisukha@gmail.com

Афективно-респіраторні напади (АРН) – це рефлекторний феномен не-епілептичної активності (короточасні апное) у дітей який проходить з віком. У міжнародній класифікації хвороб (МКБ 10, версії 2016 року) АРН зареєстровано під кодом R 06.8 – breath-holding (spells). Частота в дитячій популяції варіює від 0,1 до 4,7 % спостерігається як у дівчаток, так і у хлопчиків та має аутосомно-домінантний тип унаслідування [1,2]. Перша маніфестація нападів може проявлятися від народження. У 18 % пацієнтів у подальшому відмічаються синкопальні стани різного генезу: вазовагальні, гіпервентиляційні, ортостатичні, епілептичні, аритмогенні [3]. Основною причиною втрати свідомості при АРН вважають дисрегуляцію автономної нервової системи [3]. Проведені дослідження [4] свідчать, що АРН більше впливають на психічний розвиток дитини порівняно з іншими неепілептичними пароксизмальними станами. Вони супроводжуються порушеннями динамічного праксиса, номінативної функції мовлення, активної уваги, зорово-моторної координації, візуального лінійного мислення, понятійного інтуїтивного мислення та труднощами при навчанні у школі. Не дивлячись на всебічність дослідження даного феномена з залученням сучасних методів патофізіологічні механізми його розвитку до кінця не вивчені. Деякі автори [5] вказують, що АРН відносяться до патологічних станів з потенціалом дефіциту магнію.

Метою нашої роботи було визначити особливості вмісту іонів кальцію (Ca^{2+}) та магнію (Mg^{2+}) в сироватці крові дітей віком від 1 до 3-х років з АРН.

Матеріали і методи: За період 2017-2018 рр. обстежено 37 пацієнтів (18 хлопчиків і 19 дівчаток) віком від 1 до 3 років, мешканців м. Києва, які територіально обслуговуються в дитячій клінічній лікарні (ДКЛ) №4 Солом'янського району. Дітей поділено на дві групи: I – основна 27 осіб з АРН (середній вік яких був $1,8 \pm 0,13$), II – контрольна – 10 практично здорових (середній вік – $1,5 \pm 0,08$). Проведено клініко-неврологічне обстеження яке включало вивчення анамнезу, скарг, дослідження неврологічного статусу за схемою [6]. Нами застосована шкала оцінки дефіциту магнію

[7]. Всі пацієнти обстежені з використанням лабораторних і функціональних методів: біохімічний аналіз крові з визначенням вмісту іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} в сироватці; клінічний аналіз крові; електрокардіограма (ЕКГ); електророенцефалограма (ЕЕГ).

Результати. У 24 із 27 осіб реєстрували синій тип нападу і у 3 білий. У 2 дітей у батьків чоловічої статі подібні напади спостерігалися в дитинстві. Основні скарги які відмічалися у основній групі - це збудливість у 11 із 27, емоційна лабільність у 15 із 27, істеричні реакції у 12 із 27, гіперактивність у 10 із 27. При первинному огляді неврологічний статус був в межах вікової норми. Згідно шкали оцінки магнію в групі обстежуваних з АРН середні значення були $26,3 \pm 0,91$ балів, що знаходиться на нижній межі легкого ступеню його дефіциту, а у групі контролю - $20,40 \pm 0,87$ балів, що вказує на маловірогідний дефіцит. Крім того, індивідуальний аналіз шкали з вивченням підрозділу V діста (улюблена їжа дитини) свідчив про перевагу у раціоні харчування продуктів, що сприяють виведенню магнію із організму. За записом ЕКГ зареєстровано, що у 5 із 27 осіб є порушення процесів реполяризації, у 12 із 27 – синусова тахікардія (у контролі у 3), що може бути результатом екстракардіальних впливів (підсилення симпатичної іннервації серця або послаблення вагусної на тлі психоемоційного збудження). Для ЕЕГ у переважної більшості (у 19 із 27) обстежуваних з АРН характерною особливістю є наявність неепілептичної активності, зниження порогу судомної готовності, що опосередковано свідчить про нестабільність кори головного мозку (дезорганізація ритму, домінуюча тета-і дельта-активність). Концентрація гемоглобіну капілярної крові в середньому була $108,04 \pm 1,45$ г/л, що вірогідно нижче значень щодо контролю – $121,10 \pm 2,83$ г/л (референтний інтервал 107 – 128 г/л), а кількість еритроцитів (капілярної крові) в основній групі пацієнтів ($4,36 \pm 0,04 \cdot 10^{12}/\text{л}$) статистично значуще від контролю ($4,53 \pm 0,04 \cdot 10^{12}/\text{л}$) не відрізнялася (референтний інтервал $4,0-5,0 \cdot 10^{12}/\text{л}$). Вміст іонів Ca^{2+} в сироватці крові був $1,16 \pm 0,01$ ммоль/л (референтний інтервал 1,03 – 1,27 ммоль/л), Mg^{2+} $0,85 \pm 0,02$ ммоль/л (референтний інтервал 0,7 – 1,2 ммоль/л), а співвідношення $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ - $1,38 \pm 0,03$.

Таким чином, у наших дослідженнях концентрація гемоглобіну капілярної крові вірогідно нижче щодо контролю. Вміст іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} в сироватці крові обстежуваних з АРН статистично значуще не відрізнявся від дітей контрольної групи але Mg^{2+} був наближений до нижньої межі норми.

Література:

1. Bhatia M.S. Temper tantrums: prevalence and etiology / M.S. Bhatia, N.K. Dhar, P. K. Singhal, V. R.Singhal at al. // Clin Pediatr. – 1990. – №29. – P.311– 315.
2. DiMario FJ.Jr. Family pedigree analysis of children with severe breath-holding spells / F.Jr DiMario, M. Sarfarazi // J. Pediatr. – 1997. – №130. – P.646–651.
3. DiMario FJ.Jr. Prospective study of children with cyanotic and pallid breath-holding spells / FJ.Jr. DiMario // Pediatrics. – 2001. – № 107. – P. 265–651.
4. Туровская Н.Г. Нейропсихологическая квалификация особенностей психического развития детей с неэпилептическими пароксизмальными состояниями в анамнезе / Н.Г. Туровская // Клиническая и специальная психология. – 2016. – Т.5. – №1. – С. 77–92.
5. Каркашадзе Г.А. Дефицит магния в детской неврологии: что нужно знать педиатру? / Г.А. Каркашадзе, Л.С.Намазова-Баранова, А.М. Мамедьярова, Т.А. Константиныди, Н.С.Сергиенко // Вопросы современной педиатрии. – 2014. – Т.3. – №4. – С. 17–25.
6. Петрухин А.С. Детская неврология: в 2-х томах / А.С. Петрухин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 815с.
7. Громова О.А. Дефицит магния как проблема стресса и дезадаптации у детей / О.А. Громова, И.Ю. Торшин, Т.Р. Гришина, Л.Э. Федотова // РМЖ. – 2012. – №16. – С 813- 820.

РОЛЬ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО ГОМЕОСТАЗА В СИСТЕМНОМ ВЛИЯНИИ НІРЕС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИСПЛАТИНА ПРИ КАНЦЕРОМАТОЗЕ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

Е.Д. Пыхтеева, Д.В. Большой, А.И.Гоженко

Украинский НИИ медицины транспорта, Одесса

Университетская клиника ОНМедУ, Одесса

Актуальность. Онкологические заболевания органов брюшной полости и малого таза даже при максимально полной циторедукции у 60–70 % больных сопровождаются рецидивами злокачественных новообразований, которые развиваются в течение первого года после оперативного лечения. Это является основным фактором прогрессирования рака после хирургического, а также комплексного лечения, что неизбежно приводит к летальному исходу. По данным различных исследователей, количество случаев местных рецидивов может варьировать от 25 до 50 % [1]. Вторичные опухолевые поражения брюшины развиваются при раке желудка, кишечника, яичника, аппендикса, поджелудочной железы, печени, легких, простаты, молочной железы и меланомы кожи. Для лечения перитонеального канцероматоза (ПК) в последние годы активно применяется гипертермическая интраперитонеальная химиоперфузия (НІРЕС). Основными преимуществами метода являются возможность использования цитотоксических доз противоопухолевых препаратов, действующих локально на пораженный орган, меньшая системная токсичность по сравнению со стандартной химиотерапией за счет ограниченного всасывания из брюшной полости в кровь, повышенная температура, которая потенцирует действие цитостатиков и сама по себе обладает противоопухолевым действием. В случае препаратов платины цитотоксичность при повышении температуры потенцируется [2].

Контингент и методы. Под наблюдением находилось 12 пациентов, проходивших НІРЕС с цисплатином при ПК. У пациентов отбирали венозную кровь и мочу до проведения НІРЕС, через сутки после процедуры, а также мочу на 3 и 7 сутки. Развернутый общий анализ крови, общий белок, креатинин, тимоловая проба, определение АЛАТ, АсАТ проводилось по стандартным методикам. В моче измеряли содержание Pt, в крови — Pt, Zn, Cu, Pb, Cd методом АЭС.

Результаты и их обсуждение. Через сутки после НІРЕС растет количество лейкоцитов, моноцитов и гранулоцитов ($p < 0,05$), наблюдается резкий рост уровня креатинина в крови, что свидетельствует о проявлении нефротоксичности цисплатина. Гепатотоксичное действие проявляется статистически значимым ростом активности АЛАТ. Невзирая на менее значительный рост АсАТ (примерно 10 %), такой важный показатель, как соотношение активности АсАТ/АЛАТ (коэффициент де Ритиса), снижается до 0,70 (значение коэффициента в норме $1,33 \pm 0,42$ или 0,91-1,75), что свидетельствует о начальной стадии токсического поражения печени.

Во время операции уровень Pt в крови повышается до 10-12 мг/л, но быстро снижается со временем, достигая предоперационного уровня в течение суток. Достаточно высокая концентрация Pt в моче в 1-е сутки снижается до предоперационных значений на 7-е сутки (рис. 1)

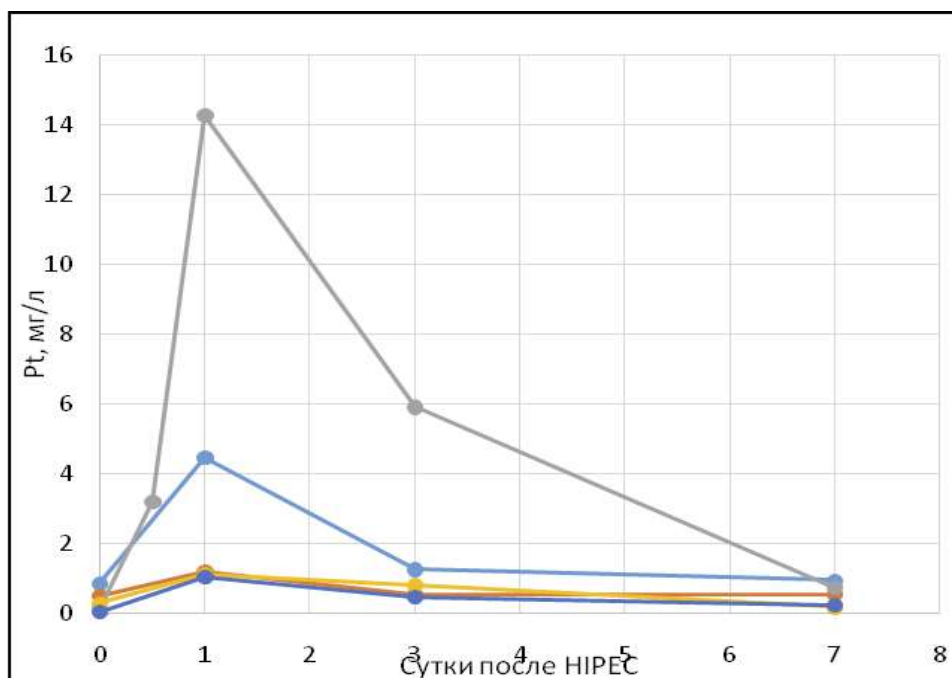


Рис. 1. Кінетика змінення вмісту платини в сечі у п'яти обстежуваних пацієнтів

Вміст Zn в крові через 24 години після проведення HIPEC знизється на 45-60 %, а міді — на 25-35 %. Оскільки основні показники крові (гематокрит, гемоглобін, еритроцити) практично не змінюються, а операція не супроводжується значущою кровопотерою, причини різкого знизження вмісту мікроелементів в крові пов'язані з системною реакцією організму на цитотоксичне дієвство цисплатини.

Висновки: При перитонеальному канцероматозі HIPEC більш ефективен, ніж системна хіміотерапія. Остання асоціюється з значущим системним загальнотоксичним дієвством препаратів платини, яке, в частині, проявляється суттєвим порушенням мікроелементного гомеостазу. Змінення гомеостазу основних есенціальних елементів може бути важливим патогенетичним фактором в нефро- і гепатотоксичному дієвстві платини при хіміотерапії.

Література

1. Бєляєва О. А., Беспалов В. Г., Сенчик К. Ю., Кирєєва Г. С., Стуков А. Н., Гафтон Г. И., Карачун А. М., Гусєйнов К. Д., Бєляєв А. М. Хіміоперфузійне лієвчення канцероматоза брюшинної порожнини. — СПб., 2016. — 146 с.
2. Bakrin N., Cotte E., Golfier F. et al. Cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (HIPEC) for persistent and recurrent advanced ovarian carcinoma: a multicenter, prospective study of 246 patients // Ann. Surg. Oncol. — 2012. — Vol. 19. — P. 4052–4058.

УДК 616.69-008.6

ВМІСТ МІКРО- ТА МАКРОЕЛЕМЕНТІВ В СПЕРМІ ЧОЛОВІКІВ З БЕЗПЛІД'ЯМ (НА ПРИКЛАДІ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

О.Г.Пыхтєєва, О.Д.Мєленєвський, Ф.І.Костєв

Український НДІ медицини транспорту, Одєса
ОНМєДУ, Одєса

Актуальність. У важливій соціальній проблемі безпліддя (приблизно 8-12% подружніх пар) більш ніж в половині випадків провідною причиною є функціональна неповноцінність фертильності чоловіків. Такі зрушення можуть бути викликані численними професійними, екологічними, аліментарними, генетично зумовленими та

соціально-економічними чинниками [1]. Чоловіче безпліддя є полімодальним синдромом, який включає широкий спектр патологічних проявів та паттернів з боку репродуктивної, загальної ендокринної, нервової, імунної та інших систем. Мікроелементи відіграють важливу роль в репродуктивному здоров'ї через їх високу активність на молекулярному рівні, не дивлячись на те, що вони присутні в організмі на дуже низьких рівнях. Це знайшло відбиток у ряді робіт, в яких, зокрема, були досліджені різні аспекти взаємовідносин між концентраціями елементів та активністю сперми [2-4]. Проте, багато аспектів проблеми залишаються вивченими недостатньо, що й обумовило **мету дослідження**: вивчення вмісту і співвідношень есенціальних і токсичних металів в спермі чоловіків з безплідних пар Одеської області

Контингенти та методи. Досліджено 120 зразків сперми чоловіків з безплідних пар з порушеннями фертильності сперми різного генезу. Вимірювали вміст есенціальних (Mg, Ca, Zn, Cu, Se, Fe) та токсичних (Pb, Cd) елементів методом атомно-емісійної та атомно-абсорбційної спектроскопії.

Результати та їх обговорення: Дослідження показали, що вміст мікро- та макроелементів змінюється в широкому діапазоні концентрацій (Табл. 1).

Таблиця 1

Статистично оброблені дані щодо вмісту мікро- та макроелементів в спермі чоловіків з безплідних пар Одеської області

	Mg	Ca	Zn	Cu	Se	Fe	Pb	Cd
Середнє, М	78,2	234,7	145,1	0,033	0,048	3,07	0,0073	0,0047
Станд. відхил. (σ)	32,7	104,7	60,3	0,020	0,024	2,13	0,0048	0,0040
Дов. инт. m	6,4	20,3	11,7	0,004	0,005	0,41	0,0009	0,0008
max	3,2	10,4	6,0	0,002	0,002	0,21	0,0005	0,0004
min	176,9	690,1	366,4	0,118	0,126	12,33	0,0294	0,0301
	19,5	53,2	32,1	0,003	0,008	0,01	0,0020	0,0002

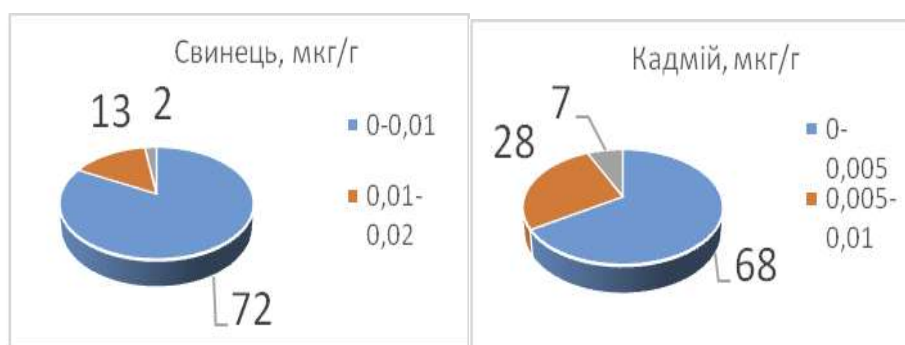


Рис. 1. Розподіл вмісту токсичних металів в спермі

З рис. 1 видно, що лише у 2 % обстежених спостерігається рівень свинцю вище 0,020 мкг/г. Взагалі, рівень свинцю в спермі нижче за рівень, який зазвичай визначається в крові чоловіків Одеської області (в середньому 25-40 мкг/л). У 7% спостерігається рівень кадмію вище 0,01 мкг/г. Концентрація кадмію в спермі перевищує таку для крові, яка зазвичай у чоловіків Одеської області лежить в межах 1-7 мкг/л. Це може бути пояснено високим рівнем спорідненості кадмію до цинку. Оскільки репродуктивна система є одним з основних «споживачів» цинку, для транспорту цього елементу для забезпечення спермогенезу еволюційно сформована потужна система транспортерів, яку використовує кадмій шляхом «мімікрії».

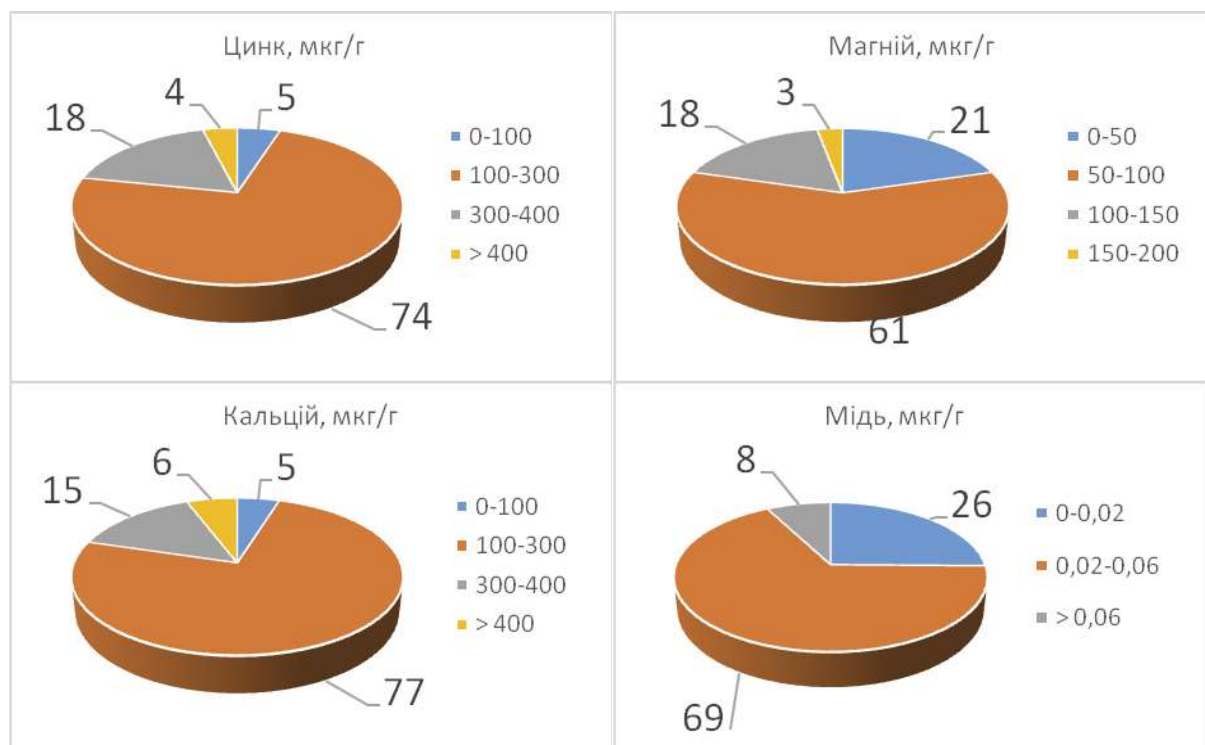


Рис. 2. Вміст есенціальних мікроелементів в спермі.

З рис. 2 видно, що приблизно у 2/3 обстежених вміст цинку лежить в межах 300-400 мкг/г, магнію – 100-200 мкг/г, кальцію - 100-300 мкг/г, міді – 0,02-0,06 мкг/г. Вірогідно, суттєвий вихід за межі цих значень, який спостерігається в деяких з досліджених зразків, може бути причиною зниження складу та функціональної активності сперми.

Висновки: Вміст мікро- та макроелементів в спермі чоловіків зі зниженою фертильністю коливається в широких межах. Причинами зниження фертильності сперми можуть бути достатньо високий рівень кадмію в спермі може та дисбаланс основних есенціальних елементів, який є причиною зміни активностей металозалежних ферментів та факторів транскрипції.

Література

1. Kasperczyk A, Dobrakowski M, Horak S, Zalejska-Fiolka J, Birkner E. The influence of macro and trace elements on sperm quality. J Trace Elem Med Biol. 2015;30:153–9.
2. Hasan A, Ahmed M, Baig M, Ali M. Relationship of zinc concentration in blood and seminal plasma with various semen parameters in infertile subjects. Pakist J Med Sci. 2007;23:111–4.
3. Jeng HA, Huang YL, Pan CH, Diawara N. Role of low exposure to metals as male reproductive toxicants. J Environ Health Res. 2015;25:405–17.
4. Colagar AH, Marzony ET, Chaichi MJ. Zinc levels in seminal plasma are associated with sperm quality in fertile and infertile men. Nutr Res. 2009;29:82–8.

РЕТРОСПЕКТИВНЕ ВИВЧЕННЯ ПЕРЕДУМОВ ВИНИКНЕННЯ РАКУ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ У ПОСТРАЖДАЛИХ ПІСЛЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ

М.Д.Тронько, В.І.Кравченко, І.А.Лузанчук

ДУ „Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України»

Мета дослідження: Вивчення передумов виникнення онкопатології щитоподібної залози (ЩЗ) у пацієнтів з опроміненою ЩЗ на забруднених після аварії на ЧАЕС територіях України.

Матеріали та методи: З бази даних Українсько-Американського проекту, що включає відомості про 11997 обстежених, відібрані результати досліджень стану щитоподібної залози, визначень йодурії, а також взяті проби сироватки крові пацієнтів з досліджень 3-го циклу обстежень (2005 рік.), у яких в кінці 4-го циклу (2007 рік) діагностований рак щитоподібної залози, підтверджений цитологічними дослідженнями. З цих же населених пунктів методом випадкової рівномірної вибірки взяті результати на обстежених без патології щитоподібної залози. Проаналізовано 178 результатів від осіб віком 0-14 років на момент аварії, з них 53 дослідної групи (16 чоловіків та 37 жінок) та 125 контрольної (58 чоловіків та 67 жінок). Всі обстежені з дозою опромінення ЩЗ $<0,3\text{Гр} - >1\text{Гр}$ були з Київської, Житомирської та Чернігівської областей. Ультразвукові дослідження стану ЩЗ до встановлення діагнозу та після проводились сканером Terason 2000 з лінійним датчиком частотою 10 мГц. Визначення вмісту йоду в сечі проводили церій-арсенітним методом Sandell-Kolthoff в модифікації Dunn. Методом радіоімунного аналізу досліджували вміст тиреотропного гормону - ТТГ, вільного тироксину – вТ₄, тиреоглобуліну - Тг. Імуноферментним методом досліджували рівень антитіл до тиреоглобуліну та тиреопероксидази в сироватці крові. Дослідження вмісту в сироватці крові елементів проводилося методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою на приладі Optima 2100 DV фірми Perkin Elmer (США). Відносний ризик (OR) як статистичну міру величини ефекту та критерій χ^2 для чотирипільної таблиці спряженості з корекцією по Фішеру використовували для оцінки зв'язку онкопатології ЩЗ з радіоактивним її опроміненням та вмістом біологічно активних елементів в сироватці крові.

Результати та їх обговорення: За результатами ультразвукових досліджень медіана розміру ЩЗ в дослідній групі 11,2 [8,9-15,4] см³, в контрольній 10,4 [8,3-12,3] см³. Дослідження екскреції йоду- медіана в дослідній групі 66,2 [42,2-115,5] мкг/л, в контрольній 73,7 [43,3-119,3] мкг/л, що вказувало на наявність йододефіциту слабого ступеня. Показник визначення медіани тиреоглобуліну в дослідній групі 11,7 [6,35-22,88] мкг/л, в контрольній 9,5 [5,53-15,73] мкг/л. Рівень ТТГ вище 4мМЕ був у 17% спостережень у дослідній та у 3% контрольної групи. У всіх групах обстежених спостерігали низький рівень селену в сироватці крові. При дослідженні вмісту мікроелементів Zn, Fe, Cu, Se та макроелементів Mg і Ca встановлено в групі пацієнтів з раком ЩЗ достовірне зниження вмісту Zn в сироватці крові 0,7 [0,58-0,79] мг/л в порівнянні з контрольною групою 0,84 [0,62-1,04] мг/л, ($P<0,05$) та селену для постраждалих у Житомирській 0,01 [0,03-0,06] проти 0,04 [0,03-0,05], ($P<0,05$) та підвищений рівень Mg 29,89 [21,73-35,74] мг/л ($P<0,05$); Ca - 125,43 [94,75-138,66] мг/л ($P<0,05$).

Ризик розвитку раку ЩЗ при дозовому опроміненні $\leq 0,3\text{ Гр}$ становив OR 0,3 (95 % ДІ 0,16-0,61) ($P<0,001$), $\geq 1\text{Гр}$ - OR 4,16 (95 % ДІ 1,91-9,09) ($P<0,0001$) для даної групи обстежених. Підвищений рівень кальцію порівняно з контролем статистично значимий для онкопатології ЩЗ ($P<0,001$) OR становив 8,08 (95 % ДІ 3,82-17,08) та при підвищеному магнію ($P<0,001$) становив 7,50 (95 % ДІ 3,55-15,81).

Висновок Порушення елементного забезпечення організму є важливим фактором у виникненні раку щитоподібної залози після її радіоактивного опромінення.

УДК:621.014.46

MANGANESE IN LEUCOCYTES AS ONE OF MARKERS OF INTOXICATION

I.N.Andrusyshyn, I.A. Golub, E.G., Lampeka, D.P.Kuskov
DI «Yu.I.Kundiiv Institute for Occupational Health of NAMS», Kyiv

The excess in take of manganese by human body in productional conditions results in chronic intoxication so- manganoses, for which is characteristic not only excess accumulation of a metal in soft tissues, but also clinical forms of intoxication. Toxic encephalopathy, syndrome of Parkinsonism, psychical disorders etc. is an extreme manifestation of manganose.

In diagnostics of early manganese intoxication biological markers, are often used such as determination of levels manganese in blood, urine and hair (Mn-K, Mn-U, Mn-H). However, attempts to establish clinical significance of manganese determination in serum, whole blood and urine of people having contact in productional conditions, are not successful because of a number of reasons. It is known, that manganese, as a microelement, can accumulate in leucocytes. Leucocytes possess longer of period life in comparison with erythrocytes. Erythrocytes contain only 40% manganese, serum contain 20%.

Manganese levels were determined by flame atomic-absorption spectrometry.

The content of manganese defined in blood, urine and hair of 245 persons who were professionally related to given xenobiotics. The content of Mn-B in examined was in the range of 0,03-0,09 mg/l («standard level» is considered 0,05-0,10 mg/l), in Mn-U – 0,03-0,13 mg/l («standard»- 0,01-0,10 mg/l) and in level Mn-H reached 10,21 mkg/g («standard»- 0,66-2,93 mkg/g). Comparing these data with levels accepted as «standard» it is possible to say that, even at professionally contacts the whole blood and urine are not significant. Therefore, we tried to define a concentration of manganese in erythrocytes and leucocytes of 10 patients in the clinic of our Institute, among which 7 were in long professional contact (experience) and 3 – had no (control). In erythrocytes the identical levels of manganese were found (Mn-er – 0,002 mg/10¹² cells). In leucocytes levels of manganese differed between experience and control by 75% and corresponded 0,012±0,002 mg/10⁹ cells and 0,009±0,002 mg/10⁹ cells. It should be noted that the contents of manganese in leucocytes is higher, than in red cells, in spite of the fact that the concentration of erythrocytes was 1000 times more than concentration of leucocytes in the whole blood.

The findings allow to make a conclusion that determination of manganese in leucocytes, as a marker of exposure, can be used as a diagnostic test in clinical practice.

МІКРОЕЛЕМЕНТИ У ФІЗІОЛОГІЇ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН, ОЦІНКА ТОКСИЧНОСТІ ТА ПРОФІЛАКТИКА

УДК : 612.015 : 546.3 /8 : 543.4

АНАЛІТИЧНІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ МЕТАЛІВ У БІОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РІЗНИХ СПЕКТРАЛЬНИХ МЕТОДІВ

Андрусишина І.М.¹, Малецький З.В.²

ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН», Київ, Україна

Норвезький університет природничих наук, Осло, Норвегія

E-mail: andrusyshyna.in@gmail.com

У сучасній системі біологічного моніторингу і клінічних діагностичних дослідженнях мікроелементів відсутній єдиний підхід до вирішення комплексу задач, що стоять перед аналітиками. Міжнародний досвід показує, що в більшості випадків результати аналітичних вимірювань важко порівняти між собою через застосування різних методик пробопідготовки зразків, аналітичних інструментів, умов відбору і зберігання проб, діючих нормативів [1-3]. Комітетом по поліпшенню навколишнього середовища (СЕІ) Американського хімічного товариства були запропоновані рекомендації щодо вибору методів і процедури виконання аналітичних вимірювань, які регламентують основні етапи аналітичного процесу при визначенні мікроелементного складу об'єктів довкілля [3].

Виходячи з цього, доцільна розробка, уніфікація та валідація сучасних методик визначення як пріоритетних потенційно небезпечних токсичних хімічних речовин, так і життєво необхідних хімічних елементів для вдосконалення системи біомоніторингу. Крім того, при проведенні біомоніторингу або клінічних діагностичних досліджень повинні враховуватися метрологічні показники, які забезпечують правильність, відтворюваність, збіжність і точність вимірювання хімічних елементів в біологічних зразках.

Сучасні інструментальні методи аналізу, що призначені для визначення вмісту важких металів у біологічному матеріалі, можна поділити на дві основні групи:

- методи з руйнуванням біологічної матриці - молекулярно-абсорбційні, спектральні, електрохімічні, хроматографічні, радіохімічні, атомно-абсорбційні та атомно-емісійні та ін.;

- методи без руйнування біологічної матриці - рентгенівської флуоресценції і нейтронної активації (для моніторингових досліджень ці методи не знайшли широкого застосування через високу вартість аналізу).

До числа перших відносять молекулярно-абсорбційні методи, серед яких **фоториметрія** є найстарішим методом аналізу біологічного матеріалу на вміст хімічних елементів. І сьогодні цей метод продовжує широко застосовуватись у лабораторній практиці для визначення вмісту електролітів (Na, K, Ca, Mg), Fe та P (його форми) у сироватці крові та сечі.

До **електроаналітичних** методів відносять **полярографію**, яка дозволяє кількісно (з чутливістю 10^{-5} - 10^{-6} %) визначати декілька металів в одному біосередовищі. **Диференціальна вольтамперометрія** використовується для визначення мікроелементів важких металів у биосубстратах, в тому числі волоссі. Метод доступний, досить дешевий, але може визначати одночасно обмежену кількість металів і вимагає тривалої пробопідготовки. Диференціальна вольтамперометрія недостатньо чутлива, в той же час інверсійна вольтамперометрія має можливості визначати елементи на рівні 10^{-3} - 10^{-8} %. Відомі методи **кондуктометричного** визначення металів засновані на вимірюванні електропровідності розчину. Методи **іонометрії** застосовуються переважно для

вимірювання іонізованих форм металів (кальцію, магнію) та галогенів (як, наприклад, I, F, Br).

В останні роки в лабораторній діагностиці стали широко використовуватися різні спектральні методи аналізу: атомно-абсорбційний (ПААС, ЕТААС, гідридний варіант ААС), атомно-флуоресцентний (АФА), атомно-емісійний з індуктивно зв'язаною плазмою (АЕС-ІСП, ОЕС-ІЗП) і мас-спектрометричний з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП-МС) та ін. Ці методи мають високу чутливість для визначення макро- та мікроелементів.

Метод атомно-абсорбційної спектрофотометрії останніми роками є одним з найприйнятніших щодо вимог біомоніторингу. Цей один з найстаріших прецизійних спектральних методів. У літературі описана велика кількість методичних підходів до визначення хімічних елементів з його застосуванням. Це одноелементний метод аналізу. До його переваг можна віднести - високу чутливість, селективність, можливість аналізу різноманітних біоматеріалів, гнучкість відносно діапазону концентрацій, що вимірюються, нетривалу пробопідготовку, перетворення аналітичного сигналу в кінцеву форму, виражену в одиницях концентрації, можливість мінімального впливу інших металів, економічність і рентабельність.

Для підвищення чутливості визначення металів використовують **метод електротермічної атомно-абсорбційної спектрофотометрії (ЕТААС)**. Питання, пов'язані з наявністю матричних перешкод, мінімізації яким сприяє мінералізація і розведення проби, часто вирішуються з використанням Зеєманівської корекції фону, концепції температурно-стабілізованої печі, застосуванням платформи Львова та модифікаторів матриці. Для збільшення чутливості при визначенні використовують наступні матричні модифікатори - гідрофосфат амонію, хлорид амонію, тритон X-100. Чутливість методу ЕТААС для свинцю складає 2,0 мкг/л, для кадмію 0,1 мкг/л. Представляє інтерес пробопідготовка мікрооб'ємів проб крові, яка полягає у заморожуванні проби, розведенні її азотною кислотою і вимірюванні ЕТААС з використанням аскорбінової кислоти. Межа виявлення - 0,002 мкг/мл.

Водночас методом ПААС визначають Na, K, Rb, Cs, Ca, Mg, для визначення Pb, Zn, Cd, Cu, CR, Ni, Mo, Mn, Ni, Fe і ін. використовують варіант з графітовим атомізатором (ЕТААС), а для ртуті - спеціалізований ртутний аналізатор, або застосовують гідридну приставку (як, наприклад, FIAS) для визначення Hg, As, Se, Sn, Sb, Tl, Bi [1-2].

Останніми роками для визначення загального вмісту металів в пробах цільної крові, плазми і в еритроцитах став застосовуватися метод **атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП)**. Це метод одночасного багатоелементного аналізу. Один з головних при аналізі біосередовищ, особливо при визначенні Si, Ca, K, Fe, P, а також Mg, Sr, Ba, B, Na, Ni, Zn, Cu, Co, Li, Pb, Ti, Al та ін. Метод АЕС-ІЗП набагато простіше ААС методично, собівартість визначення елементів порівняно з полумєним варіантом ААС помітно нижче, ніжча для деяких елементів і для методу ААС з графітовим атомізатором. Метод дозволяє одночасно визначати до 20-25 елементів, а іноді і 30-35 елементів без виділення і концентрування. Підходить для масового скринінгу і моніторингу. Використання цього методу потребує мінералізації біологічних проб (крові та волосся), частіше за допомогою тільки нітратної кислоти. Метод АЕС-ІЗП є найбільш вірогідним кандидатом для багатоелементного аналізу у біологічних субстратах людини. При цьому мікрохвильове розкладання біосубстратів забезпечує повне розкриття зразків без втрати летких елементів (As, Se, Sn, Tl), що дозволяє проводити одночасний аналіз кількох десятків аналітів. Важливими моментами такого розкладу є: повнота мінералізації проби, відсутність втрат летючих елементів, таких як Hg, As, Se і ін., особливо на етапі підготовки проб.

Методи без руйнування матриці сьогодні застосовуються менш широко. Серед них слід зазначити **рентгенофлуоресцентний аналіз (РФА)**, включаючи дисперсійний його варіант - зручний, доступний, неруйнівний метод, що дозволяє визначати елементи на

рівні $10^{-4}\%$ до 100%. Він вимагає мінімальної пробопідготовки і може з успіхом застосовуватися для визначення багатьох елементів (особливо після елемента К періодичної таблиці Д.Менделєєва), проте специфічні особливості ряду біологічних зразків накладають обмеження на точність і відтворюваність аналізу і потрібні спеціальні однотипні стандарти для РФА. Незважаючи на істотний прогрес техніки РФА, цей метод аналізу не є загальновизнаним методом кількісного аналізу біосередовищ і найчастіше застосовується для оцінки макроскладу під час проведення експрес-аналізів, наприклад для дослідження людських зубів і кісток, а також зразків, отриманих при операціях на живих органах і тканинах [1]. Метод дозволяє проводити локальний аналіз з побудовою карти розподілу елементів на поверхні. Основними обмеженнями методу є його недостатня чутливість.

Другий відомий метод без руйнування біологічної матриці - метод **нейтронно-активаційного аналізу (НАА)** малодоступний для користувачів, чутливий, але дорогий багатоелементний аналіз. Його можна застосовувати без стандартних зразків складу, заснований на використанні ядерних реакцій поділу і реакцій, що призводять до утворення радіоактивних ізотопів і ізомерів, має високу чутливість [2].

