

mgr inż. DOROTA KONDEJ  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

# Metale ciężkie

## – korzyści i zagrożenia dla zdrowia i środowiska

W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące występowania metali ciężkich w środowisku życia i pracy człowieka. Scharakteryzowano wybrane metale ciężkie niezbędne dla zdrowia człowieka oraz toksyczne metale ciężkie. Opisano objawy zatrucia wybranymi metalami ciężkimi oraz sposoby zapobiegania im.

### Heavy metals – Benefits and hazards for the health and the environment

This paper presents issues related to heavy metals in residential and occupational environments. It characterizes both heavy metals essential for good health and toxic heavy metals. Symptoms of toxicological effects are presented and prevention of heavy metal poisoning is discussed.

### Wstęp

Metale ciężkie są szeroko rozpowszechnione w środowisku życia i pracy człowieka. Należą do nich między innymi: miedź, chrom, kadm, żelazo, rtęć, mangan, nikiel, ołów, cynk. W grupie metali ciężkich występują zarówno pierwiastki niezbędne do prawidłowego funkcjonowania ludzkiego organizmu w postaci tzw. mikroelementów (należą do nich np. cynk, miedź, żelazo), jak i metale zbudne dla procesów życiowych człowieka (kadm, rtęć, ołów i in.). Metale w postaci mikroelementów powinny występować w ściśle określonych ilościach, ponieważ zarówno ich niedobór, jak i nadmiar są niekorzystne dla zdrowia. Natomiast dostanie się do organizmu człowieka takich metali, jak kadm, rtęć czy ołów może stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia i życia. Problem związany z tymi metalami polega nie tylko na ich właściwościach toksycznych, ale także na zdolności do kumulowania się, czyli gromadzenia w organizmie człowieka. Metale ciężkie mogą wnikać do organizmu człowieka poprzez układ oddechowy, pokarmowy oraz przez skórę, a skutki ich działania mogą ujawnić się po wielu latach [1].

Metale ciężkie występują w warunkach naturalnych w skorupie ziemskiej i biorą udział w takich procesach zachodzących w przyrodzie, jak erozja skał, parowanie oceanów, procesy glebotwórcze, erupcje wulkanów.

### Metale ciężkie – korzystne dla zdrowia

W małych ilościach niektóre pierwiastki są nieodzowne dla zdrowia człowieka. Wśród nich występują m.in. takie metale ciężkie, jak cynk, miedź, żelazo. Występują one w pożywieniu, owocach i warzywach. Zawierają je również preparaty dostępne w handlu, które umożliwiają uzupełnianie ich niedoborów w organizmie. Mikroelementy powinny występować w organizmie w ściśle określonych zakresach stężeń, ponieważ ich niedobory prowadzą do zaburzeń metabolicznych

**Cynk** wchodzi w skład aż 59% enzymów. Jest też m.in. niezbędny do syntezy insuliny, białek oraz kwasów nukleinowych, formowania się kości, działa antywirusowo i antytoksycznie, konieczny jest w procesach przyswajania żelaza, jest też środkiem na trudno gojące się rany. Zapotrzebowanie człowieka na cynk jest ściśle określone i wynosi 10-12 mg dziennie. Zwykle jest ono pokrywane przez właściwą dietę. Bardzo dobrym źródłem cynku jest ciemne pieczywo i kasze.

**Miedź** w śladowych ilościach jest stałym składnikiem organizmu. Jest pierwiastkiem niezbędnym w syntezie hemoglobiny, formowaniu kości, w przyswajaniu żelaza, bierze udział w utwardzaniu kolagenu, wpływa na metabolizm lipidów. Jako normę spożycia przyjmuje się 1-2 mg na dobę dla człowieka dorosłego, a dla dzieci starszych 3-5 mg miedzi na dobę. Przy niedoborze miedzi m.in.

zwiększa się podatność organizmu na infekcje i choroby. Niedobór miedzi powoduje także ograniczenia wzrostu i płodności, zaburzenia ze strony układu nerwowego, a także osteoporozę. Nadmiar miedzi może powodować anemię, zaburzenia funkcjonowania wątroby i układu oddechowego, zmniejszenie odporności organizmu. Miedź powszechnie występuje w większości produktów spożywczych. Najwięcej miedzi zawierają warzywa i owoce (np. śliwki), orzechy, grzyby, ziarna pszenicy i inne pełnoziarniste produkty zbożowe, owoce morza oraz podroby mięsne (wątroba, nerki, serce).

