



# РТУТЬ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ І РАЦІОНАХ ТА ЇЇ ТОКСИЧНІСТЬ

**В.І. Смоляр, доктор мед. наук, професор,  
Г.І. Петрашенко, кандидат мед. наук**

Інститут екогігієни і токсикології ім. Л.І. Медведя, Київ, Україна

**Резюме.** В статті изложены данные о содержании ртути в пищевых продуктах и рационах населения Украины и других стран Европы и США, охарактеризованы источники поступления ртути в окружающую среду и организм человека, симптомы токсичности ртути и пути ограничения ее поступления в организм человека, показано, что распределение и миграция ртути в окружающую среду осуществляется в виде кругооборота двух типов: глобального и локального.

**Ключевые слова:** пищевые продукты, ртуть, токсичность, метилртуть.

**Summary.** The article outlines the data about mercury content in the foodstuffs and the diets of Ukrainian population as well as other European and US citizens. The sources of mercury in flow into the environment and human organism, the symptoms of mercury toxicity and possible restrictions of its entrance into the human organism are characterized in the article. There are also described the mercury distribution and migration in the environment as a global and local turnover. **Key words:** foodstuffs, mercury, toxicity, methylmercury.

Основним джерелом надходження ртуті в навколишнє середовище є природний процес її випаровування із земної кори в кількості від 25 до 125 тисяч тонн щорічно. Антропогенні джерела дають меншу кількість ртуті. Світове її виробництво (видобування та плавлення) оцінюється на рівні 10 тисяч тонн на рік з щорічним збільшенням на 2%. Найбільшими споживачами ртуті є виробництва хлорлугів, барвників та електротехнічна промисловість, що становить близько 55% від загального використання ртуті. Вона широко та різноманітно застосовується в різних галузях промисловості, а також у сільському господарстві та медицині [1].

Окремі види господарської діяльності людини, які не пов'язані безпосередньо з ртуттю, призводять до надходження значної її кількості у навколишнє середовище. До них відносяться: спалювання палива, виробництво сталі, цементу та фосфатів, виплавлення металів із сірчистих руд. Загальне надходження ртуті із антропогенних джерел становить близько 20 тисяч тонн на рік. Отже, переробка вторинної сировини може стати джерелом значного виходу ртуті в навколишнє середовище. Не слід недооцінювати і природні джерела ртуті. Навіть невеликі концентрації цього токсичного елемента в гірських породах можуть призвести до значного його накопичення внаслідок дії води і атмосферних чинників. Дослідження свідчать: під час повені через вимивання з гірських порід концентрація ртуті в осаді на дні річок збільшувалась у 5–10 разів. Вулканічна діяльність також спричиняє викид в атмосферу значної кількості сполук неорганічної ртуті. Вважають, що високий вміст метилртуті у деяких видах риб басейну Середземного

моря пов'язаний із покладами ртутних руд на північних і східних берегах. Діючі копальні ртуті знаходяться в Іспанії, Італії, Сербії і Туреччині. Таким чином, сейсмічна діяльність під дном Середземного моря може викликати проникнення ртуті у морську воду.

Розподіл і міграція ртуті у навколишньому середовищі здійснюється у вигляді кругообігу двох типів: глобального та локального. Глобальний кругообіг включає атмосферне перенесення пари елементарної ртуті від наземних джерел у Світовий океан. Але вміст ртуті в Світовому океані сам по собі настільки великий (близько 70 млн. тонн), що щорічне збільшення її концентрації внаслідок випадіння з глобального кругообігу практично непомітне. Локальний кругообіг оснований на процесах метилювання неорганічної ртуті, яка надходить, головним чином, із антропогенних джерел. Вважають, що локальний кругообіг включає циркуляцію в атмосфері диметилртуті, яка утворюється в процесі життєдіяльності бактерій. Сполуки ртуті, що потрапляють на дно водойм, озер та морів, здатні під впливом бактерій перетворюватися на більш токсичну метильовану ртуть (метилртуть) [2].

Процес метилювання неорганічної ртуті в придонних відкладеннях озер, річок та інших водойм, а також в Світовому океані є ключовою ланкою руху по харчових ланцюгах водних екосистем. Це призводить врешті-решт до її надходження в організм людини. Метилртуть накопичується у водних організмах відповідно до їхніх трофічних рівнів, причому її найбільший вміст виявлено у великих хижих риб.

