

Буглак С. Ю., здобувач третього рівня вищої освіти (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, s.yu.buglak@nuwm.edu.ua)

ЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ МІКРО-МАКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА НАСЛІДКІВ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ПОШИРЕНІСТЬ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ ТА ПАТОЛОГІЇ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ СЕРЕД НАСЕЛЕННЯ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В статті наведено погляди авторів, огляд літератури з приводу впливу деяких мікро-макроелементів та наслідків аварії на ЧАЕС на виникнення цукрового діабету та патології щитоподібної залози серед населення Рівненщини та України.

Встановлено, що починаючи з перших моментів життя зародка виникає потреба в підтримці стабільності його внутрішнього середовища та забезпеченні взаємовідносин із навколишнім оточенням. На ранніх етапах онтогенезу вказані функції здійснюються шляхом гуморальної регуляції за допомогою циркулюючих біологічно активних речовин, котрі в міру формування спеціалізованих на їх продукції клітин та органів отримують властивості справжніх гормонів.

Саме нестача йодованих гормонів в організмі дитини на ранніх етапах післянатального життя є вирішальним патогенетичним чинником розумової недостатності – провідної складової синдрому кретинізму.

Доведено, що підґрунтям лавиноподібного поширення ендокринних і гормонально залежних захворювань разом із генетичною детермінацією є умови розвитку плода в утробі матері повинно призвести до переосмислення значення здійснення широких соціально-охоронних заходів по відношенню до вагітної жінки, спрямованих на збереження її психо-емоційного та фізичного здоров'я, починаючи з ранніх етапів виношування дитини.

Ключові слова: хімічні макро-мікроелементи; наслідки аварії на ЧАЕС; ендокринні захворювання; цукровий діабет; пубертат; патологія щитоподібної залози; ендемічні і неендемічні регіони.

Постановка проблеми. Цукровий діабет (ЦД) – хронічне ендокринно-обмінне захворювання, зумовлене абсолютною чи відносною недостатністю інсуліну внаслідок поєданого впливу різних ендогенних (генетичних та екзогенних) чинників, що призводять до порушення всіх видів обміну речовин, ураження судин, нервів, різних органів і тканин.

У світі нараховується приблизно 420 млн хворих на ЦД, зокрема в Україні – 2 млн 600 тис., і йде тенденція до збільшення кількості хворих. Якщо раніше ЦД уражав старших людей, то тепер недуга значно помолодшала, все частіше хворіють діти та підлітки. Тобто це захворювання є серйозною соціальною проблемою.

Загроза погіршення суспільного здоров'я обумовлена, крім інших факторів, техногенними хімічними речовинами. За статистикою, на початок XXI ст. (2001) в Україні у розрахунку на душу населення викиди в атмосферу становили 183 т, у поверхневій воді – 178 т, у земельні ресурси – 944 т. Наприклад, за добу сучасний нафтопереробний комбінат може викинути в атмосферу до 520 т вуглеводню, 1,8 т сірководню, 600 т оксиду вуглецю і 310 т сульфїду йоду. Постійно збільшується вміст у біосфері вуглекислоти, шкідливих органічних речовин і аерозолів.

Підвищений вміст у навколишньому середовищі шкідливих хімічних сполук призводить до формування віддалених наслідків, тобто розвитку хворобливих станів через певні періоди від їх надходження в організм людини. Як свідчать дослідження, розвиток захворювань серцево-судинної системи, особливо атеросклерозу, спричинюють сірковуглець, свинець і фториди. Особливо небезпечними є вроджені пороки внаслідок дії хімічних мутагенів. За даними ВООЗ, у 20% випадків здоров'я населення формується під впливом генетичних факторів, тобто мутацій, що накопичувались протягом попередніх поколінь, передусім під впливом хімічних забруднень.

Реальну загрозу виникнення злоякісних пухлин спричинює наявність у повітрі промислових і житлових зон хімічних канцерогенів. За даними Міжнародного агентства з вивчення ракових захворювань, темпи їх поширення випереджають темпи росту населення у світі.

Крім шкідливих хімічних речовин на суспільне здоров'я впливають іонізуюче випромінювання, електромагнітні поля, шум,

вібрації, продукти сучасних біотехнологій. У зв'язку з цим в організмі людини постійно мусять спрацьовувати механізми адаптації, захисні функції яких, однак, не є безмежними, через що збільшується кількість захворювань, інвалідності, смертності населення.

У деяких медичних дослідженнях критеріями оцінювання суспільного здоров'я пропонується вважати також тимчасову чи постійну втрату працездатності, поширеність психоемоційних розладів, частоту самогубств, рівень травматизму тощо. Ці показники, безперечно, є важливими, хоч вони більше характеризують відхилення від здоров'я суспільства, тобто свідчать про суспільну патологію.

В Україні здоров'я населення оцінюють через систему кількісних показників суспільного здоров'я, найважливішими з яких є смертність, захворюваність, інвалідність і фізичний розвиток.

Негативні наслідки взаємовпливу людини та природи, як правило, рано чи пізно позначаються на стані її здоров'я. Тому проблеми здоров'я завжди посідали важливе місце в соціальному, економічному та культурному житті суспільства. Дослідники багатьох наукових напрямів намагалися пізнати цей феномен, щоб навчитися керувати ним, економно використовувати його протягом усього життя та знаходити засоби для його збереження.