**Żelazo** bierze udział w procesach utleniania, wchodzi w skład cytochromów, hemoglobiny, mioglobiny. Dobowe zapotrzebowanie jest bardzo małe ze względu na praktycznie jednokierunkowy proces – wchłanianie przy minimalnych stratach. Niedobory żelaza występują w wyniku spożywania produktów dobrze oczyszczonych i jednocześnie wzbogaconych fosforanami, picie dużych ilości kawy i herbaty, nieodpowiednio prowadzonym procesie odchudzania. Niedobór żelaza powoduje stałe uczucie zmęczenia, znaczne obniżenie sprawności fizycznej, zmniejszenie łaknienia, bóle głowy, zaburzenia w odżywianiu skóry i błon śluzowych oraz włosów. Również nadmiar żelaza w organizmie może być szkodliwy i być przyczyną uszkodzenia wątroby. Żelazo z pożywienia jest na ogół trudno przyswajalne, zwłaszcza z produktów roślinnych. Najłatwiej przyswajalne jest żelazo znajdujące się w mięsie i podrobach.

Oprócz korzystnego działania na organizm człowieka (w określonych stężeniach), niektóre metale ciężkie są również szeroko stosowane w przemyśle, np. do produkcji pestycydów, ogniw, stopów czy galwanizowanych



elementów metalowych. Wiele z tych produktów ma zastosowanie w różnych dziedzinach i przy prawidłowym stosowaniu wpływa pozytywnie na jakość życia.

### Metale ciężkie – szkodliwe dla zdrowia

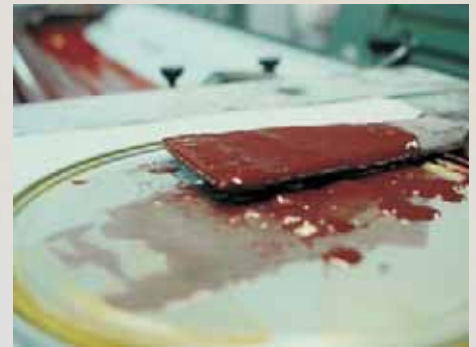
Wśród metali ciężkich znajdują się pierwiastki bardzo toksyczne, których występowanie w każdym stężeniu jest niepożądane. Najsilniejsze właściwości toksyczne mają **nieorganiczne związki metali**, łatwo rozpuszczalne i silnie dysocjujące, które łatwo przenikają przez błony śluzowe i do narządów wewnętrznych. Pierwiastki toksyczne mają tendencję do odkładania się w narządach mięsistych, przede wszystkim w wątrobie, nerkach, trzustce. Przy dłuższym narażeniu mogą odkładać się również w innych tkankach, np. ołów w kościach i w tkance mózgowej, rtęć w tkance mózgowej, a kadm w cebulkach włosów. Dostanie się do organizmu takich metali ciężkich, jak kadm, ołów, rtęć może stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi.

**Kadm** należy do bardzo toksycznych metali ciężkich. Jest wykorzystywany do produkcji stopów, powlekania innych metali, produkcji barwników i pigmentów oraz stabilizatorów tworzyw sztucznych. Stosuje się go także do wyrobu akumulatorów kadmowo-niklowych. W warunkach ekspozycji zawodowej kadm dostaje się do organizmu głównie drogą inhalacyjną, w mniejszym stopniu z przewodu pokarmowego. Przy zatruciu drogą inhalacyjną występuje sinica, duszność, przyspieszenie oddechu i tętna. Wśród innych objawów mogą wystąpić bóle i zawroty głowy, nudności oraz wymioty. Ostre zatrucia pokarmowe objawiają się sil-

nyimi nudnościami, wymiotami i ślinotokiem, biegunką i bólami brzucha. Dalszym następstwem zatrucia są uszkodzenia narządów wewnętrznych, tj. nerek i wątroby.