Дослідним шляхом доведено, що основну роль в кумуляції ртуті водними організмами відіграють

мікроорганізми. Здатність перетворення  $\text{Hg}^{+2}$  на  $\text{Hg}^0$  мають штами *Esherichia coli*, *Pseudomonas aeruginose* та *Staphylococcus aureus*. Перетворення  $\text{Hg}^{+2}$  на  $\text{Hg}^0$  є механізмом, що охороняє від токсичної дії сполук двовалентної ртуті в анаеробних умовах (осад на дні водойм).

Отруйна дія ртуті та її сполук відома давно. Ще в 1700 році видатний італійський вчений Б. Рамацціні в своїй фундаментальній праці "Про хвороби ремісників" писав: шахтарі ртутних копалень живуть не більше трьох років, а у ремісників, зайнятих виготовленням дзеркал, через використання сполук ртуті часто спостерігається параліч та бронхіальна астма. Але до періоду бурхливого розвитку промисловості та сільського господарства ртуть та її сполуки як чинники, що негативно впливають на здоров'я населення, не становили проблеми. Лише в кінці першої половини ХХ ст. ситуація почала кардинально змінюватися. Якраз у цей час у сільському господарстві Європи почали використовувати перші ртутні пестициди для обробки посівного зерна. Приблизно тоді збільшується використання ртуті в окремих галузях промисловості, особливо в хімічній та електронній. Іншим чинником, який викликав зростання концентрації ртуті в навколишньому природному середовищі та в харчових продуктах, були викиди ТЕС. Отже, сільське господарство, окремі галузі промисловості та ТЕС можна вважати основними джерелами забруднення навколишнього середовища ртуттю та її сполуками.

Вперше ртутьорганічний фунгіцид як добавку до посівного зерна почали використовувати в 1914 році. Це була хлориста гідроксифенілртуть. Її використовували у великій кількості. З 1938 року почали використовувати більш економну сполуку диціандіамідметилртуть. Одночасно збільшилось використання іншого фунгіциду — фенілацетату ртуті. На рубежі 1950-х та 1960-х років для протравлювання зерна у всьому світі використовували вже кілька різних органічних сполук ртуті: в США — 400 т, за даними робочої групи ВООЗ — 93 т/рік у перерахунку на активну субстанцію, в країнах Північної та Західної Європи в 1969/70 роках — приблизно 1,66 г ртуті на 1 га посівів.

З 1970-х років хімічна промисловість світу почала обмежувати виробництво ртутних препаратів. Це найчастіше було пов'язано із змішуванням протравленого посівного зерна з кормовим і вживанням його для відгодівлі тварин, а також виробництва спирту, що спричинило випадки отруєнь серед людей [3].

Встановлено: від 800 року до н.е. до середини 40-х років ХХ ст. вміст ртуті в льоду Гренландії становив у середньому близько 69 нг/кг. З 1952 року помічено значне зростання вмісту ртуті в льоду Гренландії (у 1965 році від 94 до 230 нг/кг), що було зумовлено переважно інтенсифікацією діяль-

ності людини і деякою мірою — результатом спалювання вугілля.

Існує низка локальних джерел забруднення ртуттю, пов'язаних із використанням її в лабораторіях, у стоматології. У ХХ ст. описано хронічну дію ртуті при широкому використанні зубних амальгам, які містять ртуть, що проявлялось ослабленням імунної системи організму, розвитком алергічних станів. За оцінкою Канадського королівського товариства з розбитих термометрів у Канаді у навколишнє середовище потрапляє близько 6 тонн ртуті на рік. Іноді переробка вторинної сировини, вулканічна активність можуть стати джерелом значного виходу цього елемента в навколишнє середовище. Є дані, що на підприємствах, які виробляють гідроокис натрію, вихід ртуті в атмосферу може у 15 разів перевищувати кількість цього металу, яка потрапляє у воду.

Риби здатні накопичувати метилртуть безпосередньо із води. Дослідами доведено, що через 48 годин концентрація ртуті в рибі збільшується у 300 разів. Середній вміст метилртуті в рибах коливається від сотих частин до 0,5 мг/кг (у м'ясі тунця, меч-риби та акулі її концентрація перевищує 1 мг/кг). В 42% вугрів з о. Ельба концентрація ртуті перевищує ГДР у харчових продуктах (1 мг/кг).

Ртуть, так само як і свинець та кадмій, не має метаболічної функції в організмі людини, тому навіть незначні її концентрації можна розглядати як потенційно небезпечні. Найбільш ранніми симптомами ртутного отруєння є ураження сенсорної частини нервової системи, тобто втрата чутливості шкіри, оніміння (парестезія) долонь, ступнів та навколо рота. Пізніше послідовно можуть виникати: втрата координації рухів (атаксія), звуження поля зору, порушення вимови, утруднення слуху, глухота, сліпота, параліч. Ранні симптоми отруєння можуть з'явитися після тривалого надходження в організм 200–500 мг метилртуті.