Висока поширеність ендокринних захворювань, тенденція до зростання цієї патології вимагає вивчення патогенетичних механізмів їх розвитку, впровадження послідовних методів діагностики, профілактики та лікування [3].

Порушення функції залоз внутрішньої секреції сприяє формуванню затримки статевого та фізичного розвитку, інтелекту, особливо у жителів, що мешкають в регіоні йодного дефіциту [10]. Відомо, що частота патології щитоподібної залози у мешканців йододефіцитного регіону, за даними епідеміологічних досліджень, складає від 12,5 на 10 тис. населення у 2009 р. до 116,3 – у 2019 р. і займає одне із перших місць серед населення України.

Дослідженнями встановлена закономірність у поширеності тиреоїдної патології серед жителів залежно від йодозабезпеченості регіону. Її частка складає 160,7 випадків на 10000 населення в регіонах із вираженим йододефіцитом, 101,2 – в регіонах із частково вираженим йододефіцитом, 55,9 – в регіонах із помірним йододефіцитом і 21,6 – в регіонах із незначним йододефіцитом і достатньою йодозабезпеченістю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні фізико-хімічні методи дають змогу визначити понад 80 хімічних елементів у природній воді. Їх умовно розділяють на макро- та мікроелементи. Головними макроелементами в природних водах є кальцій, калій, натрій, магній, хлор. В організмі людини ця група хімічних елементів міститься в порівняно великих кількостях. Вони забезпечують функціонування всіх систем і органів, з них побудовані клітини тіла, без них неможливий обмін речовин.

До основних мікроелементів поверхневих вод належать: залізо, мідь, цинк, манган, хром, селен, молібден, йод, кобальт, арсен, бор, бром, фтор, нікель, ванадій, алюміній, кадмій, свинець, ртуть, олово, титан та ін. Мікроелементи в організмі людини містяться в мізерних концентраціях, але забезпечують перебіг найважливіших біохімічних реакцій, у результаті яких виділяється енергія для підтримання життєдіяльності, відбувається поділ і ріст клітин, здійснюється імунний захист, забезпечується баланс внутрішнього середовища організму тощо.

Мікро- та макроелементи в організм людини можуть надходити з їжею, водою та з повітря. Позитивний чи негативний вплив хімічного елементу на організм людини залежить кількості, в якій хімічній формі він знаходиться та до складу якої сполуки входить. Фізіологічний баланс хімічних елементів може порушуватися за недостатнього або надлишкового надходження (табл. 1, 2, 3).

Таблиця 1

Життєво необхідні, незамінні мікроелементи

1.	Залізо	6.	Цинк	11.	Нікель
2.	Йод	7.	Молібден	12.	Олово
3.	Магній	8.	Кобальт	13.	Кремній
4.	Ванадій	9.	Селен	14.	Фтор
5.	Мідь	10.	Хром		

Таблиця 2

Середньодобове споживання людиною деяких важких металів як мікроелементів

№ з/п	Елемент	Границі, розмірність, мкг	Можливе середнє, мг
1	Залізо	10–22	18
2	Цинк	10–15	12
3	Манган	2–4	3

продовження табл. 2

4	Мідь	1–3	2
5	Нікель	300–500	400
6	Плюмбум	300–500	350
7	Молібден	200–600	330
8	Кобальт	140–580	310
9	Кадмій	200–500	300

Таблица 3

Роль макроелементів в організмі людини

Макро-елементи	Роль і функції в організмі	Симптоми дефіциту	Симптоми надлишку
1	2	3	4
Кальцій	Бере участь у формуванні скелета; сприяє згортанню крові; підтримує рівновагу між порушенням і гальмуванням кори головного мозку; бере участь у скороченні м'язів, розщепленні глікогену; при екзогенному введенні; діє як антацид	Підвищена крихкість кісток, нігтів, зубів, деформація хребта, припинення росту, оніміння й відчуття поколювання в кінцівках, болючість ясен, нервозність, безсоння, судоми, збудження, гіпертензія, екзема	Біль у кістках і м'язах, міастенія, порушення балансу при ході, пригнічення рефлексів, нудота, блювання, сплутаність свідомості, психози, амнезія, брадіаритмія, депресія, дратівливість, анорексія, короткочасна німота
Магній	Бере участь у формуванні кісток, необхідний для їх росту; регулює функції нервів і м'язів, включаючи серцевий; зміцнює зубну емаль; бере участь у білковому, жировому, вуглеводневому й енергетичному обміні, у структуруванні ДНК і РНК; обміні Са і вітаміну С	Гемолітична анемія, аритмія, тахікардія, ущільнення в м'яких тканинах, гіпо- та гіпертензія, депресії, сверблячка, апатії, м'язові дистрофія й судоми, втома, гіперактивність, гіпотермія, запори, захворювання ШКТ, загострення передменструального синдрому	При порушенні функції нирок можуть розвиватися симптоми надлишку (особливо при прийомі Mg), що проявляються сухістю у роті, брадикардією, підвищеною стомлюваністю, гіпотензією, м'язовою слабкістю, спрагою, нудотою, блюванням, утрудненням дихання