Найперспективнішим і широко використовуваним сьогодні у світі є метод визначення мікроелементів з застосуванням **мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (МС-ІЗП)** [5]. Це потужний і багатоцільовий метод, який суттєво вплинув на розвиток багатьох природничо-наукових галузей та привів до появи нових наукових дисциплін - геохімічна екологія хвороб, медична геологія, металогіка [3]. Переваги методу МС-ІЗП загальновідомі: висока чутливість, широкий динамічний діапазон, хороша відтворюваність результатів, застосовність для детектування більшості хімічних елементів, в тому числі Вг і І, інформативність і надійність. Для отримання достовірного мас-спектра речовини навіть на рутинному мас-спектрометрі досить 10^{-9} - 10^{-10} г речовини. Крім МС-ІЗП, для аналізу використовують мас-спектрометрію з високою роздільною здатністю **ВР-ДРС-МС-ІЗП**. Це більш дорогий метод, але дозволяє прибирати можливі спектральні завади (накладення сигналів поліатомних іонів), і часо-пролітної мас-спектрометрії, засновану на лазерній десорбції/іонізації [2]. Останнім часом з'явилися публікації про застосування методу МС-ІЗП з лазерною абляцією для прямого аналізу біосубстратів, картування зразків для оцінки розподілу тих чи інших елементів у зразку. За допомогою лазера проводиться прямий відбір проби, без стадії попереднього розкладу [2-3].

Добре відомо, що практично кожен з мікроелементів, присутніх в живому організмі, розподіляється між кількома хімічними формами, тому проблема визначення в біологічних об'єктах форм мікроелементів починається з пошуку нових підходів до її вирішення. В даний час запропоновано два загальних підходи. Перший - розробка методів безпосереднього кількісного аналізу певних хімічних форм мікроелементів на принципі створення чутливих до них **біосенсорів** [2]. Однак успіхи в розвитку цього напрямку поки досить скромні. Другий підхід полягає у розробці та застосуванні гібридних методів визначення форм елементів, які полягають у поєднанні хроматографічного та електрофоретичного аналізу для розподілу елементів та подальшому селективному детектуванні. При виконанні елементного аналізу біологічних середовищ із застосуванням гібридних методів однією з найважливіших стадій є підготовка проб, обов'язковою вимогою до якої є збереження природного розподілу хімічних форм мікроелемента в об'єкті аналізу. Під час такого аналізу складних багатокомпонентних проб, коли застосування одного методу виявляється недостатнім, застосовують багатовимірний розподіл (ММР), що реалізовується, як правило, комбінуванням різних варіантів хроматографії та електрофорезу [2].

Універсальним методом поділу форм мікроелементів є **високоєфективна рідинна хроматографія (ВЕРХ)**. Велика різноманітність стаціонарних та рухомих фаз дозволяє використовувати ВЕРХ для поділу хімічних форм більшості елементів [3]. При виборі

конкретного варіанту ВЕРХ враховується можливість взаємодії компонентів проби з рухомою і стаціонарною фазами. Одним з найбільш поширених варіантів ВЕРХ при визначенні форм мікроелементів є обернено фазова рідинно-абсорбційна хроматографія (ОФРАХ), з інших варіантів ВЕРХ для поділу форм мікроелементів, присутніх в біологічних об'єктах, найчастіше застосовуються **іонна (ІХ) і іон-парна (ІПХ) хроматографії**.

В останні роки особливу увагу дослідників привертає можливість використання нанотехнологій в різних сферах медицини. У зв'язку з цим, постає питання про необхідність з'ясування біокінетики металів у живому організмі, механізмів взаємодії наночастинок (НЧ) металів з білковими молекулами. Сьогодні не існує єдиного методу, здатного вирішити всі структурні проблеми, які існують в цій царині тому, як правило, використовують комплекс методів. Для вивчення хімічного складу наночастинок металів у розчинах та токсикокінетики їх у організмі найчастіше застосовують спектральні методи, серед яких вже добре відомі - ААС, ОЕС-ІЗП, ІЗП-МС та зовсім новий ВР-DPC-МС-ІЗР які дозволяють оцінити фізичні властивості, розмір і форму НЧ металів та їх хімічний склад [4]. Розроблені нові методи **SP-ICP-MS** (одночастинкова (SP) мас-спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS)) для визначення, наприклад наночастинок золота у цільній крові та овочах без руйнування матриці [6].

В реальних умовах важливим моментом хорошої лабораторної практики (GLP) може бути внутрішній і міжлабораторний контроль якості досліджень елементного складу біологічних зразків. Стандартні зразки біологічних матеріалів, є повноцінним носієм правильності та прецесійності вимірювання [1-2]. Однак вони характеризуються значним впливом неінформативних параметрів (домішок, структури матеріалу та ін.) Стандартні зразки біологічних матеріалів (цільної крові, волосся, сухого молока, печінки) обмежені за (серед виробників - Австрія, Бельгія, США та Китай), часто недоступні через високу ціну для ряду лабораторій України.

Висновки. З огляду на той факт, що в організмі людини присутні практично всі елементи таблиці Менделєєва, для вирішення поставлених завдань у мікроелементології сьогодні бажано використовувати багатеlementні методи аналізу з низькими межами виявлення, тому що безліч хімічних елементів присутніх в живих тканинах і біосередовищах, виявляються у концентраціях від сотих до мільйонних часток відсотка.

Для визначення мікроелементів у біологічних середовищах властиві свої особливості, які визначаються методологічними підходами до кожного етапу проведення робіт [1,2,5,6]. Метрологічне забезпечення таких досліджень повинно включати як наявність атестованих методик, процедури аналізу, так і використання стандартних біологічних матеріалів. Сьогодні арбітражним методом для визначення ряду хімічних елементів у біології та медицині мають варіанти методу атомно-абсорбційної спектrophотометрії- ПААС, ЕТААС та ін. Використання різних спектральних методів українськими дослідниками для визначення хімічних елементів у біологічних субстратах обумовлено застосуванням різних методичних підходів, що ускладнює обґрунтування такого важливого поняття, як «норма» для мікроелементів, які виявляються у нг концентраціях, що обмежує діагностику стану здоров'я людини.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Оберлис Д. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных [Д.Оберлис, Б.Харланд, А.Скальный]. – СПб.: Наука, 2008. – 544 с.
2. Иваненко Н.Б. Определение химических форм микроэлементов в биологических объектах /Н.Б.Иваненко, Н.Д.Соловьев, А.А.Иваненко, Л.М.Москвин //Аналитика и контроль. – 2012. – Т.16, №2. – С. 108–121.
3. Michalke B. Metallomics: Analytical Techniques and Speciation Methods. - John Wiley & Sons, 2016.- 496 p.

4. Hasselov M. Nanoparticle analysis and characterization methodologies in environmental risk assessment of engineered nanoparticles./ M. Hasselov, J. W., Reradman, J. F., Ranville, K. Tiede // *Ecotoxicology*. – 2008. – N 17. – P. 344–361.
5. Bilandz N. Determination of Macro- and Microelements in Cow, Goat, and Human Milk Using Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry/ N. Bilandz, M. Sedak, M. Đokic, Đ. Bozic // *Spectroscopy Letters*, 2015.- 48(9) .- P 777-684
6. Witzler M. Validating a Single-Particle ICP-MS Method to Measure Nanoparticles in Human Whole Blood for Nanotoxicology /M. Witzler, F. Kullmer, K. Gunther // *Analytical Letters*.- 2018.- V.51.- P. 587-599

УДК:612.751.1-616.718.55-612.753

МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД КІСТКОВОГО РЕГЕНЕРАТУ ЗА УМОВ ВПЛИВУ НА ОРГАНІЗМ ХРОНІЧНОЇ ГІПЕРГЛІКЕМІЇ

Євгеній Дудченко, Геннадій Ткач, Вячеслав Ілляшенко,

Олена Максимова

Сумський державний університет м. Суми, Україна

illiashenkoviacheslav@gmail.com

Цукровий діабет є серйозною загрозою для здоров'я населення та глобальною медико-соціальною проблемою. Незважаючи на мету Всесвітньої організації охорони здоров'я зупинити зростання захворювання цукровим діабетом, перспективи не є обнадійливими [1]. За останні чотири десятиліття поширеність на захворювання цукровим діабетом стрімко зросла [2]. За прогностичними оцінками, число людей хворих на цукровий діабет у віці від 20 до 79 років у 2040 році збільшиться до 642 мільйонів (1 з 10 дорослих) [3]. За останні 5 років у нашій державі спостерігається приріст показника поширеності цукрового діабету на 6 %, а у структурі ендокринних захворювань цукровий діабет посідає 2 місце (31,88 %) [4, 5]. Дані обставини ведуть до необхідності подальшого всебічного вивчення даного захворювання та розробки заходів спрямованих на запобігання та зниження рівня захворюваності на цукровий діабет та його ускладнень.

У своїй роботі ми вивчаємо вплив хронічної гіперглікемії організму на репаративну регенерацію довгих кісток скелета. Метою даного дослідження було дослідити вміст макро- та мікроелементів кісткового регенерату за умов впливу хронічної гіперглікемії на організм.

Дослідження було проведено на 10 білих лабораторних щурах-самцях зрілого віку. Моделювання хронічної гіперглікемії здійснювали за допомогою двотижневого навантаження тварин 10 % розчином фруктози з подальшим одноразовим інтраперитонеальним введенням стрептозоцину у дозі 40 мг/кг («Sigma», США). Через два місяці тваринам наносився дірчастий дефект з медіальної поверхні середньої третини великогомілкової кістки до кістково-мозкового каналу. На 28 добу тварин виводили з експерименту шляхом передозування наркозу та виділяли ділянку дефекту з прилеглою кістковою тканиною. Визначення вмісту макро- та мікроелементів у зразках проводили методами атомно-абсорбційної спектроскопії з електротермічною та полуменевою атомізацією. Проводили зважування у фторопластових стаканах на електронних аналітичних вагах ANG100C фірми «AXIS» II класу. Після зважування стакани зі зразками переносили у фторопластовий автоклав і вносили 3 мл нітратної кислоти для кислотної мінералізації. Вміст елементів у реактивах та на стінках посуду контролювали приготуванням «холостої проби». Автоклави нагрівали на лабораторній електричній плитці Saturn ST-EC1161 із термостатом за температури 150–160 °C упродовж 2 годин, охолоджували, вміст стаканів переносили у мірні пробірки і доводили бідистилятом до 10 мл. Після автоклавної мінералізації отримували безбарвні прозорі рідини, придатні для

визначення вмісту хімічних елементів атомно-абсорбційними методами. Вміст К, Na та Ca визначали на спектрофотометрі S-115-M1 АТ «Selmi» (Україна) з полуменевою атомізацією в режимі емісії. Визначення концентрації Mg, Fe, Zn та Cu проводили на комплексі атомно-абсорбційному CAS-120.1 з електротермічним атомізатором А-5 і графітовою пічкою Carl Zeiss Jena (Німеччина) в режимі адсорбції. Аналітичний сигнал сканували з кроком 0,016 с та обробляли програмою «AAS-SPECTR3».

Робота є фрагментом НДР МОН України «Молекулярно-генетичні та морфологічні особливості регенерації тканин нижньої кінцівки за умов хронічної гіперглікемії» (№ державної реєстрації 0117U003926).

Отже, вміст кальцію у кістковому регенераті склав $3,1 \pm 0,1$ мг/г, калію – $1,3 \pm 0,1$ мг/г, натрію – $1,4 \pm 0,1$ мг/г, магнію – $2,1 \pm 0,1$ мг/г, міді – $0,21 \pm 0,02$ мкг/г, заліза – 23 ± 3 мкг/г та цинку – 60 ± 1 мкг/г.

Таким чином, дослідження виявило певні закономірності вмісту макро- та мікроелементів у кістковому регенераті щурів за умов хронічної гіперглікемії організму.

Література:

1. Economic Costs of Diabetes in the U.S. in 2017. American Diabetes Association, Diabetes Care. <https://doi.org/10.2337/dci18-0007>.
2. United Nations General Assembly. Resolution Adopted by the General Assembly on 20 December 2006: World Diabetes Day. Resolution no. A/RES/61/225. 2007.
3. Global Economic Burden of Diabetes in Adults: Projections From 2015 to 2030. Christian Bommer, Vera Sagalova, Esther Heesemann, Jennifer Manne-Goehler, Rifat Atun, Till Bärnighausen, Justine Davies and Sebastian Vollmer. Diabetes Care 2018 May; 41 (5): 963 – 970. <https://doi.org/10.2337/dc17-1962>.
4. Глобальный доклад по диабету. World Health Organization, 2016. www.who.int/diabetes/global-report.
5. Довідник основних показників діяльності ендокринологічної служби України за 2014 рік // Ендокринологія. - 2015. – Додаток 1. – Т. 20, № 1. – 38 с.

УДК 616-098:599.323.4:[612.1+612.34+612.35](043.2)

МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД КРОВІ, ПЕЧІНКИ ТА ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ ЩУРІВ У НОРМІ ТА ЗА УМОВ ВПЛИВУ НА ОРГАНІЗМ СОЛЕЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

**Вячеслав Ілляшенко, Геннадій Ткач, Віталій Сікора,
Олена Максимова**

Сумський державний університет м. Суми, Україна
illiashenkoviacheslav@gmail.com

Техногенна діяльність людини призводить до забруднення навколишнього середовища різноманітними поллютантами, на сам перед важкими металами. Кадмій і свинець є поширеними забруднювачами навколишнього середовища з широким спектром токсичної дії на системи та органи людини і тварин. Фізіологічна роль цих елементів вивчена недостатньо, але відомо, що кадмій бере участь у активації ряду цинкзалежних ферментів, а свинець приймає участь у обмінних процесах кісткової тканини [1]. Кадмій і свинець відносять до токсичних мікроелементів, які потрапляють до організму людини і тварин з водою, їжею, повітрям. Токсичність цих елементів може бути причиною викиднів та розвитку різних розладів. Вони мають токсичну дію на центральну нервову систему, є мутагенними, тератогенними, канцерогенними, ембріотоксичні та імунотоксичні [2]. Легко проникають крізь клітинні мембрани, особливо у молодих організмах, і накопичуються у тканинах [3, 4].

Метою нашої роботи було вивчення особливостей впливу солей кадмію та свинцю, у близьких до гранично допустимих концентрацій, на макро- та мікроелементний склад крові, печінки та підшлункової залози щурів.

Дослідження проводили на двох групах білих лабораторних щурах-самцях зрілого віку, по 7 особин у кожній. Перша група була контрольна, друга експериментальна. Питний і харчовий режими для контрольної групи були стандартними і надавались *ad libitum*. Експериментальній групі тварин надавали розчин солей кадмію, свинцю, заліза, цинку, міді приготований на стандартній питній воді. Розчини солей готували розчиненням наважки солі відповідного металу у дистильованій воді. Таким чином отримували базові розчини окремо для кожного елементу, з концентрацією металу 1г/дм³. У стандартну питну воду вносили відповідний об'єм базового розчину кожного металу до наступних концентрацій: кадмій – 0,001 мг/дм³, свинець – 0,010 мг/дм³, залізо – 1,0 мг/дм³, цинк – 1,0 мг/дм³, мідь – 1,0 мг/дм³. Вибір концентрацій важких металів зумовлений гранично допустимими концентраціями (ГДК) згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 [5]. Розчин солей важких металів надавали щурам експериментальної групи протягом 30 діб. Тварин виводили з експерименту шляхом передозування наркозу та видаляли печінку, підшлункову залозу, брали зразок крові. Вміст макро- та мікроелементів у зразках визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії з полуменевою атомізацією. Зразки органів зважували на електронних аналітичних вагах ANG100C фірми «AXIS». Переносили у фторопластові автоклави з металевими корпусами і проводили кислотну мінералізацію за участі нітратної кислоти протягом двох годин за температури 150–160 °С. Отримували прозорі, безбарвні, без осаду розчини, які переносили у мірні пробірки і доводили бідистиллятом до 10 мл. Вміст Ca, Mg, Fe, Zn, Cu визначали на спектрофотометрі S-115-M1 AT «Selmi» (Україна) з полуменевою атомізацією в режимі абсорбції. Для визначення кальцію використовували полум'я ацетилен – нітрогену діоксид. Визначення магнію, заліза, цинку і міді проводили у полум'ї ацетилен – повітря. Спектральні умови визначення елементів: довжина хвилі, ширина спектральної щілини, тип полум'я, були загальновизначеними.

Результати дослідження представлені у таблиці 1.

Таблиця 1. Вміст макро- і мікроелементів у крові, печінці, підшлунковій залозі щурів зрілого віку контрольної та експериментальної груп.

Органи	Кров		Печінка		Підшлункова залоза	
Групи	Контроль	Експерим.	Контроль	Експерим.	Контроль	Експерим.
Ca (мкг/г)	187±21	148±5	137±19	154±22	138±23	165±21
Mg (мкг/г)	33±1	38±2	79±1	82±1	90±1	61±2
Fe (мкг/г)	25±4	255±24	218±11	264±13	26±5	43±2
Zn (мкг/г)	20±1	3,8±0,4	66±2	45±2	14±1	245±9
Cu (мкг/г)	1,9±0,2	0,92±0,08	3,6±0,2	2,2±0,2	3,4±0,5	1,3±0,2

Отже, у експериментальній групі вміст кальцію у крові зменшився, порівняно з контрольною групою. У печінці та підшлунковій залозі експериментальної групи концентрації кальцію зросли і близькі за значеннями. Концентрації магнію у крові і печінці експериментальної групи дещо зросли, а у підшлунковій залозі вміст магнію зменшився. Вміст заліза у експериментальній групі зріс найбільше у крові. Концентрації цинку і міді у крові та печінці знизились, а у підшлунковій залозі вміст цинку значно збільшився, а міді знизився.

Література:

1. Arsenic, Cadmium, and Lead. Flora S. J. S., & Agrawal S. (2017). Reproductive and Developmental Toxicology, 537–566. doi:10.1016/b978-0-12-804239-7.00031
2. The Effect of Exposure to Cd and Pb in the Form of a Drinking Water or Feed on the Accumulation and Distribution of These Metals in the Organs of Growing Wistar Rats. Winiarska-Mieczan A. & Kwiecień M. (2015). Biological Trace Element Research, 169(2), 230–236. doi:10.1007/s12011-015-0414-4
3. Cadmium induced damage in Wistar rats, ameliorative potentials of progesterone. Alese M. O., Agbaje M. A., & Alese O. O. (2018). Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 50, 276–282. doi:10.1016/j.jtemb.2018.07.014
4. The role of cadmium in obesity and diabetes. Tinkov A. A., Filippini T., Ajsuvakova O. P., Aaseth J., Gluhcheva Y. G., Ivanova J. M., Skalny A. V. (2017). Science of The Total Environment, 601-602, 741–755. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.05.224
5. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

УДК 615.9+546.49:547.458.88

ПЕКТИНОПРОФІЛАКТИКА У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМ ХІМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

К. Козлов, П. Демченко

ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кндієва НАМНУ»,
ТОВ НВП «Технологіка», Україна
kostatram@gmail.com

Забруднення довкілля в Україні негативно впливає на екосистеми та здоров'я населення. Зростає дія нових професійних та екологічних факторів, до яких у людини відсутні еволюційно сформовані адаптивні механізми. Сьогодні в Україні у сфері національної економіки приблизно 7% від загальної кількості робітників працює в умовах дії шкідливих та небезпечних факторів, джерелом яких є технологічні процеси, несприятливі умови праці та сама її специфіка, наприклад, для робітників підприємств хімічної та нафтохімічної галузей.

Аналіз причин формування профзахворювань в Україні свідчить про наявність близько 140 професійних шкідливих факторів, які перевищують гранично допустимий рівень в умовах сучасного виробництва, серед них — більше 100 хімічних речовин, дія яких може відбуватися поєднано. Серед пріоритетних забруднювачів в Україні особливе місце посідають важкі метали та радіонукліди.

Розробка універсальних профілактичних препаратів може бути вирішена шляхом створення композицій, які містять компоненти, ефективні щодо конкретного класу сполук – важких металів. У зв'язку з цим у комплексі заходів, спрямованих на зменшення дії шкідливих хімічних речовин на організм, важливе місце може зайняти пектинопрофілактика, ефективність якої була доведена у наших попередніх роботах [1,2] для контингентів працюючих, що професійно контактують з важкими металами (ртуть, свинець, кадмій та ін.), радіонуклідами, СОЗ (наприклад, органічні розчинники, агенти вулканізації гум, хлорпохідні, зокрема, хлорорганічні пестициди тощо), та для населення, зокрема вагітних жінок, дітей, що мешкають в регіонах, з високим антропогенним навантаженням важкими металами (рис. 1, 2).

Нами створено нові високоефективні композиційні пектиновітамінні препарати, що мають високу селективність по відношенню до різних ксенобіотиків. Вивчено ефективність дії розроблених препаратів та оптимізовано їх склад. Поєднання кількох пектинів - буякового, яблучного, та наприклад гарбузового, що мають різні хімічні

функціональні характеристики та потужний комплекс вітамінів, дозволило нам створити унікальну пектиновмісну композицію. Підготовлену згідно з чинним законодавством нормативно-технологічну документацію затверджено МОЗ України [3].

Останнім часом пектин-вітамінні препарати використовуються для лікування урологічних хворих. Отримано достовірне зменшення вмісту важких металів (свинець, ртуть, кадмій, хром) і пестицидів в крові пацієнтів, що сприяє зменшенню ризику виникнення і розвитку урологічних захворювань ефективної реабілітації хворих [4]. Ці результати корелюють з результатами, отриманими японськими лікарями.

Зазначимо, що пектинопрофілактику на виробництві доцільно проводити з використанням саме препаратів у таблетованій або дражованій формах, що дозволяє забезпечити передбачену в законодавчих положеннях щоденну норму споживання пектину на виробництві.

Одержані результати свідчать про можливість суттєвого зниження техногенних навантажень, викликаних професійним контактом працівників зі сполуками важких металів, радіоактивними речовинами та іншими хімічними потенційно токсичними речовинами.

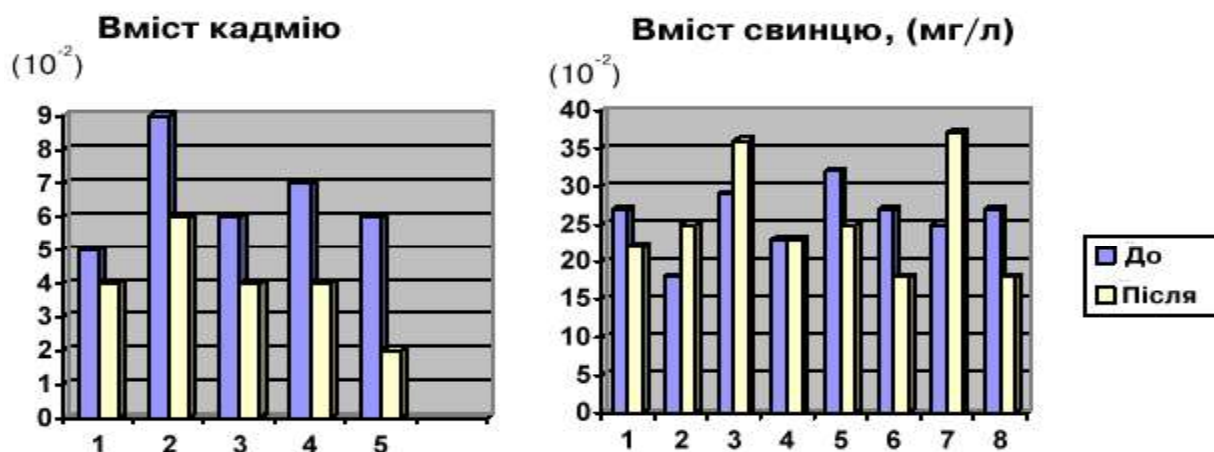


Рис. 1-2. Вплив пектинопрофілактики на вміст свинцю та кадмію в крові вагітних жінок.

Література.

1. K. Kozlov, I. Andrusyshyna, J. Melnyk, P. Demchenko. Experimental data on biological prophylaxis of occupational and environmental mercury pathology. 23rd International Symposium "Industrial Toxicology '03" Proceedings, June 18-20, 2003. Bratislava, p. 246-249.
2. Демченко В.Ф., Заец Е.Р., Лампека Е.Г., Жабченко И.А., Демченко П.И. Содержание некоторых приоритетных загрязнителей окружающей среды в биологических средах практически здоровых беременных. Актуальні проблеми екології і токсикології: Мат. наук-практ. конф., 28-29 травня 1998 р. К., 1998, с. 83-86.
3. Трахтенберг И.М., Демченко П.И., Козлов К.П. Применение пектиносодержащих энтеросорбентов в целях профилактики нарушения здоровья при сочетанном действии тяжелых металлов, пестицидов и радиации. Информационное письмо Министерства здравоохранения, № 126-97. -К., 1997.
4. Романенко А.М., Возіанов С.О., Сенде Б., Демченко П.І., Забарко Л.Б. Зміни проліферативної активності епітелію передміхурової залози хворих на доброякісну гіперплазію передміхурової залози, які проживають після аварії на ЧАЕС на забруднених радіонуклідами територіях України. Урологія, 2000, № 1, с. 13-19.

УДК: 612.015.31-541.87+616.36-008.5

ЗМІНИ ВМІСТУ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ЦІЛЬНІЙ КРОВІ, ПЕЧІНЦІ ТА ЖОВЧІ ЩУРІВ З МЕХАНІЧНОЮ ПРОГРЕСУЮЧОЮ ЖОВТЯНИЦЕЮ

О.В. Котов¹, С.П. Луговський², І.М. Андрусишина²

ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»¹, Дніпро

ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН»², Київ

a.vkotov@ukr.net

Вступ. Механічна жовтяниця часто супроводжується розвитком ускладнень, що характеризуються не тільки значними структурно-функціональними змінами печінки, але порушеннями в інших органах і системах організму. Зміни та порушення, що відбуваються в регуляторних системах організму при синдромі механічної жовтяниці часто визначають її тяжкість, у тому числі внаслідок розвитку печінкової недостатності. Це значною мірою пливає на вибір методів діагностики та лікування механічної жовтяниці (Б.Д. Даценко з співавт., 2013; В.А. Сипливый з співавт., 2016). За таких умов, значної уваги дослідників, останніми роками, привертає стан гомеостазу мікроелементів, який набуває універсального значення в процесах регуляції життєдіяльності органів, тканин і клітин (А.П. Авцын и соавт., 1991). Патологічні процеси, викликані дефіцитом, надлишком або дисбалансом мікроелементів у людей, що мешкають у різних еколого-геохімічних регіонах, працюючих у шкідливих умовах виробництва та осіб, що мають патологію ендокринної, нервової, імунної систем та, зокрема, гепатобіарної потребують подальшої розробки загальних інтегральних показників, які були б корисними та сприяли більш глибокій інтерпретації отриманих результатів.

У зв'язку з цим актуальності набуває вивчення закономірностей та особливостей змін у мікроелементній фізіологічній системі гомеостазу організму на різних етапах розвитку механічної жовтяниці, що надасть можливість отримати нові данні щодо патогенезу захворювання для наукового обґрунтування його діагностики, профілактики ускладнень та лікування. **Мета роботи:** вивчити вміст макро- і мікроелементів у крові, печінці та жовчі щурів у динаміці експериментальної моделі механічної жовтяниці.

Матеріали та методи. Експериментальні дослідження проводили у відділі експериментального моделювання і трансплантології з експериментально-біологічною клінікою. В експерименті було використано 25 конвенційних рендомбредних аутбредних статевозрілих самців білих щурів, яких утримували в стандартних умовах віварію при сталій температурі та вологості повітря, на стандартному харчовому режимі та вільним доступом до водогінної води, що відстоювалася не менше 24 год. Умови утримання щурів та всі маніпуляції з тваринами, що включали анестезію та їх виведення з експерименту відповідали основним принципам Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідницьких та інших наукових цілей (Страсбург, 1986) та закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження». Усіх тварин було розподілено на 2 групи: основну (n=19) та контрольну (n=6). Тварин основної групи оперували під загальною анестезією. Шляхом мінімального доступу у правому підребер'ї у щурів виділяли та перев'язували капроном 4-0 загальний жовчний проток нижче конфлюенса. Контрольним щурам оперативне втручання не проводили. За термінами прогресування механічної жовтяниці у щурів основної групи виділяли три підгрупи. Перша підгрупа (n=6) – термін жовтяниці 7 діб, друга (n=6) – 14 діб, третя (n=6) – 28 діб. Після закінчення експериментів щурів спочатку наркотизували, а потім виводили з експерименту шляхом їх декапітації. Для досліджень у щурів відбирали кров, жовч та шматочки печінки. Вилучений біоматеріал готували з застосуванням мікрохвильової мінералізації проб згідно методики (І.М. Андрусишина та співавт., 2014), а потім за допомогою методу АЕС-ІЗП (прилад «Optima 2100 DV» фірми «Perkin-Elmer», США) досліджували вміст макро- та мікроелементів.

Результати та їх обговорення. У динаміці розвитку механічної жовтяниці в організмі щурів відбувались значимі зміни показників вмісту життєво важливих макро- і мікроелементів в крові, жовчі та печінці. Так, через 7 діб від початку експерименту в крові піддослідних щурів спостерігали значиме ($p_u < 0,05$), порівняно з контролем зниження вмісту магнію, кальцію, свинцю, кадмію, цинку, заліза, селену та фосфору, а також аналогічне ($p_u < 0,05$), порівняно з контролем ($p_u < 0,05$) збільшення в крові вмісту марганцю та хрому. Разом із цим у печінці виявляли значиме ($p_u < 0,05$), порівняно з контролем збільшення вмісту магнію, алюмінію, кальцію, марганцю, заліза, міді, хрому та фосфору. Також звертав увагу той факт, що обмін марганцю та хрому характеризувався значимим ($p_u < 0,05$) у порівнянні з контролем збільшенням його концентрації не тільки у крові, але й у печінці тварин. Особливо значимими ($p_u < 0,05$) також були зміни вмісту заліза й міді. На 7-му добу від початку розвитку жовтяниці вміст заліза ($p_u < 0,05$) й міді в крові щурів зменшився, порівняно з контролем, а в печінці, відповідно, збільшився ($p_u < 0,05$). Це характеризує значні порушення обміну заліза й міді в процесі розвитку механічної жовтяниці у вигляді надмірної концентрації цих металів в печінці.

Через 14 діб від початку експерименту в крові піддослідних щурів відмічали значиме ($p_u < 0,05$), порівняно з попереднім терміном експерименту збільшення концентрації магнію, алюмінію, кальцію, кадмію, цинку, міді, вольфраму та фосфору. Разом із цим у них виявляли значиме ($p_u < 0,05$) зменшення у крові вмісту калію, заліза та марганцю. В печінці тварин при цьому виявляли зниження вмісту свинцю, заліза, селену, молібдену та фосфору, а також збільшення вмісту міді та кальцію. В жовчі щурів спостерігали значиме ($p_u < 0,05$), порівняно з попереднім терміном експерименту збільшення вмісту кальцію, міді та фосфору, а також зменшення вмісту цинку, заліза та селену.

Через 28 діб від початку експерименту (прогресування обтураційної жовтяниці) в крові щурів виявляли значиме ($p_u < 0,05$), порівняно з попереднім терміном експерименту зменшення вмісту магнію, алюмінію, кальцію, цинку, міді, молібдену, хрому, вольфраму та фосфору. У печінці при цьому виявляли аналогічне ($p_u < 0,05$) зменшення вмісту магнію, кальцію, марганцю, міді, заліза та хрому. Разом із цим, вміст свинцю, селену та фосфору значимо ($p_u < 0,05$) збільшився. У жовчі відмічали зменшення вмісту алюмінію, заліза, міді та фосфору і значиме збільшення вмісту цинку ($p_u < 0,05$).

Висновки. Результати проведених досліджень довели, що в організмі тварин при відтворенні експериментальної моделі механічної жовтяниці відбуваються значні порушення обміну макро- та мікроелементів. Встановлений факт потребує подальшого вивчення та з'ясування впливу таких змін як на структурно-функціональний стан печінки, так і на організм в цілому. Встановлені патогенетичні механізми порушень мікроелементного гомеостазу дозволять в подальшому науково обґрунтувати нові підходи до патогенетичної терапії механічної жовтяниці на етапах її хірургічного лікування.

Література

Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А., Строчкова Л. С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М. : Медицина, 1991. 496 с.

Даценко Б. М., Тамм Б. М., Борисенко Б. Б. Коррекция печеночной дисфункции у больных при обтурационной желтухе. Клінічна хірургія., 2013. № 4. С. 9–12.

Сипливый В. А., Евтушенко Д. В., Наумова О. В. Морфологические изменения печени при обтурационной желтухе, обусловленной холедохолитиазом, в зависимости от ее длительности. Клінічна хірургія. 2016. № 2. С. 20–23.

Методичні рекомендації 72.14/133.14 «Оцінка порушень мінерального обміну у професійних контингентів за допомогою методу атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою» [І.М.Андрусишина, О.Г.Лампека, І.О.Голуб, І.П.Лубянова, Т.Д.Харченко]. – К.: Авіцена, 2014. – 60 с.

АКТИВНІСТЬ ЕНЗИМІВ ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ В ПІДШЛУНКОВІЙ ЗАЛОЗІ ВАГІТНИХ САМОК ЩУРІВ ЗА ВПЛИВУ ЦИТРАТУ ВАНАДІЮ

Климець Г.В., Іскра Р.Я.

Інститут біології тварин, НААН, Львів, Україна

klimets.halyna@gmail.com

Вважається, що морфологічні та фізіологічні зміни під час вагітності сприяють перерозподілу мікроелементів в організмі, ці процеси часто зумовлюють дисбаланс обміну вуглеводів. Тому в цей період організм потребує допоміжних дієтичних засобів, які б компенсували витрати необхідних мікроелементів. Відомо, що органічні сполуки ванадію мають значні переваги над їх неорганічними аналогами. Органічні сполуки цього мікроелементу нормалізують експресію ключових ензимів вуглеводного обміну. Мікроелемент Ванадій проникає крізь плацентарний бар'єр, впливає на розвиток плода, захищає клітини підшлункової залози від гормональних дисбалансів у материнському організмі. Також відомо, що підшлункова залоза вагітних щурів є особливо чутлива до змін, які відбуваються в організмі самок.

Тому метою нашої роботи було дослідити вплив цитрату ванадію на активність глюкозо-6-фосфатдегідрогенази (Г-6-ФДГ) та лактатдегідрогенази (ЛДГ) у підшлунковій залозі вагітних самок щурів.

Дослідження проведені на самках лабораторних щурів *Rattus norvegicus* лінії Wistar, масою тіла 140-160 г, які були розділені на п'ять груп: I група – невагітні самки, II - вагітні самки, які споживали чисту воду без добавок, щури III, IV, V груп – у період спаровування і вагітності отримували розчин цитрату ванадію в концентраціях, відповідно 0,03, 0,125 та 0,5 мкг V/мл води. Самки утримувались в умовах віварію на стандартному раціоні для лабораторних тварин. Матеріалом для досліджень були гомогенати підшлункової залози вагітних самок щурів, у яких визначали активність Г-6-ФДГ та ЛДГ. Активність Г-6-ФДГ та ЛДГ визначали спектрофотометричним методом, що базується на окисненні-відновленні нікотинамідних коензимів.

В підшлунковій залозі вагітних самок II групи спостерігали зниження активності Г-6-ФДГ на 7,8 %, в той час як активність ЛДГ зростала на 56,6 %, порівняно із невагітними тваринами в I групі. Зниження активності Г-6-ФДГ можливо зумовлено порушенням балансу NADPH/NADP^+ у цій тканині, а зростання активності ЛДГ у вагітних щурів вказує на інтенсифікацію метаболізму глюкози, ймовірно порушення секреції інсуліну в організмі самок.

За випоювання цитрату ванадію активність Г-6-ФДГ у підшлунковій залозі незначно знижувалася у тварин III групи, проте зростала у IV та V групах на 11,8 та 1,7 % відповідно, порівняно з вагітними самками II групи. Активність ЛДГ у вагітних щурів III, IV та V груп знижувалась на 18,3, 7,9 та 34,3 % відповідно, порівняно із II групою вагітних тварин. Це вказує на здатність органічної сполуки цитрату ванадію захищати острівці підшлункової залози від метаболічних змін, які супроводжують вагітність.

Отже, цитрат ванадію можна розглядати як потенційний дієтичний препарат для запобігання ускладнень вуглеводного метаболізму у вагітних.

Список літератури:

- 1) Ruchi S., Subhash P., Manisha M., Saroj S.G., Ramesh R. B. Bis(querccetinato)oxovanadium IV Reverses Metabolic Changes in Streptozotocin-Induced Diabetic. Mice *Rev Diabet Stud.* 2007, 4(1): 33–43.
- 2) Morgan AM, El-Tawil OS. Effects of ammonium metavanadate on fertility and reproductive performance of adult male and female rats. *Pharmacol Res.* 2003; 47:75 – 85.

ВПЛИВ ЙОДУ НА РІВЕНЬ ІНСУЛІНУ У КРОВІ ЩУРІВ З АЛІМЕНТАРНИМ ОЖИРІННЯМ

Н. Г. Копчак¹, О. С. Покотило¹, Т.Я.Ярошенко²

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

²Тернопільський національний медичний університет, Україна

kurpsak1@gmail.com

Ключові слова: щури, ожиріння, інсулін, кров, йод.

На сьогодні у світ однією із найчастіших медико-соціальних проблем є ожиріння. Різні етіологічні чинники розвитку надмірної маси тіла особливо швидко спрацьовують на тлі ендемічного йододефіциту. Це у свою чергу призводить до взаємозалежного посилення розвитку гіпотиреозу через ожиріння і навпаки [4].

Як свідчать дані останніх досліджень, тиреоїдні гормони впливають на дію інсуліну [2] та мають стимулюючий вплив на дозрівання бета-клітин, що секретують інсулін [6]. Також, при дефіциті гормонів щитовидної залози пригнічуються процеси глікогенолізу в печінці, сповільнюється всмоктування глюкози в кишечнику [4, 3].

Існує багато досліджень, в яких підтверджується взаємозв'язок гіпотиреозу з таким захворюванням як цукровий діабет [5]. Адже при йододефіциті зменшується швидкість окислення глюкози та знижується секреція інсуліну, а отже і синтез глікогену [1,3].

Отже, **метою** нашого дослідження було встановити вплив аліментарного йоду на рівень інсуліну в сироватці крові самців і самок щурів з експериментальним аліментарним ожирінням.