Згідно з даними ВООЗ 5% дорослого населення

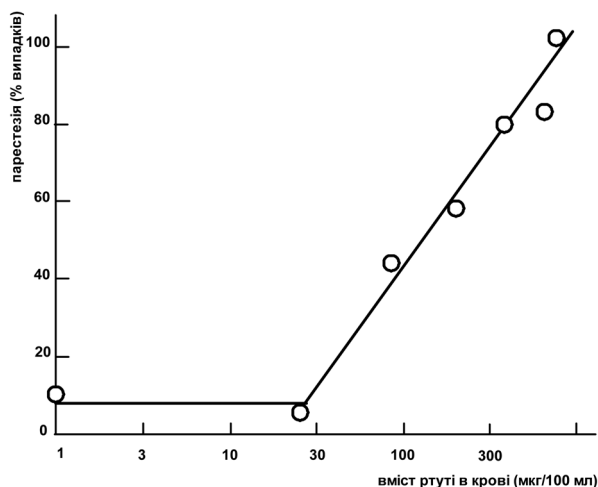


Рис. 1. Залежність між вмістом ртуті в крові і першими ознаками отруєння (парестезією)

матимуть явні симптоми отруєння, якщо тривале вживання метилртуті становить 3–7 мкг на кг маси тіла.

Ртутьорганічні препарати можуть проникати через плацентарний бар'єр і впливати на розвиток плода. Вони мають виразну алергенну, ембріо- та гонадотоксичну дію. Ці показники негативної дії ставлять питання про обмеження використання ртутьорганічних пестицидів і їхньої заміни на менш токсичні.

Встановлено залежність між поглиненою дозою ртуті, вмістом її в крові та парестезіями (рис. 1). Доведено, що доза 3 мкг/100 мл в крові нешкідлива, а більш як 10 мкг/100 мл — викликає симптоми хронічного отруєння. Так само вміст ртуті в сечі в дозі 5 мкг/100 мл нешкідливий, а 20 мкг/100 мл — свідчить про хронічне отруєння організму.

Критичною групою населення, серед якої можуть виникати ртутні отруєння, є працівники рибної промисловості, а також етнічні групи, для яких рибний промисел є джерелом існування.

Типовим прикладом хронічного отруєння ртуттю є хвороба "Мінамата", яка уразила понад 10 тисяч мешканців одного із прибережних районів Японії, що споживали морепродукти, забруднені ртуттю в затоці Мінамата, куди скидалися неочищені стічні води. Симптоми хвороби "Мінамата": параліч, сліпота та відставання у розумовому розвитку. Перші випадки хвороби "Мінамата" були зареєстровані у 1958 році, коли була помічена підвищена народжуваність дітей з ознаками дитячого церебрального паралічу. В процесі проведених в 1962 році обстежень був встановлений взаємозв'язок цього захворювання з отруєнням плода в утробі матері внаслідок проникнення в нього метилртуті з організму матері. У зв'язку з хворобою "Мінамата" в багатьох країнах, населення яких споживає значну кількість риби, встановлено національні норми споживання ртуті з їжею в ме-

жах від 0,03 до 1 мг/кг [2]. Добова допустима доза ртуті становить не більше 0,3 мг на тиждень, тобто 43 мкг на день.

Найсерйознішими наслідками забруднення біосфери та навколишнього середовища ртуттю є спадкові порушення. Так, серед японських дітей із спадковим отруєнням метилртуттю виявлено незвичайно високу частоту народження калік. Шведські вчені довели, що у людей, які харчуються рибою, забрудненою метилртуттю, підвищена частота порушень у хромосомах клітин. Дози ртуті, зовсім нешкідливі для матерів, можуть уражати мозок плода.

Масові захворювання населення внаслідок хронічного вживання малих доз ртуті описані в Японії, Іраку, Гані та інших країнах (табл. 1).

Досліджено вміст ртуті в морській рибі, яка реалізується на ринках України (табл. 2). З таблиці 2 видно, що найбільшу концентрацію ртуті накопичують хижі риби. В інших харчових продуктах її вміст коливається від 1 до 12 мкг/кг. У 42% вугрів з о. Ельба концентрація ртуті перевищує ДДД у харчових продуктах Німеччини (1 мг/кг).

