

О. В. Важненко¹, Ю. В. Єщенко², Н. В. Григорова², В. Д. Бовт², В. А. Єщенко²
ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИНКОВОЇ НЕДОСТАТНОСТІ У ЛЮДЕЙ,
ЩО ВИНΙΚАЄ В УМОВАХ ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНОГО
СЕРЕДОВИЩА ІНДУСТРІАЛЬНОГО ЦЕНТРУ

¹Держуправління охорони навколишнього природного середовища в Запорізькій області
69035, м. Запоріжжя, вул. 40-років Радянської України, 72 а

²Запорізький національний університет
69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66 e-mail: listopad1@ukr.net

Важненко О. В., Єщенко Ю. В., Григорова Н. В., Бовт В. Д., Єщенко В. А. Дослідження цинкової недостатності у людей, що виникає в умовах впливу техногенно навантаженого середовища індустриального центру. – Проведено дослідження вмісту цинку в гранулоцитах крові людей та тварин, які зазнали шкідливого впливу промислових факторів, зокрема високого рівня забруднення атмосферного повітря. Крім того, проведено дослідження змін, що відбулися у внутрішніх органах піддослідних тварин під дією вищезазначеного фактору. Виявлено, що в умовах техногенно навантаженого повітряного басейну м. Запоріжжя у людей розвивається дефіцит цинку в гранулоцитах крові, що є показником порушень обміну цинку у всьому організмі. Це явище було підтверджено в дослідах на тваринах.

Ключові слова: цинк, техногенне навантаження, гранулоцити, забруднення атмосферного повітря, тонка кишка, передміхурова залоза, головний мозок.

Вступ

У великих індустриальних центрах особливої актуальності набуває проведення оцінки стану повітряного басейну та дослідження змін в організмі людини, яка мешкає у середовищі з високим рівнем забруднення атмосферного повітря. В результаті численних досліджень було доведено чіткий взаємозв'язок між ступенем забруднення атмосферного повітря та загальним рівнем захворюваності населення, яке проживає на відповідній території.

Мета даного дослідження – визначення стану обміну цинку у людей, які перебувають під впливом техногенно навантаженого атмосферного повітря.

Матеріали та методи досліджень

Для дослідження стану атмосферного повітря м. Запоріжжя використовувались матеріали статистичної звітності підприємств, обласної та міської СЕС, Головного управління статистики, Держуправління охорони навколишнього природного середовища в Запорізькій області та інше.

Для визначення впливу забруднення атмосферного повітря на вміст цинку у гранулоцитах крові людини обрали 3 групи осіб: перша – мешканці сільських районів, які не зазнавали дії шкідливих факторів промислового походження (15 осіб), друга – працівники підприємств ВАТ "Запоріжсталь" (14 осіб) та третя – ВАТ "Запоріжжкокс" (12 осіб).

Для дослідження впливу забруднення атмосферного повітря на клітини внутрішніх органів було використано 37 мишей. Із них 12 тварин були інтактними (контрольними), 14 – протягом півтора місяця знаходились в промисловому цеху ВАТ "Запоріжсталь", 11 – на ВАТ "Запоріжжкокс".

Вплив негативних факторів викликає у клітинах порушення обміну речовин, які відносяться до неспецифічного адаптаційного синдрому клітинної системи (НАСКС) [1]. Під час дослідження метаболічних зрушень у клітинах особливої уваги заслуговує стан обміну в них цинку [5, 7]. Пояснюється це тим, що цинк входить до складу великої кількості металоферментів [12], стабілізує клітинні мембрани [10]. Більшість ознак НАСКС (підвищення сорбційних властивостей цитоплазми, посилений вихід речовин із клітин, порушення процесів гранулоутворення, накопичення в клітинах вільних радикалі та ін.) пов'язано з мембранною проникністю, а, отже, можуть бути результатом дефіциту цинку в клітинах. Можна припустити, що дія на організм несприятливих факторів супроводжується

відповідними за ступенем вираженості порушеннями обміну цинку в клітинах. А. S. Prasad [11] було доведено, що за вмістом цинку у фракції зернистих лейкоцитів можна судити про стан обміну цинку в усьому організмі, тобто виявляти цинкову недостатність, тестуючи за гранулоцитами крові.