продовження табл. 3

Натрій	Бере участь у скороченні м'язів, передачі нервових імпульсів, утворенні шлункового соку; регулює функції крові, лімфи, нирок, гідрофільності тканин, кислотно-лужний баланс; активує ферменти підшлункової й слинних залоз	Непритомність, апатія, стомлюваність, м'язові спазми, метеоризм, набряки, гіпотензія, тахікардія, анорексія, нудота, втрата маси тіла, лабільність настрою, зниження імунітету; рідко: затемнена свідомість, галюцинації, летаргія	Навантаження на нирки; набряки, часте сечовипускання, гіпертензія, тремор, судоми, спрага, м'язова й нервова дратівливість, анорексія, застійна серцева недостатність, затьмарення свідомості
Калій	Бере участь у підтримці ритму серця; скороченні м'язів, регуляції переносу поживних речовин і водно-електролітного балансу в клітинах і тканинах, регуляції секреції шлункового соку	Слабкість, дистрофія, параліч, набряки, нудота, блювання, гіпотензія, тахіаритмія, зупинка серця, гіперхолестеринемія, порушення передачі нервових імпульсів, сухість і гіпоестезія шкіри	Аритмії чи тахікардія, параліч, конвульсії, слабкість, гіпотензія, уповільнене мислення, утруднення мови
Хлор	Водний обмін, утворення шлункового соку, формування плазми крові; активація ферментів, підтримка електролітного балансу, кислотно-лужної рівноваги, нервових і м'язових функцій	Нудота, блювання, сплутаність свідомості, слабкість, кома	Порушення кислотно-лужної рівноваги у рідинах організму, слабкість, сплутаність свідомості, кома

Головними джерелами надходження кальцію в поверхневій воді є процеси хімічного вивітрювання та розчинення мінералів [2], переважно вапняків, гіпсу доломітів, інших осадових і метаморфічних порід.

Вживання питної води з надмірним вмістом кальцію вражає травну систему людини, що призводить до зниження моторики шлунку та накопиченням солі в організмі. Надмірна кількість катіонів

кальцію може негативно позначитися на роботі серцево-судинної системи, адже саме вони контролюють серцевий ритм. Підвищений вміст кальцію у воді та регулярне її вживання, призводить до ревматичних захворювань.

Магній у поверхневій воді надходить переважно внаслідок перебігу процесів хімічного вивітрювання, розчинення доломітів, мергелів, інших мінералів. Значній кількості магнію можуть надходити у водні об'єкти зі стічними водами металургійних, силікатних, текстильних підприємств. Магній регулює біоенергетичні процеси в організмі, впливає на обмінні процеси та роботу серцево-судинної та нервової системи, регулює рівень холестерину в у крові, бере участь у синтезі білків.

Нестача магнію – причина головних болів, безсоння, призводить до закріпів, анемії, тромбозів, погіршення ліпідного обміну, серцево-судинних захворювань з летальними наслідками, неврологічних захворювань і передчасного старіння організму. Надлишок магнію в поєднанні з дисфункцією нирок призводить до брадикардії, гіпотензії, м'язової слабкості.

Також одним із головних компонентів, за якими визначається тип води, є натрій. Надходження натрію в поверхневій воді відбувається за рахунок вивержених та осадових порід, самородних розчинів хлоридів, сульфатів і карбонату натрію.

Натрій необхідний для нормального росту та стану організму і впливає на організм як самостійно, так і в поєднанні з іншими мікро- і макроелементами. Наднормовий вміст натрію в організмі – це підвищена збудливість, вразливість, гіперактивність. У деяких випадках надмірна спрага, невластива людині, пітливість і часте сечовипускання. При нестачі натрію виникають втрата апетиту, зниження смакових відчуттів, шлункові спазми та газоутворення. Людина може відчувати труднощі балансування при ходьбі, запаморочення, швидку втомлюваність. Проблеми з пам'яттю, раптові зміни настрою, слізливість також розглядають як симптоми недостатності макроелемента натрію [4; 10].

Ще одним з основних компонентів природних вод є калій, джерелом надходження якого в поверхневій воді є геологічні породи та розчинені солі. В організмі людини калій підтримує роботу стінок клітин, сприяє збереженню магнію, необхідного для нормалізації роботи серця та підтримки серцевого ритму. Калій, разом з натрієм,

виводить з організму зайву рідину, перешкоджає утворенню набряків, розвитку водянки, бере участь у надходженні кисню до мозку, передає нервові імпульси та підвищує розумову і фізичну активність, виводить із організму шлаки та токсини, тим самим зменшуючи ризик алергічних реакцій. Достатня кількість калію в організмі може захистити від серцево-судинних і ниркових захворювань і є відмінною профілактикою цукрового діабету 2-го типу. Нестача калію може призвести до дистрофії, навіть за наявності дієти, збагаченої білками. Також при дефіциті калію в організмі виникає така проблема, як надлишок натрію, який збільшує обсяг крові та, як наслідок, з'являється аритмія чи тахікардія, слабкість, конвульсії.

Значні кількості хлоридів надходять воду внаслідок обміну з океаном через атмосферу, взаємодії атмосферних опадів із ґрунтами, особливо засоленими, у результаті вулканічних вивержень. Хлор забезпечує осморегуляцію людини, що підтримує нормальний артеріальний тиск, сприяє активному виведенню рідини і солі та підтримується збалансоване співвідношення кількості фізіологічно-необхідних речовин в організмі. Завдяки хлору формується хороший апетит, нормалізується вміст еритроцитів, виведення з клітин токсинів, шлаків і вуглекислого газу, попереджує зневоднення. Нестача хлору в організмі може призвести до порушення кислотно-лужної рівноваги у рідинах організму, слабкість, порушення сечовипускання, підвищення артеріального тиску, погіршення пам'яті, випадіння волосся.