Дослідження проводилося 45 днів на 48 самцях і самках 2,5 місячних білих щурах лінії Вістар масою 160-180 г. Експериментальне аліментарне ожиріння (ЕАО) викликали шляхом застосування індуктора харчового потягу – натрієвої солі глютамінової кислоти у співвідношенні 0,6:100,0 та висококалорійної дієти, яка складається із стандартної їжі (47 %), солодкого концентрованого молока (44%), кукурудзяної олії (8 %) і рослинного крохмалю (1 %) [7]. Самці і самки були поділені на 4 групи по 6 тварин у кожній: 1-ша – контрольна; 2-, 3-, 4-та – групи з ЕАО. Щоденно, тваринам 3-ї групи внутрішньошлунково вводили біологічно активний йод (БАЙ) у складі «Йодіс-концентрат» (ЙК) в дозі 0,1 мл (0,4 мкг йоду), а тваринам 4-ї групи – неорганічний йод у формі калію йодиду (КJ) у складі препарату «Йодомарин» (ЙМ) з розрахунку 0,4 мкг калію йодиду на кг маси тіла тварини на добу. Кров відбирали із порожнини серця в пробірки і центрифугували для отримання сироватки крові, в якій визначали вміст інсуліну з використанням набору реагентів (ЗАТ «Вектор-Бест, Росія»).

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено статеві відмінності вмісту інсуліну у сироватці крові клінічно здорових статевозрілих білих щурів, а саме більший вміст інсуліну у сироватці самок на 10%, порівняно із самцями. Експериментальне ожиріння призводило до зниження рівня інсуліну в сироватці крові у особин обох статей тварин 2-ї групи, при цьому у самок рівень інсуліну достовірно знижувався на 19%, а у самців – на 10%, порівняно із тваринами 1-ї групи. Задавання тваринам 3-ї групи з ЕАО біологічно активного йоду у складі «Йодіс-концентрату» призводило до зростання рівня інсуліну у сироватці крові самок на 14%, а самців – на 9%, порівняно із тваринами 2-ї групи з ЕАО. У сироватці крові самок і самців 4-групи з ЕАО, яким задавали КJ у складі «Йодомарину» також спостерігалось збільшення рівня інсуліну, проте ці дані не були достовірними, порівнюючи із тваринами 2-ї групи.

Список літератури:

1. Бобрик М.И. Взаимное влияние тиреоидного и углеводного обмена. Парадигмы и парадоксы. Практикующему эндокринологу. 2015; 3(67): 127-132м
2. Вацеба Т. С., Скрипник Н.В. Спосіб оптимізації лікування гіпотиреозу в умовах йодної недостатності шляхом впливу на інсулінорезистентність. Кардіоневрологія. 2013; 8(174): 62-66
3. Исмаилов С.И., Гулямова Х.Р., Ахмедова Ш.У., Макустова Н.Н. Взаимосвязь сахарного диабета и тиреоидной патологии (обзор литературы). Международный эндокринологический журнал. 2015; 3(67): 148-152
4. Нечипорук В. М., Корда В. М. Метаболізм при гіпо- та гіпертиреозі. Вісник наукових досліджень. 2015; 3: 4-7
5. Саган Н. Т., Попадинець О. Г., Дубина Н. М. Вплив йододефіциту і гіпотиреозу на різні органи: теоретичний і клінічний аспект. Вісник проблем біології і медицини. 2016; 2(129): 296-300.
6. Abdel-Gayoum AA. The Effect of hypothyroidism on insulin sensitivity and their influence on the serum lipid profile and renal function. Endocrinol metab syndr, an open access journal. 2013; 5(5): 1-5
7. Marushchak, M.I., Antonyshyn, I.V., Mialiuk, O.P., Orel, Yu.M. & Krynytska, I.Ya. (2013). Sposib modeliuвання alimentarnoho ozhyrinnia [The method of modeling of alimentary obesity]. Patent Ukraina, № u 2013 12044, 2014 [in Ukrainian].

УДК: 543.272.82:546.47:616.71-092.9

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОПРОТЕКТОРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЦИНКУ ЗА УМОВИ ВПЛИВУ НИЗЬКИХ ДОЗ СВИНЦЮ

Онул Н.М., Білецька Е.М.

Державний заклад «Дніпропетровська медична академія Міністерства охорони здоров'я України», кафедра загальної гігієни, м. Дніпро,
e-mail: enbelitska@ukr.net

EXPERIMENTAL STUDIES OF BIOPROTECTIVE PROPERTIES OF ZINC UNDER CONDITIONS OF INFLUENCE OF LEAD LOW DOSES

Onul N.M., Biletska E.M.

Серед найбільш небезпечних техногенних забруднювачів довкілля пріоритетне місце займає свинець та його сполуки (Сердюк А.М., Білецька Е.М., 2004). Особливо актуальна проблема свинцевого забруднення довкілля та внутрішнього середовища організму для промислового регіону, оскільки потенціюється дефіцитом в харчуванні есенціальних мікроелементів, зокрема цинку (Білецька Е.М. та ін., 2013; Онул Н.М., 2014). На сьогоднішній день існує чимала кількість експериментальних робіт, присвячених проблемі токсичного впливу свинцю та пошуку його антагоністів. Проте, здебільшого вони стосуються високих доз металу, на рівні чи близько LD₅₀, в той час як в реальних умовах населення контактує зі значно меншими концентраціями токсиканту.

Тому метою наших досліджень було вивчення особливостей впливу низьких доз свинцю і цинку в неорганічній та органічній формах на перебіг вагітності та ембріональний розвиток тварин в умовах лабораторного експерименту.

Для досягнення поставленої мети нами проведено експериментальні дослідження, що відповідають вимогам Європейської конвенції щодо проведення токсикологічних експериментів з використанням тварин, Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» та «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», затверджених Першим національним конгресом з біоетики. В експериментальних моделях

використовували розчини ацетату свинцю, хлориду цинку та цитрату цинку, отриманого за аквананотехнологією (Український державний НДІ нанобіотехнологій та ресурсозбереження, м. Київ). Експериментальні дослідження проведені на вагітних самиць щурів лінії Wistar. Був змодельований ізольований вплив свинцю та комбінований вплив бінарних систем свинець-цинк, свинець-наноцинк. Доза по свинцю складала 0,05 мг/кг, по цинку - 1,5 мг/кг. Впливу хімічних чинників самок щурів піддавали з 1-го по 19-й день вагітності. Статистична обробка та аналіз результатів проведені за загальноприйнятими методиками з використанням ліцензійних комп'ютерних програм Microsoft Excel та Statistica 10.

Отримані результати свідчать, що введення низьких доз свинцю в організм самки щура призводить до порушення перебігу вагітності, що проявляється достовірно нижчими показниками приросту маси тіла та відсутністю фізіологічно нормальної динаміки ректальної температури порівняно з контрольною групою. При корегуючому введенні цинку динаміка приросту маси тіла вагітних самиць практично відповідала значенням групи інтактних тварин при відсутності достовірних змін кривої ректальної температури. Ацетат свинцю в дозі 0,05 мг/кг зумовлює різко виражену ембріотоксичну дію зі збільшенням показників ембріолетальності, зниженням кількості живих плодів у посліді та затримкою їх внутрішньоутробного розвитку. В основі патогенезу такої дії лежить вплив на функціонування фетоплацентарного комплексу, що супроводжується структурною незрілістю та ішемією плаценти, розвитком дисциркуляторних розладів, порушенням активного транс- і параплацентарного транспорту мікроелементів. Так, введення ацетату свинцю зумовило зниження кількості плодових капілярів та ступеню їх розвитку у лабіринтній зоні плаценти порівняно з контролем, розвиток застійного повнокров'я в розширених материнських лакунах з формуванням стаза еритроцитів та тромбозу, розвитку гідропічної дистрофії спонгіотрофобластів, гіперхроматоз і руйнування їх ядер, дегенеративних змін неглікогенних клітин у спонгіозній зоні. При інтенсивному надходженні свинцю до організму вагітної самиці щура активізуються адаптаційно-приспосувальні механізми в системі «мати-плацента-плід», які проявляються збільшенням внутрішньоплацентарної кумуляції металу на 34,4-91,1 % за одночасного гальмування процесів його трансплацентарної міграції в 1,4 рази, що в свою чергу призводить до зниження інтенсивності накопичення свинцю плодом на 10,3-26,2 % порівняно з фізіологічним рівнем, яке, проте, не забезпечує повноцінного захисту плоду.

Введення самицям щурів протягом усього періоду вагітності макро- і наноформи цинку в дозі 1,5 мг/кг не викликає достовірних змін рівня ембріолетальності, кількості живих плодів і жовтих тіл вагітності порівняно з інтактною групою тварин. В той же час комбіноване введення ацетату свинцю і хлориду цинку обумовило достовірне зниження показників ембріолетальності в 1,6-3,2 рази, збільшення кількості живих плодів у посліді на 16,7-23,3 %, нормалізації гістоструктури плаценти за рахунок антагонізму бінарної суміші «свинець-цинк» ($K_{\text{кл}}=0,19-0,75$; $K_{\text{зе}}=1,6-5,3$). При цьому біопротекторна дія цитрату цинку на фоні свинцевої інтоксикації характеризується нормалізацією більшості фізіологічних, морфологічних та біохімічних параметрів ($K_{\text{кл}}=0,19-0,60$; $K_{\text{зе}}=1,7-5,3$), що робить його препаратом вибору порівняно з неорганічною формою металу, зокрема комбінована дія цинку та свинцю зумовлює зниження рівня внутрішньоплацентарного накопичення свинцю на 21,7 %, а ембріонального накопичення – на 34,1 % за рахунок гальмування інтенсивності трансплацентарної міграції ксенобіотика.

Показники маси, краніокаудальних розмірів та діаметру тіла плодів обох статей у експериментальних групах, які отримували ацетат свинцю і сполуки цинку в макро- і наноформах ізольовано, практично не відрізнялися від тварин контрольної групи. Разом з тим, при аналізі соматометричних показників плодів залежно від статі встановлено, що в групі, яка одержувала ацетат свинцю, краніокаудальний розмір та діаметр тіла самців виявились на 4,5-6,1% достовірно нижчими порівняно з самицями даної групи та інтактними самцями. Така ситуація, поряд із змінами співвідношення статей в сторону

деякого збільшення відсотка самиць у посліді, можливо, свідчить про більшу чутливість плодів чоловічої статі до внутрішньоутробного впливу свинцю. В той же час слід зазначити, що у дослідних групах, які отримували цинк, відзначалося покращення соматометричних показників самців на 2,5-11,3% порівняно з плодами жіночої статі.

Таким чином, проведені дослідження виявили особливості негативної дії свинцю на перебіг вагітності та антенатальний розвиток потомства при відсутності проявів ембріотоксичності органічних та неорганічних сполук цинку у дозі 1,5 мг/кг. Встановлено, що комбіноване введення сполук цинку і свинцю послаблює ембріотоксичну дію останнього за показниками ембріолетальності, кількості живих плодів у посліді та ступеню їх розвитку, морфометричними параметрами і гістоструктурою плацент, активністю транс- та плацентарного транспорту.

УДК: 577.118+616-092.9+663.8

ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ІНДЕКСИ У ЩУРІВ ПІД ВПЛИВОМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ НАПОЇВ

**Х.Ю. Парцей, М.Б. Артиш, Г.В. Токарик, Н.І. Литвинюк, З.О. Слободян,
А.М. Ерстенюк**

ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет», м.Івано-Франківськ
hrustuna012y@gmail.com

На світовому ринку існує безліч брендів енергетичних напоїв, і ринок їх швидко зростає у Європі. Енергетичні напої в основному містять кофеїн, таурин, вітаміни, глюкоуронолактон та різноманітні трав'яні добавки [2]. Більшість цих напоїв орієнтована на спортсменів, підлітків та студентів, які споживають їх з надією збільшити свій енергетичний рівень або компенсувати нестачу сну. Однак, при вживанні напоїв кров стає густішою, що спричинює проблеми з серцево-судинною системою. Згідно з дослідженнями австралійських медиків, популярні енергетичні напої можуть стати причиною інсульту або інфаркту [3]. Добре відомо, що метаболічні процеси перебувають під контролем макро- та мікроелементів, які виступають в ролі активаторів або інгібіторів ферментів [1]. У доступній літературі відсутні відомості стосовно впливу енергетичних напоїв на макро- та мікроелементний склад живих організмів. Виходячи з того, що клітини крові одними з перших реагують на поступлення різного роду харчових продуктів, хімічних сполук, лікарських речовин тощо, важливим є дослідження гематологічних показників та рівня есенціальних мікроелементів в еритроцитах щурів, які споживали енергетичний напій.

Матеріали і методи: дослідження було проведено на білих лабораторних щурах-самцях лінії Вістар, які перебували у віварії за відповідних умов освітлення, температурного режиму та стандартного раціону. Піддослідні тварини були розділені на три групи: 1-а група – тварини, які отримували питну воду (контрольна група), 2-га група – тварини, які отримували енергетичний напій «Burn» протягом місяця і забір матеріалу було проведено на 20-ту добу по завершенню експерименту, 3-тя група – тварини, які отримували енергетичний напій «Burn» протягом місяця і забір матеріалу було проведено на 30-ту добу по завершенню експерименту. Для характеристики периферичної ланки еритроциту використовували загальноприйняті гематологічні методи дослідження: підрахунок числа еритроцитів, визначення середнього об'єму еритроцитів, середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті, показник гематокриту, концентрацію загального гемоглобіну. Вивчення параметрів гемограми проводили за допомогою гематологічного аналізатора «MYTHIC 18». Визначення мікро- та макроелементів в еритроцитах проводили атомно-адсорбційним методом, за допомогою приладу «С-115ПК». Одержані

цифрові дані статистично обраховували з використанням програми STATISTICA 8 з урахуванням критерію t Стюдента.

Результати дослідження. У результаті проведених досліджень нами встановлено, що в крові щурів, які споживали енергетичний напій і забір матеріалу було проведено на 20-ту і 30-ту добу по завершенню експерименту, зменшується середній об'єм еритроциту у 1,2 рази та рівень гематокриту в 1,2-1,5 разів. При цьому слід відмітити збільшення середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті в 1,2-1,3 рази порівняно з інтактними тваринами. Проте, загальна кількість еритроцитів знижується на 20-ту добу в 1,2 рази та незначною мірою зростає на 30-ту добу в порівнянні з контрольною групою. Водночас нами відмічено зниження рівня загального гемоглобіну на 20-ту добу в 1,2 рази та неістотне підвищення цього показника на 30-ту добу в порівнянні з інтактними тваринами. Такі зміни гематологічних показників спонукали до вивчення рівня регуляторних мікроелементів в еритроцитах, зокрема феруму та купруму. На 20-ту добу по завершенню експерименту у самців дослідних групи спостерігалось незначне зростання рівня феруму і зниження купруму в 1,4 рази в порівнянні з контрольною групою. Інший напрям змін вмісту досліджуваних мікроелементів спостерігався на 30-ту добу: зростання рівня купруму в 1,1 рази та зниження феруму в 1,4 рази в порівнянні з інтактною групою. Такі дані можуть вказувати на порушення процесів кровотворення у цих тварин або на гемоліз еритроцитів чи порушення синтезу гемоглобіну.

Висновок: отримані результати вказують на необхідність поглибленого дослідження впливу енергетичних напоїв на метаболічні процеси в еритроцитах за умов їх споживання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гуревич К. Г. Нарушения обмена микроэлементов / К.Г. Гуревич // Вопросы биологической медицинской и фармацевтической химии. – 2002. - №2. - С. 7-14.
2. Калинина А. Г. Влияние на организм употребление компонентов "энергетических" напитков / А. Г. Калинина, Т. И. Торховская, И. Г. Забирова.- Вопросы наркологии .- 2013. - № 2. - С. 92-105.
3. Joro Joaquim Breda et al. Energy drink consumption in Europe: a review of the risks, adverse health effects, and policy options to respond/ Joro Joaquim Breda, Stephen HughWhiting, Ricardo Encarnazro, Stina Norberg, Rebecca Jones, Marge Reinap and Jo Jewell.- Frontiers in Public Health | Public Health Education and Promotion. – 2014.- Vol. 2. – P.134

УДК 546.763:599.323.4

ВПЛИВ ЦИТРАТУ ХРОМУ НА ПЕРОКСИДНЕ ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ У СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗАХ ЩУРІВ З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ІНДУКОВАНИМ ДІАБЕТОМ

Сушко О.О., Іскра Р.Я.

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

sushko.ola@gmail.com

В організмі мікроелементи входять до складу різних біологічно-активних речовин, які здатні змінювати інтенсивність тих чи інших процесів життєдіяльності. Деякі мікроелементи також можуть бути задіяні в патогенезі дієтозалежних захворювань, таких як анемія та діабет (Stanieka et al., 2018). Зокрема, цукровий діабет виникає при недостатньому продукуванню інсуліну підшлунковою залозою або його не ефективному використанню організмом. Дисбаланс деяких елементів, таких як хром, ванадій, цинк може порушувати нормальний рівень глюкози та метаболізм інсуліну або спричиняти

індукцію оксидативного стресу, що в свою чергу може зумовлювати резистентність до інсуліну та розвиток ускладнень діабету (Pérez-Matute et al., 2009).

Хром(III) необхідний для нормального обміну вуглеводів та дії інсуліну, є компонентом фактора толерантності до глюкози, який відіграє важливу роль у її гомеостазі (Siddiqui et al., 2014). За дефіциту хрому в організмі підвищується рівень глюкози в крові та інсулінорезистентність (Bai et al., 2015).

Майже всі тканини та органи (зокрема печінка, м'язова та жирова тканини) здатні переробляти глюкозу тільки за наявності інсуліну. Стан м'язової тканини погіршується за діабету, що спровоковане підвищеним рівнем цукру в крові. Дослідниками було виявлено, що у клітинах скелетних м'язів щурів хром підвищував рівень інсуліну та мРНК його рецептора, транспортера глюкози GLUT4 та активність глікогенсинтази (Qiao et al., 2009).

Метою наших досліджень було встановити вплив цитрату хрому на зміни в пероксидному окисненні ліпідів у скелетних м'язах щурів із експериментальним діабетом.

Дослідження проведені на 32 білих лабораторних щурах, які перебували в умовах віварію Інституту біології тварин НААН. Щури, масою тіла від 100 до 120 г, розділені на чотири групи: I група – контрольні тварини; II група – контрольні тварини з діабетом, III та IV – дослідні тварини, які протягом місяця споживали разом з питною водою цитрат хрому в дозах 0,1 і 0,2 мг/мл води. На 31-ий день досліду у тварин II, III і IV груп на тлі 24-ох годинного голодування був викликаний цукровий діабет шляхом внутрішньоочеревинного введення 5% розчину моногідрату алоксану у кількості 150 мг/кг маси тіла. Гіперглікемію виявляли шляхом вимірювання глюкози крові, зібраної з хвостової вени, за допомогою портативного глюкометра ("Gamma-M"). На 40 добу досліджень тварин виводили з експерименту шляхом забиття за легкого ефірного наркозу. Експерименти на тваринах проводилися відповідно до положень "Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей" (Страсбург, 1985), "Загальних етичних принципів експериментів на тваринах", ухвалених Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001). Матеріалом для дослідження були гомогенати тканини скелетних м'язів щурів. В гомогенатах визначали вміст гідропероксидів ліпідів (ГПЛ) та концентрацію ТБК-позитивних продуктів.

Пероксидне окиснення ліпідів є критичним біомаркером оксидативного стресу. Вільні радикали індукують пошкодження клітин шляхом пропускання непарного електрона, що призводить до окиснення компонентів клітин і молекул. Вміст ГПЛ у тканинах скелетних м'язів діабетичних щурів II групи підвищувався на 141,78% відносно I групи ($p < 0,001$). Це свідчить, про те, що скелетні м'язи чутливі до діабетичного стану, чим пояснюється таке значне зростання. У м'язах тварин III групи за додавання до раціону цитрату хрому в дозі 0,1 мг/мл води відмічене достовірне зростання вмісту ГПЛ на 66,67% відносно I групи, у той час як відносно II діабетичної групи вміст даного продукту ПОЛ достовірно зменшувався на 31,07%. У IV групі даний показник зростав на 85,33% відносно I контрольної групи ($p < 0,001$), а відносно II групи відмічена тенденція до зниження ГПЛ.

Вміст ТБК-позитивних продуктів у тканинах м'язів щурів II діабетичної групи зростав на 33,6% ($p < 0,01$) відносно I контрольної групи, що свідчить про активацію процесів ліпопероксидації при моделюванні діабету. У щурів III групи відмічена тенденція до зниження вмісту продукту прирівняно до II контрольної групи. У м'язах тварин IV групи за використання цитрату хрому в дозі 0,2 мг/мл води вміст цих продуктів зростав на 39,47% відносно I контрольної групи ($p < 0,01$).

Отримані результати досліджень свідчать про нормалізацію процесів пероксидного окиснення ліпідів за впливу цитрату хрому в тканинах скелетних м'язів щурів із експериментально викликаним діабетом. Результати можуть лягти в основу розробки методів та засобів профілактики та лікування пошкоджень скелетних м'язів за цукрового діабету.

Література:

1. H. Stanieka, R. W. Wójciak. The combined effect of supplementary Cr (III) propionate complex and iron deficiency on the chromium and iron status in female rats. *J Trace Elem Med Biol.* (2018) 142-149.
2. K. Siddiqui, N. Bawazeer, S.S. Joy. Variation in Macro and Trace Elements in Progression of Type 2 Diabetes. *Scientific World Journal.* (2014) doi: 10.1155/2014/461591
3. P. Pérez-Matute, M.A. Zulet, J.A. Martínez. Reactive species and diabetes: Counteracting oxidative stress to improve health. *Curr Opin Pharmacol* (2009) 771-779.
4. J. Bai, P. Xun, S. Morris, D.R. Jacobs, Jr.K. Liu, K. Hea. Chromium exposure and incidence of metabolic syndrome among American young adults over a 23-year follow-up: the CARDIA Trace Element Study. *Sci Rep.* (2015) doi: 10.1038/srep15606.
5. W. Qiao, Z.L. Peng, Z.S. Wang, J. Wei, A.G. Zhou. Chromium improves glucose uptake and metabolism through upregulating the mRNA levels of IR, GLUT4, GS, and UCP3 in skeletal muscle cells. *Biol Trace Elem Res* (2009) 133-142.

УДК 543.094+546.3+613.7+614.876+632.95:616.001.5

ПРОФІЛАКТИКА СВИНЦЕВОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ (МІЖНАРОДНА СПІВПРАЦЯ)

І.М. Трахтенберг¹, В.Ф. Демченко¹, С.П. Луговський¹, П.І. Демченко², Люта Ю.В.³

¹ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І Кундієва Національної академії медичних наук України», г. Київ, Україна. E-mail: yik@amnu.gov.ua

²ТОВ НВП «Технологіка», г. Київ, Україна. E-mail: sumtec@ukr.net

³WIT PHARMA Co. Ltd., м. Ханой, В'єтнам. E-mail: yulialyuta1@gmail.com

Свинець та його сполуки - один з небезпечніших факторів ризику для професійного, а, внаслідок забруднення довкілля – для популяційного здоров'я.

В Інституті медицини праці, який тривалий час плідно співпрацює з міжнародними організаціями з охорони здоров'я (ВООЗ) та праці (МОТ), бере участь у проектах Міжнародної програми з хімічної безпеки (ЮНЕП Кемікалз, ООН), накопичено визнаний в світі досвід не тільки з всебічної оцінки умов праці в різних галузях виробництва (промисловості, сільському господарстві тощо), але і з профілактики професійно та екологічно обумовлених захворювань, хронічних та гострих отруєнь.

Свого часу як засіб захисту ліквідаторів аварії на Чорнобильській АЕС та населення було запропоновано (акад. Трахтенберг І.М.) пектин, унікальні структурні особливості якого обумовлюють його здатність до зв'язування та виведення з організму не тільки радіонукліди, та й важкі метали, зокрема свинець. Така властивість стала в нагоді вже в перші дні після аварії в умовах непередбачуваного забруднення довкілля сполуками свинцю, який було використано для гасіння пожежі на реакторі.

Згодом Інститутом разом з Київським державним університетом ім. Т.Г.Шевченка та ТОВ «Сума технологій» (тепер – ТОВ, НВП «Технологіка») було розроблено перші так звані пектинові препарати, напрацьовано відповідну технічну документацію на їх виробництво та отримання субстанції, науково-методичні рекомендації з їх застосування.

На основі використання цих ентеросорбентів природного походження проведено індивідуальну біопротекцію серед працюючих на виробництвах (акумуляторному та інш.), де лімітуючим хімічним фактором є свинець та його сполуки, серед контингентів підвищеного ризику (діти, вагітні тощо), що мешкають в умовах екологічних негараздів.

Інститут вирішує наукові аспекти розробки та оцінки нових ентеросорбентів на

основі пектину, що їх розробляє ТОВ НВП «Технологіка» за Проектом «Наноструктурні та нанопористі матеріали медичного призначення» в рамках Програми Горизонт 2020 за загальним головуванням Університету Аліканте (Іспанія, м. Аліканте) під керівництвом д-ра Жоакін Сільвестре Альберо.

У 2016 р. за ініціативи «Національного інституту професійного здоров'я та навколишнього середовища СРВ» (директор – др. Доанг Нгок Хай) ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН України» підписав Угоду про творчу співпрацю за темою «Гармонізація критеріїв оцінки несприятливого впливу на організм людини чинників умов праці на виробництві і особливостей оточуючого середовища», в рамках якої українською Стороною здійснюється науково-методичний супровід вперше запровадженої у В'єтнамі компанією WIT PHARMA Co. Ltd (В'єтнам) на основі використання пектинових композицій (“PECTIN COMPLEX”) виробництва НВП «Технологіка» (Україна) Програми з біопрофілактики свинцевої інтоксикації на підприємствах з переробки свинцевих акумуляторів та серед дітей, що мешкають на прилеглих територіях. Результати виконання першого етапу Програми показали високу ефективність застосування “PECTIN COMPLEX” для виведення свинцю з організму як дорослих, так і дітей, тобто для профілактики свинцевої інтоксикації.

УДК 616.1/9-02:612.7

КАДМИЙ В ИММУНО-МЕТАБОЛИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМАХ ТОСИКОГЕНЕЗА

Е.В. Третьякова

Украинский НИИ медицины транспорта, Одесса, Украина

helen.tre67@gmail.com

Актуальность темы и цель исследования. В традиционном перечне токсичных металлов все большее внимание исследователей привлекает кадмий (Cd). Источниками его поступления в окружающую среду являются добыча и выплавка цветных металлов, энергоносители, лакокрасочные материалы и красители, полимеры, полупроводники и квантовые точки (QD), косметика, дым от лесных пожаров и курения. Возрастающие уровни загрязнения территории, природных вод и биосферы, высокие риски поступления в организм с пищей, водой и вдыхаемым воздухом, длительный период выведения (порядка 10-30 лет) с кумуляцией в различных органах-мишенях – все это способствует повышению значимости Cd как глобального токсиканта. Однако остаются до конца не выясненными патогенетические механизмы отравлений и коморбидных состояний не только у профессионально, но и экологически экспонированных данным металлом контингентов населения. Решение этой проблемы требует дальнейших углубленных комплексных исследований. Настоящее сообщение базируется на результатах проводимых в течение ряда лет НИР по химической безопасности, гигиене и токсикологии полимерных материалов. Последние в большинстве своем содержат широкий спектр металлов (в том числе Cd), которые при миграции в контактирующие среды могут оказывать токсическое действие на организм. При этом в качестве первоочередных нами были выделены следующие позиции:

1. Уточнение понятия «опасный уровень воздействия» с учетом пространственно-временных ограничений токсикокинетики и токсикодинамики экспозиции.
2. Выяснение особенностей токсикогенеза при действии доз и концентраций разного уровня по критериям биологической значимости и физико-химической активности Cd и его соединений.

3. Изучение комбинированного действия Cd с другими компонентами полимерных материалов в зависимости от их биодоступности и функционального состояния организма.

Результаты и обсуждение. 1. Исследования показали, что в зависимости от используемой модели и избранных маркеров граничные значения действующих концентраций и доз, времени оценки наступивших изменений, показатели опасности при экспозиции Cd могут отличаться на 2-3 порядка величин, что характеризует систему как полимодальную в плане чувствительности к поступающим внешним сигналам и использованию различных механизмов в реакциях защиты и повреждения, протекающих по эпигенетическому, фенотипическому и геномному путям. Соответственно, необходимы различные сценарии и модели гигиенического нормирования, что проиллюстрировано нами на примере Cd с дифференциацией по дозам (интенсивности воздействия), компартментализации и времени экспозиции для реализации эффекта.

2. Энергетически значимые для исследованных биосистем в опытах *in vivo et in vitro* доминирующие признаки оксидативного стресса, тканевой гипоксии и дисферментемии уступают место дизрегуляторной иммунопатии с реакциями гиперчувствительности замедленного типа (IV) и системного воспаления.

3. Преимущественно дизрегуляторный характер кадмиевой элементопатии особенно четко прослеживается при комбинированном действии Cd с другими компонентами полимерных материалов (органическими соединениями, мигрирующими в контактирующие среды из смол, инициаторов, пластификторов, отвердителей, пигментов, антипиренов). Она сочетает в себе элементы иммуно-метаболической дизрегуляции при выраженных клеточных реакциях и сопровождается микроваскулярной эндотелиальной дисфункцией [1].

В частности, при изучении иммунотоксических свойств комбинации Cd+DBP (кадмий+дибутилфталат) на 33-й день эксперимента общее количество эндотелиальных клеток в кровяном русле существенно возросло (в 1,6 раз, $p<0,01$), а на 72-й день – более чем в 2,9 раза ($p<0,01$). При этом соотношение мертвые/живые эндотелиальные клетки (%) к концу эксперимента имело направленность к увеличению количества живых клеток – средний показатель 90/10, тогда как в контроле данный показатель составил 98:2.

Изучение стадий апоптоза десквамируемых со стенок сосудов и мигрирующих в кровь эндотелиальных клеток по разработанному с нашим участием методу [2] выявило прогрессивный рост воздействия комбинации веществ Cd+DBP к концу эксперимента. На фоне увеличения абсолютного количества десквамируемых клеток имело место повышение относительного количества клеток в выраженной стадии апоптоза (на 22,2 %; $p<0,01$). При этом Cd^{2+} мог играть роль триггера иммунного воспаления [3].

Что касается метаболических маркеров эндотелиальной дисфункции, то определение в сыворотке крови маркерного показателя состояния эндотелиальной системы эндотелина показало, что наиболее значимые изменения отмечены в отдаленные сроки эксперимента (на 72-й день) в группе животных, экспонированных комбинацией Cd+DBP. Концентрация эндотелина в данной группе увеличилась в 2,0 раза по отношению к контролю ($p<0,01$), а содержание оксидов азота снизилось на 36,8 % ($p<0,01$). Одновременно изменялось соотношение различных стадий дифференциации моноцитов. На 33-й день эксперимента отмечено увеличение более чем в 1,6-1,9 раз ($p<0,01$) числа промоноцитов и снижение в 1,3-1,5 раза ($p<0,05$) зрелых моноцитов. К концу эксперимента (на 72-й день) данная направленность реакций сохранялась, причем, при воздействии комбинации веществ в наиболее выраженной степени.

Выводы: 1. Установлено, что кадмий в пороговых дозах выступает модулятором токсико-аллергических эффектов других одновременно вводимых компонентов полимерных материалов, проявляя в отдаленные сроки экспозиции присущие ему кумулятивные свойства. 2. Наряду с иммунотоксическими и метаболическими нарушениями имелись выявлены патогенетически значимые дизрегуляторные сдвиги, проявлявшиеся в

ендотелиальной дисфункции с элементами цитотоксичности, изменениями секреторной функции и жизнеспособности эндотелиоцитов. 3. Полученные данные могут представлять интерес как для микроэlementологов, гигиенистов и токсикологов, так и для клиницистов, поскольку они позволяют в значительной мере дать ответы на поставленные выше вопросы по механизмам токсикогенеза Cd как основы построения системы рациональных и эффективных лечебных и профилактических мероприятий.

Литература

1. Эндотелиальная дисфункция в патогенезе комбинированного действия компонентов полимерных материалов / Третьякова Е.В., Шафран Л.М., Почтарь В.Н., Потапов Е.А. // Biomedical and biosocial antdropology. – 2017. - № - 29. – С. -83-89
2. Спосіб визначення ендотеліальної дисфункції. Шафран Л.М., Третьякова О.В., Потапов Є.А. Патент на корисну модель № 125773. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.05.2018.
3. Stejskal V. Metals as a common trigger of inflammation resulting in nonspecific symptoms: diagnosis and treatment / V. Stejskal // Isr. Med. Assoc. J., 2014.–Vol. 16.–No. 12.–P. 753-758.

ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТОЗІВ

УДК (543.68:543.9):(669.018.674:669.791.11)

МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ СНІГОВОГО ПОКРИВУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ДОВКІЛЛЯ М.КИЄВА

Демченко В.Ф., Андрусишина І.М., Голуб І.О., Лампека О.Г

ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН України», м. Київ

Відомо, що стан навколишнього середовища і здоров'я людини тісно взаємопов'язані і взаємообумовлені. Останніми роками з явилися досить переконливі докази, того, що здоров'я людей знаходиться в прямій залежності від екології довкілля [1-4]. Так, за даними ВООЗ, 25% всіх захворювань у світі залежать від несприятливих екологічних умов, а понад один мільярд городян проживають при загрозливих здоров'ю рівнях забруднення атмосферного повітря [2-4].

Техногенне розсіювання елементів і відповідно цьому забруднення довкілля пов'язано зі зростаючим ростом об'ємів промислового виробництва. Це добре ілюструється на прикладі динаміки зростання кривих світового виробництва Cu, Pb, Ni і Zn та надходження цих елементів у навколишнє середовище впродовж XX ст.[3-4].

Дослідження по визначенню вмісту хімічних елементів проводились у 104 пробах талого снігу м. Києва (данні моніторингу 2009-2013 р.р. Проби **талого снігу** відбирали та консервували відповідно до вимог ГОСТу 27384-2002 та згідно з [5]. Підготовка проб талого снігу була подібна до підготовки проб води. Моніторинг у межах м.Києва та околиць проводили у період 2009-2016 р.р. на початку та в кінці зими. Вміст хімічних елементів у пробах визначався за допомогою методу атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП) [6]. Математичну обробку отриманих результатів виконували за допомогою методів варіаційної статистики з використанням програм статистичного аналізу Microsoft Excel.

Аналіз п'ятирічного спостереження забруднення снігового покриву хімічними елементами, у тому числі, і важкими металами, різних міських територій дозволив виявити суттєві відмінності, які підтверджують різноманітність джерел атмосферних викидів на території м. Києва. За рівнями забруднення снігового покриву хімічними елементами, в тому числі важкими металами, з використанням коефіцієнтів забруднення

(K_c) та сумарного забруднення (СПЗ) можливо оцінити вклад кожного хімічного елементу в загальне забруднення територій міста і охарактеризувати загальну картину його інтенсивності.

Згідно еколого-гігієнічним уявленням, при оцінці рівня забруднення снігового покриву враховували фактичний вміст токсикантів за існуючими регламентами. Так як ГДК металів для снігового покриву не існує, оцінку проводили за затвердженими нормативами вмісту металів у воді рибно-господарського призначення [7]. Даний підхід виправданий тим фактом, що талі води р. Дніпро та р. Десна у паводковий період значно забруднені свинцем, марганцем та залізом. Виявлено, що у 2009 р. вищим за норматив ГДК воді рибно-господарського призначення був вміст Fe, Pb, Se, Zn. У 2013 р було встановлено, що найбільший вклад у забруднення вносять Al, Cd, Cu, V, Se. При цьому у 2015 р на рівні ГДК виявився вміст Mn та Fe. У 2015 році спостерігали підвищення концентрації Cu, Fe, V, Se, Zn у талому снігові порівняно з прийнятим нормативом для води. Проведений аналіз забруднення снігового покриву хімічними елементами, у тому числі, і важкими металами різних міських територій дозволив виявити неоднорідний характер забруднення, що підтверджується дослідженнями [8-9].

Забрудненість снігового покриву у 2009 та 2013 рр. (за розрахованим показником K_c) вносять Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Cu, K, Ca. Більш інтенсивне забруднення снігового покриву відмічалось у центральній та північній частині міста у 2009 р. У 2013 р. відмічалось більш інтенсивне навантаження снігового покриву алюмінієм та залізом, особливо південної частини міста.

В той же час, за коефіцієнтами сумарного забруднення (СПЗ) інтенсивність забруднення північної частини міста у 2009 р. характеризувалась як небезпечна (Z_c = 32,64), центральної частини як помірно небезпечна (Z_c = 25,53), а південної частини як допустима (Z_c = 4,97). Отримані данні свідчать про більш інтенсивне накопичення важких металів у атмосферному повітрі півночі та центра міста у 2009 р. порівняно з 2013 р.

Таким чином, за результатами дослідження виявлено, що найбільш високий ступінь забруднення хімічними елементами був у 2009 р. Небезпечно високі рівні забруднення спостерігались у північній частині міста, помірно - у центральній, допустимий у південній, але водночас висока доля алюмінію, мангану, цинку і заліза виявлена у південній частині міста.

Підвищений вміст токсичних металів у пробах талого снігу можна пов'язати з інтенсивним рухом на автомагістралях та металообробними підприємствами північної ділянки міста. Загалом, отримані данні демонструють, що моніторинг забруднення снігового покриву потенційно токсичними металами є актуальним для великих міст України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Трахтенберг И.М. Тяжелые металлы во внешней среде: Современные гигиенические и токсикологические аспекты [И.М.Трахтенберг, В.С.Колесников, В.П.Луковенко].-Мн.:Навука і техніка, 1994.- 285 с.
2. Проданчук М.Г., Мудрий І.В., Великий В.І. та інш. Науково-методичні аспекти токсиколого-клінічних досліджень впливу мінерального складу питної води на стан здоров'я населення України (огляд літератури), 2006.-№3.-с.4-7
3. Безель В.С. Популяционная экотоксикология [В.С.Безель, В.Н.Большаков, Е.Л. Воробейчик].-М.Наука, 1994.- 80с.
4. ЕМЕР Heavy metal: transboundary pollution of the environment ЕМЕР Status Report Working group on Effects2/2004//<http://www.emep.int>
5. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве.-1743.-90.-М:ИМГРЭ, 1990.-112 с

6. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою у воді. ДСТУ ISO 11885:1996.-К.Держспоживстандарт України, 2007-14 с.
7. Перечень рыбо-хозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.-М.:Изд-во ВНИРО, 1999.- 304 с.
8. Темиргалиев Ш.М. Снег – индикатор загрязнения среды // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана.-1991.-№6.-С.86-88.
9. Смирнова С.Н. Тяжелые металлы в снежном покрове Николаева/ Смирнова С.Н., Долин В.В.//Зб.праць Ун-ту геології навколишнього середовища НАН та МНС України.-К.2011.-В.10- С.115-124

УДК 631.416

КОНТЕКСТ ГЛОБАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ЩОДО ПОТРЕБ МІКРОЕЛЕМЕНТОЛОГІЇ

Юрій Дмитрук

Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича, Україна

y.dmytruk@chnu.edu.ua

Мікроелементологія як частина біогеохімії набула в наш час потужного розвитку. Зв'язки між якісним станом довкілля та його окремих компонентів і здоров'ям людини спонукають поглиблювати дослідження мікроелементів власне як результату природних процесів. Ця тема надто глибока, а тому метою даного повідомлення є стислий аналіз можливостей ґрунтознавства для потреб мікроелементології.