Наведені дані свідчать: проблема забруднення навколишнього середовища ртуттю залишається актуальною, незважаючи на те, що окремі країни відмовились від використання ртуті в сільському господарстві. Це вплинуло лише на локальне зменшення рівнів ртуті в ґрунті, птиці, рибі і рослинах, а також на зменшення ризику отруєнь внаслідок неправильного використання посівного зерна з добавкою ртуті. Але ретроспективні дослідження шарів льоду в Гренландії та музейних зразків пір'я птиці свідчать про постійне зростання вмісту ртуті в навколишньому середовищі. Доконечно не з'ясовані усі механізми виникнення метилртуті — сполуки, яка є одною з найнебезпечніших для людини. Отже, існує потреба в дослідженнях щодо пізнання різних механізмів утворення метилртуті, а також постійно-

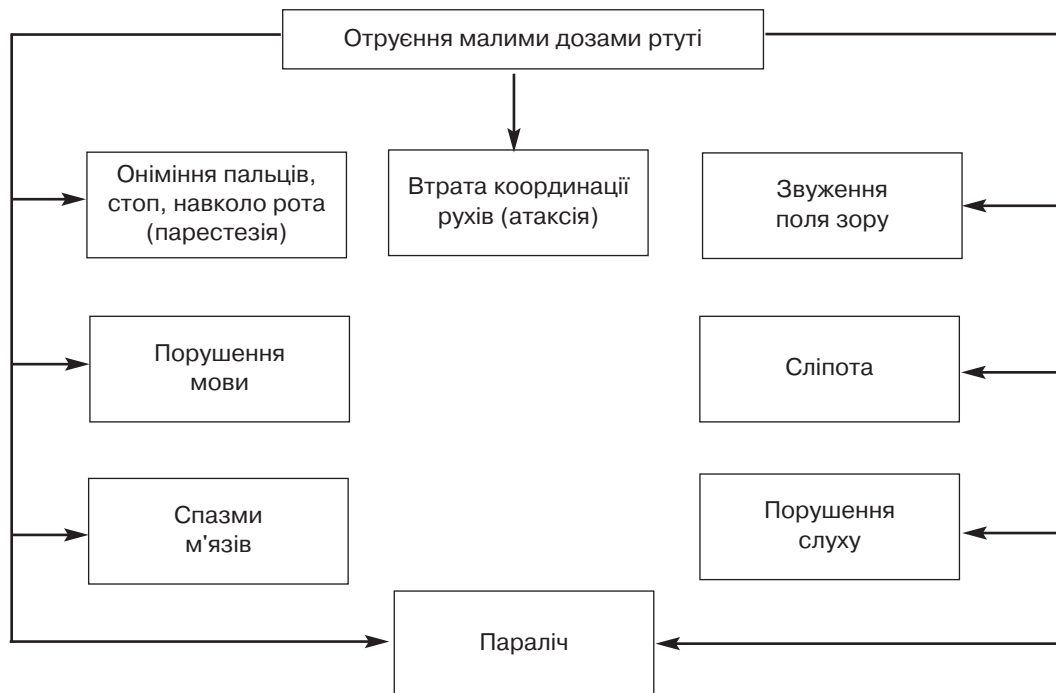
Таблиця 1

**Масові отруєння метил та етилртуттю внаслідок забруднення харчових продуктів**

Країна	Причина	Накопичення метилртуті в продуктах, мг/кг сирової маси	Кількість отруєних	Смертність
Японія (затока Мінамата з 1956 року)	Отруєння метилртуттю після вживання риби	10–11	10000	Дані не публікувались
Японія (район Ніігата)	Отруєння метилртуттю після вживання риби	10–11	500	Дані не публікувались
Ірак (1971-1972 роки)	Отруєння ртуттю після вживання, протравленого ртутними пестицидами, зерна	—	6000	500
Гана	Масові отруєння після вживання, протравленого ртутними пестицидами, зерна	—	—	Дані не публікувались

## Вміст ртуті в морській рибі та молюсках

Морепродукти	Вміст ртуті, мкг/кг	
	середній	максимальний
Устриці	27	450
Кальмари і восьминоги	31	400
Креветки	46	330
Акули	1244	4528
Анчоуси	39	210
Оселедці	23	250
Окунь	362	1840
Тріска	125	590
Камбала	96	880
Палтус	534	1430
Тунець білий	350-700	904
Ставрида	367	520
Окунь полосатий	752	2000
Лосось	48	200
Лист	45	—
Омар	509	2310
Лангуст	113	370
Краби	140	610
Кефаль	16	280
Пікша	104	368
Форель	242	1190
Макрель атлантична	49	190
Макрель королівська	542	2470
Пеламіда	302	470
Риба-меч	1208	2720
Хоплостетус	10	—
Сардина бахромчата	19	—
Отоперка	26	—
Морський язик	4	—
Цератоскопея	32	—
Фізикулюс	9	—
Самелота	22	—
Емптрона калсбергі	81	—
Акула колюча	184	—
Вудильник	450	—



**Рис. 2. Симптоми отруєння малими дозами ртуті**

го контролю навколишнього середовища, особливо виділяючи вивчення добового споживання цього токсичного елемента з їжею.