У більшості людей деякі життєво важливі мікроелементи (табл. 1, 2) знаходяться в дефіциті, а токсичні макроелементи – в надлишку. Такий дисбаланс макро- та мікроелементів сприяє формуванню та розвитку фізіологічних порушень, а в окремих випадках є першопричиною патологічних станів.

Мікроелементи, що беруть участь у функціонуванні або токсично впливають на залози внутрішньої секреції, наведені в табл. 4.

Макро- та мікроелементи виконують різні біологічні функції. Вони полягають у здатності включатися у складні структури білкових молекул, впливати на функцію ферментів, посилювати дію деяких гормонів та вітамінів. Тому їх називають «металами життя». Для нормального функціонування організму такі мікроелементи, як Си,

Mn, Mo, Cr, Co, V, B, тепер рекомендують як харчові добавки з метою профілактики різних захворювань. Крім того, широке застосування знаходять полівітамінні комплексні препарати з мінеральними добавками [1; 4]. Медична мікроелементологія накопичила значний фактичний матеріал про роль і значення збалансованого забезпечення мікроелементами організму в підтриманні нормального гомеостазу [4; 7].

Таблица 4

Мікроелементи, що беруть участь у функціюванні, або токсично впливають на залози внутрішньої секреції

Мікроелемент	Залози внутрішньої секреції				
	щитоподібна	підшлункова	статеві	надниркова	гіпофіз
Цинк	+	-	+	+	+
Селен	+	+	+	-	+
Марганець	+	+	+	-	+
Мідь	+	+	+	-	-
Хром	+	+	-	-	-
Кадмій	+	+	+	-	-
Молібден	+	-	-	-	+
Ванадій	+	+	-	-	-
Алюміній	+	-	+	-	-
Кобальт	+	-	+	-	-
Залізо	+	-	-	-	-
Бор	+	-	-	-	-
Фтор	+	-	-	-	-
Кремній	+	-	-	-	-
Нікель	+	-	-	-	-
Ртуть	+	-	-	-	-
Рубідій	++	-	-	-	-
Свинець	+	-	-	-	-
Телур	+	-	-	-	-

Методи аналізу мікроелементів. Аналіз описаних у літературі досліджень показує, що для виявлення хімічних речовин і встановлення їх кількісного вмісту в організмі найбільш широко використовуються сучасні інструментальні методи аналізу [7].

Високу чутливість для більшості елементів має

інструментальний нейтронно-активаційний метод і мас-спектрометричний. Недоліком обох методів є необхідність складного обладнання і висока вартість аналізів [7].

Атомно-емісійний аналіз (АЕА) з дуговим збудженням – найбільш старий серед методів багатоелементного емісійного аналізу, простий у виконанні, економічний і доступний. Головною перевагою АЕА є можливість одночасного визначення з достатньо високою чутливістю великої кількості елементів (10–15 елементів з одної проби).

Метод атомно-абсорбційної спектрометрії (ААС) відрізняється високою чутливістю і вибірковістю [7]. Останнім часом для визначення вмісту елементів використовується комплекс, який включає в себе мас-спектрометр з індуктивно-зв'язаною плазмою і рідинний хроматограф.

Також широко використовуються методи газорідинної і тонкошарової хроматографії, високоефективної рідинної хроматографії тощо.

Групи ризику. Для формування груп ризику за інтоксикацією металами запропоновано використовувати такі показники, як біологічно допустимий рівень (БДР), критичний рівень (КР) і умовно біологічно допустимий рівень (УБДР) хімічних елементів у біосередовищах [7].

БДР – вміст елемента в організмі або критичному органі, який можна виявити сучасними методами досліджень, що при постійній його наявності в організмі не викликає змін стану здоров'я людини, при значному перевищенні БДР по одному із елементів у багатьох обслідуваних доцільно використовувати інший показник – КР. Це вміст елемента в організмі або критичному органі, при якому спостерігаються біохімічні зміни, пов'язані з токсичним впливом елемента.

УБДР – емпірично встановлений показник, отриманий в акредитованій і ліцензованій (на визначення елементів у біооб'єктах за міжнародним стандартом) лабораторії, який за умови багаторічних (не менше 10 років) клінічних спостережень не призводить до специфічних змін стану здоров'я [7].

Низка вчених відзначає, що мікроелементи в аномальних концентраціях набувають токсичної здатності та пов'язують розвиток онкопатології при підвищеному їх надходженні до організму. Під дією іонів ВМ відбувається зростання рівня активних (вільних) радикалів в

організмі. Активні радикали (активні форми кисню та продукти перекисного окислення ліпідів) володіють здатністю пошкоджувати конструкцію клітин, білків, ліпідів, мембран і нуклеотидів, спричиняти мутацію генів, які відповідають за синтез антионкогенних та аптиметастатичних протеїнів, а також здатні активувати онкогени через пероксидзалежні фактори транскрипції (NF- κ B). Паралельно до зростання рівня вільних радикалів відбувається пригнічення та виснаження антиоксидантного захисту клітини. Іони металів зв'язують сульфгідрильні групи глутатіону та ліпоєвої кислоти, завдяки яким відбувається регенерація і відновлення інших антиоксидантів в організмі (цикл вітамінів E і C).