Ґрунти визнані інтерфейсом всіх біосферних взаємодій при виключній ролі живого, найперше – мікроорганізмів. Тому й всі глобальні зміни (клімату, рослинності, землекористування, забруднення, втрат біорізноманіття) так чи інакше стосуються біогеохімії та пов'язані з ґрунтовим покривом. Останній, виконуючи відомі глобальні функції, одна з яких – це участь в глобальних циклах хімічних елементів, забезпечує існування життя на Землі. Ґрунти мають виключну роль і щодо екосистемних послуг, забезпечуючи людину продуктами харчування, чистою водою та повітрям, підтримуючи біорізноманіття, регулюючи природно-антропогенні процеси і явища. Наприклад, встановлено, що підвищення концентрації двоокису вуглецю в атмосфері супроводжується зниженням вмісту цинку та й інших елементів живлення у важливих продовольчих культурах. У свою чергу, недостатність цинку призводить до захворювань у глобальному масштабі, а населення з найвищим ризиком дефіциту цинку не зможе забезпечувати свої потреби через відсутність необхідної кількості цинку в культурних рослинах [4]. Однією з найактуальніших проблем, яка визначає життя на планеті загалом, є забруднення довкілля і ґрунтів зокрема. Уникнути забруднення у насиченому хімічними технологіями, неможливо. А тому необхідними є дані про біодоступність хімічних елементів, шляхи їх деградації у ґрунті та ефекти (наслідки) від їхньої дії.

Джерелом мікроелементів у біосфері є процеси взаємодії великого геологічного та малого біологічного кругообігів, що постають в геологічній будові – тих чи інших гірських породах та мінералах, які, перетворені життям, формують ґрунтовий покрив. На природні процеси в Голоцені вплинули антропогенні, що істотно ускладнило оцінку мікроелементного статусу територій. А без такого оцінювання неможливо вирішувати прикладні проблеми мікроелементології. Які підходи можуть запропонувати ґрунтознавці щодо вказаного питання ?

Рухаючись від кінцевої мети, нами пропонується такий алгоритм:

районування – картографування – математико-статистичний обробіток – аналіз – відбір зразків ґрунтів. Відразу ж підкреслимо, що рівень всіх робіт – регіональний або конкретно-локальний, а базовим положенням є встановлення для вказаних ареалів фонового вмісту мікроелементів. Розроблені нами раніше підходи з оцінки фонового вмісту [1–2] можуть трансформуватися в залежності від цілей та регіональних особливостей.

Охарактеризуємо стисло окремі пункти наведеного алгоритму. Відбір зразків ґрунтів для аналітичних робіт, яким б він не видавався елементарним, визначально впливає на точність всіх наступних операцій. Необхідність аналізу хорологічної динаміки вмісту мікроелементів потребує врахування як латеральної, так і радіальної їх диференціації. Якщо розподіл та кількість зразків за латераліями можна оцінити безпосередньо орієнтуючись на чинники ґрунтогенезу, наприклад, рослинність, чи рельєф, то визначення радіального перерозподілу часто постає проблемою, через відсутність глибинних знань про природу ґрунтового тіла та класифікацію генетичних горизонтів ґрунтів. Хочемо наголосити й на серйозних недоліках так званих середньозмішаних зразків ґрунтів, відбір яких практикується повсемісно та навіть узаконений у відповідних актах щодо моніторингу довкілля. Дуже часто «змішаний» зразок приховує реальні параметри ґрунтів ареалу відбору і зроблені на цій основі висновки можуть не відповідати дійсності.

А тому до початку відбору зразків нами пропонується попереднє моделювання, яке включає, по-перше, створення цифрової моделі рельєфу. По-друге, проведення, на основі цієї моделі, прогнозного картування з виокремленням зон дисипації – акумуляції мікроелементів. І тільки на основі такої симуляції визначення точок відбору зразків ґрунтів для аналізування [3].

Аналітичні лабораторні процедури можуть мати різноманітні методичні особливості залежно від забезпечення обладнанням. Прерогативу варто надавати методам, які не потребують «мокрої хімії», наприклад, рентген-флуоресцентному аналізу, спектроскопії з синхротронним рентгенівським випромінюванням; мікрофлуоресцентній спектроскопії; мікрорентгенівській флуоресценції. Важливо, тим не менше, визначення двох основних форм мікроелементів – їхнього валового вмісту та кількості їх рухомих форм, доступних біоті.

Математико-статистичний аналіз одержаних результатів доцільно проводити відразу в програмних продуктах, інтегрованих з ГІС-системами, наприклад, GRASS GIS. Визначально впливають на точність аналітичних робіт здатності як до просторового, так і часового моделювання з отриманням верифікованих прогнозних матеріалів. Отже, власне один програмний продукт дозволяє обчислювати, аналізувати, інтерполювати та моделювати вміст і поведінку мікроелементів у ґрунтах.

На цій основі реально ймовірно постає можливість наступного, після картографування, процесу районування територій за вмістом мікроелементів з орієнтацією на конкретні прикладні запити. Вони пов'язані, найперше, з оцінкою природного вмісту мікроелементів у фонових ареалах та можливих впливів від емісії поллютантів з антропогенних джерел. Аспекти просторового регулювання кругообігів мікроелементів визначаються не тільки щодо точних оцінок антропогенних вкладів, але й щодо розширення бази даних, необхідної для управління якісним станом довкілля та розширення можливостей екосистемних послуг. Такий підхід дозволяє прогнозувати часову динаміку просторового розподілу мікроелементів і, отже, впливати на мікроелементний статус в системі ґрунт – рослина – людина.

Список літератури

1. Дмитрук Ю.М. Біогеохімія ґрунтового покриву природно-антропогенних екосистем Західно-Українського краю та Українських Карпат. – Автореф. дис...д.б.н. – Харків, 2006. – 37 с.

2. Дмитрук Ю.М. Еколого-еволюційна методика оцінки фонового вмісту мікроелементів у ґрунтах. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2016. – С. 8 – 49.

3. Myers S.S. et.al. Effect of increased concentrations of atmospheric carbon dioxide on the global threat of zinc deficiency: a modelling study // Режим доступу: www.lancet.com/lancetgh. Vol 3 October 2015.

4. Черлінка В.Р., Дмитрук Ю.М. Проблеми створення, георектифікації та використання крупномасштабних цифрових моделей рельєфу // Геополітика и экогеодинамика регионов. – Т. 10. – Вып. 1. – 2014. – С. 239–244.

УДК 502.51:636.084.3

ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ВОДІ ТВАРИННИЦЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ТА ЦЕНТРАЛЬНОЇ БІОГЕОХІМІЧНИХ ЗОН УКРАЇНИ

Грушанська Н.Г., Корнійчук Ю.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
grushanska_ng@nubip.edu.ua

THE CONTENT OF TRACE ELEMENTS IN WATER OF LIVESTOCK FARMS OF NORTH-EASTERN AND CENTRAL BIOGEOCHEMICAL ZONE OF UKRAINE

Високу продуктивність тварин забезпечує генетично-зумовлена властивість організму ефективно трансформувати поживні речовини кормів в елементи секретів, тканин і органів, які використовуються як продукти тваринництва. Ця властивість зумовлена інтенсивним перебігом процесів обміну речовин в організмі тварин на всіх рівнях – від гідролізу і транспорту поживних речовин кормів у травному каналі та використання енергії від їх метаболізму, до біосинтезу білків, ліпідів і інших органічних речовин.

Для прояву генетично зумовленої потенційної властивості організму тварин синтезувати якісну продукцію необхідно створити екологічні умови їх годівлі та утримання, які забезпечують найоптимальніший перебіг процесів обміну речовин в організмі. Серед них особливе місце посідають мінеральні речовини – макро, мікро- і ультрамікроелементи.

Зміни біогеоценозів, які відбуваються постійно через господарську діяльність людини, потребують моніторингових досліджень умісту хімічних елементів у ґрунтах, водних джерелах, кормах та організмі тварин. Тому обраний напрям досліджень є актуальним.

Метою дослідження – визначити вміст мікроелементів у зразках води тваринницьких підприємств у різних біогеохімічних зонах України.

Матеріали і методи. Дослідження проводили упродовж 2016–2018 років у господарствах Київської (філія «Антонов-Агро», ТОВ «Центр»), Кіровоградської (ЧАФ «Мюнт», ФГ «Лемко») та Чернігівської (ФОП «Міщенко В.В.», Агрокомплекс «Количівський»).

Вміст Феруму, Купруму, Кобальту, Мангану та Цинку у воді визначали методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою на приладі Optima 2100 DV фірми PerkinElmer.

Результати досліджень. вміст Кобальту, Купруму та Цинку у воді для напування тварин господарств обох біогеохімічних зон не перевищував нормативних показників для питної води (табл.). За порівняння із допустимими концентраціями вмісту відповідних мікроелементів у питній воді спостерігали нижчий на порядок вміст Кобальту, Купруму та Цинку [1, 2].

Концентрація еруму перевищувала ГДК від 2 до 57 разів у п'ятих зразках води. Про підвищений вміст Феруму у воді і кормах північно-східної та центральної біогеохімічних зон повідомляли і інші дослідники [3, 4].

Вміст Мангану перевищував ГДК за нормами ЕС у 1,2–4,2 раза у всіх зразках води, відібраних у господарствах центральної і однієї північно-східної біогеохімічних зон.

Також відзначено, що у воді окремих господарств північно-східної біогеохімічної зони збільшений вміст Кобальту, Купруму, Феруму та Цинку і знижений вміст Мангану, порівняно з відповідними показниками у воді господарств центральної біогеохімічної зони.

Таблиця

Вміст хімічних елементів у воді для напування тварин, n=3

Елемент мг/л	Центральна біогеохімічна зона		Північно-східна біогеохімічна зона		ДСанПін 2.2.4- 400-10	WHO	EU
	M ± m	Lim	M ± m	Lim			
Co	0,002±0,001	<0,0002– 0,0038	0,011±0,013	<0,0002– 0,034	0,1	-	-
Cu	0,009±0,006	0,0024– 0,019	0,015±0,014	<0,0003– 0,039	1,0	2,0 (1,0)	2,0
Fe	1,62±0,87	0,12–3,04	6,61±6,1	0,74–17,11	0,3	0,3	0,3
Mn	0,15±0,05	0,06–0,21	0,04±0,02	0,008– 0,072	0,1	0,5(0,1)	0,05
Zn	0,018±0,004	0,01– 0,023	0,023±0,019	<0,0004– 0,055	5	3	5

Отже, вода це середовище, в якому відбуваються всі хімічні перетворення в процесі життєдіяльності організму. Обмін мінеральних речовин тісно пов'язаний із водою, оскільки більшість мінеральних речовин містяться у водних розчинах. Вода одночасно є джерелом надходження в організм тварини макро- і мікроелементів. Надлишок або нестача будь-яких хімічних елементів, особливо за тривалої дії, може зашкодити організму. Тому дослідження елементного складу води для напування є обов'язковим у процесі дослідження патології обміну мінеральних речовин у тварин.

Висновки.

1. За вмістом Кобальту, Купруму та Цинку зразки води, відібрані у тваринницьких господарствах центральної та північно-східної біогеохімічних зон України відповідають нормативам для санітарно-хімічних показників безпечності та якості питної води.
2. Вміст Феруму у п'яти досліджених зразках води у два рази більше перевищує нормативи для санітарно-хімічних показників безпечності та якості питної води.
3. Перспективним є подальший моніторинг елементного складу води в тваринницьких господарствах у різних біогеохімічних зонах України.

Список літератури

1. Фатєєв А. І. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / за ред. А. І. Фатєєва, Я. В. Пащенко. УААН. Нац. наук. центр "Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського". – Х., 2003. – 117 с.
2. Мікроелементози сільськогосподарських тварин / М. О. Судаков, В. І. Береза, І. Г. Погурський та ін.; за ред. М. О. Судакова. – 2-е вид. – К.: Урожай, 1991. – 144 с.
3. Долецький С. П. Теоретичне та клініко-експериментальне обґрунтування профілактики порушень мінерального обміну в корів у біогеохімічних зонах України [Текст] : автореф. дис. ... д-ра вет. наук : 16.00.01 / С. П. Долецький. – Національний

університет біоресурсів і природокористування України. – К., 2015. – 38с.

4. Слівінська Л. Г. Анемічний синдром за хронічної гематурії корів: монографія / Л. Г. Слівінська. – Львів: СПОЛОМ, 2013. – 140 с.

УДК 543.094+546.3+613.7+614.876+632.95:616.001.5

**ГАЗОХРОМАТОГРАФІЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ
МІКРОКІЛЬКОСТЕЙ СІРКИ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ В СІЛЬСЬКОМУ
ГОСПОДАРСТВІ СУМІШЕВИХ ФУНГІЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ**
Заєць Є.Р., Демченко В.Ф, Баранов Ю.С., Кірсенко В.В., Яструб Т.А., Коваленко В.Ф.

ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН України», м. Київ

За Переліком 2018 року в Україні дозволено до використання понад 2500 пестицидів, з яких майже третина – сумішеві, що містять від 2 до 5 діючих речовин (д. р.) [1]. Загальна кількість зареєстрованих фунгіцидних препаратів перевищує 380, з них 7 на основі сірки, з яких 2 - сумішеві з тебуконазолом (клас триазолів).

Для контролю залишків сірки в об'єктах довкілля та рослинних після її застосування в якості фунгіцида використовують головним чином метод оптично-емісійної спектrophотометрії з індуктивно зв'язаною плазмою [2]. В Україні затверджено методичні вказівки на основі високоефективної рідинної хроматографії [3].

Мета: Розробка методичних підходів до визначення сірки в присутності тебуконазолу для контролю мультизалишків сумішевих фунгіцидних препаратів на їх основі.

Об'єкти досліджень: *сірка*, діюча речовина (д. р.) фунгіцидних препаратів; *сумішеві фунгіциди* (д. р. – сірки + тебуконазол); *розчини стандартні та модельні*.

Методи досліджень, апаратура: модельний експеримент; капілярна газорідинна хроматографія (ГРХ); газовий хроматограф «КРИСТАЛЛЮКС-4000М» з електронзахватним детектором (ЕЗД), комп'ютерним управлінням та обробкою даних за програмним забезпеченням «НЕТХРОМ» (ф. «Метахром»).

Результати. Обґрунтовано оптимальні умови підготовки зразків, ідентифікації та кількісного визначення сірки в присутності тебуконазолу методом ГРХ з ЕЗД. Умови хроматографування: колонка капілярна НР-5 (нерухома фаза - 5%-феніл-95%-поліметилсилоксан) довжиною 30 м, внутр. діаметр 0,32 мм; температура: колонки – програмування від 170 °С до 250 °С зі швидкістю 4 °С/хв., детектора - 280 °С, випарника – 230 °С. Газ-носій – азот, осч: вхідний тиск на колонку 0,8 атм., піддув на детектор – 30 мл/хв., зброс з колонки – 10 мл/ хв. Час утримання: сірки – 4,1, тебуконазола – 21,4 хв. Мінімальна кількість, що детектується: сірки – 0,3 нг, тебуконазола – 1 нг.

Запропоновані методичні підходи використано для оцінки умов праці мультизалишків препаратів Мікроплюс Дисперс, ВГ (д. р. – сірка, 700 г/л + тебуконазол, 45 г/л), Топсул, КС (д. р. - сірка, 350 г/л + тебуконазол, 30 г/л + тіофанат-метил, 60 г/л) їх його застосуванні на зернових та олійних культурах, цукровому буряку.

Висновки. Отримані результати дозволили обґрунтувати відповідні гігієнічні нормативи для контролю безпеки використання сумішевих фунгіцидів на основі сірки та тебуконазола.

Література.

1. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні. Офіційне видання.-Київ:Юнівест Медіа, Мінекоресурсів України, 2018.-1040 с.
2. Strategic Use of Sulphur in Integrated Pest and Disease Management (IPM) Programs for Grapevines. Final Report. Project Number: DAV 98/1.- Grape and Wine Research & Development Corporation: 2003. 220 p.
3. Методичні вказівки з визначення сірки у капусті, огірках, зерні сої та насінні ріпаку методом високоефективної рідинної хроматографії // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та

УДК 591.1:638.1

МІКРОЕЛЕМЕНТИ ТКАНИН РІЗНИХ АНАТОМІЧНИХ ВІДДІЛІВ ОРГАНІЗМУ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ЗА ДІЇ ЦИТРАТІВ АРГЕНТУМУ І КУПРУМУ

Ірина Ковальчук, Іванна Двилюк
Інститут біології тварин НААН, Україна
dvylyuk_ivanna@ukr.net

В останні десятиліття як у світовій, так і вітчизняній практиці ведуться інноваційні розробки щодо одержання нанопрепаратів на основі мінеральних елементів, використання яких у різних дозах і формах зумовлює вплив на фізіолого-біохімічні процеси в організмі [1]. Зокрема, у тваринництві впроваджуються мінеральні добавки у формі нанокарбоксилатів металів Zn, Fe, Mg, Cr, Cu, Co, Mn, а також Se, I, Ge та інших. Аналіз останніх досліджень у ветеринарній медицині свідчить про значну перевагу застосування цих елементів живлення у вигляді наноаквахелатів для підвищення метаболічної активності, стимуляції обмінних процесів організму тварин, які одночасно проявляють профілактично-лікувальну дію. Висока фізіологічна активність мікроелементів пов'язана, перш за все, з участю їх у синтезі окремих ферментів, вітамінів і гормонів, які здатні стимулювати білковий, вуглеводний і ліпідний обмін [2-4]. Аналізуючи наукові дані світової літератури сучасних досліджень з нанобіотехнології, ми зіткнулися з дефіцитом інформації про вплив таких нанопродуктів як цитрати Аргентуму і Купруму, що володіють бактерицидними, імуностимулюючими, фунгіцидними властивостями на обмінні процеси в організмі медоносних бджіл. [5].

Фізіологічний вплив мікроелементних сполук, внесених з компонентами живлення до підгодовлі у вигляді цитратів, на розподіл інших металів у тканинах різних анатомічних відділів організму медоносних бджіл, на сьогодні не вивчений. Тому, метою дослідження було вивчення синергічного й антагоністичного впливу різних доз цитратів Аргентуму і Купруму, за умов їх введення до цукрового сиропу на вміст таких елементів, як Zn, Fe, Cu, Cr, Co, Pb і Cd у тканинах голови, грудного і черевного відділів медоносних бджіл.

Дослідження були проведені на медоносних бджолах карпатської породи. Було сформовано 5 груп бджолосімей за принципом аналогів за продуктивністю і силою сім'ї, по три бджолосім'ї в кожній групі. Контрольна (I) група отримувала цукровий сироп, концентрацією 1:1(1000 мл/бджолосім'ю/тиждень). Дослідним – II, III, IV і V групам додатково до цукрового сиропу додавали цитрати відповідно у кількостях Ag - 0,5 мг/л, Ag - 1 мг/л, Cu - 0,5 мг/л, Cu - 1 мг/л. Дослідний період тривав 28 діб з інтервалом підгодовлі 7 діб. Мікроелементи додавали до цукрового сиропу у вигляді цитратів, що отримані від ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» м. Київ і виготовлені методом нанобіотехнології (М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко). Вміст мікроелементів у гомогенатах тканин бджіл визначали методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою на приладі Optima 2100 DV фірми PerkinElmer.

Встановлено, що підгодовля з цукровим сиропом як 0,5 мг/л, так і 1 мг/л Аргентуму у вигляді цитрату характеризувалася зростанням вмісту Феруму у гомогенаті тканин голови медоносних бджіл II і III груп порівняно до контрольної групи. Так, у цих тканинах III дослідної групи концентрація Fe була вірогідно вищою на 24,2% ($p < 0,05$). Зростання вмісту цього елемента відзначено у зразках тканин грудного відділу бджіл IV і V груп, відповідно у 1,2 і 1,1 рази ($p < 0,05$) порівняно до контролю. У зразках тканин черевного відділу організму медоносних бджіл V дослідної групи встановлено вищий вміст Феруму ($p < 0,05$) порівняно до контролю. Вміст Cu в тканинах різних анатомічних відділів організму бджіл II і III дослідних груп суттєво не змінювався. Вищий в 1,2-1,4

раза ($p < 0,05$) рівень цього елемента порівняно до контролю відзначено в усіх тканинах V дослідної групи. У тканинах голови спостерігали вірогідно вищий вміст Zn у II (15% - $p < 0,05$) і III (16% - $p < 0,01$) дослідних групах на тлі нижчого вмісту у IV (24% - $p < 0,01$) і V (19% - $p < 0,01$) групах порівняно до контролю. Найнижчий рівень цього елемента встановлено у тканинах черевця бджіл II, III, IV ($p < 0,05$) і V ($p < 0,01$) дослідних груп порівняно до контролю. За результатами дослідження відзначено підвищення рівня Cr в тканинах голови і грудного відділу медоносних бджіл III, IV і V дослідних груп, проте різниці були не вірогідні. Нижчий рівень Хрому у тканинах черевного відділу медоносних бджіл дослідних груп, порівняно з контролем, можливо пов'язаний з конкуруючим метаболічним впливом Купруму, рівень якого в тканинах бджіл дослідних груп є високий. Встановлено, що згодовування з цукровим сиропом цитрату Ag зумовлювало не вірогідне зниження вмісту Co у тканинах голови бджіл II і III груп за тенденції до зростання вмісту цього елемента у грудному відділі. Натомість, за згодовування з цукровим сиропом цитрату Cu, спостерігали не вірогідне зростання Co у тканинах голови і черевного відділу бджіл IV і V ($p < 0,05$) дослідних груп зі зниженням у грудному відділі порівняно до контролю.

За результатами досліджень встановлений антагоністичний вплив цитратів Ag і Cu у метаболічних процесах на кумуляцію у тканинах бджіл таких токсичних металів, як Pb і Cd. Так, концентрація Pb знижувалась у гомогенаті тканин голови і черевця II і III дослідних груп, порівняно до контролю. Проте, слід відзначити, що антагоністична дія щодо Pb і Cd була більш вираженою у тканинах голови і черевця IV і V дослідних груп.

Таким чином, згодовування цитратів Ag і Cu з цукровим сиропом спричинило певну коригуючу дію на вміст таких есенціальних мікроелементів, як Fe, Cu, Zn, Co, а також Pb і Cd у головному, грудному і черевному відділах організму медоносних бджіл, що вказує на дозозалежний вплив цитратів Ag і Cu у метаболічних процесах організму.

Література

1. Фізіолого-біохімічні процеси в організмі шурів за випоювання різної кількості цитрату германію / Долайчук О.П., Федорук Р.С., Ковальчук І.І., Кропивка С.Й. // Біологія тварин, 2015. - Т. 17, № 2. – С. 50-56.
2. Немова Т. В. Перспективи застосування препаратів на основі нанотехнології у ветеринарній медицині [Текст] / Т. В. Немова // Ветеринарна медицина України. — 2013. — № 1. — С. 35—37.
3. Біологічна роль мікроелементів в організмі тварин / Р. Й. Кравців, Р. П. Маслянюк, О. І. Жеребецька, М. Б. Лаба // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С. З. Гжицького. — 2005. — Т. 7, № 2, Ч.6. — С. 63—70.
4. Bogdanov S. Haldimann M., Luginbuhl W., Gallmann P. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects // Journal of Apicultural Research and Bee World. — 2007. — Vol. 46 (4) — P. 269–275.
5. James F. Collins Molecular, Genetic, and Nutritional Aspects of Major and Trace Minerals 1st Edition. – 2016. – 558 p.

УДК: 504.3/.5. 054 : 546.3/8 : 543

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ТА ЙОГО СКЛАДОВИХ

Кривомаз Т.І.¹, Андрусина І.М.²

ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН», Київ, Україна
Національний університет будівництва і архітектури МОН, Київ, Україна

Атмосферне повітря належить до категорії невичерпних ресурсів, однак господарська діяльність людини впливає на атмосферу і змінює склад повітря. Ці зміни можуть бути настільки суттєвими, що виникає потреба охорони повітряного басейну.

Повітряний басейн не має меж, маси повітря рухаються в різних напрямках на великі відстані. Отже, забруднення повітряного, а звідси і водного басейнів перетворюється в глобальну проблему сучасності. Антропогенний вплив вносить дисонанс в атмосферні процеси, а деякі речовини, що потрапляють у повітря (свинець, ртуть, сірка, миш'як тощо), порушують його природний стан, що в свою чергу негативно впливає на здоров'я людини, сільськогосподарську і природну рослинність і навіть клімат планети [1-7].

Вивченню глобальної емісії важких металів (ВМ) з основних антропогенних джерел в атмосферу присвячено ряд робіт [5-6]. Відомо, що вклад у зростання забрудненості повітря вносить пилова складова та дощ у літній період, а сніг у зимовий період року. У нинішніх умовах склад дощової води залежить від того, над якою територією утворилася хмара, наскільки сильно забруднена там атмосфера.

Тому **важливим моментом даних досліджень було провести моніторинг антропогенного забруднення ВМ у атмосферному повітрі міста та гірських територій та дати порівняльну оцінку вмісту металів у його складових (атмосферного пилу, дощовій воді).**

В роботі були використані гігієнічні підходи до оцінки забруднення ВМ атмосферного повітря та його складових (пил, дощ). Представлено данні моніторингу 2013, 2015 та 2016 р.р. Відбір проб **дощової води** проводили також у теплий період року у збірну емність з пристроями попереджаючими потрапляння у воду сухих атмосферних частинок [30,56,194]. Діаметр приймаючої поверхні складав 25 см. Об'єм проби дощу складав не менше 20 см³. У подальшому пробу підкислювали HNO₃ до кінцевої концентрації 2%. Проведено порівняльний аналіз елементного хімічного складу дощової води м. Києва, гірських регіонів (м.Гренобль) та Сейшельських островів (Індійський океан). Дослідження по визначенню вмісту ВМ проводились у 30 пробах атмосферного повітря, 18 пробах пилу та 22 пробах дощу. Для визначення вмісту 10 ВМ у пробах був застосований спектральний багатоелементний метод аналізу (ОЕС-ІЗП на приладі ОРТІМА 2100 DV) [8]. Був розрахований середній вміст металу на фоновій ділянці (Сф): $K_c = C/C_{\text{ф}}$ сумарний показник Z_c (СПЗ) дорівнює сумі коефіцієнтів концентрацій хімічних елементів : $Z_c = \sum K - (n-1)$, де n-кількість елементів, що сумуються. Оцінку небезпеки забруднення дощової води комплексом металів показник СПЗ проводили по оціночній шкалі. При величині СПЗ менше 16 рівень забруднення характеризується як допустимий, при СПЗ 16-32 – помірно небезпечний, при СПЗ 32-128 – небезпечний, при СПЗ більше 128 – надзвичайно небезпечний [9]. Отримані результати досліджень опрацьовані статистично з використанням пакету програм Microsoft Excel.

Аналіз вмісту металів у **атмосферному повітрі** показав пріоритетність забруднення міста такими металами Zn, Cd, Pb, Mn, Ni. Встановлено високий вміст Pb у **пилу** в літній період 2013 р. та Pb, Zn, Fe, Mn та Cu у дощовій воді, але більш високе сумарне навантаження ВМ (Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Sr, Si, Zn) припадає на 2015 р. Проведений порівняльний аналіз елементного хімічного складу дощової води м. Києва, гірських регіонів (м.Гренобль) та Сейшельських островів (Індійський океан), показав значне накопичення ВМ у дощовій воді міста (для Києва КН=0,08, Гренобля 0,09) порівняно з КН для Сейшел (0,014) Порівняльний аналіз вмісту ВМ у дощовій воді міста та гірського регіону Монблан 2015 р.р. показав поступове зростання концентрації металів Pb, Zn, Fe та Cu.

За результатами дослідження виявлено нерівномірність розподілу забруднення ВМ атмосфери міста. Пріоритетними металами, забруднюючими опади міста влітку є Pb, Mn, Zn, Fe, Al, Cr. Накопичення ВМ у атмосферному пилу м.Києва свідчить про необхідність урахування вкладу цього середовища у загальну картину розподілу хімічних речовин у довкіллі. Матеріали спостережень за забрудненням довкілля ВМ дозволяють оцінити якість об'єктів оточуючого середовища та можуть бути рекомендовані для включення в систему екологічного та гігієнічного моніторингу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петров С. Б. Эколого-эпидемиологическое исследование по оценке влияния взвешенных веществ в атмосферном воздухе городской среды на развитие болезней органов дыхания / С. Б. Петров, Е. Н. Онучина, Б. А. Петров // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 11. – С. 346 – 349.
2. Умрихіна Л. М. Роль і значення забруднення атмосферного повітря, метеорологічних факторів та соціально-побутових умов у формування показників захворюваності дитячого населення м. Києва / Л. М. Умрихіна // ДУ ІГМЕ. – 2010. – № 56. – С. 64–69.
3. Сигора Г. А. Применение метода регрессионного анализа к количественному описанию степени влияния загрязнения на здоровье населения / Г. А. Сигора, О. Н. Кучеренко // Вісник СевДТУ. Вип. 97 : Механіка, енергетика, екологія : зб. наук. пр. – 2008–2009. – С. 188–191.
4. Климчук М. А. Стан навколишнього середовища та його вплив на здоров'я населення Львівської області // Довкілля та здоров'я. – 2005. – № 3 (34). – С. 43–48.
5. Nriagu J., i Pacyna, J., Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals *Nature* volume 333, pages 134–139 (12 May 1988)
6. Abid, B; Ramaih, M; Harikrishna, IK; Veena, K Analysis of Heavy Metals Concentrations in Soil and Lichens from various localities of Hosur Road, Bangalore, India, *Ejournal of Chemistry*, (2009). 6(1):13- 22.
7. Heavy Metals in Wastes. European Commission on Environment . European Union (2002). (<http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/p>)
8. Ревич Б.А. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами [Б.А.Ревич, Р.С.Смирнова, Е.П.Сорокина]. – М. ИМГРЭ, 1982. – 12 с.
9. Ревич Б.А. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами [Б.А.Ревич, Р.С.Смирнова, Е.П.Сорокина]. – М. ИМГРЭ, 1982. – 12 с.

УДК 504.064.2

ПОРІВНЯННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ В СПОРАНГІЯХ PHYSARUM ALBUM З СУБСТРАТОМ ТА ҐРУНТОМ

Тетяна Кривомаз¹, Алан Мішо², Ірина Андрусишина³

¹Київський національний університет будівництва та архітектури (Україна),

²Мікологічна і ботанічна федерація Дофіне-Савуа (Франція),

³ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН» (Україна)

ecol@i.ua

Міксоміцети широко використовують в різноманітних наукових галузях у якості модельних об'єктів, оскільки вони: 1) поєднують ознаки грибів та протистів, і виступають зв'язуючою ланкою між мікро- та макроорганізмами; 2) поширені в усіх типах наземних екосистем, а різні стадії їх життєвого циклу можуть траплятись в усіх природних середовищах; 3) легко культивуються в лабораторії та нешкідливі для людей. Вони акумулюють елементи в різних формах та гіпотетично відіграють роль первинних та вторинних біоконцентраторів. Досліджено вміст 13 елементів у плодових тілах одного з поширених видів міксоміцетів *Physarum album*. Здійснено порівняння концентрації Mg, Al, Ca, Cd, Pb, Mn, Zn, Fe, Cu, Ni, Cr, As, Bi в спорангіях міксоміцетів з субстратом та ґрунтом на території регіонального природного парку Веркор у французьких Альпах поблизу міста Гренобль. Для дослідження локалізації металів в різних частинах плодових тіл міксоміцетів проаналізовано вміст елементів у трьох зразках *Physarum album* різного

ступеню зруйнованості, виявлених у трьох альпійських локалітетах. З'ясовано, що вміст Mg, Al, Fe, Mn та Cu значно вищий в зруйнованих зразках, у більшості з яких зберіглася тільки ніжка, що свідчить про локалізацію в цій частині спорангіїв *Physarum album* зазначених металів. Натомість, концентрація Pb виявилась вищою у незруйнованих зразках, а вміст Zn знаходиться практично на однаковому рівні. Щодо Ca, Cr та Ni неможливо зробити однозначний висновок, оскільки не виявлено сталої закономірності в залежності від ступеню зруйнованості спорангіїв (рис).

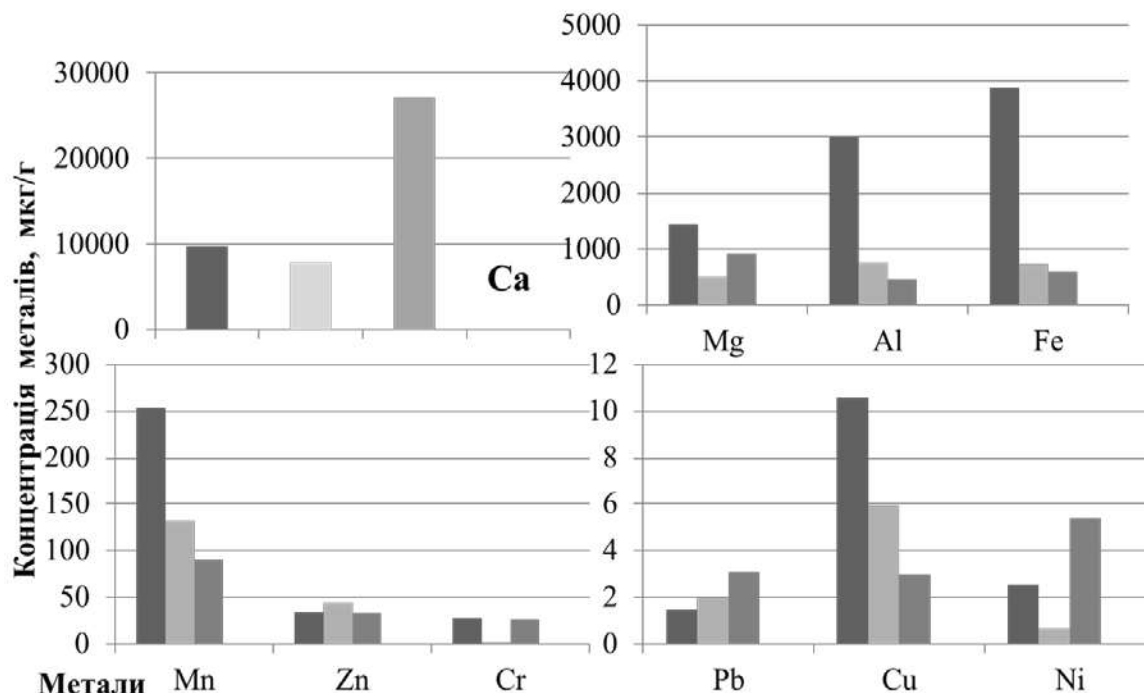


Рис. Накопичення металів *Physarum album* в залежності від ступеню зруйнованості спорофорів: ■ – зруйнований зразок, ■ і ■ – незруйновані зразки

Коефіцієнти біоаккумуляції по відношенню до субстрату, ґрунту та його рухомих форм свідчать про видоспецифічність накопичення проаналізованих металів *Physarum album*. У якості субстрату виступали відмерла деревина та листя *Fagus sylvatica* і, в переважній більшості випадків, вміст елементів у зразках міксоміцетів перевищував їх концентрацію у субстраті. Місцезнаходження третього зразка розташовано на значній відстані від перших двох, що вплинуло на різницю коефіцієнтів для Al, Cd, Pb, Fe, Cr та інших елементів. Концентрації високотоксичних елементів As та Bi перевищували їх вміст в субстратах, але були меншими, ніж у ґрунті. Високі значення коефіцієнтів біоаккумуляції по відношенню до рухомих форм ґрунту для всіх проаналізованих елементів свідчать про здатність *Physarum album* до біоабсорбції. Враховуючи широке розповсюдження *Ph. album* та сталість параметрів концентрацій елементів, цей вид можливо використовувати для комплексного моніторингу токсичних елементів, порівнюючи їх вміст у субстратах та ґрунті (табл).

Оскільки всі накопичені елементи акумулюються міксоміцетами з їх безпосереднього оточення, то їх аналіз може надати інтегральну оцінку забруднення локальної території. Тому міксоміцети мають істотний потенціал стати зручними об'єктами для досліджень техногенного впливу на навколишнє середовище та допоможуть розширити уявлення про кругообіг речовин в екосистемах. Крім того вони можуть допомогти у розкритті механізмів стійкості біосистем до екстремальних умов оточуючого середовища.

Коефіцієнти біоаккумуляції *Physarum album*

Метали/Елементи	Коефіцієнти біоаккумуляції по відношенню до									
	субстрату				грунту			рухомих форм грунту		
	деревина			листя						
	1	2	3(1)	3(2)	1	2	3	1	2	3
Mg	2,46	1,1	2,89	1,14	2,43	0,85	1,14	60,9	21,31	3,29
Al	1,38	3,34	11,5	12,84	0,59	0,15	0,24	3138	794	58,3
Ca	1,79	1,39	3,36	6,01	6,22	4,98	2,01	6,35	5,09	5,97
Cd	1,90	0,48	--	--	0,95	0,29	0,003	174	52,17	0,04
Pb	0,41	1,52	255	3,2	0,11	0,15	0,20	639	870	30,7
Mn	2,77	1,45	1,19	5,27	0,64	0,34	0,28	188	98,1	5,21
Zn	2,25	3,43	6,38	14,52	2,37	3,09	1,02	121	158	14,78
Fe	2,43	3,09	26,16	24	0,55	0,1	0,47	5103	952	184
Cu	3,09	0,98	4,18	7,07	3,27	1,84	0,67	58,72	32,94	129
Ni	2,65	4,53	15,4	6,49	0,67	0,18	2,93	279	73,91	5390
Cr	29,79	11	144	13,54	2,13	0,13	3,68	298	17,55	553
As	5	3,95	--	--	0,47	0,35	1	6,67	5	--
Bi	6,65	3,97	--	--	--	--	--	--	--	--

УДК 546.832: 621.785.37

АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННОГО ФИЗИЧЕСКИМ ОСАЖДЕНИЕМ ИЗ ПАРОВОЙ ФАЗЫ

¹Крушинская Л.А., ¹Стельмах Я.А., ²Голуб И.А.¹ Институт электросварки им.Е.О. Патона НАН Украины, Киев, Украина² ГУ «Институт медицины труда АМН Украины, Киев, Украина

krushinskaya@paton-icebt.kiev.ua

В настоящее время сложилась напряженная обстановка с обеспечением населения Украины доброкачественной питьевой водой. Вода большинства поверхностных источников Украины характеризуется умеренным и высоким уровнем загрязнения. Приоритетными загрязнителями на протяжении последних лет остаются органические соединения и тяжелые металлы. Сегодня практически все поверхностные водоисточники Украины по уровню загрязнения приблизились к 3 классу качества, а по международной классификации - к 4-5, при этом состав очистных сооружений и технология очистки воды остаются неизменными. Традиционная технология подготовки питьевой воды, которая применяется на водопроводных станциях, рассчитана на доведение природной воды до требований питьевой согласно действующему ГОСТу 2874-82 "Вода питьевая" лишь при условии общей низкой загрязненности воды. А в процессе технологической подготовки питьевой воды из поверхностных водоемов при применении различных реагентов могут

образовываться продукты деструкции химических соединений, зачастую более токсичные, чем первичные загрязнители. Состояние водоснабжения и качества питьевой воды на сегодняшний день несомненно требует усовершенствования традиционной и разработке новых технологий водоподготовки, что может быть достигнуто путем применения высокоэффективных новых материалов.