Встановлено високу чутливість людини до ртуті в пренатальному періоді. У дітей виявлено виразні мозкові порушення (параліч і затримка розумового розвитку), у той час як їхні матері мали слабкі ознаки отруєння або зовсім їх не мали. Хронічне отруєння ртуттю характеризується тремором дрібних м'язів, пальців, повік, губ, висунутого язика, помутнінням передньої поверхні кришталика ока, скороченням поля зору, порушенням пам'яті, уваги і логічного мислення, емоційними порушеннями (еретизм), депресією, збудливістю, дратівливістю, почуттям страху, втомлюваністю, безсонням, погіршенням слуху, стоматитом, гінгівітом, втраченою апетиту, салівацією, парестезією.

Поширеним є отруєння малими дозами ртуті (рис. 2). Серед біохімічних показників при хронічному отруєнні ртуттю виявляють збільшення її вмісту в крові, волоссі, сечі, окрім того, показовим є протеїнурія, збільшення розмірів щитовидної залози, лабільність пульсу, тахікардія, дермографізм.

Планомірно і достатньо широко вивчати хронічну дію невеликих доз ртуті на організм розпочали ще в 20-ті роки ХХ ст. А. Шток (1926, 1929) встановив появу низки характерних симптомів при дії парів ртуті в концентраціях тисячних долей мг/м<sup>3</sup>. У подальшому симптомокомплекс одержав назву мікромеркуріалізм. А.З. Шток виділив три ступені мікромеркуріалізму:

1 — зменшення працездатності, підвищення втомлюваності, незначне нервово збудження;

2 — прогресуюча втрата пам'яті, почуття тривоги і невпевненості в собі, головний біль, дратівливість, іноді легке тремтіння рук, частіше сечовиділення, проноси;

3 — головний біль, загальна слабкість, порушення сну, депресія, апатія, часті проноси, тремор рук.

Концентрація ртуті в атмосферному повітрі, як правило, нижче 50 нг/м<sup>3</sup>, становлячи в середньому близько 20 нг/м<sup>3</sup>. При концентрації 50 нг/м<sup>3</sup> добове надходження ртуті в людський організм становить близько 1 мкг/добу. Поглинання ртуті організмом на рудниках, плавильних та очисних заводах може сягати 30 мкг на добу. При середній концентрації в повітрі промислових підприємств 0,05 мг/м<sup>3</sup> її середньодобове надходження інгаляційним шляхом становить близько 480 мкг. Найбільші рівні професійної дії ртуті мають місце при видобуванні руди на ртутних копальнях, однак понад 50 інших професій характеризуються частим виробничим контактом з паром ртуті.

Ртуть, яка міститься в питній воді, зумовлює надходження менш, ніж 0,4 мкг від її загально добового надходження в організм. Прісні водойми містять ртуть в кількості менш як 200 нг/л, океанічні води — менш ніж 300 нг/л.

За вмістом ртуті морську рибу можна поділити на три групи (рис. 3). Він коливається від 0,02 до 1 мг/кг. Але надходження ртуті в організм людини залежить від рівня споживання риби (табл. 3). Населення прибережної смуги морів, океанів та островів вживають найбільшу кількість риби. Середній рівень споживання риби у жителів Японії — один із найбільших у світі (850 г на тиждень). У США 0,9% населення споживає 1 кг риби на тиждень. Ка-