Крім гранулоцитів крові, цитохімічно цинк, що визначається, присутній в інсулінпродукуючих клітинах, клітинах базальних відділів кишкових крипт (клітинах Панета), кінцевих відділів передміхурової залози, нейронах гіпокампу [5].

Для визначення функціонального стану зернистих лейкоцитів та вмісту в них цинку використовували дитизон (дифенілтиокарбазон) та 8-(паратолуолсульфоніламіно)-хінолін (8-ТСХ). Наявні в літературі відомості, що вказують на зв'язок цинку з білками, викликають за необхідне дослідження секреторного матеріалу гранулоцитів крові за допомогою метилового зеленого-еозину (МЗЕ).

У людей кров брали з пальця, у мишей – з хвоста. Мазки крові фіксували у парах формаліну з подальшим фарбуванням протягом 3-х годин 0,2%-м водно-аміаковим розчином дитизону та фарбували по методу МЗЕ. Мазки крові людей також протягом 1 хв. обробляли 0,01%-м ацетоновим розчином 8-ТСХ. За методом МЗЕ після фіксації в парах формаліну мазки фарбували 1%-м розчином метилового зеленого (1 хв.), після чого повторно фіксували в парах формаліну (30 хв.), промивали дистильованою водою (5 хв.), фарбували 0,5%-м розчином еозину (30 хв.), повторно промивали дистильованою водою та розташовували у желатині [5].

На препаратах, забарвлених дитизоном, у цитоплазмі зернистих лейкоцитів виявлялись червоні гранули, кількість яких – показник вмісту цинку в клітинах. На препаратах, забарвлених МЗЕ, гранули секреторного матеріалу були фіолетового кольору.

Мазки крові, оброблені 8-ТСХ, розглядали під люмінесцентним мікроскопом. У гранулоцитах виявляли жовто-зелену люмінесценцію. Для її збудження застосовували світлофільтр ФС-1, захисним (окулярним) слугував світлофільтр зі скла ЖС-18.

За допомогою цитохімічних реакцій дитизону та 8-ТСХ у гранулоцитах крові визначається цинк. Зменшення вмісту цього металу (його дефіцит) у клітинах свідчить про зменшення їх функціональної активності. Дефіцит цинку в гранулоцитах крові вказує також на розвиток цинкової недостатності, за якої знижується функція імунної та інших систем організму, послаблюються захисні сили організму проти професійних та інших факторів, знижується працездатність.

В експерименті над тваринами у забитих мишей витягали головний мозок, тонку кишку, передміхурову залозу. Із головного мозку готували заморожені зрізи, завтовшки 30-60 мм. У них виявляли цинк флуорохромуванням за допомогою 0,01%-го ацетонового розчину 8-ТСХ. На препаратах жовто-зелена люмінесценція виявлялась у зубчастій фасції, полях СА2-СА4 амонова рога. Інтенсивність цієї реакції – показник вмісту в гіпокампі цинку.

Шматочки інших органів фіксували впродовж 12 год. у холодному ацетоні (4°C) ацетоні та через ксилоли доводили до парафіну. Парафінові зрізи завтовшки 5-10 мкм флуорохромували 0,01%-м ацетоновим розчином 8-ТСХ. На препаратах цинк виявляли за жовто-зеленою люмінесценцією базальних відділів кишкових крипт (клітин Панета), кінцевих відділів передміхурової залози.

Інтенсивність цитохімічних реакцій оцінювали за трьохбальною системою, запропонована В. В. Соколовським [8], а також Ф. Хейхоу та Д. Квагліно [9]. За один бал приймали слабопозитивну, два бали – помірну, три бали – виражену за інтенсивністю реакцію.

Результати та обговорення

Запоріжжя є одним з навантажених міст України за промисловим потенціалом, що зумовлено наявністю і концентрацією підприємств чорної і кольорової металургії, енергетики, хімії та є одним із лідерів за рівнем забруднення атмосферного повітря. Сучасна

екологічна ситуація в м. Запоріжжя характеризується як складна [2, 3, 6]. У 2006 р. серед шістьох міст – великих промислових центрів Південно-Східного регіону України м. Запоріжжя зайняло IV місце за викидами забруднюючих речовин до атмосферного повітря від стаціонарних джерел, поступившись лише Кривому рогу, Маріуполу та Донецьку [4]. Загальні викиди забруднюючих речовин склали 378,8 тис. т, з яких 258,1 тис. т – викиди від стаціонарних джерел забруднення.

