

**Ochrona
środowiska
w technologii
chemicznej
(OŚTCh)**



Podstawy toksykologii

Trucizna, substancja toksyczna – substancja, która jest szkodliwa dla organizmów żywych, ponieważ wywiera szkodliwy wpływ na tkanki, organy lub na procesy biologiczne

Toksykologia - nauka o szkodliwym działaniu substancji chemicznych na żywy organizm

Toksykologia środowiskowa – zajmuje się wpływem skażenia powietrza atmosferycznego, wody i gleby na zdrowie człowieka

Ekotoksykologia – połączenie ekologii i toksykologii, dziedzina toksykologii środowiskowej – jest dyscypliną zajmującą się szkodliwym wpływem substancji chemicznych występujących w środowisku na organizmy inne niż człowiek, a także na całe ekosystemy

Toksykologia pestycydów zajmuje się skutkami oddziaływania środków ochrony roślin i nawozów sztucznych stosowanych w rolnictwie, ogrodnictwie, leśnictwie i pokrewnych gałęziach gospodarki na człowieka i gatunki użyteczne



Podstawy toksykologii



Odpowiedź na substancje toksyczne na różnych poziomach organizacji w układach żywności



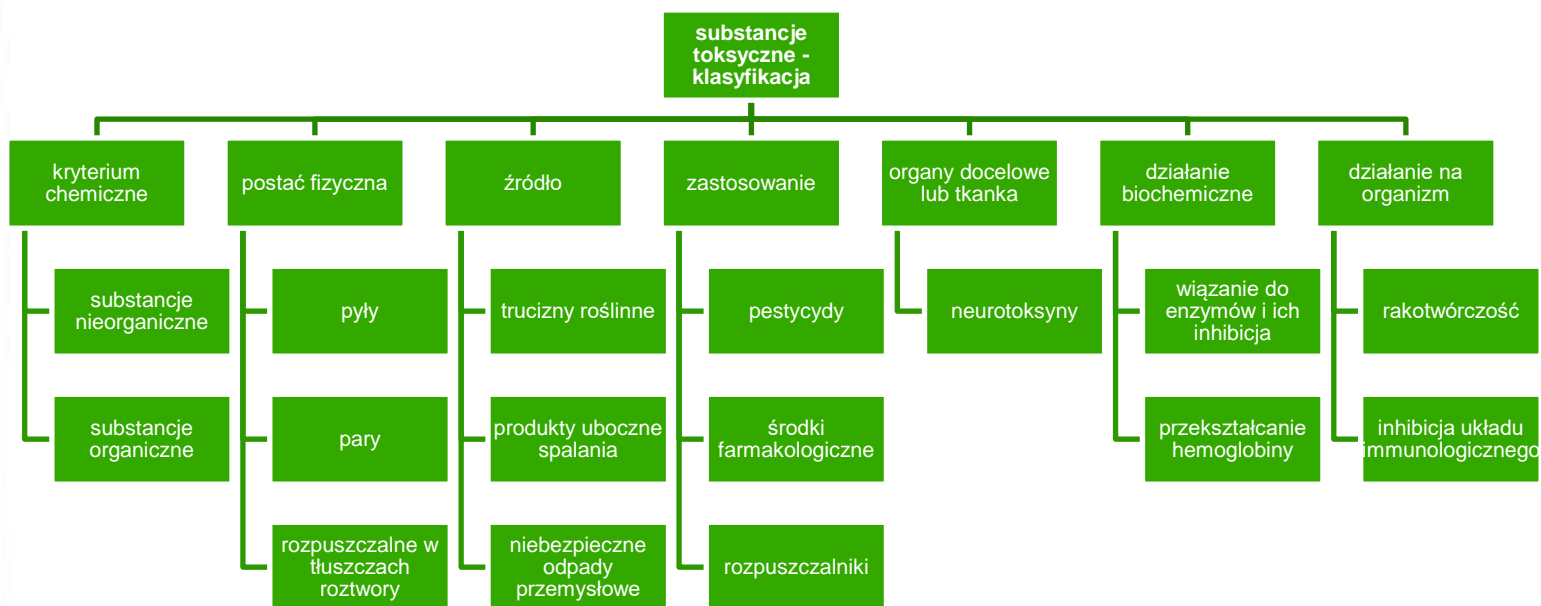
Podstawy toksykologii

Rodzaje substancji szkodliwych



Podstawy toksykologii

Klasyfikacja substancji szkodliwych



Podstawy toksykologii

Toksyczność substancji – zależy od rodzaju organizmu narażonego na jej działanie, od jej stężenia oraz sposobu ekspozycji. W przypadku ekspozycji człowieka, stopień szkodliwości danej trucizny może bardzo silnie zależeć od tego, czy została ona wchłonięta przez skórę, w wyniku oddychania czy poprzez jej spożycie.