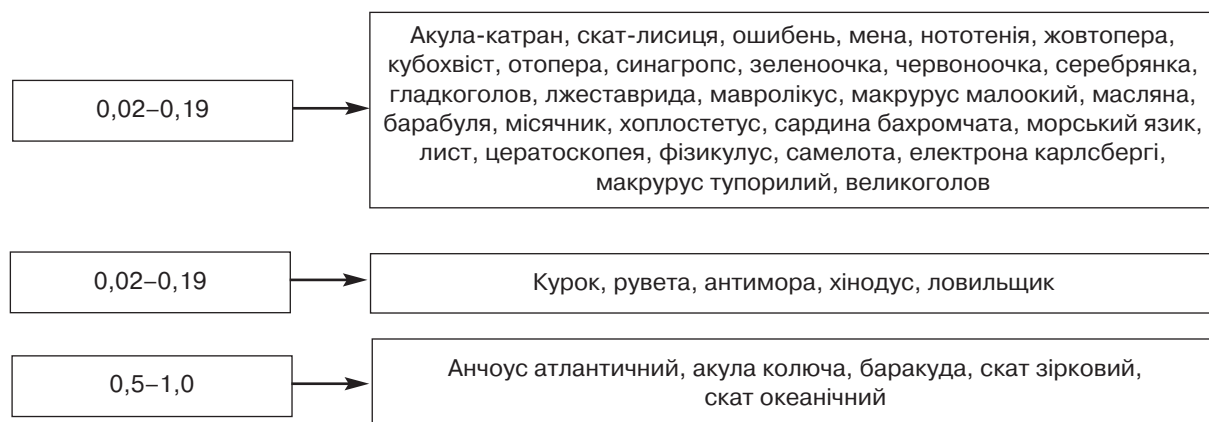


Рис. 3. Вміст ртуті в морській рибі (мг/кг)

Таблиця 3

Споживання риби населенням різних країн

Країна	Споживання риби, г/день	Групи населення
США	140	Рибалки, 0,9% населення
Канада	1300	Індіанці
Англія	60 180	30% населення 2,5% населення
Ісландія	146	231 тис. людей
Японія	121 800-1500	Усе населення Рибалки
Населення о-вів Фарод	136	Усе населення
Інугунти Саутгемптона	323	Усе населення
Україна	19	Усе населення

надські індіанці щоденно вживають риби 1300 г на день. Невисокий рівень споживання риби у жителів України (19 г на добу). Середнє споживання риби у світі становить близько 16 г/добу. Ця цифра близька до рівнів середнього споживання риби в багатьох країнах, зокрема в Україні. Залежність між споживанням морської риби і концентрацією в ній метилртуті наведена в таблиці 4.

Основним джерелом ртуті для контингентів, які не піддаються її промисловій дії, є їжа. Причому риба і рибні продукти забезпечують основну кількість метилртуті в їжі. В інших харчових продуктах її вміст, як правило, нижче 60 мкг/кг. В організмі прісноводних риб із забруднених водойм концентрація ртуті знаходиться в межах від 100 до 200 мкг/кг сирої маси. Для риби із забруднених прісних водоймищ — від 200 до 5000 мкг/кг сирої маси. В разі значного забруднення води ці величини можуть сягати 20 тисяч мкг/кг. Так, щука, вилловлена в забруднених ріках Данії, містила ртуті 5000 мкг/кг. Більшість видів океанічної риби містить ртуть в концентрації близько 150 мкг/кг (табл. 2). Але велика хижа риба (наприклад, меч-риба або тунець), як правило, містить 200–1500

мкг/кг. За невеликим винятком, практично уся ртуть в рибі як прісноводній, так і морській знаходиться у вигляді метилртуті [3].

У більшості країн добове надходження ртуті (разом з рибою) становить менш як 20 мкг, але у окремих контингентів, які споживають незвичайно велику кількість риби, її надходження може збільшуватись до 75 мкг на добу. У світі 2,5% населення споживають рибу більш як 48 г/добу.

Люди, що належать до критичних груп населення, — працівники рибної промисловості, етнічні групи, для яких рибний промисел є джерелом існування, та особи, які дотримуються особливої дієти, — мають більш високе добове споживання метилртуті (до кількох сотень мкг/добу). У рибаків Швеції і членів їхніх сімей поглинання метилртуті досягало 200 мкг/добу, а у одного з них було виявлено 800 мкг/добу. Період біологічного виведення метилртуті становить 70 днів (у риб — більш як 1000 днів).

Комітет ФАО/ВООЗ ще в 1972 році повідомляв, що рівні метилртуті в їжі окремих "рибоїдних" популяцій можуть призводити до вживання ртуті більше за допустиму норму і рекомендував у цих випадках проводити відповідні дослідження в критичних по-

Таблиця 4

## Добове споживання метилртуті з морською рибою

Концентрація метилртуті в рибі мг/кг	Споживання морської риби, г/добу						
	20	40	60	100	150	300	1000
0,1	2	4	6	10	15	30	100
0,25	5	10	15	25	38	75	250
0,5	10	20	30	50	75	150	500
0,75	15	39	45	75	113	225	750
1,0	20	40	60	100	150	300	1000
1,25	25	50	75	125	180	375	1250
1,5	30	60	90	150	225	450	1500

пуляціях і вживати усіх можливих заходів для зниження рівнів метилртуті в продуктах харчування [4].

5% поширеності найперших симптомів отруєння матиме місце при концентрації ртуті в крові 200–500 мкг/л, що еквівалентно 50–125 мг/кг у волоссі або тривалому споживанню метилртуті на рівні 3–7 мг на кг маси тіла (для людини масою 70 кг це означає 200–500 мкг метилртуті на добу).