Часто вчені проводять кореляційні паралелі між несприятливою екологічною обстановкою, спричиненою ВМ, та авітамінозом або гіповітамінозом. Дисбаланс вітамінів спричиняє зростання чутливості організмів до найменшого негативного впливу, що загрожує серйозними патологічними станами в органах і системах. Однією з можливостей іонів металів є імітація дії естрогену, що впливає на гормональний стан жінки шляхом порушення його метаболізму. Гормональний дисбаланс може призвести до серйозних наслідків і розвитку багатьох гормонально залежних захворювань [7].

Простежується також зв'язок між ВМ та чоловічим безпліддям. Накопичення хімічних елементів в яєчках і передміхуровій залозі проявляється порушенням фізіологічних біохімічних процесів, спричиняючи погіршення продукції кількості та якості сперми [8].

На сьогодні існує цілий ряд досліджень за участі СВМ, які вивчають властивості як поодиноких, так і комбінованих сумішей цих ксенобіотиків у різних концентраціях, що циркулюють у навколишньому середовищі, та їх зв'язок з екологічно зумовленими захворюваннями молочної залози, кісткового мозку та інших органів і систем [7; 9].

Особливої уваги для дослідження заслуговують органи, які зазнають двобічного впливу (непрямого гематогенного та прямого контактного). Таким прикладом є сечовий міхур, до якого іони металів-мікроелементів надходять з кров'ю, а також разом із сечею під час її виведення з організму [9].

Розвиток аграрної промисловості, забруднені підземні води та дощі призвели до антропогенної деградації в ґрунтовій товщі з накопиченням ВМ, час напіввиведення та виведення яких може тривати декілька сотень років. Залежно від виду ґрунту, його

вологості, сорбційних, акумуляційних, кислотно-основних і окиснювально-відновлювальних властивостей, дренажних систем і зростаючих рослин – особливості рухливості цих металів можуть змінюватися. Разом із органічними речовинами ґрунту СВМ здатні утворювати складні комплексні сполуки, а висока вологість сприяє переходу ВМ у нижчі ступені окиснення та в розчинні форми, що підвищує їх міграційні характеристики.

Через насиченість ВМ у ґрунті підвищується рівень поглинання їх кореневою системою рослин із подальшою акумуляцією в них. Негативна дія СВМ у ґрунті проявляється погіршенням родючості ґрунтів, якості, росту та розвитку рослинних продуктів, а також пригніченням мікробіологічної діяльності. Постійний вплив підвищених концентрацій ВМ, здатність циркулювати та мігрувати у гідро-, літо- та атмосфері призводить до їх кругообігу в природі, виснаження її захисних і регулюючих механізмів, що несе за собою небезпеку всебічного впливу цих полютантів на живі організми.

Враховуючи вищеперераховані дані про міграцію металів-мікроелементів за умов забруднення навколишнього середовища, розкриваються всі секрети надходження їх до організму людини та тварини через проміжні природні ланки.

Потрапляння ксенобіотиків до організму відбувається через органи дихання і травлення, шкіру та слизові оболонки. Найчастіше полютанти потрапляють до організму з водою та продуктами через шлунково-кишковий тракт, де вони легко всмоктуються і надходять у кров, транспортуються практично в усі органи та системи з подальшою частковою їх кумуляцією. Іони елементів, які не депонувались, виводяться з організму з сечею та через жовч.

Залежно від виду металу (одного або ж одразу декількох), токсичності, концентрації, шляху проникнення, часу дії та індивідуальних особливостей організму можуть виникати гострі або хронічні отруєння. Останні розвиваються внаслідок тривалої дії шкідливих речовин у невеликих дозах із подальшою поступовою кумуляцією в організмі. Гостре ж отруєння виникає після одноразової дії хімічних речовин у значних концентраціях. На перших етапах адаптивні механізми допомагають організму пристосуватись до шкідливої дії металів-токсикантів на деякий час, проте згодом система адаптації виснажує свої ресурси, що веде до поступового переходу в незворотний стан [1; 2; 4; 10].

Картина отруєння може значно різнитися, оскільки деякі

мікроелементи володіють синергічними та антагоністичними відносинами між собою, що може сприяти змішаному перебігу захворювання. Наприклад, Cu та Zn можуть витіснятися з комплексних сполук Hg, Cd, Cr, Ni, Pb: надлишок Hg, As, Cd призводить до дефіциту селену; надлишок Pb – до дефіциту Ca і Zn, а Mn – до дефіциту Mg і Cu.

У більшості випадків мікроелементи-токсиканти являють велику загрозу для дисбалансу різноманітних фізіологічних процесів на макро-, мікро- та ультраструктурних рівнях. Так, їх несприятливу дію пов'язують із розвитком мікроелементозу, який пов'язують із рядом патологічних процесів в організмі [9].