Значна частина промислових підприємств м. Запоріжжя розташована в центрі житлових забудов, що формують основне техногенне навантаження на навколишнє середовище населених пунктів. Пріоритетними забруднювачами атмосферного повітря міста є: зважені речовини, двоокис азоту, фенол, фтористий водень, сірководень, сірковуглець, сірчаний ангідрид та ін. [2].

У табл. 1 представлено дані Запорізької санітарно-епідеміологічної служби щодо відсотка перевищень граничнодопустимих концентрацій під факелом викидів промислових підприємств на території житлової забудови м. Запоріжжя.

Таблиця 1

Перевищення ГДК під факелом викидів промислових підприємств на території житлової забудови м. Запоріжжя в динаміці 2000-2006 рр.

№ з/п	Досліджувана речовина	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1.	Зважені речовини	74,3%	74,4%	71,5%	77,47 %	58,3 %	66,7 %	55,4 %
2.	Оксиди азоту	32,6%	41,1%	27,1%	47,91 %	36,6 %	48,0 %	50,5 %
3.	Фенол	44,8%	51,2%	53,3%	55,61 %	40,3 %	44,0 %	58,3 %
4.	Фтористий водень	10,4%	6,5%	3,8%	9,74 %	4,4 %	19,2 %	39,1 %
5.	Сірковуглець	34,3%	30,8%	16,3%	28,41 %	28,8 %	50,0 %	35,5 %
6.	Сірководень	36,0%	26,4%	57,3%	45,74 %	39,3 %	51,1 %	62,8 %

Аналізуючи отримані дані, можна відзначити деяке зменшення забруднення атмосферного повітря порівняно з 2006 р., у той же час збільшилась забрудненість фенолом, фтористим воднем, сірководнем.

Зростання обсягів виробництва та валових викидів в атмосферне повітря, що відбувається за останні роки, призводить до більш інтенсивного забруднення атмосферного повітря в місті.

Основними забруднювачами атмосферного повітря є підприємства Мінпромполітики (металургійна та хімічна галузі). Викиди від цих підприємств складають близько 90% від загальної кількості забруднюючих речовин у м. Запоріжжя від стаціонарних джерел. Найбільший вплив на стан атмосферного повітря м. Запоріжжя здійснюють 11 підприємств – основних забруднювачів [3, 6]. Як видно з табл. 2 найбільше перевищень ГДК у 2006 р. спостерігалось з сірководню, фенолу, зваженим речовинам та оксидам азоту. Щоб визначити, які підприємства вносять найбільший вклад за цими речовинами, розглянемо обсяги викидів пріоритетних забруднюючих речовин на підприємствах – основних забруднювачах м. Запоріжжя.

Дані табл. 2 показують, що безперечним лідером за загальними обсягами викидів в м. Запоріжжя є ВАТ "Запоріжсталь", але інші підприємства-забруднювачі також здійснюють значний вплив на якість атмосферного повітря. Наприклад, така шкідлива речовина як фенол, через яку часто спостерігається перевищення ГДК, є пріоритетом підприємства ВАТ "Запоріжжкокс". Для дослідження було обрано працівників цих двох промислових гігантів.

У мазках крові, забарвлених за методом МЗЕ, інтенсивність реакції у мешканців сільських районів, які не підлягають постійному впливу промислових факторів становила $1,0 \pm 0,08$ ум. од., у той час як в осіб, які працюють на ВАТ "Запоріжсталь" – $0,6 \pm 0,04$ ум. од. ($p < 0,001$), на ВАТ "Запоріжжкокс" $0,7 \pm 0,05$ ум. од. ($p < 0,01$).

Таблиця 2

Викиди основних забруднювачів атмосферного повітря в м. Запоріжжя за 2006 р.