Вміст ртуті в материнському молоці становить близько 5% від її концентрації в крові матері. При харчуванні молоком матерів, які піддаються сильній дії ртуті, в крові дітей можуть накопичуватися небезпечні її рівні.

Класичними симптомами отруєння елементарною ртуттю є еретизм (дратівливість, підвищена збудливість, втрата пам'яті, безсоння), тремор при здійсненні довільних рухів та гінгівіт. Вони виникають після хронічної дії концентрації, що перевищує 0,1 мг/м<sup>3</sup> ртуті в повітрі. Така ситуація може бути при виробництві хлорлугів, термометрів, градуїюваного лабораторного посуду, ремонту ртутних випрямлячів, видобуванні та переробці ртутної руди, виробництві штучних ювелірних прикрас, фетрових шляп тощо. Значне збільшення частоти вираженого тремору спостерігали при рівнях ртуті у повітрі вище 0,1 мг/м<sup>3</sup>. При концентрації ртуті в повітрі 0,06–0,1 мг/м<sup>3</sup> спостерігали збільшення таких неспецифічних ознак і симптомів як втрата апетиту, схуднення і лякливість. Симптоми мікромеркуріалізму (астеновегетативний синдром) описані акад. І.М. Трахтенбергом [1]. Для діагнозу астеновегетативного синдрому, викликаного ртуттю, І.М. Трахтенберг вважає необхідною наявність не лише неврастенічних симптомів, а й трьох або більше таких клінічних ознак як тремор, збільшення щитовидної залози, лабільність пульсу, тахікардія, демографізм, гінгівіт, зміна в крові та екскреції ртуті з сечею, рівень якої перевищує норму або яка збільшується не менш як у 8 разів після лікування унітіолом.

Найтипівіші ознаки і симптоми отруєння метилртуттю (парестезія, звуження полів зору, погіршення слуху і атаксія) виникають при концентрації ртуті в крові 20–50 мкг/100 мл, у волоссі — 50–120 мкг/кг та при загальному навантаженні на організм від 0,5 до 0,8 мг/кг маси тіла.

Первинні ефекти, пов'язані з хронічним надходженням метилртуті, повинні з'явитись при рівнях поглинання від 3 до 7 мкг/кг/добу. Вірогідність появи ефекту (парестезія) при такому рівні становить близько 5% або менше від загальної чисельності населення.

Необхідно зауважити, що близько 80% пари ртуті, що вдихається, затримується в організмі. Поглинання її неорганічних сполук з їжі становить близько 7% від загальної дози, що надходить в організм. У травному каналі, навпаки, проходить практично повна абсорбція метилртуті. Крім того, багато форм ртуті здатні до певної міри проникати в організм через шкіру.

Вивчення розподілення ртуті в організмі показало, що найбільше вона накопичується в нирках (незалежно від форми), а волоссю — достатньо добре індикаторне середовище для людей, які піддаються дії метилртуті. Вміст ртуті у волоссі пропорційний її концентрації в крові в період формування волоссяного покриву (рис. 4). У прибережних жителів, а також у тих, які мешкають біля водосховищ, вміст ртуті у волоссі значно вищий, ніж у тих, хто живе подалі від берега, що, очевидно, зумовлено більшим споживанням риби [5].

Більшість форм ртуті виводяться з організму переважно з сечею (10%) і з калом (90%). Ртуть, що потрапляє до організму у вигляді пари, здатна швидко проникати через плаценту, про що свідчить її концентрація в плазмі крові матері та новонародженого (в еритроцитах плода ртуті на 30% більше, ніж у матері).

У таблицях 5 та 6 наведені дані про вміст ртуті в харчових продуктах та раціонах України та населення різних країн.

Таблиця 5

## Вміст ртуті в харчових продуктах України та інших країн Європи, мкг/кг

Продукти	Україна	Словаччина	Німеччина	ГДК ртуті в продуктах, мкг/кг
Хліб пшеничний	2,0	—	—	10,0
Борошно пшеничне	1,6	3,0	—	—
Борошно соєве	17,0	—	—	—
Зернові продукти	—	20,0	—	10,0
Рис	7,5	—	—	—
Печиво	1,8	—	—	—
М'ясо ялове	7,5	—	—	—
М'ясо і м'ясопродукти	—	10-20	—	—
Ковбаси варені	7,9	—	—	—
Молоко	0,7	6,0	—	50,0
Масло вершкове	0,9	—	—	—
Яйця	3,0	10-20	19,0	—
Риба і рибні продукти	—	200,0	1070,0	500,0
Гриби різні	100	—	—	—
Картопля	—	—	3,0	20,0
Соевий екструдат	8,0	—	—	—
Соевий концентрат	5,0	—	—	—