Мета і завдання проведення дослідження. Провести аналіз літературних даних, присвячених участі та ролі основних макро- і мікроелементів у метаболічних процесах, пов'язаних із дефіцитом, надлишком або їх дисбалансом в організмі людини. Неоднозначність наукових досліджень щодо вмісту мікроелементів у різних органах і системах, їх ролі в життєдіяльності організму свідчить про складність проблеми та доводить доцільність її подальшого вивчення для створення сучасних методів лікування та профілактики захворювань, виникнення яких пов'язане з дефіцитом або надлишком мікро- та макроелементів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основним джерелом забруднення є антропогенно-техногенний вплив, який сягнув піку в останні століття за рахунок бурхливої урбанізації у всьому світі. Це призвело до зростання кількості теплових електростанцій, розвитку чорної та кольорової металургії, збільшення викидів автотранспортом, зростання хімічного виробництва, токсичних захоронень, видобутку та переробки мінеральної сировини, наслідком чого є потрапляння в навколишнє середовище хімічних полютантів у рідкому, твердому та газоподібному станах [2; 10].

Виникнення екологічно зумовлених захворювань (цукровий діабет патологія щитоподібної залози) серед жителів Рівненської області пов'язані із дефіцитом в організмі людини I, Ca, Mn, Fe, Zn, Cu, Mg, Se, Cr [4] або їх надлишком. Нами виявлені позитивні кореляційні зв'язки між ступенем поширеності цукрового діабету, патології щитоподібної залози та вмістом S, Fe, Sz, I, Zn, Cu, Mg, Cr.

Таблиця 5

Поширеність та первинна захворюваність хвороб ендокринної системи, розладу харчування, порушення обміну речовин серед дорослих віком 18 років і старших жителів Рівненської області (на 10000 дорослих) в розрізі районів за 2002 р. у порівнянні з 2019 р.

№ з/п	Назва районів (міст)	Хвороби ендокринної системи, розладу харчування, порушення обміну речовин						З них: дифузний зоб II-III ступенів						Цукровий діабет			
		Поширеність		Захворюваність		Захворюваність		Поширеність		Захворюваність		Захворюваність		Поширеність		Захворюваність	
		2002	2019	2002	2019	2002	2019	2002	2019	2002	2019	2002	2019	2002	2019	2002	2019
1.	Бережнівський	106,9	1816,8	14,2	146,1	13,2	46,5	17,7	12,4	19,3	49,3	2,0	35,4	19,3	49,3	2,0	35,4
2.	Володимирецький	150,6	1262,3	17,6	81,5	14,8	147,0	0,7	2,6	8,8	379,8	1,6	24,7	8,8	379,8	1,6	24,7
3.	Гошанський	91,5	1406,1	26,0	42,3	15,1	183,4	2,4	13,6	18,3	400,4	1,9	32,2	18,3	400,4	1,9	32,2
4.	Демидівський	102,2	2163,8	15,2	89,4	7,5	84,4	1,0	9,8	20,8	51,22	2,0	31,4	20,8	51,22	2,0	31,4
5.	Дубенський	101,5	1405,6	19,4	33,1	8,0	8,8	1,4	2,6	17,0	563,1	1,6	18,3	17,0	563,1	1,6	18,3
6.	Дубровицький	99,9	2614,6	24,2	183,7	11,6	19,3	2,4	17,1	18,3	45,84	1,5	51,6	18,3	45,84	1,5	51,6
7.	Зарічненський	192,7	1107,4	27,6	154,7	15,9	194,7	4,6	28,3	13,2	322,5	2,1	31,7	13,2	322,5	2,1	31,7
8.	Здолбунівський	134,4	1222,3	21,4	8,6	124,0	123,0	0,6	6,9	21,3	350,9	2,2	21,2	21,3	350,9	2,2	21,2
9.	Корецький	178,1	1429,9	17,6	106,6	52,4	449,9	4,2	5,4	16,0	503,7	2,0	40,6	16,0	503,7	2,0	40,6
10.	Костопільський	113,1	568,2	32,9	107,3	14,0	162,3	2,3	4,1	17,2	317,7	1,8	18,9	17,2	317,7	1,8	18,9
11.	Млинівський	100,2	942,8	19,4	122,7	15,6	76,8	2,3	2,7	15,8	528,9	1,9	48,3	15,8	528,9	1,9	48,3
12.	Острозький	83,8	2001,6	11,0	74,9	5,2	28,4	0,4	1,2	21,2	429,7	2,0	38,6	21,2	429,7	2,0	38,6
13.	Радивилівський	71,6	1406,2	18,9	111,0	9,7	140,1	2,2	14,9	15,8	495,2	2,1	38,5	15,8	495,2	2,1	38,5
14.	Рівненський	116,0	989,3	10,8	69,9	26,8	299,7	1,2	7,3	15,5	525,9	1,8	33,8	15,5	525,9	1,8	33,8
15.	Рокитнівський	119,8	1325,1	53,4	215,4	5,6	61,5	1,9	16,0	11,0	614,6	2,2	33,5	11,0	614,6	2,2	33,5
16.	Сарненський	122,7	1345,8	33,4	93,2	10,5	54,8	2,1	31,0	14,1	535,7	2,3	37,9	14,1	535,7	2,3	37,9
17.	м. Рівне	72,6	1329,7	18,7	87,1	6,4	44,0	0,9	1,6	23,6	282,5	2,2	28,5	23,6	282,5	2,2	28,5
18.	м. Вараш	69,3	1102,9	16,4	46,2	5,3	86,8	0,3	0,9	15,2	357,5	2,7	23,8	15,2	357,5	2,7	23,8
19.	м. Дубно	188,9	1882,7	31,7	35,5	10,0	110,9	2,1	2,7	34,6	566,7	3,3	22,6	34,6	566,7	3,3	22,6
Всього		23,7	1352,3	116,2	98,6	12,4	118,4	12,7	5,6	2,4	473,9	19,8	30,1	2,4	473,9	19,8	30,1