Повышенный интерес в последние годы к наноструктурным материалам и расширение сферы их промышленного применения вызван обнаружением у них физических и химических свойств, часто радикально отличающихся от свойств этого же вещества в форме сплошных фаз или макроскопических дисперсий. Большая кривизна поверхности наночастиц и изменение топологии связей атомов на поверхности приводит к изменению их химических потенциалов. Вследствие этого повышается растворимость, реакционная и каталитическая способность наночастиц. Многие наноструктурные материалы обладают гидрофобными свойствами или являются электрически заряженными, что усиливает процессы адсорбции на них различных токсикантов [1].

Одним из перспективных методов очистки вод является использование высокоэффективных адсорбентов с сильно развитой удельной поверхностью и высокими адсорбционными свойствами. Оксид алюминия в наноструктурном состоянии отвечает всем требованиям, предъявляемым к веществам, используемым в качестве сорбентов, чем и по сей день привлекает внимание исследователей. Однако структура и свойства Al_2O_3 существенно зависят от условий его формирования.

Из существующих методов получения оксида алюминия авторами был выбран метод электронно-лучевого испарения с последующей конденсацией парового потока в вакууме на подложку (EB PVD). Физические процессы, положенные в основу данной технологии позволяют отнести ее к нанотехнологиям [2], кроме того, метод дает возможность регулировать изменять структуру оксида алюминия [3].

В данной работе изучены сорбционные свойства порошков Al_2O_3 , состоящих из гранул с преимущественным размером 0,1-0,5 мкм и характеризующихся высокой дисперсностью и развитой поверхностью. Гранулы состоят из зерен оксида алюминия, размер которых зависит от режима синтеза и в наших исследованиях составлял 10-20 нм, 20-25 нм и 50-70 нм. Кроме размерного фактора, исследовали 3 варианта порошковых субстанций с различным фазовым составом: рентгеноаморфный оксид алюминия; содержащий наряду с рентгеноаморфной примесь (до 10 об %) γ -фазы Al_2O_3 и оксид алюминия с γ -структурой.

Сорбционные свойства синтезированного наноструктурного оксида алюминия оценивали в модельных средах на примере как отрицательно заряженных ионов неметаллов (B, Si, P), так и положительно заряженных ионов металлов (Cr, Cd, Pb, Sr). Растворы были приготовлены из эталонных стандартов металлов и неметаллов используемых в АЕС-ИСП. Исходная концентрация каждого из исследуемых элементов в растворе – 5,0 мг/л. Объем раствора - 20 мл. Навеска исследуемого сорбента составляла 0,03 г. Время перемешивания – 20 мин. Остаточное содержание металлов и неметаллов в растворах после сорбции на оксиде алюминия определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (АЕС-ИСП) на приборе Optima 2100 DV фирмы Perkin Elmer (США) согласно методу [4].

Сравнительное исследование адсорбционной способности наноструктурного Al_2O_3 в зависимости от структурных характеристик полученных материалов показало, что:

- Полученный методом электронно-лучевого испарения с последующей конденсацией парового потока в вакууме оксид алюминия является нанопористым сорбционно-активным материалом. Структура Al_2O_3 определяет его адсорбционные свойства и может регулироваться технологическими параметрами.

- Обнаружено, что внесение в большинство модельных сред наноструктурного Al_2O_3 оказывает существенное увеличение рН (за исключением растворов с кадмием), что

свидетельствует о гидратации порошков наноструктурного Al_2O_3 наиболее высокой для порошков размером 20-25 нм и содержащих смесь рентгеноаморфной и γ -фаз.

- Методом АЕС-ИСП выявлена зависимость степени абсорбции от радиуса иона адсорбата. Величину сорбции металлов можно ранжировать в следующем порядке по мере уменьшения радиуса иона: $\text{Sr} \rightarrow \text{Pb} \rightarrow \text{Cd} \rightarrow \text{Cr}$, а для ионов неметаллов - $\text{P} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{Si}$.

- Наноструктурный оксид алюминия, полученный методом EB PVD, способен адсорбировать и удерживать на своей поверхности как ионы металлов, так и неметаллов, что делает его перспективным материалом для очистки воды.

Список литературы:

1. Андрусишина И.Н. Наночастицы металлов: способы получения, физико-химические свойства, методы исследования и оценка токсичности // Современные проблемы токсикологии. - 2011. - №3 - С. 17-29.

2. Мовчан Б.А. Электронно-лучевая нанотехнология и новые материалы в медицине – первые шаги // ВІСНИК фармакології та фармації. – 2007. - №12. – С.5-13.

3. Крушинская Л.А., Стельмах Я.А. Структура и некоторые свойства толстых конденсатов оксида алюминия, получаемых электронно-лучевым испарением и осаждением паровой фазы в вакууме // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии. (Збірник наукових праць) «Академперіодика», Київ – 2010. – Т.8, №4. – С.1003-1014.

4. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою у воді. ДСТУ ISO 11885:1996.-К.Держспоживстандарт України, 2007-14 с.

УДК 54.06

ЖЕЛЕЗО И МАРГАНЕЦ В ПРИРОДНОЙ ВОДЕ: РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА

Наталия Макарова, Татьяна Митченко, Елена Светлейшая

КПИ им. Игоря Сикорского,

Всеукраинское водное общество WaterNet,

Украина, Киев

makarova@voda.com.ua

Присутствие железа и марганца в природных водах Украины в значительных концентрациях – одна из наиболее серьезных проблем при использовании такой воды в питьевых, хозяйственно-бытовых и технологических целях. При этом содержание этих примесей в воде различных источников колеблется в достаточно широких пределах. Методы подготовки такой воды зависят от уровня исходных концентраций компонентов и требований к очищенной воде, которые существенно отличаются в зависимости от назначения воды (техническая, питьевая, ультрачистая для фармацевтики, электроники, энергетики).

Предельные безопасные для человека значения концентраций железа и марганца в питьевой воде в соответствии с требованиями национальных и международных стандартов приведены ниже:

Компонент	Требования стандарта к качеству воды питьевой			
	ДСанПіН	WHO	ЕС	USEPA
Железо общее, мг/л	0,2	0,3	0,2	0,3
Марганец, мг/л	0,05	0,1	0,05	0,05

Железо и марганец присутствуют в природных водах в формах, соотношение которых зависит от физико-химических показателей воды.

Главными источниками соединений железа в природных водах являются процессы химического выветривания, разрушения и растворения горных пород. Железо реагирует с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами, образуя ряд соединений, находящихся в воде в виде Fe^{2+} и Fe^{3+} в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии.

В растворенном состоянии двухвалентное железо мигрирует в кислых ($\text{pH} < 5,5$), слабее - в нейтральных либо слабощелочных водах и встречается преимущественно в подземных водах. При наличии свободного кислорода оксид железа (Fe^{2+}) неустойчив и легко переходит в оксид Fe^{3+} , характеризующийся меньшей миграционной способностью. Образующийся при окислении $\text{Fe}(\text{OH})_3$ очень мало растворим, но может присутствовать в растворе в коллоидном состоянии и является одной из основных форм существования железа в поверхностных пресных водах. Устойчивость коллоидного железа значительно повышается в присутствии в воде гумусовых веществ.

Концентрация железа в природных водах подвержена сезонным колебаниям. Это обусловлено воздействием таких факторов, как pH , Eh воды, содержанием растворенного кислорода, двуокси углерода, сероводорода, природных органических веществ, микрофлорой водоема, интенсивностью стока и грунтового питания.

Примеси марганца часто сопутствуют соединениям железа в природных водах, поскольку их источник один и тот же – минеральные породы, вступающие в контакт с водой. Значительное количество элемента поступает также в процессе разложения остатков водных животных и растительных организмов.

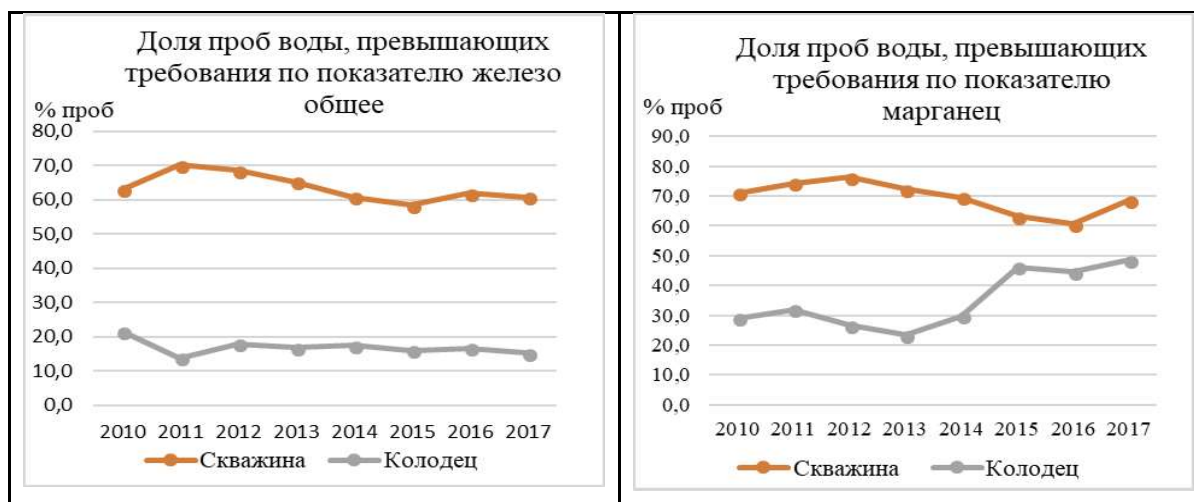
Ионы Mn^{2+} в истинно растворенном состоянии находятся в очень небольших концентрациях. Большая часть марганца, также, как и железа, в природных водах содержится в виде коллоидов и суспензий. В подземных водах преобладают соединения марганца в виде гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов, в поверхностных - в виде органических комплексных соединений (например, гуминовокислых) или в виде высокодисперсной взвеси. Как и для железа, соотношение растворенной и взвешенной форм марганца показывает доминирующее положение последней.

С 2010 года Лаборатория ионного обмена и адсорбции Химико-технологического факультета КПИ им. Игоря Сикорского ведет мониторинг качества воды, в том числе по содержанию в воде железа и марганца, из различных источников питьевого водоснабжения населенных пунктов Украины в рамках проекта Всеукраинского водного общества WaterNet (детально, <http://waternet.ua/map/>).

Значительный объем накопленных данных (результаты анализа показателей качества более, чем 32000 проб воды) позволил обобщить информацию о содержании общего железа и марганца в природной воде, используемой в качестве локальных источников для питья (скважины, колодцы). Результаты показали, что содержание общего железа в скважинной воде Украины составляет от 0,05 до 18 мг/л, а марганца – от 0,01 до 3,6 мг/л. В воде колодцев пределы концентраций этих примесей существенно ниже и составляют, как правило, для общего железа от 0,01 до 0,3 мг/л, а для марганца – от 0,001 до 0,08 мг/л.

Доля проб, в которых отмечены превышения нормативов ДСанПиН 2.2.4-171-10 по общему железу и марганцу в источниках питьевого водоснабжения в период с 2010г. по 2017г., представлена на рисунках ниже:

Анализ результатов мониторинга по отдельным регионам показал, что по показателю общее железо наибольшее количество проб артезианской воды, не соответствовавших санитарным нормам, наблюдалось для Черниговской области – 80 %, Одесской – 75 %, Полтавской – 72 %, Киевской, Ровенской и Сумской по 60 - 63%.



Содержание марганца в артезианской воде превышает санитарные нормы почти в каждой области Украины. Наибольшее количество таких проб было отмечено в Днепропетровской области – 81 %, Киевской и Полтавской - по 72 %, Черновицкой, Тернопольской и Хмельницкой - по 65 %.

Что касается колодцев, то наибольшее количество проб, не соответствовавших санитарным нормам по показателю общее железо, наблюдалось в Закарпатской области – 50 %, Одесской и Ровенской – 38 %, Ивано-Франковской и Львовской по 35 %.

По показателю марганец больше всего проб с превышением норматива было зафиксировано для Львовской, Черниговской и Закарпатской областей – 50 %, Житомирской – 43 %, Винницкой – 40 %.

УДК 543.3. – 504.43.628.3.

ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНОГО СОРБЕНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ВІД ІОНІВ КАДМІЮ ТА ЗА ОДНОЧАСНОГО ЗНАХОДЖЕННЯ НІТРАТ-ІОНІВ ТА ІОНІВ КАДМІЮ У ПИТНІЙ ВОДІ

Л. Я. Нечитайло, А. М. Ерстенюк

ДВНЗ "Івано-Франківський національний медичний університет"

Кафедра біологічної та медичної хімії ім. Г.О.Бабенка Україна, м. Івано-Франківськ,

E-mail: larysa.nechytailo@gmail.com

Use of a natural sorbent for purifying drinking water from cadmium ions while simultaneously finding nitrate ions and cadmium ions in drinking water

Y. Nechitaylo, A. M. Ersteniuk

Якість життя людини визначається певними показниками, одним з яких є якість питної води. До найбільш небезпечних речовин, що забруднюють водні об'єкти, відносять сполуки важких металів та нітрати. Аналіз результатів власних досліджень стану питної води джерел Прикарпатського регіону показав, що частина жителів краю споживає воду, де вміст кадмію та нітратів перевищує не тільки фізіологічні межі, а й гранично допустимі норми. З літературних джерел [1-5] відомо, що при надходженні даних токсикантів в організм людини з питною водою, вони можуть призвести до порушень функції шлунково-кишкового тракту, нервової та імунної систем, спричиняють велике навантаження на печінку, нирки та кісткову тканину, змінюють ритм і роботу організму.

Дана проблема вимагає пошуку шляхів зменшення техногенного впливу на довкілля, оскільки порушення екосистем призводить до виникнення патологічних змін, що пов'язано з дисбалансом макро- та мікроелементів в організмі людей і тварин, які мешкають на забруднених територіях. В зв'язку з цим, важливим є пошуки засобів для покращення якості питної води. Для очищення води усе частіше застосовують природні сорбенти, зокрема цеоліти [6,7]. Наявність в Україні одного з найбільш потужних природних родовищ цеоліту – Сокирницького клиноптилоліту обумовлює актуальність розробок на його основі ефективних сорбентів для очищення питної води від надмірного вмісту нітрат-іонів та іонів кадмію.

Мета роботи полягала у дослідженні адсорбційних властивостей клиноптилоліту щодо іонів кадмію, та за умови одночасного знаходження нітрат - іонів та іонів кадмію у питній воді.

Матеріали та методи дослідження. Для проведення досліджень використовували клиноптилоліт Сокирницького родовища: вміст клиноптилоліту складає понад 60%; домішки – монтморилоніт, кварц, польовий шпат, опал, вулканічне скло. У роботі використовували гранульовану фракцію сорбенту з діаметром зерен 0,25 мм. Для проведення експерименту готували модельні розчини шляхом розчинення солей CdCl_2 та KNO_3 в дистильованій воді з такими концентраціями іонів кадмію та нітрат-іонів діапазон яких відповідав рівню їх в реальних умовах. Експериментальні дослідження були розділені на два етапи. На першому етапі проведено аналіз проб модельних розчинів до контакту з сорбентом: на вміст іонів кадмію, та за умови одночасного знаходження нітрат-іонів та іонів кадмію. На другому етапі проведено аналіз проб модельних розчинів після контакту з сорбентом: на вміст іонів кадмію та за умови одночасного знаходження нітрат-іонів та іонів кадмію. Концентрацію нітрат-іонів визначали за допомогою потенціометричного методу згідно до стандартизованих вимог. Концентрацію іонів кадмію – атомно-адсорбційним методом.

Результати досліджень. Проведеними нами дослідженнями встановлено, що при застосуванні клиноптилоліту для вилучення іонів кадмію, поглинаюча здатність сорбенту зростає уже на першу добу контактування до 40 %, однак максимальне поглинання відбувається впродовж другої доби до 54 %. Отримані дані вказують на те, що процес сорбції кадмію протікає досить швидко і більша частина металу (понад 50 %), зв'язується з сорбентом впродовж двох перших діб контакту.

Важливим етапом було дослідження адсорбційних властивостей сорбента відносно одночасного знаходження нітрат-іонів та іонів кадмію в питній воді. Так, впродовж першої доби контактування із сорбентом концентрація нітрат-іонів змінюється незначною мірою, причому ступінь вилучення становить 5,8 %. Однак, при збільшенні часу контактування (48 год.) процес сорбції протікає досить швидко і ступінь вилучення нітрат-іонів підвищується до 34 %. Стосовно процесу сорбції іонів кадмію, слід відмітити, що поглинаюча здатність сорбенту зростає на першу добу контактування до 26 %. Водночас, збільшуючи час контактування із сорбентом до 48 годин максимальне поглинання іонів кадмію відбувається на другу добу, причому ступінь вилучення зростає до 50 %. Отримані дані вказують на те, що процес сорбції за умови одночасного знаходження нітрат-іонів та іонів кадмію у модельних розчинах характеризуються різною сорбційною здатністю щодо іонів Cd^{2+} та NO_3^- .

Висновки. Таким чином, проведені дослідження дозволили встановити різну ефективність вилучення токсикантів залежно від їх хімічної природи, концентрації у воді та часу контакту з сорбентом. Одержані нами результати, дають підстави рекомендувати природний сорбент для вилучення даних екотоксикантів з водних об'єктів.

Література:

1. Антоняк Г. Л., Білецька Л. П., Бабич Н. О., Панас Н. Є. Кадмій в організмі людини і тварин. Надходження до клітин і акумуляція. Біологічні Студії / *Studia Biologica*. 2010. Т. 4, № 2. С. 127–140.

2. Нейко Є. М., Губський Ю. М., Ерстенюк А. М. Інтоксикація кадмієм: токсикокінетика і механізм біоцидних ефектів. Журнал АМН України. 2003. №2. С. 250–261.

3. Гоженко А. І., Луговський С. П., Самохіна Н. А. Дослідження морфофункціональних особливостей розвитку експериментальних металонефропатій. Journal of Education, Health and Sport. 2016. № 6(4). С. 287–296.

4. Трахтенберг І. М., Бабієнко М. М. Біологічні наслідки забруднення навколишнього середовища нітритами та нітратами. Інтегративна антропологія. 2013. № 1. С. 37–39.

5. Федоренко В. І., Кіцула Л. М. Вплив нітратів, нітритів та свинцю на поведінкові реакції щурів у токсикологічному експерименті. Актуальні проблеми профілактичної медицини. Збірник наукових праць. 2014. Вип. 11. С. 144–148.

6. Нагурна Н. А., Паранько Н. Г., Осипенкова І. І. Дослідження фільтраційних властивостей клиноптилоліту. Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. 2016. № 2. С. 40–44.

7. Соболев Х. С., Петровська Н. І., Терлига В. С. Переваги застосування цеолітових туфів Сокирницького родовища у виробництві сучасних тампонажних матеріалів. Вісник ПДАБА. 2014. № 10. С. 4–9.

УДК 543.094+546.3+613.7+614.876+632.95:616.001.5

ІДЕНТИФІКАЦІЯ СІРКИ МЕТОДОМ ГАЗОВОЇ ХРОМАТО-МАС-СПЕКТРОМЕТРІЇ

Ольшєвський С.В., Демченко В.Ф., Заєць Є.Р.

ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН України», м. Київ

За умов запровадження новітніх інтенсивних агротехнологій постійно розширюється та оновлюється асортимент хімічних засобів захисту рослин. Згідно з перліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (2018 р.), число їх діючих речовин (д. р.) вже становить понад 260, а тонаж застосовуваних на 40 млн. га угідь сільськогосподарського призначення препаратів сягає 36 тис. тон. Разом з тим зростає мо живість забруднення навколишнього середовища та харчових продуктів, а тому і ризик для здоров'я людини. Таким чином, потреба удосконалення існуючих, розробка та впровадження нових ефективних і точних методів ідентифікації та кількісного визначення вмісту залишкових кількостей пестицидів в продовольчій сировині, харчових продуктах та кормах для сільськогосподарських тварин з метою унеможливлення хронічних та гострих отруєнь є очевидною і нагальною. Найбільш чутливі і точні сучасні методи ідентифікації та визначення залишкових кількостей пестицидів (ЗКП), як правило, ґрунтуються на хромато-мас-спектрометричних вимірюваннях. Проте їх застосування часто ускладнюється тим, що в сільському господарстві все частіше застосовують пестицидні препарати, які містять декілька діючих речовин. Крім того, у об'єктах, що аналізують, можуть бути залишки інших препаратів, які застосовують за агротехнологією, а також, що досить ймовірно, стійких хлорорганічних пестицидів, їх ізомерів та продуктів перетворення, в першу чергу з числа глобально розповсюджених стійких хлорорганічних забруднювачів.

Останнім часом зростає кількість зареєстрованих в Україні та рекомендованих до використання на різних сільськогосподарських культурах фунгіцидних формуляцій на основі сірки, в тому числі сумішевих.

Мета роботи: вивчити можливості ідентифікації сірки методом газорідинної хромато-мас-спектрометрії (ГРХ-МС).

Об'єкти досліджень: сірка; сумішевий фунгіцид Мікроплюс Дісперс (д. р. – сірки, 700.0 г/л + тебуконазол, 45.0 г/л); стійкі хлорорганічні пестициди та їх похідні (ХОП): 4,4'-ДДТ та його метаболіти (4,4'-ДДД, 4,4'-ДДЕ); γ -ГХЦГ (ліндан) та його α -, β -, δ -ізомери; гептахлор (ГПХ) та ГПХ-епоксид; альдрин; ендосульфат-1 альфа, 2 бета, сульфат; ендрин та ендрин альдегід; розчини стандартні (сірки, тебуконазолу, ХОП-17), модельні.

Методи досліджень, апаратура: модельний експеримент; капілярна ГРХ-МС; газовий хроматограф «Clarus 600 GC» ф. «PerkinElmer» (США) з мас-спектрометричним детектором, комп'ютерною базою даних мас-спектрів «NIST2008».

Реєстрацію мас-спектрів здійснювали в режимі іонізації молекул електронним ударом з енергією електронів 70 еВ з використанням моди EI+. Час сканування 0.2 сек., пауза між скануваннями - 0.01сек. Кількість сканувань на один усереднений мас-спектр складала 10^6 . Іони аналітів фіксували в діапазоні мас $45 \div 450$ m/z. Залишковий тиск в камері іонізації $\sim 8.6 \times 10^{-6}$. Температура джерела іонів 300 °С, інжектору 280 °С. Хроматографічні умови [1]: капілярна колонка «Elite-5MS» ф. «PerkinElmer» внутр. діаметром 250 μ m, довжиною 30 м; газ-носії - гелій, швидкість потоку - 20 мл/хв; програмування температури колонки: 1 хв. початкову температуру колонки утримували на рівні 80 °С, потім із швидкістю 20 °С/хв. піднімали до 130 °С, далі із швидкістю 5 °С/хв. - до 240 °С, яку утримували 4.5 хв., потім із швидкістю 20 °С/хв. піднімали температуру до 280 °С та утримували протягом 3 хв. без змін.

Обговорення результатів досліджень. Аналіз результатів ГРХ-МС досліджень сірки показав, що її хроматограма має вигляд широкої пологої смуги локалізованої в межах часу утримання від 9.09 до 15.58 хв. з максимумом на 15.54 хв. За базою NIST2008 сірка впевнено ідентифікується у двох модифікаціях - S_6 , час утримання якого 9.09÷12.09, та S_8 , час утримання 14.09÷15.58 хв. Характерні іони для ідентифікації: S_6 з масою 64, 128, 256 та відносною інтенсивністю 999, 298, 225 в порядку зростання мас; для S_8 - характерні іони з масою 64, 128, 192 та відносною інтенсивністю 999, 238, 669 – відповідно. Ширина хроматографічної смуги сірки дає підстави очікувати високу можливість накладання на неї хроматографічних піків імовірно супутніх ХОП, що спричиняє спотворення цільових мас-спектрів та ускладнює ідентифікацію. Зіставлення хроматограм стандартів сірки, ХОП та тебуконазолу дозволяє встановити ті речовини, присутність яких впливає на достовірність ідентифікації сірки.

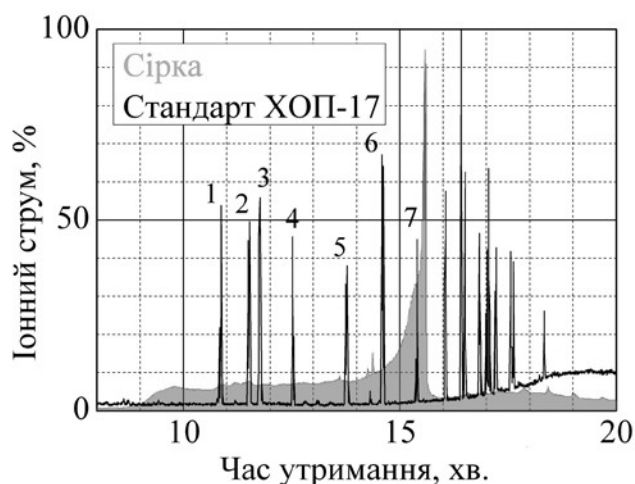


Рис. Хроматограми сірки – червоний колір, та ХОП – чорний колір: піки 1÷4 – α -, β -, γ -, δ -ГХЦГ; 5 – ГПХ; 6 – альдрин; 7 – ГПХ-епоксид; інші – решта аналітів.

З даного зіставлення витікає, що на хроматограму сірки накладаються сигнали ліндану та його ізомерів (1–4), ГПХ – 5, альдрин – 6, ГПХ-епоксид – 7. Проте отримані в зазначених вище умовах хроматографічні піки цих речовин мають напівширину майже на два порядки меншу від ширини смуги сірки. Отже для впевненої ідентифікації сірки за S_6

в присутності ХОП з числа ХОП-17 необхідно використовувати інтервал часу утримання $9.5 \div 10.5$. Ідентифікацію S_8 за її мас-спектром найкраще здійснювати в максимумі піку хроматограми сірки, який приходить на 15.54 хв.

Висновки. Показано, що в присутності таких ХОП, як ліндан, гептахлор, альдрін та гептахлор-епоксид, спотворюється мас-спектр сірки та ускладнюється її надійна ідентифікація. Встановлено, що використання зазначених вище умов ГРХ-МС дозволяє впевнено ідентифікувати сірку за базою даних мас спектрів NIST2008, а саме - S_6 при скануванні мас-спектрів в інтервалі часу утримання від 9.5 до 10.5 хв., та S_8 при скануванні мас-спектрів в околиці часу утримання 15.54 хв. Тебуконазол та решта досліджуваних ХОП ідентифікації сірки не заважають. Отримані результати використано для підтвердження ідентифікації сірки при проведенні передреєстраційних випробувань нових сумішевих фунгіцидних препаратів на основі сірки.

Література

1. Anastassiades M. "Fast and Easy Multiresidue Method Employment Acetonitrile Extraction/Partitioning and Dispersive Solid-Phase Extraction for the Determination of Pesticide Residues in Produce"/M. Anastassiades, S. J. Lehotay // J. AOAC Int.-2003.-V.86, p.412–431

УДК 634.11:631.8

ВМІСТ ОСНОВНИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА СТАН ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР ЯБЛУНІ ЗА ОСНОВНИМИ ФАЗАМИ РОЗВИТКУ

Садовська Вікторія Анатоліївна, Максін Віктор Іванович

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

SadovskaV@ukr.net

Яблуня – одна з небагатьох плодових культур, плоди якої довго зберігаються, не втрачаючи при цьому смаку. Яблука відносяться до особливо цінних продуктів, що мають не лише поживну, а й лікувальну цінність. В них знайдено більше десяти вітамінів, необхідних людині.

Для отримання яблук з гармонійним смаком і набором лікувальних властивостей в достатній кількості, необхідне збалансоване живлення дерев яблуні макро- і мікроелементами. Направлене регулювання живлення рослин з урахуванням вимог культури та сорту – запорука отримання максимального, генетично обумовленого рівня врожайності яблуні [2].

Позакореневе підживлення мікроелементами дає можливість в критичні періоди розвитку плодових культур (фази бутонізації, цвітіння, формування плодів) посилити метаболічні процеси, збільшити ступінь цвітіння, формування плодів, зменшити осипання зав'язі, розтріскування плодів, збільшити кількість плодів високої якості. Позакореневе підживлення добривами з мікроелементами сприяє накопиченню хлорофілів, посилюючи зростання азотних сполук в листі, які формують структурні елементи листа в цілому, що є особливо важливим для формування врожаю [1].

Природна родючість ґрунтів, відповідно й забезпечення рослин елементами живлення в повному обсязі проявляється за сприятливого водного, теплового та повітряного режимів. Плодові культури за рік виносять з 1 га ґрунту до 704 кг мінеральних речовин, зокрема: заліза – 900 г, бору – до 450 г, марганцю – близько 100 г, цинку – 80-90 г, міді – 70-80 г. Найбільше яблуня виносить з ґрунту елементів живлення у першій половині вегетації – фазі цвітіння, росту пагонів і плодів, закладання генеративних бруньок. У другій половині вегетації потреба в мінеральних речовинах зменшується, але триває навіть після опадання листя. Поглинені в цей період елементи живлення використовуються на синтез речовин, які відкладаються у рослині та витрачаються рано навесні до початку активної діяльності кореневої системи. За достатнього забезпечення

елементами живлення плодів культури активно ростуть та розвиваються, мають високу продуктивність і високу якість плодів [3].

Отже, профілактичні дози мікроелементів, що вносяться незалежно від складу ґрунту, не вплинуть на загальний вміст мікроелементів в ґрунті, але позитивно вплинуть на стан плодів дерев.

Список літератури:

1. Ермакова А.А. Эффективность некорневых подкормок микроэлементами плодовых культур, выращиваемых на разных агрохимических фонах / А.А. Ермакова // Агрохимический вестник: сб. науч. тр. – 2003. – № 1. – С. 32-33.

2. Рябцева Т.В. Применение в саду яблони биологических и минеральных удобрений при разных системах содержания междурядий / Т.В. Рябцева // Плодоводство : науч. труды / Национальная академия наук Беларуси, Ин-т плодоводства НАН Беларуси. – п. Самохваловичи, 2004. – Т. 16. – С. 119-126.

3. Булыгин С.Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве / С.Ю. Булыгин, Л.Ф. Демишев, В.А. Доронин и др.; под ред. С.Ю. Булыгина. – Днепропетровск : Изд-во "Січ", 2007. – 100 с.

МЕТАЛИ ЯК МІКРОНУТРИЄНТИ ТА СКЛАДОВІ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

УДК: 615.9:615.282: 620.3:546.57

ВИВЧЕННЯ ГОСТРОЇ ТОКСИЧНОСТІ КОМПОЗИЦІЇ МЕТРОНІДАЗОЛУ З НАНОЧАСТИНКАМИ СРІБЛА

С. Білоус, Л. Кобилінська, І. Нектегасв

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна
svitlana.bilous@gmail.com

Однією з вимог, які висуваються до потенційних лікарських засобів є оптимальне співвідношення між їх ефективністю дії та токсичністю. Тому при створенні нових лікарських засобів, токсикологічні дослідження, зокрема вивчення гострої токсичності, є одним із обов'язкових і важливих етапів фармацевтичної розробки.

На кафедрі технології ліків і біофармації Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького проводяться дослідження з фармацевтичної розробки антимікробних лікарських засобів, у яких як активні фармацевтичні інгредієнти застосовуються наночастинки металів, а також композиції наночастинок металів з відомими антимікробними речовинами.

Метою даної роботи є вивчення гострої токсичності *in vivo* композиції метронідазолу з наночастинками срібла, одержаної методом електронно-променевих нанотехнологій в Інституті електрозварювання імені Є.О. Патона, та лікарського засобу у формі таблеток на її основі у порівнянні з лікарським засобом метронідазолом при одноразовому введенні.

Гостру токсичність метронідазолу та його композиції з наночастинками срібла вивчали при одноразовому введенні доочеревинно, внутрішньошлунково та доведено на білих лабораторних мишах і щурах. Для визначення ЛД₅₀ метронідазол вводили щурам у дозах: при доочеревинному введенні – 300 мг/кг маси, 1500 мг/кг та 2750 мг/кг, при внутрішньошлунковому введенні *per os* – 6000 мг/кг маси та при доведеному введенні – 30 мг/кг маси. Композицію метронідазолу з наночастинками срібла вводили мишам доочеревинно одноразово у дозі 250 мг/кг та багаторазово через кожні 30 хв у сумарній дозі 1000 мг/кг маси (4 рази по 250 мг/кг). Спостереження за тваринами проводили впродовж 2 тижнів згідно з методичними рекомендаціями до доклінічних досліджень [1]. Статистичну обробку даних проводили відповідно до вимог ДФУ [2].

Результати дослідження гострої токсичності метронідазолу *in vivo* показали, що після введення метронідазолу щурам доочеревино у дозах 300 мг/кг та 1500 мг/кг маси, внутрішньошлунково – у дозі 6000 мг/кг маси та внутрішньовенно – у дозі 30 мг/кг маси протягом 2-х тижнів спостережень не виявлено інтоксикації у щурів. Всі тварини вижили та залишались активними до кінця експерименту. Проте після доочеревиного введення метронідазолу щурам у дозі 2750 мг/кг всі тварини загинули. Отже, можна стверджувати, що ЛД₅₀ метронідазолу становить 1700 мг/кг маси тіла. Після введення композиції метронідазолу з наночастинками срібла мишам доочеревино одноразово у дозі 250 мг/кг маси всі тварини вижили. Дану композицію вводили також багаторазово через кожні 30 хв в сумарній дозі 1000 мг/кг маси (4 рази по 250 мг/кг маси), оскільки розчинність метронідазолу не дозволяла збільшити дозування, а введення мишам більшого об'єму досліджуваної композиції призводило до перевищення межі об'єму допустимого введення. Під час спостереження за мишами спостерігали пригнічення загального стану, проте тварини швидко поверталися до норми і залишилися живими впродовж усього експерименту.

Таким чином, дослідження показало, що введення наночастинок срібла до субстанції метронідазолу методом електронно-променевих нанотехнологій не призводить до суттєвого зростання токсичності препарату. Досліджувану композицію метронідазолу з наночастинками срібла можна віднести до 4-го класу токсичності – малотоксичні речовини.

Література

1. Доклінічні дослідження лікарських засобів: Методичні рекомендації / За редакцією О.В.Стефанова. – К.: «Авіцена», 2001. – 528с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 1. - 1128 с., Т. 2. - 724 с., Т. 3. – 732 с.

УДК: 614.9

НОВІ ПІДХОДИ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ. БІОЛОГІЧНО АКТИВНИЙ ЙОД (У ФОРМІ «ЙОДІС-КОНЦЕНТРАТУ»), СЕЛЕН (Se) ТА МОЛЕКУЛЯРНИЙ ВОДЕНЬ (H₂) У ВЕТЕРИНАРНІЙ МЕДИЦИНІ

В. М Мельніченко, О. І. Віщур, М. М. Переста, М. І. Рацький, В. С. Стельмах, О. М. Мізерницький

Інститут біології тварин НААН, Україна
vishchur_oleg@ukr.net

Особливості порушень здоров'я тварин та наявність загальних патогенетичних синдромів у перебігу різних за етіологією хвороб зумовили можливість і необхідність розробки патогенетично обґрунтованої терапії і профілактики, що базуються на корекції патологічних процесів і оздоровленні тварин, не справляючи безпосередньої дії на етіологічний чинник захворювання. Новий сучасний напрям захисту і підвищення збереженості сільськогосподарських тварин у світі пов'язаний із створенням ефективних засобів патогенетичної терапії найбільш поширених захворювань. Такий тип ветеринарних препаратів дає змогу значно зменшити економічні збитки від інфекційних та неінфекційних захворювань навіть тоді, коли причинні фактори (етіологія) захворювання не з'ясовані, а специфічна профілактика інфекцій недостатньо ефективна або відсутня.

Вивчення механізмів патогенезу захворювань на базі нових уявлень про синдромальний характер патологічних процесів і поява нових класів безпечних і біологічно активних компонентів відкрили додаткові нові можливості для створення ефективних комплексних препаратів нового покоління. Кожний елемент такого

багатокомпонентного препарату має відповідати певній визначеній “мішені” в патогенетичному синдромі захворювання, а його включення до рецептури має бути зумовлене вимогами ефективності, екологічної безпеки та якості продукції від тварин, які отримують таке лікування. Таким чином, результативність терапії визначається відповідністю препарату або його компонента певному механізмові патогенезу, а також рівнем нешкідливості субстанцій-складників.

Нові перспективи у вирішенні цього завдання з’явилися останніми роками, що пов’язано з проведенням у світі філігранних досліджень з клітинної біології, біохімії та імунології, накопиченням нового масиву фактів. Певною несподіванкою для дослідників у різних імунологічних лабораторіях світу, які поділяють імунотрофічні, нутрігеномні підходи до корекції та відновлення імунного потенціалу та антиоксидантного захисту, став факт більшої есенціальності для функціонування вказаних систем захисту організму деяких імунотропних мікроелементів (Zn, Se, J, Cu, S, Co, та ін.) в порівнянні з відомими „імунопотенціюючими” вітамінами (A, C, E) або навіть імунорегуляторними пептидами та моно-, лімфокінами [1, 2]. В гуманній медицині препарати імунотропних мікроелементів сьогодні широко використовують з високою ефективністю для попередження та комплексного лікування багатьох видів імунозалежної патології.