Таблиця 6

## Вміст ртуті в харчових раціонах населення різних країн

Країна	Вміст ртуті в раціонах, мкг/добу	Країна	Вміст ртуті в раціонах, мкг/добу
Польща	23,0	Австрія	5,0
діти до 1 року	5,08	Італія	7-12
діти до 1-6 років	5,43	Велика Британія	5-10
діти 6-18 років	5,62	Австралія	4,0
дорослі	15,8	Японія	32,8–38,2
Україна	55,8	США	10,0
Німеччина	10-22,5		

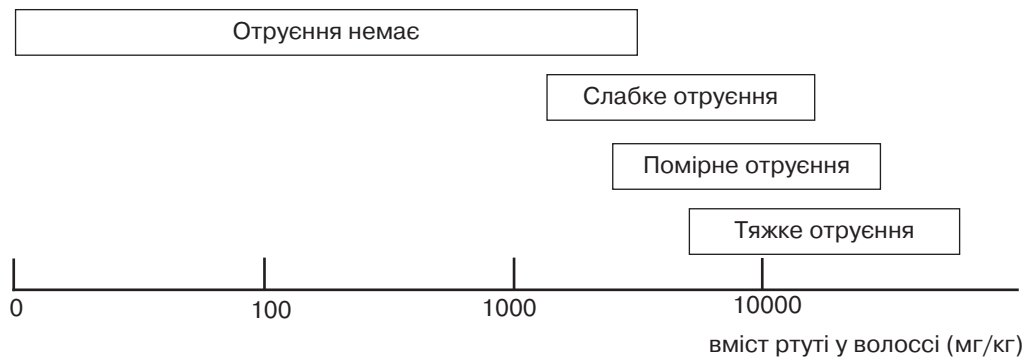
Технологічна переробка м'яса та внутрішніх органів на фарш, ліверну, молочну ковбаси, сардельки, консерви практично не впливає на початковий рівень в них ртуті. Виготовлення карбонату з філейної частини свинини сприяє підвищенню вмісту ртуті. Смаження риби, м'яса і м'ясопродуктів на відкритому повітрі сприяє зниженню вмісту ртуті в продуктах за рахунок випаровування з парою.

Важливою є донозологічна діагностика ртутних отруєнь, щоб реєструвати початкові форми інтоксикації. Виявлено залежність між вмістом ртуті у волоссі та її кількістю в продуктах моря. Накопичення ртуті у волоссі свідчить про тривалий строк дії ртутних препаратів (рис. 4). Тому для оцінки стану навколишнього середовища рекомендовано використати визначення вмісту ртуті у волоссі. На жаль, ще

не знайдено індикатор, який би вимірював біохімічне, фізіологічне або патологічне ураження нервової системи метилртуттю на ранніх стадіях.

ФАО/ВООЗ запропонували тимчасову норму допустимого тижневого споживання 200 мкг ртуті у вигляді метилртуті або 300 мкг загальної ртуті на 1 кг маси тіла на тиждень і 5 мкг загальної ртуті на кг маси тіла на тиждень. Цей рівень споживання майже в 10 разів нижчий того, при якому виникають шкідливі наслідки. ВООЗ пропонує досягти обмеження вживання ртуті такими шляхами: встановлення максимальної межі для ртуті в морських продуктах; обмеження розмірів вилову риби, дозволеної для вживання в їжу; заборони або обмеження вилову риби в певних регіонах; обмеження антропогенних скидів.





**Рис. 4. Залежність між вмістом ртуті у волоссі та токсичними проявами в організмі людини**

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Трахтенберг И.М., Ртуть и ее соединения в окружающей среде / И.М. Трахтенберг, М.Н. Коршун. –К.: Здоров'я, 1990. –252 с.
2. D'lfri F.M. Mercury contamination - what we have bearned since Minamata / F.M. D'lfri // Environ. Monit. and Assessment, 1991. №1–3. –С. 165–182.
3. Смоляр В.І. Сучасний стан харчової токсикології / В.І. Смоляр // Современные проблемы токсикологии, 2000. –№3. –С. 53–56.
4. Штабський Б.М. Ксенобіотики: гомеостаз і хімічна безпека людини / Б.М. Штабський, М.Р. Гжегоцький, Львів: Наутілус, 1999. –308 с.
5. Метилртуть. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. №101. Женева, ВОЗ. –1990. –144 с.