**Ołów** występuje przy produkcji akumulatorów samochodowych i szkła kryształowego, stosuje się go do wyrobu amunicji, pokryć dachowych, do różnych stopów, łożysk i czcionek drukarskich. Dostaje się do organizmu z powietrzem, z żywnością i wodą lub przez kontakt z takimi wyrobami przemysłowymi zawierającymi ołów lub jego związki, jak farby, akumulatory, naczynia pokryte glazurą ołowianą, niektóre wyroby z porcelany, wyroby z plastików, do produkcji których użyto związków ołowiu itp. Najwięcej przypadków zatrucia ołowiem występuje w rejonach wydobywania i przetwarzania rud ołowiu i miedzi, a także w dużych aglomeracjach miejskich w rejonach dróg o nasilonym ruchu samochodowym (spaliny). Do narządów najbardziej wrażliwych na działanie ołowiu należą: wątroba, nerki, szpik kostny i mózg.

**Rtęć** występuje w spalinach, procesach hutniczych, przy wytwarzaniu i składowaniu baterii, lamp, przy produkcji i stosowaniu niektórych środków ochrony roślin oraz spalaniu odpadów. Rtęć metaliczna i jej nieorganiczne związki wchłaniane są przez skórę. Układ oddechowy ma duże znaczenie we wchłanianiu par rtęci, gdyż przenika ona szybko przez błony pęcherzyków płucnych, do krwi i tkanek, jest wchłaniana w ośrodkowym układzie nerwowym. Głównym miejscem deponowania rtęci są: nerki, wątroba, śledziona, krew i mózg. Objawami zatrucia parami rtęci są: zapalenie dziąseł, pobudzenie, utrata pamięci, bezsenność i niezdolność ruchowa.



## Metale ciężkie w środowisku naturalnym

Metale ciężkie mogą przedostawać się do organizmu człowieka z gleby (skąd pobierane są przez rośliny), wody i powietrza. W glebie metale ciężkie – w przeciwieństwie do substancji organicznych – nie ulegają rozkładowi. Gleby mogą być zanieczyszczone metalami ciężkimi głównie przez opadające pyły wytwarzane przez przemysł, spływy ścieków, wodną migrację pierwiastków ze zwałowisk odpadów stałych, rozwiewanie hałd lub osadników przemysłowych oraz w wyniku stosowania nawozów mineralnych i środków ochrony roślin. Do zanieczyszczenia gleb przyczyniają się [2]:

- przemysł chemiczny (garbarstwo, produkcja chemii gospodarczej, preparatów ochrony roślin, tworzyw sztucznych oraz wyrobów gumowych)
- przemysł nawozów sztucznych
- przemysł celulozowo-papierniczy
- przemysł elektrotechniczny
- rafinerie ropy naftowej
- elektrownie węglowe i przemysł koksowniczy
- hutnictwo i metalurgia żelaza oraz metali nieżelaznych
- przemysł szklarski, ceramiczny, cementowy i azbestowy
- produkcja farb, rozpuszczalników i lakierów
- produkcja lamp i urządzeń pomiarowych.

Metale ciężkie stanowią zagrożenie dla produkcji roślinnej przede wszystkim na terenach uprzemysłowionych, ale również na terenach znajdujących się w pobliżu ruchliwych szlaków komunikacyjnych. W odległości mniejszej niż 100 m od dróg o dużym natężeniu ruchu samochodowego następuje zwiększona akumulacja metali ciężkich w glebach użytkowanych jako rolne. Rośliny mogą ulegać skażeniu nie tylko przez glebę, ale także przez powietrze zanieczyszczone metalami ciężkimi, które są łatwo zatrzymywane na powierzchni części nadziemnych roślin.