Такий підхід був реалізований нами при розробці ефективних комплексних препаратів нового покоління для потреб ветеринарної медицини [3, 4]. Зокрема в останні роки досягнуто значних успіхів по розширенню і впровадженню в практику йодистих препаратів на різній основі. Такі препарати різняться між собою за лікувальною формою, методом застосування і технологією виготовлення. Засобом, який спроможний забезпечити організм імунним захистом і одночасним надходженням необхідної кількості йоду, а також який би легко засвоювався щитовидною залозою є «Йодіс-концентрат». Він створений силами українських вчених на чолі з академіком УТА В. М. Мельніченко. Це унікальна формула з’єднання багатоатомного іону йоду з молекулою води. Такий комплекс дає можливість максимально реалізувати біологічну та лікувальну властивість йоду й усунути токсичну дію, що характерна для атомарного йоду. В препараті «Йодіс-концентрат» вода і йод об’єднані в біологічно активний і термостабільний концентрат, який по ефективності і безпечності застосування є найбільш унікальним [5]. Важливим і необхідним елементом сучасного препарату для патогенетично обґрунтованої терапії ми вважаємо сполуки селену, позитивну дію якого при імунодефіцитних станах доведено експериментально [3, 4]. Йод і Селен підсилюють дію один одного, захищають організм від шкідливих речовин, що утворюються при розпаді токсинів. «Йодіс+Se» — це продукт нового покоління (ТУ У 15.7-30631018-011:2011) не токсичний, не викликає подразнюючої дії, з цінними властивостями для подолання дефіциту йоду та селену. Дуже важливим є те, що всі продукти отримуємо збагаченими йодом та селеном природнім шляхом до оптимальних норм.

Поряд з цим надзвичайно важливим для патогенетично обґрунтованої терапії є застосування синбіотиків і сорбентів, і, зокрема, розробленого нами препарату «Ентеронормін Детокс». Це кормовий синбіотик-сорбент пробіотичної дії з гепатопротекторними властивостями. Його застосовують для нейтралізації токсичного навантаження (мікотоксини), відновлення травної здатності шлунково-кишкового тракту, після порушень його функцій внаслідок дії поліетіологічних факторів, покращення функцій печінки зняття стресів, підвищення імунітету тощо.

В наших дослідженнях, проведених на хворих на лейкоз коровах, констатовано імунорегуляторний та антитоксичний вплив препаратів «Йодіс+Se» і «Ентеронормін Детокс». Зокрема показано, що застосування коровам дослідної групи препаратів істотно не впливало на абсолютну кількість лейкоцитів у крові, водночас спричиняло збільшення Т-лімфоцитів (загальних, активних і теофілін резистентних) та В-лімфоцитів і підвищувало їх функціональну активність за рахунок розширення рецепторного поля імунокомпетентних клітин. При цьому у сироватці крові РІД-позитивних корів після

застосування вказаних препаратів зафіксовано зменшення вмісту ЦІК і МСМ, що свідчить про нормалізуючий вплив складників на клітинну ланку імунної відповіді організму.

З урахуванням нових сучасних уявлень про окисно-відновний потенціал (ОВП) і важливість його для підтримання метаболічного гомеостазу організму, і, особливо за умов окисдаційного стресу нами створений новий препарат «Водіс». Це комплекс на основі якісної води, який містить біологічно активний йод (БАЙ), у формі «Йодіс-концентрату», і молекулярний газоподібний водень (H_2), розчинений у даному водному комплексі. Параметри «Водісу»: вміст БАЙ 150 мкг/дм³, ОВП більше мінус 200 mV. У дослідженнях, проведених нами на лабораторних тваринах, було встановлено, що застосування препаратів «Водіс» і «Водіс+Йодіс-концентрат» суттєво підвищує супероксиддисмутазу, каталазу і глутатіонпероксидазу активність (медіаторів ферментативного антирадикального захисту), зменшує вміст молекул середньої маси (маркерів інтоксикації) і рівень пероксидного окиснення ліпідів (ТБК-активних продуктів і гідроперекисів ліпідів) у крові, сприяє відновленню фізіологічного статусу організму після оксидантного стресу, спричиненого тетрахлорметаном. В інших експериментальних дослідженнях, проведених нами на спортивних конях, було підтверджено позитивний вплив вказаних препаратів на активність ферментативної ланки системи антиоксидантного захисту і процеси пероксидного окиснення ліпідів. Причому відновлення досліджуваних клінічних, гематологічних, біохімічних та імунологічних показників до норми після фізичного навантаження проходило швидше у коней, яким застосовували досліджувані препарати.

У цілому проведені дослідження показали високу ефективність застосування вказаних мікроелементів у складі розроблених препаратів, як засобів патогенетичної терапії у тваринництві та ветеринарній медицині.

Література

1. *Cromwell G.L.* Trace minerals in pig production // *Pig Progress*. 2008. – 24 (4)– P.15-17.
2. *Bartyjett J.R., Smith M.O.* Effects of different levels of Zinc on the perfomancw and immunocompetence of broilers under heat stress // *Poult.Sci.* 2003. – Oct 82(10). – P. 1580-1588.
3. *Імунотропні засоби у профілактиці вторинних імунодефіцитів у поросят і телят* /О.Віщур, І.Кичун, І.Скорохід, Н.Салига, Н.Янович, Я.Ковальчук, В.Квачов, Т.Сокирко // Тр. III Українсько-Австрійського симпозиуму “Сільське господарство, наука і практика”. – Чернівці, 2000р. Third Symposium Ukraine-Osterreich. Landwirtschaft Wissenschaft und Praxis, Tschernivci, 2000. P. 141.
4. *Квачов В.Г., Сокирко Т.О., Віщур О.І.* Новий клас імунопротекторних та ад’ювантних препаратів для профілактики хвороб продуктивних тварин // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини. – Львів, 2001. – Т.3(2). – С.64-66.
5. *Мизерницький А.М., Синяговский Ю.Н., Переста М.М.* // Эксклюзивные технологии - 2018. – № 2. с.3

**ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД *STELLARIA MEDIA* ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ
ВИКОРИСТАННЯ У МЕДИЦИНІ ТА ВЕТЕРИНАРІЇ**

Наталья Воробець

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна

**ELEMENTAL COMPOSITION OF *STELLARIA MEDIA* AND PERSPECTIVES OF ITS
USE IN MEDICINE AND VETERINARY**

Natalia Vorobets

Danylo Halytsky Lviv National Medical University, 69, Pekarska Str., Lviv 79010, Ukraine

vorobetsnatalia@gmail.com

Introduction. *Stellaria media* (Chickweed) is an excellent wild edible annual herb growing throughout the continental Europe (Caryophyllaceae family). Its' apical parts can be used in salads or cooked. This plant species is widely used in folk medicine of Ukraine and other countries, but only in some homeopathic remedies. Leaves and seeds harvested in the summer are used as infusion, and leaves as juice. The parts are dried in the sun and baths are recommended to cleanse the skin disorders (itching, eczema, stinging, psoriasis, insect bites, dry skin,) or wrap on irritated parts. It is useful for calms and disinfects all internal membranes (mouth, throat, stomach ulcers). This is an invaluable remedy for cirrhosis of liver and cancer of liver of first and second stages (Ma, et al., 2012, Liu, C et al., 2016). The main features of the remedy are mostly related to rheumatism of all nature, arthritis, bronchitis, asthma, conjunctivitis, constipation, upset stomach, obesity and blood disorders (Rani et al., 2012). Its many properties are also due to its chemicals and to high nutritional value. It contains steroid saponins, vitamins, chlorophylls, proteins, various mineral salts (Guerrero et al., 1998). *Stellaria media* has not gained much importance as medicine due to lack of whole information about its chemical constituents and sustained scientific evidence of its medicinal effectiveness. The aim of the study was to research elemental constituents of *S. media* L., Vill. herb from the outskirts of Lviv city (Western Ukraine).

Material and methods. The fresh plants of *S. media* were collected from the cultivated fields with bean and leek, on the well-fertilized manure soil in the southwestern outskirts of Lviv. Loss on drying, heavy metal analysis (Chromium, Cobalt, Copper, Iron, Manganese, Strontium, Zink, Lead, Cadmium), were determined by the atomic-adsorption method (Vlizlo et al., 2012).

Results and discussion. Among noted 9 elements the major components concentration in *S. media* herb were iron ($599.6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) and zink ($53.7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). The concentration of the remaining essential elements varied within $2.0\text{--}83.4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. The concentration of cadmium and lead was 0.9 and $5.7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, respectively.

Conclusion. An interpretation of the data is most important so as even large amounts of essential elements can prove toxic. Comparison of daily consumption, toxic dose and lethal dose of a certain element for a person with its contents in a medicinal plant gives an opportunity to determine partially the possibility of using this plant species as a source of this element and minimize the risk to humans.

References

1. Guerrero J.L.G., Giménez Martínez J.J., Isasa M.E.T. Mineral Nutrient Composition of Edible Wild Plants. J. of Food Composition and Analysis. 1998; (11, 4): 322-328.
2. Liu C., Dai L.H., Dou D.Q.; et al A natural food sweetener with anti-pancreatic cancer properties. Oncogenesis. 2016; 5: e217.
3. Ma, L., Song, J., Shi, Y., et al. Anti-hepatitis B virus activity of chickweed (*Stellaria media* (L.) Vill.) extracts in HepG2.2.15 cells. Molecules. 2012; 17: 8633–8646.

4. Rani N., Vasudeva N., Sharma S. K. Quality assessment and anti-obesity activity of *Stellaria media* (Linn.) Vill. BMC Complement Altern Med. 2012; 12: 145.
5. Vlizlo V.V., Fedoruk R.S., Ratych I.B. Laboratory methods of investigation in biology, stock-breeding and veterinary. - Lviv, 2012. - 764 p. (in Ukraine).

УДК 613.22:613.27

СТАН ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИНКОМ І МІДДЮ ХАРЧОВИХ РАЦІОНІВ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ М.КИЄВА.

Гуліч М.П., Любарська Л.С., Ємченко Н.Л., Моїсєнко І.Є.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМНУ», Україна
liubarskals@gmail.com

Дослідження забезпеченості населення України біоелементами та встановлення причин дефіциту їх в раціоні харчування є важливим напрямком у профілактиці гіпоелементозів.

Особливої уваги потребує вивчення забезпеченості харчового раціону мікроелементами саме дитячого населення, адже дефіцит біоеlementів призводить до затримки фізичного та статевого розвитку та викликає порушення імунної системи [1,2].

Нами була проведена оцінка забезпеченості дітей 3 - 6 років м. Києва біоелементами цинком і міддю, значення яких у забезпеченні життєдіяльності людського організму загальновідомо, а проблема їх дефіциту привертає увагу світової спільноти.

Вміст цинку та міді в харчових раціонах досліджували лабораторним та розрахунковим методами.

Для проведення лабораторних досліджень були відібрані харчові раціони дітей у трьох дошкільних навчальних закладах (ДНЗ) м.Києва. Раціони, які включали всі блюда за день, відбирали кожного дня протягом двох тижнів. Дослідження проводили у жовтні місяці 2014 р. Фактичний вміст цинку та міді в раціонах визначали методом інверсійної вольтамперометрії на аналізаторі АВА-1 у відповідності з затвердженими методиками.

Для розрахункового методу використовували меню - розкладки за раціонами дошкільних навчальних закладів та довідкові дані таблиць «Химический состав пищевых продуктов», 1987р [3].

Рівень добового надходження цинку та міді з харчовими раціонами дітей віком 3-6 років оцінювали за його відповідністю до норми фізіологічної потреби населення України в основних речовинах та енергії (наказ МОЗ України від 18.11.1999р. №272).

Вміст мікроелементу цинку і міді в раціонах дітей ДНЗ, які досліджували лабораторним та розрахунковим методом представлені в таблиці 1.

Із таблиці видно, що в середньому фактичний вміст цинку в раціонах (лабораторний метод) дітей становить всього 2,38 мг, що на 76% менше за його добову потребу для дітей даного віку що становить 10 мг.

Таке положення із забезпеченням цинком дітей дошкільного віку, характерно для інших регіонів України. За даними Черенкова В.М. з співавторами [4] у дітей 3-6 років, які мешкають у Донецькому (індустріальному) і Сумському (аграрному) регіонах спостерігається також недостатнє добове надходження цинку з раціонами харчування. Так, з добовим раціоном, до організму дітей надходить 2,5 і 2,3 мг цинку відповідно до регіону. Приймаючи до уваги роль цинку в розвитку і функціонуванні імунної системи такий дефіцит його, на наш погляд, може вплинути на стан здоров'я дітей, а саме на імунітет.

Фактичний вміст міді в харчових раціонах дітей у 3-х дошкільних навчальних закладах, в середньому становить 0,50 мг, що відповідає встановленій нормі його

фізіологічної добової потреби - 0,3-0,7мг для дітей віком 3 роки. Але даний вміст міді (0,50 мг) в харчових раціонах дітей 4-6 років на 58 % не задовольняє їх добову фізіологічну потребу яка становить 1,2 мг.

Таблиця 1. Вміст цинку і міді у раціонах дітей ДНЗ м.Києва.

Дошкільні навчальні заклади м. Києва		Фактичний вміст цинку в раціоні, М±m, мг	Розрахований вміст цинку в раціоні*, мг	Фактичний вміст міді в раціоні, М±m, мг	Розрахований вміст міді в раціоні*, мг
І району м. Києва	1 тиждень	2,19±0,25	0,31±0,02	0,65	5,64
	2 тиждень	2,36±0,22	0,46±0,01	0,61	5,70
ІІ району м. Києва	1 тиждень	2,28±0,23	0,61±0,09	0,59	6,55
	2 тиждень	2,35±0,29	0,46±0,04	0,57	6,07
ІІІ району м. Києва	1 тиждень	2,60±0,30	0,66±0,08	0,60	5,95
	2 тиждень	2,47±0,17	0,52±0,04	0,60	6,46
Середні значення		2,38	6,00	0,50	0,95

*Розрахунок за довідниковими таблицями під ред. Скурихіна І.В., 1987р

Дані отримані розрахунковим методом відрізняються від результатів лабораторних досліджень. Так вміст цинку в раціонах визначений розрахунковим методом в середньому становить 6,00 мг, що менше на 40% за норму добової фізіологічної потреби. Вміст міді в харчових раціонах в середньому складає 0,95 мг що перевищує верхню межу норми добового споживання для дітей 3-х років на 36%. Проте для дітей 4-6 років даний вміст міді не задовольняє їх добову фізіологічну потребу на 21%. Це свідчить про те, що фактичні дані вмісту цинку і міді в раціонах дітей вдвічі менші за розраховані за довідником вісімдесятих років минулого століття і об'єктивно підтверджує необхідність проведення широкомасштабних досліджень з вивчення хімічного складу сучасних харчових продуктів та оновлення застарілих довідників.

Таким чином, результати наших досліджень дозволили встановити, що раціони харчування дітей віком від 3 до 6 років в м. Києві не забезпечують їх норму фізіологічної потреби в цинку та міді, що може суттєво вплинути на стан їх здоров'я. Вважаємо, що питання забезпеченості дітей дошкільного віку цинком і міддю потребують подальшого вивчення з проведенням досліджень в інших регіонах України.

Література

1. Біологічна роль макро- та мікроелементів в організмі дитини. діагностика диселементозів / Н.В. Нагорна, О.В. Бордюгова, Г.В. Дубова, М.О. Цуркан, В.В. Алферов, В.Л. Піклун // Актуальні проблеми транспортної медицини. — 2010. — № 3. — С. 99-104.
2. Шадрін О.Г., Гайдучик Г.А. Проблемні питання харчування дітей раннього віку та шляхи їх вирішення. Укр. мед. часопис. —2016. —№2. — С. 68 — 69.
3. Химический состав пищевых продуктов : справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, микро- и макроэлементов, органических кислот и углеводов. - Кн. II / под. ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1987. – 360 с.

4. Черенков В.М., Нелепа А.Є., Болтач Л.В. Гігієнічна оцінка потенційного аліментарного добового надходження міді та цинку до організму дітей та підлітків Донецького індустріального та Сумського аграрного регіонів / Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії : 20-21 верес. 2012 р. (Львів). — Львів, 2012. — С. 222-224.

УДК 613.2:661

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЦИТРАТІВ БІОЕЛЕМЕНТІВ, ОТРИМАНИХ ЗА АКВАНАНОТЕХНОЛОГІЄЮ ДЛЯ ПРОФІЛАКТИКИ ГІПОЕЛЕМЕНТОЗІВ

Гуліч М. П., Ємченко Н. Л., Харченко О. О., Ященко О.В.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМНУ», Україна

Gumara@ukr.net: kharchenko_belan@ukr.net

Для профілактики гіпоелементозів найбільш перспективним напрямком є збагачення мікроелементами харчових продуктів щоденного масового вжитку, що дозволить проводити корекцію раціону широких верств населення. На індивідуальному рівні це питання можна вирішувати шляхом підбору продуктів з максимальним вмістом потрібних мікроелементів, а також вживанням відповідних дієтичних добавок (ДД).

Проте на сьогодні як для збагачення продуктів, так і для створення дієтичних добавок (ДД) в більшості використовують мікроелементи у вигляді неорганічних солей, засвоюваність яких дуже низька, а аніони солей несумісні з організмом.

З огляду на вищенаведене, нами запропоновано для профілактики гіпоелементозів використовувати цитрати біометалів, які є продуктами новітньої аквананотехнології [1], а точніше продуктами взаємодії свіжоотриманих наночастинок цинку, магнію, заліза і германію з лимонною кислотою. Як показали наші дослідження, вони є водними розчинами цитратів-комплексів з невеликим надлишком лимонної кислоти, який сприяє більшій закомплексованості металу і, отже, більшій його доступності і ефективності біологічної дії.

За умови достатньої кількості лимонної кислоти (це можна встановити за рН розчинів) вони не містять вільних наночастинок біоелементів і безпечні як і звичайні цитрати-солі, що відзначаються високою сумісністю з організмом. та

Ці цитрати біометалів є хелатними комплексами досить високої стійкості, достатньої для виконання своєї транспортної функції в організмі, що дозволяє уникнути залежності від його лігандного гомеостазу. При цьому їхня стійкість менша за стійкість внутрішньокоординаційних сполук металів з біологічно активними лігандами організму (амінокислотами, ферментами тощо). Це обумовлює поступове, в міру потреби, вивільнення металу із його цитрату за конкурентними реакціями і швидке включення його в фізіологічні і біохімічні процеси організму, що посилює ефективність його біологічної дії [2].

Нами встановлено, що у порівнянні з неорганічними формами біоелементів та цитратами-солями, цитрати отримані за аквананотехнологією (далі Н-цитрати) значно менш токсичні і більш ефективні як стимулятори біологічних процесів у організмі, а також більш хімічно чисті [3].

Практичне використання Н-цитратів методично забезпечується скрінінговим методом контролю їхньої безпечності за величиною рН [4], а також простими, дешевими, експресними та точними методами визначенням в них вмісту біоелементів та цитрат-іону, які доступні і можуть використовуватись контролюючими лабораторіями.

Тому вони мають віднайти належне місце у харчовій промисловості при збагаченні харчових продуктів макро- чи мікроелементами, у виробництві дієтичних добавок та продуктів для спеціальних медичних цілей, у виробництві продуктів для ентерального

харчування, а також у фармацевтичній промисловості, у спортивному і фітнес-харчуванні, оскільки для підтримки біохімічного гомеостазу організму при значних фізичних навантаженнях для регулювання лактатного метаболізму та кислотно-лужної рівноваги в організмі потрібні саме залізо, магній, цинк і лимонна кислота. Н-цитрати біоелементів мають слабокислий майже нейтральний смак і, як доведено нами [3], не містять шкідливих домішок. Це дає змогу застосовувати їх для збагачення біоелементами кисломолочних продуктів, безалкогольних напоїв, соків, кондитерських та хлібобулочних виробів, плодово-ягідну та плодово-овочеву консервовану продукцію, загалом харчову продукцію, в яку додають лимонну кислоту, а також для збагачення дитячого харчування, харчових концентратів, солі, цукру.

Особливо перспективним є збагачення раціону харчування населення великих промислових міст Н-цитратом цинку. Його роль двояка. По-перше, це покриття його дефіциту, обумовленого крім недостатнього надходження цинку до організму людини, падінням його рівня в організмі за рахунок конкуруючої взаємодії зі свинцем, джерелом надходження якого до організму є автотранспорт. По-друге – його протекторна дія при свинцевій інтоксикації [5].

Необхідно також відзначити, що нанотехнологічний шлях отримання цитратів мікроелементів економічно більш вигідний, а екологічно – більш чистий, ніж їхній хімічний синтез.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Коденцова В. М. Пищевые продукты, обогащенные витаминами и минеральными веществами: их роль в обеспечении организма микронутриентами / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // Вопросы питания. – 2008. - № 4. – С. 16-25.
2. Патент України на корисну модель № 39392. Спосіб отримання карбоксилатів харчових кислот з використанням нанотехнології / М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко. Опубл. 25.02.20094 бюл. № 4/2009.
3. Харченко О. О. Гігієнічна оцінка цитратів біометалів, отриманих за допомогою аквананотехнології / О. О. Харченко // автореф. на здобуття ступеня канд. біол. наук. – Київ. – 2015. – 20 с.
4. Патент України на корисну модель № 114620 Спосіб оцінки безпеки продуктів, отриманих за допомогою аквананотехнології / Сердюк А. М., Гуліч М. П., Ємченко Н. Л. та ін. // Опубл. 10.03.2017. бюл. № 5/2017.
5. Профілактика розвитку диселементозів у населення техногенно забруднених територій / Е. М. Білецька, Н. М. Онул, Д. М. Горбачев та ін. // Методичні рекомендації. Дніпро. – 2018 р.

УДК 613.28

ВПЛИВ НА ХАРЧОВУ ТА БІОЛОГІЧНУ ЦІННІСТЬ ГРИБНОГО МІЦЕЛЮ ЦИТРАТІВ БІОЕЛЕМЕНТІВ, ОТРИМАНИХ ЗА АКВАНАНОТЕХНОЛОГІЄЮ

М. Гуліч, Н. Ємченко, О. Ященко, О. Ольшевська

Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України»,
м. Київ

gumapa@ukr.net

У наш час як потенційний резерв харчових та біологічно активних речовин розглядаються продукти біотехнології – культивовані гриби, і переважно, їхній міцелій [1]. Високу біологічну активність грибної сировини в числі інших факторів забезпечують мікроелементи [2]. Враховуючи загалом високу біоактивність ряду біоелементів у вигляді їхніх цитратів, отриманих за аквананотехнологією [3, 4] цікаво було дослідити їхній вплив

на ці об'єкти. З цією метою нами оцінювалась харчова та біологічна цінність міцелію лікарського гриба *G.lucidum* (ганодерма), який культивувався глибинним методом на рідкому глюкозо-пептонному поживному середовищі, збагаченому цитратами Zn, Ge, Se, отриманими за вищезгаданою технологією, і для порівняння на незбагаченому середовищі (контроль № 1) і такому ж середовищі, збагаченому ZnSO₄ (неорганічною формою Zn).

В сухій біомасі визначався вміст білка за методом Кьельдаля, жиру – екстракційним методом, полісахаридів – ваговим методом; вітаміну А і вітамінів групи В (В₁, В₂, В₆ і РР) методом ВЕРХ; амінокислотний склад білка міцелію – на амінокислотному аналізаторі Т 339 – Microtechna та жирнокислотний склад жиру – методом газорідної хроматографії.

Встановлено, що введення в поживне середовище цитратів Se і особливо цитрату Zn призводить до підвищення рівня білка в біомасі міцелію відповідно на 36 і 47 %, причому цей білок містить всі 18 амінокислот. Цитрат Zn підвищує загальний вміст амінокислот на 47 %, цитрат Se – на 24 %, а сульфат Zn – на 20 % (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняльна оцінка вмісту азоту та загального білка в міцелії гриба *G.lucidum*

Показник	Варіант поживного середовища (M±m); n=5				
	контр оль № 1	контро ль № 2	з ZnCit	з SeCit ₂	з GeCit ₂
Загальний азот, г/100 г	3,30±0 ,89	3,98±0 ,21*	4,80 ±0,18*	4,5 0±0,24*	3, 29±0,15
Загальний білок (n x 4,38), г	14,45	17,47	21,0 2	19, 71	14 ,41

Примітка. * - різниця з контролем достовірна, p < 0,05

Цинк крім того, спричиняє підвищення скору основної лімітуючої амінокислоти лізину білка грибів від 28 % до 63 %. Введення в поживне середовище цитрату Zn призводить також до більш ніж 2-кратного підвищення індексу поживності білка (табл. 2).

Таблиця 2. Показники біологічної цінності міцелію гриба *G.lucidum*

Показники	Варіант поживного середовища				
	контроль № 1	контроль № 2	з ZnCit	з SeCit ₂	з GeCit ₂
Вміст білка, %	14,5	17,5	21,0	19,7	14,4
АМ-СКОР	28	33	63	23	28
Індекс поживності	4,0	5,8	13,2	4,5	4,0

Як бачимо, введення в поживне середовище цитратів Zn і Ge викликає майже 2-кратне підвищення вмісту жиру в міцелії грибів. Причому, цитрат Zn обумовлює достовірно більший вміст жиру в міцелії, ніж його сульфат. Цитрат Se, який не стимулює процес жирутворення, суттєво змінює жирнокислотний склад жиру в сторону підвищення вмісту ліноленової кислоти (ω₃) до 49,5 % при майже повній відсутності стеаринової - 0,13 %. Значний вміст суми лінолевої (ω₆) і ліноленової (ω₃) жирних кислот від 30,60 % до 72,85 % та олеїнової жирної кислоти до 22,79% свідчить про високу біологічну цінність жиру міцелію гриба *G.lucidum*.

Результати визначення загального вмісту жиру та аналізу його жирнокислотного складу подано в табл.3.

Таблиця 3. Вміст жиру в міцелії гриба *G.lucidum* та його жирнокислотний склад

Середовище	Загальний вміст жиру, %, (M±m); n=5	Вміст НЖК, %		Вміст МНЖК/% олеїнова	Вміст ПНЖК, %		Σ (ω ₃ +ω ₆), %
		пальмітинова	стеариннова		лінолева (ω ₆)	лінолено-ва (ω ₃)	
з ZnSO ₄	8,97±0,61	16,35	5,45	18,81	52,30	1,63	53,93
з ZnCit ₂	12,50±0,45*	22,05	8,63	22,79	29,75	0,85	30,60
з SeCit ₂	5,80±0,52	16,72	0,13	5,05	23,36	49,49	72,85
з GeCit ₂	11,20±0,76*	17,17	5,66	21,53	49,55	0,50	50,05

Примітка. * різниця з контролем достовірна, p < 0,05

Встановлено достовірне підвищення вмісту полісахаридів - основного компоненту вуглеводів грибного міцелію, у всіх дослідних варіантах, а також на 17,3 % вищий вміст полісахаридів у варіанті з додаванням цитрату Zn в порівнянні з його сульфатом.

При дослідженні вітамінного спектру міцелію гриба *G.lucidum* встановлено, що введення в поживне середовище цинку, особливо у вигляді його цитрату та в меншій мірі цитрату Se і цитрату Ge, продукує синтез вітаміну С. Так, для цинку має місце 8-кратне підвищення рівня його вмісту, для селену – 3-кратне, для германію 2-кратне.

Цитрати Ge і Se сприяють підвищенню в міцелії вмісту вітаміну B₆ в 34 рази і вітаміну B₂ - в 2 рази. Цитрат Se найефективніше стимулює синтез ніацину (до 30-кратної величини) і вітаміну А (до 4-кратної величини). Цитрат Ge підвищує вміст вітаміну А в міцелії у 6 раз. У присутності цитрату Zn виявлено достовірне збільшення вмісту всіх дослідних показників вітамінного спектра. Наявність у біомасі вітамінів антиоксидантного ряду (С і А) та селену робить перспективним створення на його основі спеціальних продуктів антиоксидантної спрямованості.

Таким чином встановлено, що досліджені цитрати Zn, Se і Ge, а особливо Zn і Se характеризуються високою білоксинтезною і вітамінсинтезною активністю і перспективні для отримання цінної грибною сировини.

Список літератури

1. Бисько Н.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода Вешенка / Н.А. Бисько, И.А. Дудка. – К. : Наукова думка, 1987. – 145 с.
2. Влияние ионов меди, свинца и кадмия на рост мицелия и состав липидов *PLEUROTUS OSTREATUS* / Л.Ф. Николайчук, Е.Е. Шубина, О.А. Розенцвет и др. // Микология и фитопатология. – 2004. - Том 39, вып. 2. - С. 56-61.
3. Гуліч М.П. Цитрати біогенних металів – перспективне джерело збагачення їстівних та лікарських грибів мінеральними речовинами / М.П. Гуліч, Н.А. Бисько, О.В. Яценко та інші // Довкілля та здоров'я. – 2012. - № 1 (60). С. 75-80.
4. Гуліч М.П. Цитрат цинку, отриманий за аквананотехнологією: хімічна та біологічна характеристика (оцінка хімічної чистоти та біологічної доступності) / М.П. Гуліч, Н.Л. Ємченко, О.В. Яценко та інші // Довкілля та здоров'я. – 2011. - № 2 (58). С. 44-49.

ІННОВАЦІЙНИЙ СПОСІБ ЗБАГАЧЕННЯ МАГНІЄМ СУХИХ КОНЦЕНТРАТІВ ІЗ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

Оксана Кочубей-Литвиненко, Олена Білик

Національний університет харчових технологій

Контактна електронна адреса - okolit@email.ua

Проблема дефіциту цілого ряду мінеральних речовин в раціоні харчування середньостатистичної людини залишається недостатньо вирішеною. На особливу увагу заслуговують, так звані, біоелементи, що забезпечують життєдіяльність організму людини [1]. Дефіцит цих макро- і мікроелементів в організмі супроводжується специфічними структурними та функціональними порушеннями, тому збагачення продовольчої сировини та харчових продуктів біоелементами є актуальним.

Найбільш поширеним способом поповнення дефіциту мінеральних речовин в харчових продуктах є внесення солей неорганічних кислот. Однак більшість відомих препаратів погано розчиняються у воді, мають неприємний гіркий смак, що може негативно вплинути на органолептичні властивості харчових продуктів, та є неприпустимим відповідно до вимог збагачення харчових продуктів [2]. До того ж мінерали в такій формі мають низьку біологічну доступність [1].

Сучасні наукові досягнення відкривають широкі перспективи для виробництва та використання нових форм препаратів біогенних металів, зокрема, у вигляді гідратованих чи цитратованих наночастинок металів (наноаквахелатів), отриманих внаслідок ерозійно-вибухової нанотехнології та електроіскрового диспергування струмопровідних гранул металів [3-4]. Протягом останніх 10 років препарати біогенних металів, створені із залученням нанотехнологій, починають використовувати в медицині, ветеринарії, рослинництві, парфумерній та харчовій індустрії.

Застосування водних колоїдних розчинів металів в технології сухих молочних продуктів нераціональне з огляду на додаткове додавання води. Перспективним в цьому напрямі є вивчення доцільності збагачення молочної сироватки цінними мінеральними елементами, зокрема магнієм, під час об'ємного електроіскрового диспергування струмопровідних гранул металів безпосередньо в її середовищі.

Електроіскровий спосіб оброблення реалізовували на лабораторній установці, що складається з генератора розрядних імпульсів, розрядної камери з магнієвою електродною системою та струмопровідним прошарком гранул магнію; блоку управління; вимірювальних і допоміжних приладів. Дослідження проводили за напруги 85 ± 5 В, ємності конденсатора 100 мкФ та тривалості оброблення від 30 до 180 с.

Встановлено, що наслідком електроіскрового диспергування гранул магнію було отримання частинок в нано- та мікророзмірному діапазонах (від 50...70 нм до 5 мкм). Дисперсним аналізом частинок, проведеним на аналізаторі Malvern Instruments, визначено, що середній розмір частинок Mg складав 118 ± 5 нм.

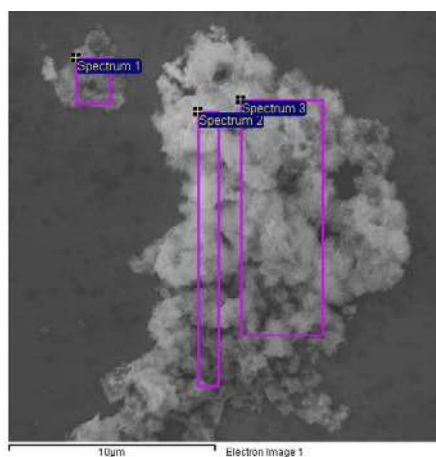
В лабораторії аналітичної хімії та моніторингу токсичних речовин ДУ «Інститут медицини праці НАМН України» методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою (прилад Optima 2100 DV) встановлено, що за умови електроіскрового оброблення вміст магнію у молочній сироватці збільшувався в середньому у 1,8 – 4,0 рази залежно від тривалості оброблення.

Електронно-мікроскопічні дослідження та ідентифікація елементного складу частинок магнію та їх агрегатів (рис. 1, а, б) дозволили зробити припущення про формування як оксидних, так й металевих фаз під час виникнення електроіскрових розрядів між електродами у рідині. Мікрофракція частинок Mg представлена переважно оксидною фазою (рис. 1, а,б), про що свідчить співвідношення металу та кисню у

перерахунку на атомарний вміст. Зазначене співвідношення відповідає стехіометричному складу цих елементів у оксидних фазах MgO .

Елементний ваговий склад окремих частинок магнію та їх агрегатів (рис. 1, а) вказує, що наявний кисень тільки частково відноситься до оксидної фази. Надлишок кисню, який не відповідає стехіометричному складу оксидної фази магнію, ймовірно формує кисневмісну поверхню частинок. Це припущення підтверджується дослідженнями елементного вагового складу частинок інших металів, зокрема срібла, отриманих внаслідок електроіскрового диспергування гранул [4].

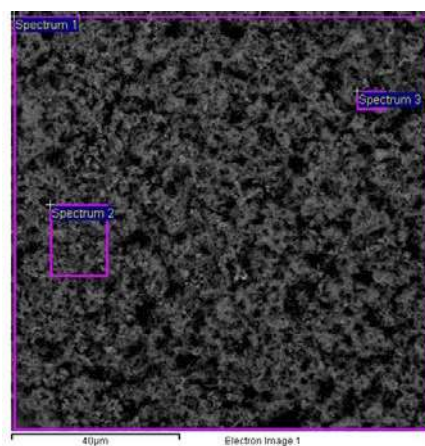
Слід відмітити практичне значення утворення оксиду магнію під час електроіскрового процесу для технології сухих молочних продуктів, оскільки відомо, що зазначений оксид відіграє роль антизлежувальної харчової добавки (Е 530). Експериментально доведено, що суха молочна сироватка (СМС), вироблена із сировини, обробленої електроіскровими розрядами, характеризувалась низьким ступенем злежування протягом 12 місяців зберігання (до 2,2 %). Тоді як ступінь злежування СМС, виробленої за традиційною технологією та із залученням мембранних методів оброблення сировини, становив 24,6 і 16,4 % відповідно.



а)

Mg = 32,22 % мас.

O = 67,78 % мас.



б)

Mg = 43,46 % мас.

O = 56,54 % мас.

Рис. 1 Електронне зображення та елементний склад частинок магнію і їх агрегатів в надосадовій рідині (а) та осаді (б)

Список літератури

1. Скальный А.В. Биозлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: Издательский дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. – 272 с
2. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Позняковский; под общ. ред. В. Б. Спиричева. – 2-е изд. – Новосибирск: Сиб. универ. изд-во, 2005. – 548 с.
3. Патент України на корисну модель № 29856. Спосіб отримання аквахелатів нанометалів «Ерозійно-вибухова нанотехнологія отримання аквахелатів металів» // Косінов Н.В., Каплуненко В.Г. / МПК (2006): B01J 13/00, B82B 3/00. Опубл. 25.01.2008. Бюл. № 2. 2008.
4. Лопатько, К. Г. Образование наноразмерной фракции металлов при электроискровой обработке гранул / К. Г. Лопатько, В. В. Олишевский, А. И. Маринин, Е. Г. Афтандиянц // Электронная обработка материалов. – 2013. – № 49 (6). – С. 80-85.

ЕРИТРОПОЕТИЧНА ДІЯ ЗАЛІЗА У СКЛАДІ НАНОЧАСТИНОК МАГНЕТИТУ З РІЗНИМ ПОКРИТТЯМ

Олександр Семака, Євген Мокляк, Ганна Цуркан, Олена Важнича
ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія», Україна, м. Полтава
lamps11@rambler.ru

Одним із напрямків нанофармакології є дослідження наночастинок (НЧ) заліза та його оксидів, зокрема магнетиту (Fe_3O_4). Фармакологічні властивості таких частинок залежать від розміру, покриття, магнітних характеристик та присутності в їх складі заліза [1]. Властивості НЧ магнетиту викликають інтерес завдяки можливості їх використання для контрастування під час магнітно-резонансної томографії та лікування злоякісних новоутворень шляхом магнітного таргетингу й гіпертермії, але завдяки ним може досягатись і фармакологічна корекція анемічних станів [2]. Застосування в медицині потребує стабілізації НЧ магнетиту в рідкому середовищі, що зумовлює пошук адекватних покривних агентів і в кожному випадку потрібно знати, як впливають ці агенти на розвиток фармакологічного ефекту нанозаліза. Мета дослідження – порівняти ефекти трьох видів НЧ магнетиту при корекції гематологічних порушень, викликаних гострою крововтратою.

Нами був використаний конденсат НЧ магнетиту розмірами 5-8 нм, осаджених у кристали натрію хлориду шляхом електронно-променевої технології у вакуумі [3]. На основі цих НЧ готували колоїдні розчини без додаткових стабілізуючих речовин, зі стабілізацією полівінілпіролідом (ПВП) або з одночасним покриттям ПВП та метилетилпіридинолу сукцинатом (мексидол) [4]. Вміст конденсату НЧ магнетиту в усіх розчинах становив 1 мг/мл. Експерименти *in vivo* було виконано на білих щурах-самцях. Гостру крововтрату моделювали шляхом вилучення 25% об'єму циркулюючої крові під наркозом. Колоїдні розчини НЧ вводили тваринам відразу після крововтрати інтраперитонеально в дозі 1,35 мг заліза/кг. За референс-препарат використовували Феррум Лек (1,25 мг заліза/кг). Через 3 години у крові визначали загальну кількість еритроцитів (RBC), гематокрит (Hct), загальний гемоглобін (Hb) та вміст ретикулоцитів (Rt) за допомогою геманалізатора [5].