Назва забруднюючої речовини	Частка викидів забруднюючої речовини		
	усього викидів, т/рік	до загального обсягу викидів об'єкта, %	до загального обсягу викидів речовини м. Запоріжжя, %
ВАТ "Запоріжсталь"			
Загальні викиди	78399,9		
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	7981,129	10,18	53,75
Сполуки азоту	4002,008	5,104	47,2
Діоксид та інші сполуки сірки	5756,836	7,342	56,65
Оксид вуглецю	58976,911	75,22	56,54
ВАТ "Дніпроспецсталь"			
Загальні викиди	3399,298		
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	591,136	17,38	3,98
Сполуки азоту	394,204	11,6	4,65
Діоксид та інші сполуки сірки	130,750	3,84	1,28
Оксид вуглецю	1045,100	30,74	1,00
Фтор та його сполуки	1,786	0,05	0,21
Залізо та його сполуки	1073,875	31,59	38,44
ВАТ "Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат"			
Загальні викиди	11186,075		
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	1014,419	9,06	6,83
Сполуки азоту	229,393	2,45	2,70
Діоксид та інші сполуки сірки	263,262	2,35	2,59
Оксид вуглецю	4910,068	43,89	4,70
Алюмінію оксид	3308,452	29,57	98,2
Фтор та його сполуки	815,283	7,28	99,2
Стійкі органічні забруднювачі	592,706	5,29	82,04
ВАТ "Запоріжкокс"			
Загальні викиди	5150,299		
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	520,926	10,1	3,50
Сполуки азоту	1638,40	31,8	19,33
Діоксид та інші сполуки сірки	658,164	12,7	6,47
Оксид вуглецю	2254,288	43,7	2,16
Фенол	4,667	0,09	33,38
Аміак	77,084	1,49	32,33
ВАТ "Український графіт"			
Загальні викиди	2177,761		
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	295,724	13,57	1,99
Сполуки азоту	23,288	1,069	0,27
Діоксид та інші сполуки сірки	233,940	10,742	2,30
Оксид вуглецю	1487,622	68,309	1,426

Назва забруднюючої речовини	Частка викидів забруднюючої речовини		
	усього викидів, т/рік	до загального обсягу викидів об'єкта, %	до загального обсягу викидів речовини м. Запоріжжя, %
КП "Запорізький титаномангнієвий комбінат"			
Загальні викиди	801,110		
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	136,784	17,07	0,92
Сполуки азоту	26,592	3,32	0,31
Діоксид та інші сполуки сірки	106,718	13,32	1,05
Оксид вуглецю	285,950	35,69	0,27
Хлор та сполуки хлору	102,046	12,73	43,04
Водню хлорид	93,669	11,69	72,33
ВАТ "Запорізький завод феросплавів"			
Загальні викиди	33930,143		
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	1439,41	4,24	9,69
Сполуки азоту	510,97	1,50	6,02
Діоксид та інші сполуки сірки	2366,58	6,97	23,28
Оксид вуглецю	29168,27	85,96	27,96
Манган та його сполуки	442,29	1,30	91,7
ВАТ "Запоріжвогнетрив"			
Загальні викиди	1060,677		
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	403,04	38,0	2,71
Сполуки азоту	110,661	10,43	1,30
Діоксид та інші сполуки сірки	296,535	27,96	2,91
Оксид вуглецю	249,259	23,5	0,23
ВАТ "Запоріжсклофлюс"			
Загальні викиди	363,755		
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	136,216	37,44	0,91
Сполуки азоту	41,647	11,44	0,49
Діоксид та інші сполуки сірки	34,53	9,49	0,33
Оксид вуглецю	144,784	39,8	0,13
Фтор та його сполуки	3,621	0,99	0,44
ВАТ "Запорізький абразивний комбінат"			
Загальні викиди	7167,149		
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	1736,429	24,2	11,6
Сполуки азоту	106,376	1,48	1,25
Діоксид та інші сполуки сірки	237,844	3,32	2,34
Оксид вуглецю	4974,184	69,4	4,76
Стійкі органічні забруднювачі	55,253	0,8	7,64
ЗДП "Кремній полімер"			
Загальні викиди	459,578		
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	1,524	0,3	0,01
Сполуки азоту	60,82	13,23	0,71
Діоксид та інші сполуки сірки	–	–	–