Висновки. Аналіз даних літератури (вітчизняної, світової) засвідчує суттєвий вплив мікро-макроелементів радіоактивного забруднення у навколишньому середовищі на стан здоров'я населення. Особливої уваги заслуговував їх зв'язок з екологічно зумовленими захворюваннями (хвороби ендокринної системи, розладу харчування, порушення обміну речовин). Результати статистичних даних свідчать про те, що поширеність цієї патології на 10000 дорослого населення Рівненської області за останні сімнадцять років (2002–2019 рр.) зросла у 57,5 разів (з 23,7 до 1362,3), в т. ч. цукрового діабету – у 197,4 рази (з 2,4 до 473,9 випадків на 10000 дорослого населення).

Таким чином, надходження до організму людини надлишкових або недостатність мікро-макро хімічних елементів може сприяти розвитку та прогресуванню екологічно зумовлених захворювань. Подальше вивчення цього впливу потребує ретельного аналізу та його вивчення.

1. Клименко М. О., Гурський А. Й., Буглак С. Ю. Статистичні дані показників-індикаторів антропоцентричного блоку, які відображають достовірну характеристику стану екологічної безпеки агросфери м. Рівне і Рівненської області. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2023. Вип. 4(104). С. 38–47. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/29461/1/Vs420233%20%281%29.pdf> (дата звернення: 10.07.2024).
2. Гурський А. Й., Буглак С. Ю. Здоров'я людини й аспекти екологічного впливу на розвиток ендокринної патології. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2023. Вип. 1(101). С. 97–110. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/26210/1/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8211.pdf> (дата звернення: 10.07.2024).
3. Гурський А. Й. ЙОД – Незамінний мікроелемент організму людини й тварин, його вміст у природних джерелах і продуктах харчування. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2018. Вип. 1(81). С. 123–133. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/14677/1/Vs8112%20%D0%B7%D0%B0%D1%85.pdf> (дата звернення: 10.07.2024).
4. Мороз А. С., Луцевич Д. Д., Яворська Л. П. Медична хімія : підручник. Вінниця : Нова книга, 2006. 776 с.
5. Царенок Т. В., Падун А. О. Вплив концентрації хімічних елементів у питній воді на здоров'я людини. *Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку* : матеріали III Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція м. Ірпінь, 12–20 листопада 2018 р. Ірпінь, 2018. С. 342–346.

URL: <https://api-ir.dpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c04a650f-5205-4d04-ada2-fa009d5d07c6/content> (дата звернення: 10.07.2024).

6. Романюк А. М., Линдин М. С., Москаленко М. А. та ін. Дослідження рецепторів естрогену, прогестерону та her-2/neu у тканинах раку молочної залози під впливом на організм солей важких металів. *Журнал клінічних та експериментальних досліджень*. Суми, 2014. № 2(2). С. 168–175.

7. Пахомова І. В. Антиоксиданти рослинного походження для жировмісних кондитерських виробів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2016. № 1. Т. 22. С. 185–191. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2016_22_1_23 (дата звернення: 10.07.2024).

8. Білецька Е. М., Стусь В. П., Онул Н. М. та ін. Вміст важких металів в індикаторних біосередовищах фертильних та інфертильних чоловіків, які мешкають на урбанізованих територіях. *Медичні перспективи*. 2015. № 1. Т. 20. С. 111–116.

9. Romaniuk A., Sikora V., Lyndin M. et al. The features of morphological changes in the urinary bladder under combined effect of heavy metal salts. *Interventional Medicine & Applied Science*. 2017. № 9(2). P. 1–7. DOI:10.1556/1646.9.2017.2.09.

10. Шестопалов В. М., Овчинникова Н. Б. Дослідження рівноважного стану води та проблема впливу питної та мінеральної води на здоров'я людини. *Геологічний журнал*. 2017. № 1. С. 23–36.

11. Андрусишина І. М. Вплив мінерального складу питної води на стан здоров'я населення. *Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті*. 2015. № 1(16). С. 22–31.

REFERENCES:

1. Klymenko M. O., Hurskyi A. Y., Buhlak S. Yu. Statystychni dani pokaznykiv-indykatoriv antropotsentrychnoho bloku, yaki vidobrazhaiut dostovirnu kharakterystyku stanu ekolohichnoi bezpeky ahrosfery m. Rivne i Rivnenskoï oblasti. *Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky* : zb. nauk. prats. Rivne : NUVHP, 2023. Vyp. 4(104). S. 38–47. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/29461/1/Vs420233%20%281%29.pdf> (data zvernennia: 10.07.2024).

2. Hurskyi A. Y., Buhlak S. Yu. Zdorovia liudyny y aspekty ekolohichnoho vplyvu na rozvytok endokrynnoi patolohii. *Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky* : zb. nauk. prats. Rivne : NUVHP, 2023. Vyp. 1(101). S. 97–110. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/26210/1/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8211.pdf> (data zvernennia: 10.07.2024).