Показано, що розчин НЧ, осаджених у пористу неорганічну матрицю і розчинених без покриття, збільшував RBC і не впливав на Hct та Hb у порівнянні з контрольною патологією. НЧ з ПВП не викликали вірогідних змін числа еритроцитів, Hct та Hb через 3 год після крововтрати. У цьому терміні спостережень НЧ магнетиту, стабілізовані мексидолом і ПВП, сприяли підвищенню RBC, Hct та Hb у порівнянні з контрольною патологією. При цьому їх дія перевищувала ефект референс-препарату за впливом на RBC. Розчин НЧ магнетиту без покриття, як і Ферум Лек, збільшував Rt у крові в порівнянні з крововтратою без фармакокорекції. Розчин НЧ, стабілізованих ПВП, і рідина, що містила наномангнетит, мексидол і ПВП, не впливали на цей показник через 3 год проти контрольної патології.

Як бачимо, найбільшу терапевтичну дію при гострій постгеморагічній анемії виявили НЧ магнетиту з мексидолом та ПВП. Вони найбільш ефективно коригували гематологічні показники в порівнянні з двома іншими видами НЧ. Нестабілізовані НЧ магнетиту, які через 3 год забезпечили підвищення Rt у крові, вочевидь, швидше за два інші досліджені види НЧ поглинаються клітинами ретикуло-ендотеліальної системи і стимулюють регенераторну реакцію кісткового мозку. Водночас слід припустити, що НЧ магнетиту з мексидолом і ПВП покращують основні показники «червоної крові», стимулюючи синтез гемоглобіну в циркулюючих ретикулоцитах і прискорюючи їх перехід у зрілі еритроцити. Отже, отримані результати підтверджують, що еритропоетична (мікроелементна) дія заліза відмічається у всіх біодоступних форм

нанозаліза. Крім дози елементу на розвиток антианемічного ефекту впливає характер покриття НЧ, який визначає їх фармакокінетику та взаємодію з клітинами ретикуло-ендотеліальної системи. З цієї точки зору НЧ магнетиту, у конструюванні яких використані мексидол і ПВП, найкращим чином підходять для негайної фармакокорекції анемії і можуть бути основою для розробки препарату нанозаліза.

Література

1. Studying the effect of particle size and coating type on the blood kinetics of superparamagnetic iron oxide nanoparticles / F. Roohi, J. Lohrke, A. Ide [et al.] // Int. J. Nanomedicine. – 2012. – Vol.7. – P. 4447-4458.
2. Santhosh P.B. Multifunctional superparamagnetic iron oxide nanoparticles: promising tools in cancer theranostics / P.B. Santhosh, N.P. Ulrih // Cancer Lett. – 2013. – Vol. 336, №1. – P.8-17.
3. Пат. 92556 UA, МПК B82B 3/00, C23C 14/24, C23C 14/54. Спосіб одержання наночастинок системи метал-кисень із заданим складом електронно-променевим випаровуванням і конденсацією у вакуумі / Б.Є. Патон (UA), Б.О. Мовчан (UA), Ю.А. Курапов (UA), К.Ю. Яковчук (UA); заявник та патентовласник Astromont Limited (CY). – №a200905985; заявл. 10.06.2009; опубл. 10.11.2010, бюл. №21.
4. Роль мексидола (2-етил-6-метил-3-гидроксипиридина сукцината) в отриманні стабілізованих наночастинок магнетита для біомедицинського застосування / Е.М. Важничая, Е.В. Мокляк, Ю.А. Курапов [и др.] // Биомедицинская химия. – 2015. – Т.61, вып.3. – С. 384-388.
5. Антонов В.С. Автоматизация гематологического анализа [Электронный ресурс] / В.С. Антонов, Н.В. Богомолова, А.С. Волков // Справочник заведующего клинико-диагностической лабораторией. – 2010. – №1. – Режим доступа: <http://www.mcfr.ru/journals/41/256/17837/21349>.

УДК 615.015+615.03+615.28

НАНОЦЕРІЙ ПІДСИЛЮЄ ПРОТИМІКРОБНУ ДІЮ АНТИСЕПТИКУ

М. Скрипник¹, М. Ананьєва¹, Т. Петрушанко¹, К. Непорада¹, М. Співак²

1 - ВДНЗ України «Українська медична стоматологічна академія»

2 – Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

e-mail: neporada_ks@ukr.net

На сьогодні актуальним питанням медицини та стоматології є неухильне зростання резистентності мікроорганізмів до сучасних антибіотиків та протимікробних препаратів. Розробка нових протимікробних препаратів базується на тому, що вони повинні мати не лише високу бактерицидну та бактеріостатичну активність порівняно з тими, що вже існують, а й бути мало токсичними та біосумісними.

Метою даного дослідження є посилення активності хлоргексидину біглюконату шляхом комбінованого застосування антиоксиданту нанокристалічного діоксиду церію, стабілізованого цитратом натрію, розміром частинок 2-7 нм.

Антиоксидантна біодобавка “Церера” – є водним розчином нанокристалічного діоксиду церію, що стабілізований цитратом натрію розміром частинок 2-7 нм, випускається у формі крапель [ТУУ 10.8-2960512097-004:2015]. Нанокристалічний діоксид церію (CeO₂), як потужний антиоксидант запобігає виникненню різних захворювань, що пов’язані з розвитком оксидативного та нітрозативного стресу також має ряд інших позитивних ефектів [1]. Як антисептик використовували 0,05% розчин хлоргексидину біглюконату [ПАТ Хімфармзавод “Червона зірка”. 61010, Україна, м. Харків D08A C02UA/9766/01/01]. Хлоргексидин – антисептик, що проявляє сильну

антибактеріальну, фунгіцидну, антипротозойну та вірусцидну дії [2]. До антисептика 0,05% розчину хлоргексидину біглюконату додавали антиоксидантну добавку «Церера» діючою речовиною якої є нанокристалічний діоксид церію (CeO_2) розміром частинок 2-7 нм, що стабілізований цитратом натрію (з вмістом наноцерію 140 мкг в 1мл речовини). Одержану композицію готували асептично, змішуючи обидві речовини для дослідження їх впливу на культури мікроорганізмів на поживних середовищах. Антимікробну дію композиції перевіряли на культурах грам позитивних коків, які були виділені з пародонтальних кишень хворих на хронічний генералізований пародонтит методом серійних розведень.

Визначення мінімальної пригнічуваної концентрації вищенаведеної композиції проводили в рідкому середовищі за стандартним методом серійних розведень [3]. Вміст нанокристалічного діоксиду церію в композиції з хлоргексидином у першому розведенні становив 70 мкг у 1 мл, чистої речовини хлоргексидину 250 мкг у 1 мл. У серійних розведеннях хлоргексидину біглюконату його вміст у першому розведенні як чистої речовини 250 мкг у 1мл. Тест культурами у обох дослідах були кокові мікроорганізми виділені з пародонтальних кишень пацієнтів з хронічним генералізованим пародонтитом, концентрацією (10^6 бактерій/мл). Остання пробірка з прозорим середовищем вказувала на затримку росту мікроорганізмів під впливом мінімальної пригнічуваної концентрації досліджуваної речовини.

Мінімальну бактерицидну концентрацію знаходили шляхом висіву матеріалу з пробірок з серійними розведеннями на сектори агару в чашки Петрі і відмічали найменшу концентрацію, посів з якої не дав росту [4]. Нами визначено мінімальну бактериостатичну концентрацію препаратів, що визначається за відсутністю видимого росту культури мікроорганізмів у розведеннях 1:1-1:9 для суміші хлоргексидину та «Церера», що відповідала концентрації нанокристалічного церія 46,6 мкг/мл, а хлоргексидину (чистої речовини) 16600 мкг/мл для першого розведення та концентрації нанокристалічного діоксиду церію 0,183 мкг/мл і хлоргексидину 64,8 мкг/мл у дев'ятому розведенні відповідно. Та у контролі (рочин хлоргексидину) відсутність видимого росту культури мікроорганізмів була виявлена у розведеннях 1:1-1:7, що відповідала концентрації чистої речовини хлоргексидину 25000 мкг/мл у першому розведенні та 390 мкг/мл у сьомому розведенні.

Нами було визначено мінімальну бактерицидну концентрацію розчину хлоргексидину та нанокристалічного діоксиду церію та окремо хлоргексидину (у якості порівняння) шляхом пересіву вмісту пробірок кожного розведення на агар. Сектор з останнім розведенням де не було виявлено ознак росту мікроорганізмів й свідчив про мінімальну бактерицидну концентрацію препарату. Для композиції «Церера» та хлоргексидину відсутність росту визначалася у розведеннях 1:1-1:7, що відповідало концентрації нанокристалічного церія 46,6 мкг/мл, а хлоргексидину (чистої речовини) 16600 мкг/мл для першого розведення та концентрації нанокристалічного діоксиду церію 0,73 мкг/мл і хлоргексидину 260 мкг/мл у сьомому розведенні відповідно. Натомість у контролі з хлоргексидином відсутність росту на агарі було зафіксовано у розведеннях 1:1-1:6, що відповідало концентрації хлоргексидину у першому розведенні 25000 мкг/мл, у шостому – 780 мкг/мл.

Отже, композиція наночастинок церію розміром 2-7 нм значно посилює протимікробні властивості хлоргексидину. Про що свідчить зменшення мінімальної бактериостатичної концентрації даного комплексу на культури грам позитивних коків, яка виявлялася за концентрації наноцерію 0,183 мкг/мл, хлоргексидину 64,8 мкг/мл, в порівнянні з хлоргексидином де мінімальна пригнічувана концентрація складала 390 мкг/мл. Натомість при застосуванні даної композиції зменшувалася і мінімальна бактерицидна концентрація, що виявлялася для композиції препаратів при концентрації наноцерію 0,73 мкг/мл, хлоргексидину 260 мкг/мл, порівняно з хлоргексидином де мінімальна бактерицидна дія виявлялася за концентрації 780 мкг/мл.

Список літератури:

1. Щербаков А.Б. Синтез и биомедицинские применения нанодисперсного диоксида церия / А.Б. Щербаков, О.С. Иванова, Н.Я. Спивак [и др.] // - Томск : Изд-во Том. ун-та. - 2016. – 206- 465 с.
2. National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID=9552079, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/9552079> (accessed Aug. 3, 2018)
3. Наказ МОЗ України за №167 від 05.04.2007 р. «Про затвердження методичних вказівок «Визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до документу: <http://www.moz.gov.ua>
4. Практична мікробіологія : [посібник] / С.І. Климнюк, І.О. Ситник, М.С. Творко, В.П. Ширококов. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. – 440 с.

НАНОТОКСИКОЛОГІЯ МЕТАЛІВ ТА ПИТАННЯ ЇХ БІОБЕЗПЕКИ

УДК [546.48'131+221.1-168]:[612.12:559.323.4]:57.084

ОСОБЛИВОСТІ ГЕПАТОТОКСИЧНОЇ ДІЇ НАНОЧАСТИНОК СУЛЬФІДУ КАДМІЮ

Апихтіна О.Л., Козлов К.П.

ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН України», м. Київ, Україна
ol_apuyht@ukr.net

Інтенсивний розвиток нанотехнологій розширив сфери застосування сполук кадмію та сприяв широкому впровадженню наночастинок (НЧ) на їх основі у виробництво [1, 2]. Зокрема, кадмійумісні наноматеріали широко використовуються в оптичних та електронних пристроях [3]; сульфід кадмію як напівпровідник р-типу широко використовується в електроніці, зокрема є активним середовищем у напівпровідникових лазерах, матеріалом для виготовлення фотоелементів, сонячних батарей, фото- і світлодіодів. Квантові точки на основі сполук кадмію можна використовувати у якості біологічних міток (маркерів) [4]. Разом з тим, враховуючи високі токсичні властивості сполук кадмію, їх виражені нефро-, імунно-, нейро-, гепато- та остеотоксичні властивості, мутагенну та канцерогенну дію, здатність до тривалої кумуляції в організмі, для працівників та науковців у разі контакту з НЧ на їх основі створюються умови для високого ризику розвитку інтоксикації.

Метою дослідження була оцінка гепатотоксичної дії НЧ сульфиду кадмію (CdS) у порівнянні з хлоридом кадмію (CdCl₂) в експерименті.

Дослідження проводили на щурах-самцях статевозрілого віку лінії Вістар вагою 160-180 гр., яким внутрішньоочеревинно вводили НЧ CdS розміром 4-6 нм та 9-11 нм та CdCl₂ у дозі 0,08 мг/кг/добу у перерахунку на кадмій. Токсичні ефекти оцінювали після 30 введень (1,5 місяці), 60 введень (3 місяці) та через 1,5 місяці після припинення експозиції. По закінченню експериментального періоду тварин знеживлювали шляхом декапітації. Одразу відбирали кров та внутрішні органи. Усі маніпуляції з тваринами проводили відповідно до положень «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються з експериментальною та іншою науковою метою» (Страсбург, 1985).

У сироватці крові спектрофотометрично визначали концентрацію альбуміну, загального білку, холестерину, тригліцеридів, загальних ліпідів, активність АЛТ, АСТ, лужної фосфатази. Дослідження вмісту кадмію в печінці проводили методом рентген-флуоресцентної спектроскопії. У гомогенаті печінки оцінювали швидкість продукції

активних форм кисню (АФК): супероксид-аніону (O_2^-), пероксиду водню (H_2O_2), гідроксил-радикалу (OH), продуктів ПОЛ – ТБК-а.п., дієнових кон'югатів, вміст тіолових сполук, а також активність антиоксидантних ферментів – СОД і каталази.

Статистичну обробку виконували за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 2003 та SPSS 21.0. Достовірність відмінностей між показниками оцінювали за U-критерієм Манна-Уїтні.

Результати досліджень показали, що у щурів, експонованих НЧ CdS спостерігались істотні зміни біохімічних показників сироватки крові, що характеризувалися порушенням білкового (зниження концентрації загального білку та альбуміну), вуглеводного (підвищення концентрації глюкози в крові) та ліпідного обміну (зниження концентрації загальних ліпідів, холестерину та підвищення рівня тригліцеридів), зростання активності лужної фосфатази, АЛТ, АСТ. Більш виражені зміни рівня загального білку, альбуміну та їх співвідношення, зростання концентрації тригліцеридів та зниження концентрації холестерину спостерігались за дії НЧ CdS розміром 9-11 нм, у той час істотніше зростання рівня глюкози НЧ розміром 4-6 нм. НЧ CdS викликали більш виражені зміни показників білкового та ліпідного обміну порівняно із іонною формою кадмію.

У печінці експериментальних тварин вміст кадмію у першому періоді досліджень після введення НЧ CdS розміром 4-6 нм зростав у 111 разів, НЧ CdS розміром 9-11 нм – у 127 разів, CdCl_2 – у 172 рази. У другому періоді досліджень не спостерігалось подальшого накопичення кадмію в печінці: показники його вмісту статистично не відрізнялися від показників першого періоду, що може бути обумовлено перерозподілом його в організмі та поступовим виведенням. У постекспозиційному періоді рівень кадмію в печінці також істотно зростав, порівняно із попередніми періодами дослідження. Так, вміст кадмію при введенні НЧ CdS розміром 4-6 нм зростав у 387 разів, НЧ CdS розміром 9-11 нм – у 261 раз, CdCl_2 – у 461 раз.

У гомогенаті печінки щурів дослідних груп виявлено значне зростання рівня продукції АФК, підвищення вмісту дієнових кон'югатів та ТБК-а.п. Причому у першому періоді спостережень підвищення продукції АФК реєструвалося у тварин експонованих НЧ сульфід кадмію меншого розміру та хлоридом кадмію, то у постекспозиційному періоді – у тварин, яким вводили НЧ CdS розміром 9-11 нм. Також спостерігалось істотне зниження активності СОД та каталази, особливо у першому періоді дослідження, у той час як у постекспозиційному періоді активність цих антиоксидантних ферментів знаходилась на рівні контроль значень. Вміст тіолових сполук у гомогенаті печінки дослідних тварин зростав після 30 введеннь сполук кадмію, особливо за дії НЧ CdS розміром 4-6 нм, після 60 введеннь цей показник знаходився у всіх групах на рівні контрольних значень, а у постекспозиційному періоді дещо підвищувався у тварин, яким вводили НЧ CdS розміром 9-11 нм та CdCl_2 .

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать про значне накопичення кадмію у печінці дослідних тварин, яким вводили сполуки кадмію у нано- та в іонній формі. Це призводило розвитку гепатотоксичної дії, про що свідчить порушення білкового, ліпідного та вуглеводного обміну, а також зростання активності АЛТ та АСТ в сироватці крові. У патогенезі гепатотоксичної дії сполук кадмію важливе значення має підвищена продукція АФК, пригнічення активності антиоксидантної системи, розвиток оксидативного стресу та активація ПОЛ.

Література:

1. Трахтенберг І.М., Дмитруха Н.М., Апихтіна О.Л. Нанотоксикологія / Профілактична токсикологія та медична екологія. Вибрані лекції для вчених, лікарів та студентів: під загальною редакцією академіка НАМН України І. М. Трахтенберг, Київ, ВД «Авіцена», 2011; 11: 118-123.

2. Яворовський О.П., Ткачишин В.С., Арустамян О.М. [та ін.]. Наночастки і наноматеріали: будова, фізико-хімічні і токсикологічні властивості, вплив на організм працівників. *Довкілля та здоров'я*, 2016, №3, с. 29-36.

3. Liu L., Sun M., Li Q., Zhang H., Alvarez P.J., Liu H., Chen W. Genotoxicity and Cytotoxicity of Cadmium Sulfide Nanomaterials to Mice: Comparison Between Nanorods and Nanodots, *Environmental Engineering Science*, 2014, vol. 31(7), pp. 373–380.

4. Kozhevnikova N.S., Vorokh A.S., Urtskaya A.A. Cadmium sulfide nanoparticles prepared by chemical bath deposition, *Russian Chemical Reviews*, 2015, vol. 84 (3), pp. 225-250.

УДК: 612.014.46:(546.57+546.56:66-911.38,002.2)

ОЦІНКА БЕЗПЕКИ НАНОЧАСТИНОК МЕТАЛІВ В ДОСЛІДАХ *IN VITRO*

Дмитруха Н.М.¹, Лагутіна О.С.¹, Дибкова С.М.², Громовий Т.Ю.³

¹ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН», м. Київ, Україна;

²Інститут біоколоїдної хімії ім. Ф.Д. Овчаренка НАН України;

³Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України.

Застосування наночастинок (НЧ) металів і металовмісних наноматеріалів (НМ) в медицині, фармації, сільському господарстві, косметології та інших сферах сприяє їхньому надходженню в організм людини. Відсутність ґрунтовних знань про можливий негативний вплив цих нанопродуктів на здоров'я людини обумовлюють необхідність проведення токсикологічних досліджень з оцінки їх безпеки.

В сучасній токсикологічній практиці поряд із традиційними експериментами на лабораторних тваринах значного поширення набуло використання альтернативних об'єктів та методів дослідження в умовах *in vitro*. На сьогодні в якості моделей *in vitro* використовуються системи різної біологічної організації – безхребетні тварини, гідробіоти, мікроорганізми, рослини, культури клітин людини та тварин, безклітинні фізико-хімічні тест системи (білки, ферменти). Доведено, що вони є досить точними, простими і швидкими у постановці, перспективними, універсальними, практично цінними, селективними та економічно рентабельними. Перспективність підсилюється і зростаючою увагою до ролі етичних факторів при виборі об'єкту досліджень, збільшенням зацікавленості науковців та широкої громадськості у гуманному ставленні до тварин і скороченні їх в експериментах.

Найбільш популярними тест-об'єктами для досліджень в умовах *in vitro* є культури клітин і тканин. Метод культур клітин дозволяє обрати найбільш адекватний об'єкт для дослідження та ізолювати специфіку токсичного впливу НЧ і НМ на культуру клітин з різних органів і тканин, і таким чином дослідити органотоксичну дію, а також мутагенні і генотоксичні властивості.

Актуальним є вивчення механізмів розподілення НЧ в організмі та механізмів проникнення їх у клітину. Як для будь-якої речовини, для НЧ металів основним механізмом "доставки" до органів є гематогенний шлях. У цьому аспекті значну цікавість викликає їх властивість зв'язуватися з білками крові. У білках, на яких адсорбуються НЧ, відбуваються конформаційні зміни, що призводить до порушення їх функції.

Метою дослідження було – оцінка безпеки НЧ металів, отриманих різними способами, за показниками їх цито- і генотоксичної дії на культурі клітин та денатуруючої активності до білків плазми крові (альбумін, імуноглобуліни).

Оцінку цитотоксичності НЧ металів - Fe (40 нм) і Cu (20 нм), отриманих в Інституті біоколоїдної хімії ім. Ф.Д. Овчаренка НАН України та PbS (35 нм і 65 нм) і Fe₂O₃ (19 нм, 75 нм і 400 нм), синтезованих в Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України, проведено на культурі клітин людини різного походження (печінки - HepG2, легень – A-549, кишківника – Colo 205, нейронів -IMR-32, шкіри – HaCat, а також макрофагах щурів) в тестах з метилтетразолієм (МТТ), сульфородаміном В (SR В) та нейтральним червоним (NR). У дослідях на клітинах були визначені параметри гострої

токсичності (EC_{50}), органотропність та основні механізми цитотоксичної дії НЧ металів (порушення цілісності мембрани клітин, функції мітохондрій, розвиток оксидативного стресу). Генотоксичність НЧ металів оцінювали методом лужного гелелектрофорезу «ДНК-комет» та мікроядерного тесту.

Дослідження конформаційних змін (денатурації) білків плазми крові людини за впливу НЧ металів проводили шляхом вимірювання оптичної густини на спектрофотометрі при довжині хвилі 405 нм та маси білків методом MALDI ToF мас спектрометрії

Встановлено, що НЧ Fe і Cu у нативній концентрації через 24 години після додавання до культурального середовища спричиняли загибель клітин, тоді як у розведенні 1:32 і 1:64 не впливали на їх життєздатність. Визначення цитотоксичної дії НЧ металів в МТТ-тесті дозволило розрахувати за допомогою пробіт-аналізу значення EC_{50} для кожного з препаратів. Розраховані дані свідчать, що водні дисперсії НЧ Fe і Cu з меншим розміром частинок (40 і 20 нм) проявляли більшу цитотоксичну активність ніж цитрати цих же металів. Найбільш чутливими до токсичної дії НЧ заліза виявились клітини Colo 205, а до НЧ міді - A-549. Клітини шкіри і нервової системи були менш вразливими до токсичного впливу НЧ обох металів. Оскільки, в умовах виробництва легені є основним шляхом надходження НЧ металів в організм працюючих, отримані результати є важливими для їх подальшого вивчення. Встановлено, що вже через 24 години НЧ Fe і Cu накопичуються в макрофагах і стимулюють оксидативний стрес в них. Тестування методом «ДНК-комет» та мікроядерним тестом не виявило генотоксичності для НЧ заліза, міді, оксиду заліза, тоді як НЧ сульфідів свинцю виявились генотоксичними для усіх типів клітин.

Результати виконаних досліджень дозволяють говорити, що токсична дія НЧ металів по відношенню до клітин залежала від розміру частинок, природи самого металу та його концентрації в інкубаційному середовищі, а також від типу клітин.

Дослідження на білках плазми крові людини (альбумін, імуноглобулін G) показали, що НЧ металів, володіючи високою поверхневою енергією призводили до більш виразних структурних змін білків ніж цитрати. В залежності від концентрації НЧ адсорбували білки на своїй поверхні, що змінювало їх масу та викликало осадження. При цьому певних модифікацій зазнавали як білки, так і самі НЧ металів. НЧ Cu проявили більшу активність до альбуміну, а НЧ Fe до імуноглобуліну. Ці особливості підтверджують дані MALDI ToF мас спектрометрії.

Аналізуючи результати оцінки цитотоксичності НЧ металів, можна припустити про їх вплив на біохімічні процеси субклітинних, клітинних та регулюючих систем, на морфологічну структуру внутрішніх органів. Взначальним у токсичності НЧ металів є розвиток оксидативного стресу, що може привести до запальної реакції, апоптозу клітин та некрозу тканин. Небезпечним є її генотоксична активність НЧ, яка може мати в подальшому негативні наслідки. НЧ металів змінюючи структуру білків, можуть впливати на функцію, яку вони виконують (транспортну - альбумін та захисну-імуноглобулін).

Отримані результати дослідження дозволяють дійти висновку, що встановлення чітких критеріїв безпеки НЧ металів для людини комплексного підходу з проведенням експериментів в умовах *in vitro* на клітинах та білках людини, а також окремих дослідів *in vivo*. Важливе значення має розробка єдиної системи стандартних тестів, які дозволяють оцінювати безпеку нових НЧ і НМ за їх впливом на показники життєдіяльності стандартизованих біологічних систем.

**ДО ПИТАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ БІОБЕЗПЕЧНОСТІ МІКРО- ТА
МАКРОЕЛЕМЕНТІВ ВІД ЇХНЬОЇ ХІМІЧНОЇ ФОРМИ**
Ємченко Н. Л., Харченко О. О., Томашевська Л. А

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМНУ», Україна
kharchenko_belan@ukr.net

Відомо, що токсичність хімічних елементів залежить як від їхніх хімічних властивостей, так і від їхнього оточення – хімічної форми елементів.

Нами було проведено дослідження токсичності заліза, магнію і цинку в формі цитратних-хелатних комплексів, отриманих за новітньою аквананотехнологією, у формі цитратів-солей лимонної кислоти (Н-цитратів) та у вигляді їхніх сульфатів. Експеримент проводили на білих безпородних мишах.

В токсикологічному експерименті при введенні тваринам однократно або протягом 12 днів відносно невисоких доз Н-цитратів, лімітованих рівнем концентрації нативних розчинів і максимально можливим об'ємом рідини, яку можна ввести тваринам (0,25-0,50 см³), нам не вдалось досягти LD₅₀ і помітити якісь прояви токсичної дії. Необхідно було значно збільшити дозу металу, що було зроблено шляхом концентрування нативних розчинів Н-цитратів. Проте і однократне введення Н-цитрату цинку в дозі 5000 мг/кг не призвело до проявів будь-яких ознак його токсичності, тим більше загибелі тварин, що дозволяє характеризувати цю сполуку як практично нетоксичну (LD₅₀>5000 мг/кг). Однократне введення Н-цитрату заліза в дозі 3000 мг/кг призводить до загибелі 50 % тварин, що вказує на певну токсичну дію сполуки в зазначеній дозі та характеризує її як малотоксичну (LD₅₀ 500-5000 мг/кг).

В порівняльному дослідженні біологічної дії Н-цитрату, цитрату отриманому хімічним синтезом (Х-цитрату) та сульфату цинку, при введенні тваринам цих сполук протягом 18 діб, у тварин, що отримували Н-цитрат, не виявлено жодних ознак інтоксикації. Відсутність токсичної дії його на організм тварин була підтверджена відсутністю різниці з контролем їх масових коефіцієнтів внутрішніх органів (МКВО).

У тварин, що отримували Х-цитрат цинку, вже на початку експерименту спостерігались ознаки токсичної дії: в їх поведінці з'явилась агресія, змінився і зовнішній вигляд (стали скуйовдженими, неохайними).

На кінець експерименту з 6 тварин живими залишилися тільки 2. МКВО дослідних тварин були більшими від контрольних для печінки і нирок на 14,6 %; 6,9 %, а для сім'яників у 2,4 рази.

У тварин, яким вводили сульфат цинку явних ознак токсичної дії не виявили. Не встановлено також достовірної різниці у МКВО дослідних та контрольних тварин, але 2 тварини з 6 загинули.

Н-цитрат заліза також не викликав негативних змін в організмі тварин і їх смертності. Тварини, що отримували Х-цитрат заліза, в кінці експерименту стали млявими, неохайними. На 13 і 14 день загинуло 2 тварини із 7. у групі мишей, що отримували сульфат заліза, на 8 день загинула одна тварина з аналогічними проявами токсичної дії. Маса тварин під дією Н-цитрату і Х-цитрату заліза збільшилась по відношенню до контрольної величини на 12 і 10,8 % і зменшилась по відношенню до неї на 8 % у тварин, при введенні їм сульфату заліза (ІІ).

Проведений експеримент свідчить про відносно меншу токсичність хелатних сполук біоелементів, що, очевидно, обумовлено поступовим по мірі взаємодії з внутрішньокomплексними сполуками організму вивільненні останніх (металів).

ОСОБЛИВОСТІ МІГРАЦІЇ ТА ТРАНСФОРМАЦІЇ НАНОАКВАЦИТРАТІВ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ У ГІДРОЕКОСИСТЕМАХ

Ольга Кравченко

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м Київ, Україна
kraol86@gmail.com

Проблема поширення різноманітних продуктів нанотехнологій у природному середовищі набуває загострення. При цьому суспільство та наука не мають достатньої достовірної інформації щодо потенціалу цих речовин, їхнього життєвого шляху в екосистемах, відсутні також історичні приклади взаємодії біоти з вказаними сполуками. Водночас, потреба кардинального поліпшення та розробки принципово нових, еколого-безпечених засобів боротьби і профілактики інфекційних та соматичних хвороб вимагає об'єднання зусиль фахівців різних профілів, в тому числі спеціалістів з нанотехнологій. Останнє потребує детальних еколого-прикладних досліджень із застосуванням нових методологічних підходів на основі системних засад.

Узагальнення наявних матеріалів в системному розгляді показує реальну можливість управління станом штучних гідроєкосистем шляхом застосування конкретних наноаквацитратів в певних концентраціях [2,3]. Наприклад, досить потужний антибактеріальний ефект сполук срібла дозволяє проводити штучні санації водойм без надмірних стресових переміщень риби на час обробки. Внесені в стави препарати активно діють в мінімальних робочих концентраціях і порівняно швидко, через 12-14 діб, практично елімінуються з води, шляхом акумуляції в абіотичних компонентах – ґрунті та донних відкладах. З іншого боку, наноаквацитрати перехідних металів, потрапляючи у відкриті водойми, пригнічують функціонування бактерій, безхребетних та фітобіоти, але одночасно поліпшують конкурентні умови для риб, особливо для мальків та личинок [1]. Саме останні є найуразливішими об'єктами в процесі риборозведення.

Таким чином, наноаквацитрати перехідних металів є активними чинниками, які проявляють залежно від дози токсичну дію на всі біотичні компоненти гідроєкосистем на клітинному, тканинному та на організмовому рівнях, не маючи при цьому прямого впливу на ценотичний склад і саму гідроєкосистему. Порогова активність вказаного чинника щодо побудов системного рівня блокується низкою внутрішньосистемних механізмів самостабілізації, які активно нівелюють токсичну складову наноаквацитратів, виводячи їх в зону абіотичної акумуляції.

Список літератури:

1. Злацький І. А. Особливості впливу іонів Cu, Pb, Ni, Cd на продукційні показники окремих гідробіонтів та їх популяцій : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.16 "Екологія" / І. А. Злацький. – К., 2012. – 19 с
2. Кравченко, Ольга Олександрівна. Особливості дії наноаквацитратів перехідних металів на гідробіонтів різних трофічних рівнів : автореф. дис ... канд. біол. наук / О. О. Кравченко. – Київ, 2015. – 25 с.
3. Toxicity of Ag, CuO and ZnO nanoparticles to selected environmentally relevant test organisms and mammalian cells in vitro: a critical review / O. Bondarenko, K. Juganson, A. Ivask [et al.] // Archives of Toxicology. – 2013. – № 87 (7) – P. 1181–1200.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОЦІНКА ЗМІН У СИСТЕМІ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО
ГОМЕОСТАЗУ ЩУРІВ ПРИ ХРОНІЧНОМУ ВПЛИВІ НА ШКІРУ
НАНОРОЗМІРНИХ ЧАСТИНОК СУЛЬФІДУ СВИНЦЮ**

Луговський С.П., Діденко М.М., Мельник Н.А.

ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН України», Київ

lugsp61@gmail.com

В останні роки в різних галузях промисловості та технологічних процесах використовують наноматеріали, одержані на основі наночастинок (НЧ) металів і їх сполук, при відсутності ґрунтовних знань про можливі ризики для здоров'я людини. Це визначає першочерговість заходів щодо оцінки та зниження професійних ризиків, розробка яких ґрунтується на даних фундаментальних досліджень щодо механізмів біологічної та токсичної дії НЧ при різних шляхах їх надходження в організм (С.А. Poland., 2013). Серед усіх НЧ металів в останні роки провідного значення набули НЧ свинцю (Pb), визначеного ВООЗ (1980; 1995) глобальним забруднювачем навколишнього середовища.

Мета роботи: дослідження змін у системі мікроелементного гомеостазу (МЕГ) організму щурів при хронічному (3 місяці) впливі на непошкоджену шкіру тварин різних за розміром НЧ сульфиду свинцю (PbS; 12,5 нм і 100 нм, відповідно).

Експерименти проведені на статевозрілих щурах-самцях «Вістар» масою 160-180 г. з дотриманням основних принципів біоетики (*Council of Europe. Strasburg, 1986*). Розчин колоїдів PbS (0,001 ммоль/л) у кількості 1,0 мл наносили на шкіру щурів у продовж 3-х місяців. При нанесенні на шкіру концентрація НЧ PbS розміром 12,5 нм – $0,61 \cdot 10^{13}$ част./см², а розміром 100 нм – $1,2 \cdot 10^{10}$ част./см², відповідно. Щурів виводили з експерименту через 3 міс. У міокарді, печінці та нирках щурів визначали вміст Pb, Fe, Cu, Zn, Ca Mg за допомогою методу АЕС-ІЗП (І.М. Андрусишина та ін., 2014). Отримані результати опрацьовували за допомогою методів непараметричної статистики.

Результати проведених досліджень показали, що вміст Pb у печінці та нирках щурів значимо ($p_u < 0,05$) перевищував контроль. Це є свідченням ефекту резорбції НЧ PbS крізь непошкоджену шкіру. Разом із цим статистично значиме, порівняно з контролем ($p_u < 0,05$), збільшення вмісту Pb у міокарді було виявлено лише при впливі НЧ PbS розміром 100 нм, що визначає не тільки особливості резорбції різних за розміром НЧ PbS крізь шкіру, але й вказує на особливості реагування міокарду на дію різних за розміром НЧ PbS. Разом із цим встановлено, що зміни концентрації Pb в органах-мішенях піддослідних щурів супроводжуються статистично значимими у порівнянні з контролем ($p_u < 0,05$) змінами в цих органах вмісту Fe, Cu, Zn, Ca і Mg, які характеризують зміни в системі МЕГ організму. Це підтверджується результатами проведеного кореляційного аналізу, який дозволив виявити якісні та кількісні зміни між різними елементами системи МЕГ в органах-мішенях.

Результати кореляційного аналізу, за даними якого було побудовано кореляційні плеяди (визначають внутрішню інтеграцію системи за кількістю вірогідних ($p < 0,05$) кореляційних зв'язків між її елементами), показали, що хронічний вплив на непошкоджену шкіру щурів НЧ PbS супроводжується структурно-функціональними перебудови в системі МЕГ міокарду, у вигляді зменшення кількості вірогідно значимих ($p_u < 0,05$) кореляційних зв'язків між елементами системи. Це може розцінюватися, як адаптаційна дезінтеграція МЕГ. При цьому рівень дезінтеграції системи МЕГ міокарда значимо відрізняється при дії менших і більших за розміром НЧ (рис.).

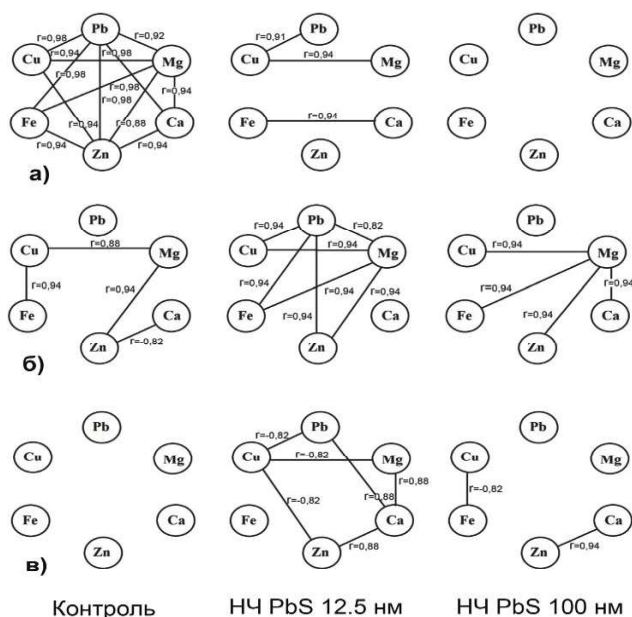


Рис. Кореляційні
плеяди, побудовані за
даними кореляційного
аналізу показників
умісту макро- і
мікроелементів в
органах-мішенях шурів:
а) – міокард;
б) – печінка;
в) – нирки.
Значення рангової
кореляції Спірмена (r ;
при $\alpha=0,05$).

У печінці шурів хронічний вплив на шкіру НЧ PbS розміром 12,5 нм характеризується розвитком адаптаційної реінтеграції системи МЕГ, що проявляється, з одного боку перегрупуванням функціональних зв'язків між окремими елементами системи, а з другого – формуванням нових, раніше відсутніх у контролі, функціональних зв'язків між її елементами. На відміну від дії менших НЧ PbS вплив більших за розміром НЧ PbS (100 нм) проявлявся вираженим, порівняно з контролем функціональним перегрупуванням системи МЕГ печінки тварин. Це проявлялося тим, що загальна кількість зв'язків у групі контрольних і піддослідних шурів дорівнювала 4 (рис.). Разом із цим на відміну від контролю в системі МЕГ печінки піддослідних шурів формувалися зв'язки між показниками умісту в печінці Mg і Fe та Mg і Zn при тому, що у них зберігалися характерні для контролю кореляційні зв'язки між умістом у печінці макро- і мікроелементів Mg і Cu, а також Mg та Ca (рис.).