Назва забруднюючої речовини	Частка викидів забруднюючої речовини		
	усього викидів, т/рік	до загального обсягу викидів об'єкта, %	до загального обсягу викидів речовини м. Запоріжжя, %
Оксид вуглецю	5,895	1,3	0,005
Хлор та його сполуки	30,633	6,66	12,9
Неметанові леткі органічні сполуки	63,847	13,8	2,94
Метан	296,622	64,5	39,14

При використанні в якості фарбника дитизону на препаратах крові контрольної групи інтенсивність реакції становила $1,3 \pm 0,09$ ум. од., у другій групі – $0,9 \pm 0,06$ ум. од. ($p < 0,001$), а у третій – $0,9 \pm 0,08$ ум. од. ($p < 0,001$).

На препаратах крові, оброблених 8-ТСХ, у контролі інтенсивність реакції становила $1,4 \pm 0,10$ ум. од. У працівників ВАТ "Запоріжсталь" показник склав $1,0 \pm 0,08$ ум. од. ($p < 0,01$), ВАТ "Запоріжжкокс" – $0,9 \pm 0,09$ ум. од. ($p < 0,001$).

Наведені дані вказують на суттєву відмінність від контролю у другій та третій групах обстежених осіб, що вказує на те, що у цих випадках розвився дефіцит цинку в клітинах.

При підрахунку кількості дитизонових гранул у зернистих лейкоцитах отримано такі цифри: у контрольних осіб – $140 \pm 5,1$, у другій групі – $114 \pm 4,6$ ($p < 0,001$), у третій – $122 \pm 5,0$ ($p < 0,01$). Схожі результати отримані при підрахунку кількості гранул МЗЕ та 8-ТСХ: контроль – $129 \pm 4,8$ та $143 \pm 4,8$, друга група – $88 \pm 2,6$ ($p < 0,001$) та $118 \pm 4,5$ ($p < 0,001$), а третя – $101 \pm 3,9$ ($p < 0,001$) та $121 \pm 5,1$ ($p < 0,001$) відповідно.

Отримані результати наведено у табл. 3.

Таблиця 3

**Інтенсивність цитохімічних реакцій дитизону, МЗЕ та 8-ТСХ
у гранулоцитах крові людей ($\bar{X} \pm m$, n= 41)**

Група обстежених осіб	МЗЕ		Дитизон		8-ТСХ	
	Інтенсивність реакції, у.о.	Кількість гранул	Інтенсивність реакції, у.о.	Кількість гранул	Інтенсивність реакції, у.о.	Кількість гранул
Контроль	$1,0 \pm 0,08$	$129 \pm 4,8$	$1,3 \pm 0,09$	$140 \pm 5,1$	$1,4 \pm 0,10$	$143 \pm 4,8$
II група	$0,6 \pm 0,04$ ***	$88 \pm 2,6$ ***	$0,9 \pm 0,06$ ***	$114 \pm 4,6$ ***	$1,0 \pm 0,08$ **	$118 \pm 4,5$ ***
III група	$0,7 \pm 0,05$ **	$101 \pm 3,9$ ***	$0,9 \pm 0,08$ ***	$122 \pm 5,0$ **	$0,9 \pm 0,09$ ***	$121 \pm 5,1$ ***

Примітка. ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з контролем.

У табл. 4 наведено дані вмісту цинку в гранулоцитах крові піддослідних мишей. У контрольних (інтактних) мишей інтенсивність цитохімічної реакції дитизону дорівнювала $1,2 \pm 0,09$ ум. од., а реакції МЗЕ – $0,9 \pm 0,06$ ум. од.

Перебування в умовах високого рівня забруднення атмосферного повітря призвело до зниження інтенсивності реакції у другій групі до $0,8 \pm 0,06$ ум. од. ($p < 0,001$) та у третій до $0,9 \pm 0,07$ ум. од. ($p < 0,01$) при фарбуванні дитизоном. Тобто, відбулось зниження вмісту цинку на 33 та 25% відповідно.

При фарбуванні за методом МЗЕ у другій і третій групах відбулось зниження інтенсивності реакції відповідно на 22 та 44%, тобто склало $0,7 \pm 0,04$ ум. од. ($p < 0,01$) та $0,5 \pm 0,03$ ум. од. ($p < 0,001$).