Naturalna skłonność do pobierania i akumulacji metali ciężkich w roślinach jest bardzo różna u poszczególnych gatunków [3]. Największą zdolność do ich gromadzenia mają warzywa liściowe i korzeniowe. Zdecydowanie mniej szkodliwych dla zdrowia pierwiastków zatrzymują warzywa, których częścią użytkową są owoce: pomidory, warzywa strączkowe i dyniowate.

Mniejszą zawartością metali ciężkich cechują się części jadalne osłonięte liśćmi (głowa kapusty, róża kalafiora), stanowiącymi naturalną ochronę przed pyłami.



## Zapobieganie zatruciom metalami ciężkimi

Metale ciężkie mogą być u ludzi przyczyną zatruc ostrych i przewlekłych. Ostre zatrucia są najczęściej spowodowane narażeniem na wysokie stężenie metali ciężkich. Zatrucia przewlekłe są wynikiem powtarzalnego lub ciągłego narażenia prowadzącego do akumulowania toksycznej substancji w organizmie człowieka. Narażenie przewlekłe na metale ciężkie może występować w miejscu pracy, w domu, jak również może być związane z zanieczyszczeniem środowiska (gleby, wody, powietrza).

W celu ograniczenia narażenia zawodowego na metale ciężkie w środowisku pracy stosuje się różne rozwiązania techniczne zmniejszające ich emisję na stanowiskach pracy (np. właściwie zaprojektowane systemy wentylacyjne wyposażone w odpowiednie filtry powietrza) oraz, jeśli to możliwe, zastępcze materiały nie zawierające metali ciężkich.

W celu zmniejszenia narażenia na metale ciężkie zawarte w produktach jadalnych nie powinno się uprawiać warzyw i owoców w pobliżu ruchliwych tras komunikacyjnych oraz na terenach skażonych metalami ciężkimi. Przed przygotowaniem potraw należy owoce i warzywa dokładnie myć pod bieżącą wodą, odrzucać zewnętrzne liście, obierać ze skórki. Ponieważ część związków metali wyplukuje się podczas gotowania, dlatego warzywa z nieznanego źródła bezpieczniej jest gotować w dużej ilości wody.

W domu, podobnie jak i w miejscach pracy, należy przestrzegać zasad bezpieczeństwa, tzn.:

- używać środków jak najmniej szkodliwych
- kupować i stosować tylko niezbędne ich ilości
- czytać etykiety w celu zapoznania się z potencjalnymi zagrożeniami
- przechowywać materiały w oryginalnych opakowaniach
- zapoznać się z objawami i metodami udzielania pierwszej pomocy w przypadku zatrucia substancjami zawierającymi metale ciężkie.

Jeśli stwierdzimy zatrucie, należy pamiętać, że podanie we właściwym czasie odpowiedniej odtrutki może znacznie złagodzić przebieg zatrucia, a w wielu przypadkach uratować życie chorego.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] L. Järup *Hazards of heavy metal contamination*. British Medical Bulletin 68, 2003, 167-182
- [2] A. Kabata-Pendias, H. Pendias *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN, Warszawa 1999
- [3] A. Baranowska-Morek *Roślinne mechanizmy tolerancji na toksyczne działanie metali ciężkich*. „KOSMOS – Problemy Nauk Biologicznych” 2-3(259-260), 2003, 283-298
- [4] G. J. K. Komarnicki *Lead and cadmium in indoor air and the urban environment*. „Environmental Pollution” 136, 2005, 47-61
- [5] F. Gambuś, E. Gorlach *Pochodzenie i szkodliwość metali ciężkich*. „Aura” 6, 2001, 11-13
- [6] M. Trzcinka-Ochocka, M. Jakubowski, G. Raźniewska *Ocena narażenia zawodowego na ołów w Polsce*. „Medycyna Pracy” 56(5)2005, 395-400
- [7] E. Gawęda *Kadm i jego związki w środowisku pracy – zagrożenia, ocena ryzyka zawodowego*. „Bezpieczeństwo Pracy” 10(387)2003, 17-19