У нирках хронічний вплив на непошкоджену шкіру шурів НЧ PbS розміром 12,5 нм проявлявся адаптаційною реінтеграцією системи МЕГ нирок тварин, яка порівняно з контролем визначалася формуванням функціональних зв'язків між вмістом в органі елементів: Pb і Cu; Pb та Ca; Cu і Zn; Zn і Ca; Mg і Cu, а також Mg і Ca (рис.). На відміну від менших за розміром НЧ в умовах хронічного впливу НЧ PbS розміром 100 нм виявляли формування «нових» функціональних зв'язків між вмістом в органі елементів Cu і Fe при наявності характерного для дії менших за розміром НЧ кореляційного зв'язку між умістом у нирках Zn і Ca.

Таким чином, за допомогою аналізу кореляційних плеяд між показниками вмісту деяких макро- і мікроелементів в органах-мішенях шурів, які зазнавали хронічної дії на непошкоджену шкіру різних за розміром НЧ PbS було встановлено, що порушення в системі мікроелементного гомеостазу характеризуються: у міокарді – адаптаційною дезінтеграцією системи, яка за своїм рівнем є меншою при дії менших за розміром НЧ PbS (12,5 нм) та значно більшою при дії більших за розміром НЧ PbS (100 нм); у печінці – адаптаційною реінтеграцією системи при дії менших за розміром НЧ PbS (12,5 нм) та адаптаційним перегрупуванням системи при дії більших за розміром НЧ PbS (100 нм); у нирках – адаптаційною реінтеграцією системи, яка за рівнем є більшою при дії менших за розміром НЧ PbS (12,5 нм) та значно меншою при дії більших за розміром НЧ PbS (100 нм).

**РЕГУЛЯТОРНИЙ ВПЛИВ ВИПОЮВАННЯ НАНОГЕРМАНІЮ ЦИТРАТУ НА
ВМІСТ Fe, Zn, Cu, Co, Mn У ТКАНИНАХ ЩУРІВ F₂**

**Ростислав Федорук¹, Володимир Каплуненко², Мар'яна Храбко¹,
Уляна Тесарівська³, Марія Цап¹**

¹Інститут біології тварин НААН, Україна

²ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», Україна

³Державний науково-дослідний інститут ветеринарних препаратів та
кормових добавок, Україна
khrahko95@gmail.com

Відомо, що засвоєння та використання біотичних елементів в організмі людини і тварин визначається низкою фізіологічних механізмів, у томці числі їх синергічними чи антагоністичними зв'язками. Для більшості макро- і мікроелементів, що нормуються у живленні організму, такі зв'язки встановлені. Однак, регуляторний вплив фізіологічно активних, але недостатньо вивчених елементів, серед яких Германій займає провідне місце, на органо-тканинний розподіл інших мінералів, активно досліджується в даний час в біології, медицині, ветеринарії. Особливе зацікавлення дослідників зумовлене появою органічних сполук макро- і мікроелементів (наноаквахелатів), що отримані методами нанотехнології [1, 3]. Виконані в останні роки експериментальні дослідження щодо з'ясування фізіологічних механізмів дії різних доз германію цитрату на органо-тканинному та системному рівнях [2, 4], вказують на доцільність поглибленого вивчення впливу цієї сполуки на надходження та органо-тканинний розподіл інших життєвоважливих елементів в організмі, що ставилось за мету цих досліджень.

Дослідження виконані на самцях білих лабораторних щурів F₂, розділених на контрольну (К) та дослідну (Д) групи, по 4 тварини в кожній. Щури дослідної групи на відміну від контрольної отримували щоденно крім стандартного комбікорму, добавку до води германію цитрату, виготовленого методом нанотехнології [3], з розрахунку 10 мкг Ge/кг маси тіла. Випоювання германію цитрату у вказаній дозі проводилось самицям щурів F₀ і F₁ впродовж їх онтогенетичного розвитку, вагітності та вигодовування молоком щуренят F₁ і F₂. Вплив германію цитрату на організм щуренят F₂ виявлявся на етапах ембріонального, фетального і молочного періодів розвитку через кров і молоко матері, а також шляхом всмоктування з травного каналу після початку самостійного споживання кормів і води. Після досягнення 2-2,5 місячного віку по 4 самці з контрольної та дослідної груп були декапітовані за умов наркозу для дослідження внутрішніх органів. У гомогенатах тканин печінки, нирок, легень і стегового м'яза після сухого озолення визначали вміст Fe, Zn, Cu, Mn, Co на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ-115 ПК з комп'ютерною програмою перахунку концентрації. Отримані результати опрацьовували статистично з використанням комп'ютерної програми MS Excel і визначенням середніх величин (M), їх відхилень ($\pm m$) та ступеня вірогідності за коефіцієнтом Стюдента ($P \leq 0,05$).

Одержані результати вказують на те, що випоювання матерям щурів F₁ і їх приплоду F₂ наногерманію цитрату у дозі 10 мкг Ge/кг маси тіла зумовлювало вірогідне зменшення вмісту окремих мікроелементів у тканинах печінки, нирок і стегового м'яза (рис. 1). Зокрема, у гомогенаті тканин печінки самців дослідної групи встановлено нижчий вміст Cu ($P < 0,05$), Co ($P < 0,01$) і Fe — на 9,4 %, але не вірогідно. У легенях тварин дослідної групи відзначено нижчий вміст Co ($P < 0,01$), і Fe (на 21,7 %, не вірогідно).

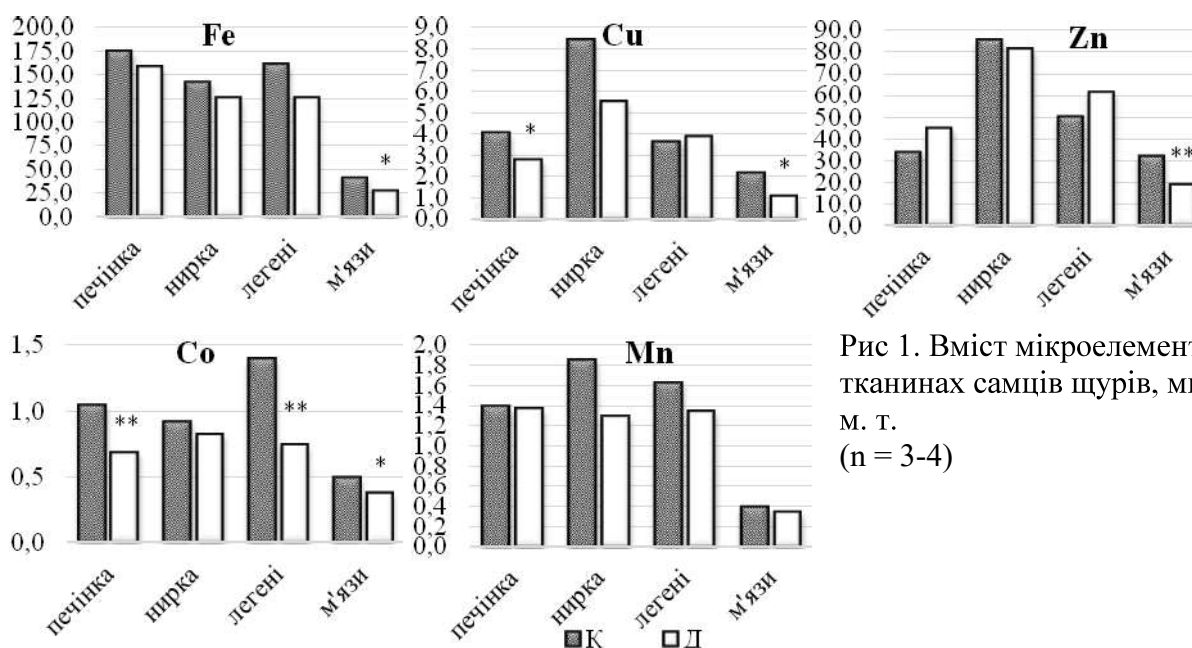


Рис 1. Вміст мікроелементів у тканинах самців щурів, мг/кг м. т. (n = 3-4)

Найбільш вірогідно виражений біологічний вплив наногерманію цитрату встановлено щодо вмісту досліджених мікроелементів у тканинах стегового м'яза щурів. Зокрема, випоювання германію цитрату зумовлювало суттєве зменшення вмісту Cu, Co, Fe ($P < 0,05$), а також Zn ($P < 0,01$) і не вірогідно — Mn (на 25 %) у тканинах м'яза самців щурів. У тканинах нирок відзначено нижчий вміст всіх досліджених мікроелементів, проте вірогідних різниць не виявлено. Однак, випоювання наногерманію цитрату самцям щурів F_1 у цій же дозі та за аналогічною схемою сприяло вірогідному підвищенню вмісту Cu і Mn та зниженню Fe у тканинах нирок у віці 2 місяці [2].

Таким чином, проведені дослідження вказують на виражений антагоністичний вплив наногерманію цитрату, в концентрації 10 мкг Ge/кг маси тіла самців щурів F_2 , на вміст Fe, Zn, Cu, Co у тканинах печінки, легень і м'язів, що може зумовлюватися як інгібуванням їх засвоєння у травному каналі, так і включення цих елементів у метаболічні реакції на органо-тканинному рівні.

Висновки. Випоювання з водою наногерманію цитрату щурам-самцям F_1 та їх приплоду з розрахунку 10 мкг Ge/кг маси тіла зумовлює антагоністичний вплив на органо-тканинний розподіл досліджених мікроелементів зі зниженням вмісту у м'язі Fe, Zn, Cu, Co, у печінці — Fe, Cu, Co, у легенях — Fe, Co. Вірогідно більше виражений антагоністичний вплив германію цитрату на вміст цих елементів у тканинах організму щурів виявляється для стегового м'яза.

Список літератури:

1. Багатофункціональні наноматеріали для біології і медицини: молекулярний дизайн, синтез і застосування / Р. С. Стойка та ін.; за ред. Р. С. Стойки. Київ: Наукова думка. 2017. 364 с.
2. Вміст мікроелементів у тканинах самиць щурів F_0 та самців F_1 за випоювання нано і хімічно синтезованого германію цитрату / М. І. Храбко, Р. С. Федорук, М. І. Храбко, О. Е. Марцинко, Г. Г. Денис. Біологія тварин. 2017. Т. 19, № 1. С. 125–134.
3. Пат. України на корисну модель № 38391. МПК (2006): C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, C07C 53/126 (2008.01), C07C 53/10 (2008.01), A23L 1/00, B82B 3/00. Спосіб отримання карбоксилатів металів «Нанотехнологія отримання карбоксилатів металів» / Косінов М. В., Каплуненко В. Г. Опубл. 12.01.2009. Бюл. № 1.
4. Федорук Р. С., Храбко М. І., Долайчук О. П. Вплив цитрату германію на імунофізіологічну активність організму щурів. Фізіологічний журнал. 2017. Т. 63, № 2. С. 65–72.

РІСТІНДУКУЮЧА ДІЯ ЦИТРАТІВ ЦИНКУ, ЗАЛІЗА І МАГНІЮ, ОТРИМАНИХ ЗА НАНОТЕХНОЛОГІЄЮ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Харченко О. О., Яценко О. В., Гуліч М. П., Ємченко Н. Л., Томашевська Л. А., Антамонов М. Ю.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМНУ», Україна
Gumara@ukr.net: kharchenko_belan@ukr.net

При дослідженні нових нанопродуктів, отриманих за ерозійно-вибуховою аквананотехнологією, розробленою українськими фізиками [1], водних розчинів комплексів цинку, заліза, магнію і германію з лимонною кислотою (Н-цитратами) і селенлимонної кислоти було виявлено, що вони впливають на ріст (збільшення маси) біооб'єктів.

Так при внутрішньошлунковому введенні протягом 15 діб білим мишам Н-цитратів цинку, заліза і магнію в дозах еквівалентних добовій потребі і цих біоелементів людини маса тіла тварин, які отримували Н-цитрат цинку збільшилась на 55 % по відношенню до вихідної. Для порівняння – маса тіла інтактних тварин та тварин, які отримували сульфат цинку майже не змінилась, а маса тіла тварин, яким вводили цитрат цинку, отриманий хімічним синтезом (товарна форма), зменшилась на 15 %.

Як і Н-цитрат цинку, Н-цитрат магнію індукував ріст маси тіла тварин, але в меншій мірі. На 14 день експерименту маса тіла дослідних тварин стала більшою за масу тіла контрольних тварин на 20 %.

Маса тіла тварин під дією Н-цитрату і цитрату, отриманому хімічним шляхом (Х-цитрату) заліза збільшилась по відношенню до контрольної величини на 12 і 10,8 % і зменшилась по відношенню до неї на 8 % у тварин, при введенні їх сульфату заліза (ІІ).

За результатами даних експериментів були побудовані математичні моделі залежності маси тіла тварин від доби спостереження, з допомогою яких розраховано коефіцієнти ефективності біологічної дії сполук. Як приклад, на рис. 1 наведено таку модель для сполук цинку. Параметри та відповідні коефіцієнти ефективності подано в таблиці 1.

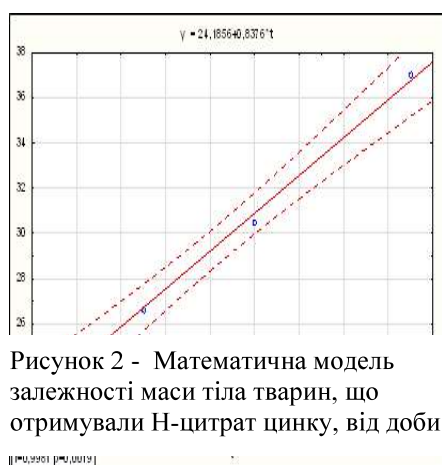


Рисунок 2 - Математична модель залежності маси тіла тварин, що отримували Н-цитрат цинку, від доби

Параметри Назва групи	b	S_b	t	p	k , коефіцієнт ефективності сполуки
Інтактний контроль (миші отримували дист. воду)	0,035 7	0,015 8	2,2628	0,152 0	-
Дослідна № 1 (миші отримували Н-цитрат цинку)	0,837 6	0,036 1	23,2012	0,001 9	23,4622
Дослідна № 2 (миші отримували Х-цитрат цинку)	- 0,242 9	0,060 7	-3,9999	0,057 2	-6,8039
Дослідна № 3 (миші отримували сульфат цинку)	0,051 8	0,020 0	2,5830	0,122 9	1,4510

Загалом для Н-цитрату, Х-цитрату і сульфату цинку вони становлять 23,5; -6,8 та 1,5 відповідно. Для Н-цитрату магнію і його сульфату коефіцієнти 17,7 та 5,1 і для Н-цитрату, Х-цитрату та сульфату заліза 8,2; 6,8 і 1,9.

Темп приросту маси тіла тварин, яким вводили Н-цитрати цинку, магнію і заліза був вищим за цей же показник у тварин, що отримували сульфати цих металів,

відповідно у 15,6; 3,5 і 4,3 рази і загалом більшими, ніж для Х-цитратів цинку і заліза.

Дослідження подібної направленості було проведено на міцелії грибів: їстівний гриб глина (*P.ostreatus*), лікарські гриби: гано дерма (*L.lucidum*) і кордицепси (*C.sinensis* і *C. militaris*), культивованих на рідкому глюкозо-пептонному середовищі, контроль № 1 в такому ж середовищі з додаванням Н-цитратів цинку, германію і селену (дослід) і з додаванням сульфату цинку (контроль № 2).

Встановлено, що на ріст грибного міцелію (збільшення його біомаси) найбільше впливає цинк. Він продукує збільшення міцелію гриба *P.ostreatus* на 150 % (інших грибів на 11-22%), що на 77 % більше, ніж при збагаченні середовища сульфатом цинку. Нн-цитрат германію викликає збільшення біомаси міцелію грибів *L.lucidum*, *P.ostreatus* і *C. militaris* на 31, 18 і 56 %, відповідно. Ще активніше діє селен у складі селенлимонної кислоти, викликаючи приріст біомаси міцелію *P.ostreatus* до 209 %, інших грибів 50-175 %, причому ця дія проявляється за дуже низької його концентрації (0,05-0,07 мг/дм³). Для цинку максимально ефективна дія спостерігається при його концентрації 0,8-0,9 мг/дм³, а для германію – 0,25-0,4 мг/дм³.

Досліджено також залежність концентрації біомаси міцелію у середовищах, збагачених цитратом і сульфатом цинку (рис. 2).

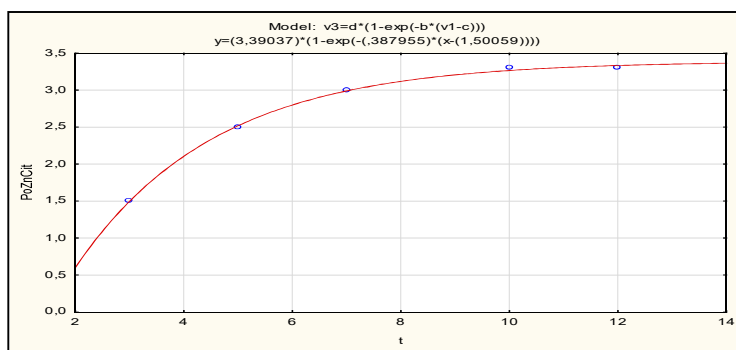


Рисунок 2 – Залежність концентрації грибної біомаси від доби культивування

Вона описується експоненціальною функцією з «обмеженням», що характерною для біологічних об'єктів. За 10 діб концентрація біомаси міцелію у середовищі цитрату цинку досягає 3,5 г/дм³, а при збагаченні його сульфатом цинку – тільки на 2,5 г/дм³.

Із наведеного можна зробити висновок, що за інтенсивністю рістіндукуючої дії досліджені Н-цитрати можна розмістити в ряд $Se > Zn > Fe > Mg$, що відповідає особливостям фізіологічної дії самих біоелементів. Більша ж інтенсивність дії Н-цитратів по відношенню до дії неорганічних сполук (сульфатів) одних і тих же мікроелементів обумовлена ефектами комплексоутворення.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Патент України на корисну модель № 39392. Спосіб отримання карбоксилатів харчових кислот з використанням нанотехнології / М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко. Опубл. 25.02.20094 бюл. № 4/2009.

ADVANCES AND CHALLENGES IN ANAEROBIC DIGESTION OF SEWAGE SLUDGE

I. Borysov^{1,2}, Z. Maletskyi¹, V. Gevod²

¹Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway

²Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine

With growth of human population, a sewage sludge production is now becoming an important issue through the world. Thereby, in European Union, the future forecast for annual wastewater sludge volume is reached up to 13 million dry tons at 2020. The process of sludge handling encounters challenges, such as dewatering, solids biodegradation, cake transportation and consequent application. Moreover, costs required to cover all of these arrangements can achieve up to 50% of plant maintenance. Therefore, the application of cost-effective treatment methods is being developed in sludge management.

To date, there are variety methods applying for sewage sludge disposal such as landfill, drying-incineration, agriculture usage, recycling as building material and anaerobic digestion. The anaerobic digestion has been widely applied as a method for biogas production reducing greenhouse gas emission (GHG), refunding input in the form of partly energetic independence of plant and profit earning from a renewable energy market.

Except biogas production in the form of methane, the anaerobic digestion possesses important benefits, such as sludge stabilization, pathogens and odor removal. To improve biodegradability of organic matter, increase methane yield and improve final dewatering step, thermal hydrolysis has been developed and proven as a successful approach making sludge more amenable to anaerobic digestion and increasing dewaterability of digested solids significantly [1].

However, the reject water containing hard-degradable organic compounds, recirculated to the head of the process, can disturb biological activity in the main treatment process.

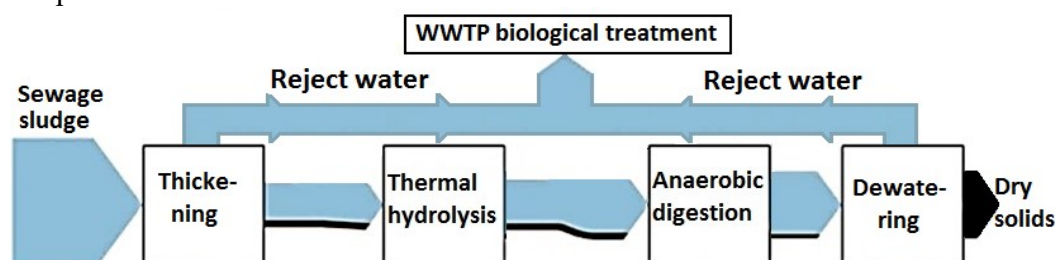


Figure 1. Sludge treatment line with Thermal Hydrolysis and anaerobic digestion [1]

Several methods can be applied to destroy hard-degradable organics: bioaugmentation, UV-disinfection and ozonation. Ozonation tends to have some advantages such as strong oxidation power, capability in wide pH, rapidly reaction with viruses and bacteria. To evaluate biodegradability of organic matter in reject water, the Zahn-Wellens test is applied modelling biological treatment in laboratory scale [2]. The Figure 2 represents example of ozone influence on hard-degradable organic compounds. In order to be relevant with sludge ages in real conditions, biodegradation has been calculated for 14 and 21 days.

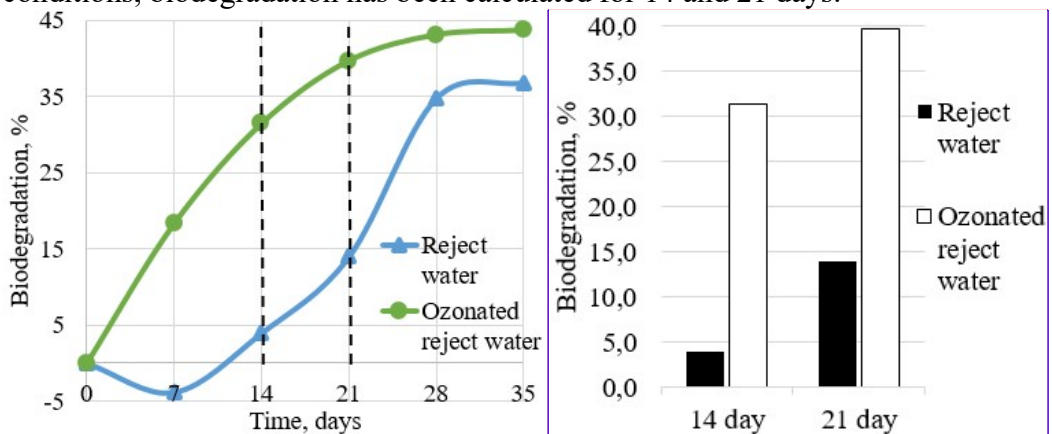


Figure 2 Ozone influence on hard-degradable organic compounds

Ozonation of reject water improves biodegradability of recalcitrant organic compounds by 8 times at 14 days of sludge age and 2.5 times at 21 days. This potentially prevents negative influences of recycled hard-degradable organics on activated sludge in the main biological treatment process.

Conclusions

1. Anaerobic digestion is recognized as the best method of sludge treatment to reduce the amount of sludge, GHG emissions and at the same time producing biogas.
2. Pretreatment step increases methane yield and sludge parameters such as biodegradability, hygienization, stabilization, odor, dewaterability.
3. The biodegradation of the reject water can be improved by applying ozone.

Literature

- [1] Barber, W. P. F. (2016). "Thermal hydrolysis for sewage treatment: A critical review." *Water Research* **104**: 53-71.
- [2] Organisation for Economic Co-operation and Development. 302 B Zahn-Wellens/EMPA Test, OECD guidelines for testing of chemicals. Paris; 1993.

Comparison of Al- and Fe-based Membrane Fouling Reducers for Biofilm Membrane Bioreactor

Z. Maletskyi, O. Kulesha

Norwegian University of Life Sciences (NMBU), Ås, Norway

Keywords: biofilm membrane bioreactor, fouling, membrane fouling reducers, aluminium coagulants

Introduction

BioFilm Membrane BioReactor (BF-MBR) comprises well-proven practical advantages of both biofilm and MBR treatment processes. Synergy of such combination includes lower rates of membrane fouling and reduced share of irreversible fouling. However, range of stable operation conditions can be significantly narrowed due to strong mechanical interactions between biofilm carriers and suspended sludge under intensive aeration-mixing, leading to disintegration of sludge flocks and formation of smaller charged particles. The latter can cause blockage of membrane pores. Several plants, including the pilot plant referred in this study, experienced sharp occasional increase of membrane fouling, demanding intensive and costly chemical cleanings.

Targeting cost-efficient operation of BF-MBR plants, current study focuses on prevention of membrane fouling by dosing aluminium and iron containing coagulants to the mixed liquor of BF-MBR.

Material and Methods

Coagulants have been compared as Membrane Fouling Reducers (MFRs) based on results of Total Recycle Tests (TRTs) and characteristics of coagulant-treated sludge by means of particle size distribution (PSD), electrokinetic potential (ζ -potential) and Capillary Suction Time (CST).

Mixed Liquor (ML) for laboratory experiments was sampled from BF-MBR pilot plant, treating daily 0.3-1 m³ of 1:9 mixture of black and grey wastewater (TSS 0.03...1.27 g/L, COD 99...342 mg-O₂/L). Only freshly sampled ML was used in experiments, characterized by TSS according to ASTM 2540D method.

Three chemically different Al- and Fe-based MFRs were selected for this study (Table 1). Applied coagulants are available from commercial suppliers by active compound name and metal content. Products of Kemira Chemicals AS (Finland) were used in this study.

Table 1. Properties of Membrane Fouling Reducers

Designation	Active compound	Metal content, %	pH
MFR-Al	Al ₂ (SO ₄) ₃	4.3	2.1
MFR-Al-p	[AlClOH] _n	9.0	0.9
MFR-Fe	Fe ₂ (SO ₄) ₃	11.6	<1

TRTs were conducted in plastic transparent container of 1.8 L, where flat sheet ceramic membrane was submerged and cross-flow aeration organized. SiC

microfiltration membrane with 0.1 μm nominal pore size was used for these studies (Cembrane, Denmark), same as in the pilot plant where ML was sampled. Vacuum was applied to the submerged membrane using Qdos30 peristaltic metering pump. Separation process was carried out under constant flux conditions (50 LMH) with recycling of all filtrate to the source container. Pressure in the vacuum line was measured with electronic pressure transducer (Klay 8000 series) and recorded to the laboratory data-logger. Recycling was continuing until TMP reached critical level of 1.5 times from TMP-initial. Filtration Time (FT) was calculated from the logged $\text{TMP}=\text{f}(\text{time})$. MFRs were added to ML before membrane filtration and properly mixed applying aeration during 30 sec and 90 sec at rest.

After TRT, suspended sludge was sampled from the obtained ML and analysed. PSD was estimated using light microscopy and image analysis techniques in ImageJ software. Electrokinetic potential was measured using Malvern Zetasizer Nano-Z and CST with Triton CS-timer.

Results and Discussion

The obtained results (Figure 1) show that dosing of aluminium and iron containing coagulants to mixed liquor of BF-MBR leads to considerable increase of filtration time by predominantly affecting electrokinetic potential of sludge particles: from 2.4-11 min for raw ML to 32.1-103.5 min at 0.11-1.96 $\mu\text{mol-Me/mg-SS}$ of MFR.

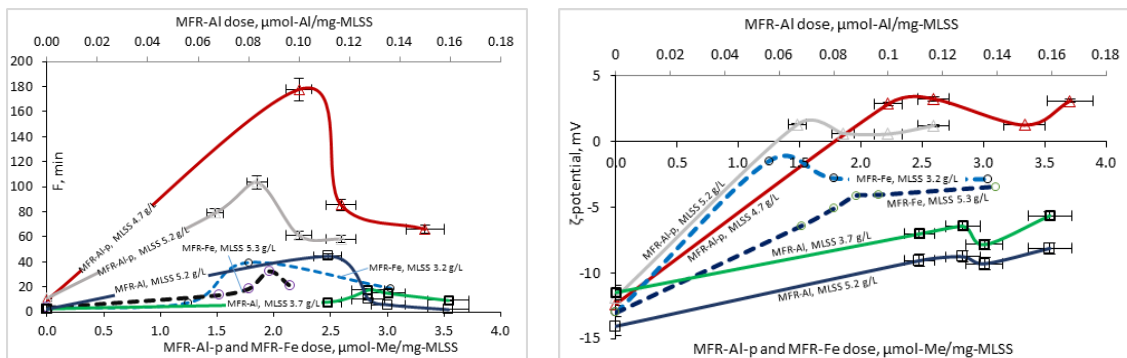


Figure 1. Results of the TRTs applying MFRs for BF-MBR mixed liquor: filtration time (left) and electrokinetic potential of treated sludge (right)

Table 2. Comparison of MFRs efficiency at optimal doses (D), determined for BMBR mixed liquor (ML) of ~ 5 g/L MLSS

MFR	D, $\mu\text{mol-Me/mg-SS}$	FT, min	ζ , mV	$\Delta\zeta$, mV	CST, sec	ΔCST , sec
ML (raw)	-	2.4-11	-14.07...-11.87	-	286-534	-
MFR-Al	0.11	44.5	-9.07	5	184.1	101.4
MFR-Al-p	1.85	103.5	0.62	12.49	56.4	363.4
MFR-Fe	1.96	32.1	-4.09	8.9	115.5	418.6

Conclusions

Dosing of aluminium and iron containing coagulants to mixed liquor of BF-MBR compensates electrokinetic potential of sludge particles and subsequently alleviates membrane fouling, increasing filtration time by 3-43 times, depending on reagent type and application conditions. Pre-polymerized aluminium chloride hydroxide shows the

best result at dose ten times lower than coagulation dose in conventional wastewater treatment processes.

TOWARDS WATER-SMART CIRCULAR ECONOMY BUILDING A CASE IN ORGANIC FARMING

Z. Maletskyi, PhD
NMBU, Norway

Being the most important shared resource across all supply chains, water remains the largest untapped waste. Current imbalance in water sector, together with often occurring scarcity, influences our economic, social and environmental goals. With current trends, global demand for water will exceed viable resources by 40% by 2030 [1].

The European Commission suggest a high interest in maximising water reuse within Europe as an alternative source of water supply. Recognising that water scarcity and drought events will be more frequent in the future, utilising alternative freshwater supplies through targeted water reuse programmes can indeed be a viable option. Considering the benefits of this practice, reusing local water supplies should be an integral part of a circular economy since it increases water supply resilience against extreme events, offers opportunities to recover resources (water, but also energy, nutrients and heat from waste streams), releases water quality pressure on receiving streams [2].

With only 1% of global agricultural land in organic production, and with its multiple sustainability benefits, organic agriculture can contribute a larger share in feeding the world. The recent studies show that comparing with conventional farming, organic farming is more profitable and environmentally friendly, delivers equally or more nutritious foods that contain less (or no) pesticide residues, providing greater ecosystem services and social benefits [3].

The World of Organic Agriculture Report [4] demonstrates fast growth of organic products market with the following trends:

- Consumer demand is increasing globally, reflected in the significant market growth up to 81.6 billion US dollars in 2015 and 11% growth in the United States, the world's largest organic market
- North America generates the most organic product sales together with Europe (90%), where Germany is the largest market with 8 620 million euros of retail sales
- At the same time, only 14% of organic producers are located in Europe covering 25% of world organic agriculture land, while Asian and Oceanian countries continue dominating

Despite the dynamic market growth, current trends indicate that production in Europe is not moving at the same speed, which presents several challenges for the future development of organic in Europe. Thus, in contrast to the development of organic farms (+3%), the number of organic processors increased considerably in 2015 (+12%). This demonstrates that organic farmers in Europe lag behind the growth of the organic market, limiting loading of processing capacities and increasing cost of products due to long supply chains. There is a risk that the growing demand will be met by imports and European farmers and processors may not benefit [5].

In contrast to the global and European organic trends, East European countries such as Ukraine, being an EU-associated agrarian country with short supply chains to Europe, demonstrates enormous decrease of organic farming activities. Decrease of organic agricultural land in 2014-2015 was -2.4%, continuing negative trend since 2000, and there was no data about areas under conversion in 2015. At the same time, number of organic exporters decreased by -45% in 2015. Having a documented potential of lands for organic farming at 2 000 000 hectares, this country utilized only 410 550 hectares.

The reasons for such enormous incoherence can be figured out from the global barriers analysis in organic agriculture [3]:

- Drawbacks in existing policies
- Lack of information and knowledge
- Weak infrastructure, inappropriate for certification requirements
- Misperceptions and cultural biases

In practice, farmers have a strong misperception that organic farming is more demanding, while produces lower season yields compared with conventional agriculture and requires more land than conventional agriculture to yield the same amount of food.

Another example, is that in Eastern European countries small and medium farms do not aim at conversion to organic farming because of (i) limited water sources that can meet the requirements for irrigation in organic agriculture at affordable cost; (ii) unstable quantity and quality of yields due to low efficiency of open irrigation during drought events; (iii) season fluctuations affecting stability of supplies.

With these obstacles, it is important to focus on creating an enabling environment for innovative and more sustainable organic farming systems, targeting simultaneous performance improvement by Production, Environment, Economics and Wellbeing indicators. Such environment must engage scientists and farmers in research and development decision-making.

Current technological development creates favourable conditions for a circular economy oriented innovation, which can improve farmer knowledge and capacity through integration of use and recovery of water, resources and energy in organic farming. Such innovation can be co-created from 4 components:

I. Source-separated decentralized wastewater management, aiming to generate source streams for components II and III as well as decrease global greenhouse gas emission by excluding conventional wastewater transportation

II. Grey wastewater treatment and reuse in drip irrigation, providing cost-efficient water source and effective drought-sustainable irrigation approach, securing products quality

III. Black wastewater treatment and reuse for direct fertilization with simultaneous utilization of organic farming wastes

IV. Recovery of wastewater heat and utilization in soil heating, enabling stable seasoning and increasing number of yields

Literature

1 M. Stuchtey. Rethinking the water cycle. McKinsey, May 2015.

2 J.E. Drewes. The role of water in the circular economy. IWA Source, May 2016.

3 J.P. Reganold. Organic agriculture in the twenty-first century. Nature Plants, February 2016.

4 Willer, Helga and Julia Lenoud. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2017. Research Institute of Organic Agriculture, February 2017.

5 Stolze, M. & Lampkin, N. Policy for organic farming: rationale and concepts. Food Policy 34, 237–244 (2009).

ДЛЯ НОТАТОК

[illegible]

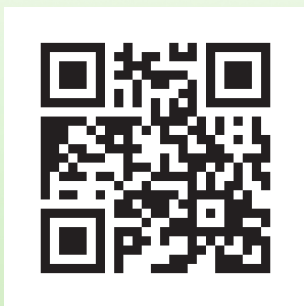
ДЛЯ НОТАТОК

[illegible]

Дієтична добавка

ПЕКТИНОВИЙ КОМПЛЕКС

- запатентована рецептура
- оригінальна технологія
- унікальні компоненти



:склад:

- оптимальна суміш бурякового та яблучного пектиновмісних порошків;
- вітамінний комплекс.

:дія:

- протидіє всмоктуванню в шлунку та кишечнику іонів токсичних металів, радіонуклідів, пестицидів та стійких органічних забруднювачів (СОЗ), які надходять у організм в результаті техногенного забруднення навколишнього та виробничого середовища та сприяє їх виведенню;
- знижує вміст холестерину в крові;
- гармонізує жировий та вуглеводний обміни;
- нормалізує перистальтику кишечника;
- вітамінний комплекс суттєво зміцнює захисні можливості організму.

:рекомендовано для:

- зниження впливу екологічно несприятливих умов (техногенне забруднення, важкі метали, пестициди, радіонукліди та стійкі органічні забруднювачі);
- нормалізації функції шлунково-кишкового тракту;
- профілактики захворювань серцево-судинної системи;
- профілактики цукрового діабету;
- профілактики урологічних захворювань;
- профілактики акушерських ускладнень у соматично здорових вагітних;

:протипоказання:

- індивідуальна чутливість до компонентів продукту.

:застосування:

- дорослим по 12 таблеток на день;
- дітям від 3 років по 4 таблетки на день;
- після вживання їжі, запивати водою чи соком.

Розроблено та вироблено:
ТОВ «Науково - виробниче підприємство «Технологіка»



ООО «НПК «АВАТАР»

ул. Казимира Малевича, 84, к. 301
03150, г. Киев, Украина
тел./факс: (044) 528 75 20
тел.моб.: (099) 024 09 77
(067) 707 56 92
www.gerelia.com

О группе компаний и технологии

Созданная в 2007 г. группа компаний «Аватар» сфокусирована на разработке инновационных научных технологий получения органических микроэлементных соединений, предназначенных для применения в медицине, пищевой промышленности, животноводстве и растениеводстве. В целом группой компаний «Аватар» получены и промышленно производятся более 30-ти соединений химических элементов с органическими пищевыми кислотами. На полученные соединения, технологию их производства и конечные продукты на их основе получено более 500 патентов. Промышленные мощности группы компаний «Аватар» составляют до 1 млн. литров продуктов в год.

Проведенные в течение 10 лет научные исследования на базе профильных институтов Национальной, Медицинской и Аграрной академий наук Украины показали, что полученные органические микроэлементные соединения имеют более высокую биологическую доступность и значительно меньшую токсичность при взаимодействии с биологическими объектами (по сравнению с большинством традиционных химических соединений).

В целом группой компаний «Аватар» разработаны и выведены на украинский и зарубежные рынки более 70 видов различных продуктов применительно к основным биологическим объектам, в том числе более 40 вариантов пищевых диетических добавок (mineral-based dietary supplements) под брендом «Biogenic Elements».



SOLENA

- Сіль SOLENA – це кухонна сіль зі зниженим вмістом натрію, з добавками КАЛІЮ та мікроелементів МАГНІЮ, СЕЛЕНУ, ІОДУ, ЦИНКУ, ХРОМУ в цитратній формі.
- Призначена для здорового збалансованого харчування.
- Особливо буде корисною для людей з артеріальною гіпертензією, серцево-судинними захворюваннями, підвищеним цукром в крові.



Сіль + Калій, Магній

Сіль кухонна + калій + магній + селен (з пониженим вмістом натрію), 145г.

Сіль + Калій, Магній, Селен

Сіль кухонна + калій + магній + селен (з пониженим вмістом натрію), 145г.



Сіль + Калій, Йод, Селен

Сіль кухонна + калій + йод + селен (з пониженим вмістом натрію), 145г.

Сіль + Магній, Селен, Хром, Цинк

Сіль кухонна для тих, хто контролює рівень цукру в крові, 145г.



Виробник - ПП «ВЕНД», Україна. Тел.: (067) 470-72-86

Сайт виробника SOLENA.UA

55 Years
Science Together



AZURA®

инструменты и приспособления
для (U)HPLC, Prep LC, FPLC
и осмометрии

Сделано в Германии



ООО «ОЛЕАНТА» - авторизованный дистрибьютор Кнауэр в Украине, г. Киев,
тел.: (044) 423 46 33, моб.тел.: 067 440 30 64
E-mail: info@knauer.com.ua