При підрахунку кількості гранул у контролі при фарбуванні дитизоном значення склало $106 \pm 3,1$, а у випадку МЗЕ – $95 \pm 4,2$. Підрахунок кількості дитизонових гранул у зернистих лейкоцитах тварин, які піддалися впливу техногенно навантаженого повітря отримані такі цифри: на ВАТ "Запоріжсталь" – $90 \pm 2,3$ ($p < 0,001$), на ВАТ "Запорожжкокс" – $93 \pm 2,6$ ($p < 0,01$). Схожі результати отримано при підрахунку кількості гранул МЗЕ: друга група – $79 \pm 3,6$ ($p < 0,01$), третя – $64 \pm 3,1$ ($p < 0,001$).

Таблиця 4

**Інтенсивність цитохімічних реакцій дитизону та метилового зеленого - еозину (МЗЕ)
в гранулоцитах крові мишей ($\bar{X} \pm m$, n= 37)**

Група обстежених тварин	Дитизон		МЗЕ	
	Інтенсивність реакції, у.о.	Кількість гранул	Інтенсивність реакції, у.о.	Кількість гранул
Контроль	1,2 ± 0,09	106 ± 3,1	0,9 ± 0,06	95 ± 4,2
II група	0,8 ± 0,06***	90 ± 2,3***	0,7 ± 0,04**	79 ± 3,6**
III група	0,9 ± 0,07**	93 ± 2,6**	0,5 ± 0,03***	64 ± 3,1***

Примітка. ** – p < 0,01; *** – p < 0,001 порівняно з контролем.

У табл. 5 наведено дані вмісту цинку в нейронах гіпокампу, клітинах Панета та кінцевих відділів передміхурової залози. У контрольних (інтактних) тварин інтенсивність цитохімічної реакції 8-ТСХ у гіпокампі склала 1,9 ± 0,14 ум. од., тонкій кишці – 1,0 ± 0,06 ум. од., передміхуровій залозі – 1,4 ± 0,10 ум. од. При утриманні мишей в умовах підвищеного забруднення атмосферного повітря отримано такі цифри: на ВАТ "Запоріжсталь" цинку виявилось на 32% менше в нейронах гіпокампу, на 50% – клітинах Панета та на 50% – клітинах передміхурової залози. У всіх випадках різниця з контролем достовірна (p < 0,01).

При утриманні тварин на ВАТ "Запоріжжкокс" у гіпокампі виявилось зниження вмісту цинку на 26%, у клітинах Панета – на 40%, у клітинах передміхурової залози – на 43%. У всіх випадках різниця з контролем достовірна (p < 0,01).

Таблиця 5

Інтенсивність цитохімічних реакцій 8-ТСХ у гіпокампі, базальних відділах кишкових крипт, кінцевих відділах передміхурової залози у мишей ($\bar{X} \pm m$, n= 37)

Група обстежених тварин	Інтенсивність реакції, у.о.		
	гіпокамп	клітини Панета	передміхурова залоза
Контроль	1,9 ± 0,14	1,0 ± 0,06	1,4 ± 0,12
II група	1,3 ± 0,09**	0,5 ± 0,02***	0,7 ± 0,04***
III група	1,4 ± 0,10**	0,6 ± 0,04***	0,8 ± 0,06***

Примітка. ** – p < 0,01; *** – p < 0,001 порівняно з контролем.

Наведені в табл. 5 дані вказують на те, що при утриманні тварин в умовах високого рівня забруднення атмосферного повітря у всіх випадках відбувалось значне зниження вмісту цинку, тобто розвивався його дефіцит. Різниця між даними, отриманими у другій і третій групах з контролем, достовірна (p < 0,01).

Висновки

Незадовільний стан повітряного басейну індустріального центру негативно впливає на стан здоров'я населення. Екологічна ситуація в м. Запоріжжя характеризується як складна. Забруднення та здійснення негативного антропогенного впливу на стан повітряного басейну значно перевищує санітарні норми.

Встановлено, що у працівників промислового підприємства відбулось зниження інтенсивності цитохімічних реакцій дитизону, МЗЕ та 8-ТСХ у гранулоцитах крові, за допомогою яких визначається цинк. Це вказує на розвиток цинкової недостатності у зернистих лейкоцитах крові, що може бути показником незадовільного стану обміну цинку у всьому організмі. Ця тенденція підтверджена в дослідях на тваринах.