3. Hurskyi A. Y. YOD – Nezaminnyi mikroelement orhanizmu liudyny y tvaryn, yoho vmist u pryrodnykh dzherelakh i produktakh kharchuvannia. *Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky* : zb. nauk. prats. Rivne : NUVHP, 2018. Vyp. 1(81). S. 123–133. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/14677/1/Vs8112%20%D0%B7%D0%B0%D1%85.pdf> (data zvernennia: 10.07.2024).

4. Moroz A. S., Lutsevych D. D., Yavorska L. P. *Medychna khimiia* : pidruchnyk. Vinnytsia : Nova knyha, 2006. 776 s.

5. Tsarenok T. V., Padun A. O. Vplyv kontsentratsii khimichnykh elementiv u pytnii vodi na zdorovia liudyny. *Tekhnohenko-ekolohichna bezpeka Ukrainy: stan ta perspektyvy rozvytku* : materialy III Vseukrainska naukovo-praktychna Internet-konferentsiia m. Irpin, 12–20 lystopada 2018 r. Irpin, 2018. S. 342–346. URL: <https://api-ir.dpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c04a650f-5205-4d04-ada2-fa009d5d07c6/content> (data zvernennia: 10.07.2024).
6. Romaniuk A. M., Lyndyn M. S., Moskalenko M. A. ta in. Doslidzhennia retseptoriv estrohenu, prohesteronu ta her-2/neu u tkanynakh raku molochnoi zalozy pid vplyvom na orhanizm solei vazhkykh metaliv. *Zhurnal klinichnykh ta eksperymentalnykh doslidzhen*. Sumy, 2014. № 2(2). S. 168–175.
7. Pakhomova I. V. Antyoksydanty roslynnoho pokhodzhennia dla zhyrovnisnykh kondyterskykh vyrobiv. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii*. 2016. № 1. T. 22. S. 185–191. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2016_22_1_23 (data zvernennia: 10.07.2024).
8. Biletska E. M., Stus V. P., Onul N. M. ta in. Vmist vazhkykh metaliv v indykatornykh bioseredovyshchakh fertylnykh ta infertylnykh cholovikiv, yaki meshkaiut na urbanizovanykh terytoriiakh. *Medychni perspektyvy*. 2015. № 1. T. 20. S. 111–116.
9. Romaniuk A., Sikora V., Lyndin M. et al. The features of morphological changes in the urinary bladder under combined effect of heavy metal salts. *Interventional Medicine & Applied Science*. 2017. № 9(2). P. 1–7. DOI:10.1556/1646.9.2017.2.09.
10. Shestopalov V. M., Ovchynnykova N. B. Doslidzhennia rivnovazhnogo stanu vody ta problema vplyvu pytnoi ta mineralnoi vody na zdorovia liudyny. *Heolohichni zhurnal*. 2017. № 1. S. 23–36.
11. Andrusyshyna I. M. Vplyv mineralnogo skladu pytnoi vody na stan zdorovia naselennia. Voda i vodochysni tekhnolohii. *Naukovo-tekhnichni visti*. 2015. № 1(16). S. 22–31.
-

Buhlak S. Yu., Post-graduate Student (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

SIGNIFICANCE OF THE INFLUENCE OF CHEMICAL MICRO-MACRO ELEMENTS AND THE CONSEQUENCES OF RADIOACTIVE POLLUTION ON THE PREVALENCE OF DIABETES AND THYROID GLAND PATHOLOGY AMONG THE POPULATION OF THE RIVNE REGION

The article presents the views of the authors, a review of the literature on the impact of some micro-macroelements and the consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant on the occurrence of diabetes and thyroid pathology among the population of Rivne region and Ukraine.

It has been established that starting from the first moments of the embryo's life, there is a need to maintain the stability of its internal environment and ensure mutual relations with the surrounding environment. At the earliest stages of ontogenesis, these functions are performed through humoral regulation with the help of circulating biologically active substances, which, as cells and organs specialized in their production are formed, acquire the properties of real hormones.

It is the lack of iodinated hormones in the child's body in the early stages of postnatal life that is the decisive pathogenetic factor of mental retardation – the leading component of cretinism syndrome.

It has been proven that the basis of the avalanche-like spread of endocrine and hormone-dependent diseases, together with genetic determination, are the conditions of fetal development in the mother's womb, which should lead to a rethinking of the importance of implementing broad social and protective measures in relation to a pregnant woman, aimed at preserving her psycho-emotional and physical health, starting from the earliest stages of bearing a child.

According to the World Health Organization (WHO), 655 million people in the world had goiter, 43 million had some degree of mental retardation caused by iodine deficiency, and 11.2 million had cretinism. In the literature, the term "iodine deficiency diseases" (IDD) was introduced, which is used to denote all the adverse effects and lack of iodine on the growth and development of the body and, above all, on the formation of the child's brain. These diseases are caused by a decrease in the functional activity of the thyroid gland in response to iodine deficiency [9].

In the literature, there are no unambiguous data on the terms and methods of treatment of puberty disorders in boys from the iodine-deficient region [5; 8; 9]. Therapy of disorders of sexual development in boys depends on the variant of insufficient puberty. The majority of domestic and foreign authors suggest using chorionic gonadotropin (HG) preparations and androgens to treat male hypogonadism [3].

***Keywords:* chemical macro-microelements; consequences of the Chernobyl nuclear power plant accident; endocrine diseases; diabetes; puberty; thyroid pathology; endemic and non-endemic regions.**