Встановлена залежність вмісту цинку в гранулоцитах крові від впливу техногенного навантаження середовища дозволяє рекомендувати цитохімічні реакції МЗЕ, дитизону та 8-ТСХ в якості діагностичних тестів, які можна вважати показниками порушень стану здоров'я людини. Дефіцит цинку в клітинах супроводжується імунодефіцитами, за яких знижується адаптивні можливості організму щодо дії небезпечних факторів довкілля.

Список літератури

1. Браун А. Д., Моженок Т. П. Неспецифический адаптационный синдром клеточной системы. – Л.: Наука, 1987. – 238 с.
2. Бюлетень стану навколишнього середовища м. Запоріжжя за 2006 рік // Запорізька міська санітарно-епідеміологічна станція. – Запоріжжя, 2006. – 9 с.
3. Довкілля області за 2006 рік // Головне управління статистики у Запорізькій області / За ред. В. П. Головешка. – Запоріжжя, 2006. – 138 с.
4. Довкілля України. Статистичний збірник // Державний комітет статистики України. – К., 2006. – 255 с.
5. Ещенко В. А. Гистохимическое исследование цинка // Цитология. – 1978. – Т. 20, № 8. – С. 927-933.
6. *Твоє майбутнє – земля за порогами* за матеріалами національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Запорізькій області у 2006 році // Держуправління охорони навколишнього природного середовища в Запорізькій області, 2006. – 170 с.
7. Панин Л. Е. Биохимические механизмы стресса. – Новосибирск: Наука, 1983. – 233 с.
8. Соколовский В. В. Гистохимические исследования в токсикологии. – Л.: Медицина, 1983. – 320 с.
9. Хейхоу Ф., Кваглино Д. Гематологическая цитохимия. – М.: Медицина, 1983. – 320 с.
10. Bray T. M., Bettger W. J. The physiological role of zinc as an antioxidant // Free Radic. Biol.Med. – 1990. – Vol. 8. – P. 281-291.
11. Prasad A. S. Neutrophil zinc: an indicator of zinc status in man // Trans. Assoc. Amer. Physicians. – 1982. – Vol. 95. – P.165-176.
12. Vallee B. L. Zinc: biochemistry, physiology, toxicology and clinical pathology // Biofactors. –1988. – Vol. 1. – P. 31-36.

Важненко А. В., Ещенко Ю. В., Григорова Н. В., Бовт В. Д., Ещенко В.А. Исследования цинковой недостаточности у людей, возникающей при условиях влияния техногенно нагруженной среды индустриального центра. – Проведены исследования содержания цинка в гранулоцитах крови людей и животных, которые были подвержены влиянию промышленных факторов, в частности высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха. Кроме того, проведены исследования изменений, которые происходили во внутренних органах подопытных животных под влиянием вышеупомянутого фактора. Было выявлено, что в условиях техногенно нагруженного воздушного бассейна г. Запорожье у людей развивался дефицит цинка в гранулоцитах крови, что служит показателем нарушений обмена цинка во всем организме. Это было подтверждено в опытах на животных.

Ключевые слова: цинк, техногенная нагрузка, гранулоциты, загрязнение атмосферного воздуха, тонкий кишечник, предстательная железа, головной мозг.

Vazhnenko O. V., Eshchenko J. V., Grigороva N. V., Bovt V. D., Eshchenko V. A. Researches of human's zinc insufficiency, arising in conditions of influence of the technogenic polluted environment of industrial center. – Researches of zinc contents in granulocytes of blood of people and animals which were subject to influence of industrial factors, in particular high level of air pollution have been conducted. In addition, researches of changes which took place in the internals of experimental animals under influence of above-mentioned factor have been conducted. It was exposed, that in the conditions of the technogenic air-polluted pool of Zaporizhzhia, people had the deficit of zinc developed in blood granulocytes, which serves as the index of violations of exchange of zinc in all of organism. It was confirmed in experiments on animals.

Key words: zinc, technogenic pollution, granulocytes, air pollution, thin intestine, prostate, brain.