Przykład: Kilka ppm Cu w wodzie pitnej może być dobrze tolerowane przez człowieka, ale stanowi śmiertelne zagrożenie dla alg w środowisku wodnym. Stężenie kilku ppb Cu stanowi wymaganą ilość w diecie potrzebną do ich wzrostu.

Efekt - każda biologiczna zmiana w organizmie, narządzie lub tkance spowodowana lub związana z narażeniem na substancję chemiczną.

Efekt szkodliwy - nieodwracalna zmiana biologiczna pojawiająca się podczas lub po zakończeniu narażenia. Jest to zaburzenie czynnościowe lub uszkodzenie morfologiczne, które może wpływać na wydolność całego organizmu lub może zmniejszyć jego sprawność w warunkach dodatkowego obciążenia, a także może zwiększyć jego wrażliwość na działanie innych czynników.

Dawka - ilość substancji chemicznej podana, pobrana lub wchłonięta do organizmu w określony sposób, warunkująca brak lub wystąpienie efektów biologicznych wyrażonych odsetkiem organizmów odpowiadających na tę dawkę. Wyrażona jest w jednostkach wagowych na masę lub powierzchnię ciała, niekiedy dodatkowo na dobę.



Podstawy toksykologii

Dawka graniczna/dawka progowa (*dosis minima, DM*) – ilość substancji, która wywołuje pierwsze spostrzegalne skutki biologiczne. Jest to próg działania, który jest zdefiniowany jako najmniejszy poziom narażenia lub najmniejsza dawka, które powodują zmiany biochemiczne, przekraczające granice przystosowania homeostatycznego.

Dawka lecznicza (*dosis therapeutica, dosis curativa, DC*) – ilość substancji, która wykazuje działanie farmakoterapeutyczne i nie wywołuje istotnych zakłóceń procesów fizjologicznych.

Dawka toksyczna (*dosis toxica, DT*) - ilość substancji, która po wchłonięciu do organizmu wywołuje efekt toksyczny.

Dawka śmiertelna (*dosis letalis, DL*) - ilość substancji powodująca śmierć organizmu po jednorazowym podaniu.

Dawka pobrana - ilość substancji zawarta w spożytym pokarmie, we wdychanym powietrzu lub w materiale nałożonym na skórę.

Dawka wchłonięta - ilość substancji, która przeniknęła przez granicę wymiany faz do organizmu ze środowiska zewnętrznego.

Medialna dawka śmiertelna LD_{50} (*median lethal dose*) - wskaźnik toksyczności ostrej związku chemicznego; jest to statystycznie obliczona na podstawie wyników eksperymentu na zwierzętach ilość substancji chemicznej, która powoduje śmierć 50% badanych osobników.



Podstawy toksykologii

Rodzaje zatruc

Zatrucia ostre - charakteryzują się one szybkim rozwojem szkodliwych zmian w organizmie, powstających w ciągu krótkiego czasu po wprowadzeniu jednorazowej dawki trucizny dożołądkowo, inhalacyjnie lub po naniesieniu na skórę. Na ogół objawy uszkodzenia lub śmierć występują po 24 h. Charakteryzują się przeważnie dużą dynamiką objawów klinicznych.

Zatrucia podostre - szkodliwe zmiany w organizmie występują mniej gwałtownie po podaniu jednorazowej lub kilkakrotnej dawki.

Zatrucia przewlekłe – powstają wskutek działania małych dawek trucizny zwykle kumulującej się w organizmie, wchłanianych przez dłuższy okres. Zatrucia te mają zwykle charakter zatruc przypadkowych, np. zatrucia zawodowe. Substancje toksyczne zanieczyszczające środowisko występują przeważnie w tak małych stężeniach, że wywołują tylko efekty przewlekłe.

Zatrucia rozmyślne (samobójcze lub zbrodnicze)

Zatrucia przypadkowe



Podstawy toksykologii

Przyczyny zatruć

Trucizny przemysłowe. Są przyczyną zatruć osób zatrudnionych w różnych gałęziach przemysłu. Substancje chemiczne stosowane w licznych procesach technologicznych mogą powodować zarówno zatrucia ostre, jak i przewlekłe. Te ostatnie przebiegają często w sposób utajony, nie wykazując przez dłuższy czas żadnych objawów. Wiele związków chemicznych, których szkodliwe działanie nie zostało ujawnione w badaniach toksyczności ostrej i podostrej, może wywoływać skutki odległe. Zatrucia zawodowe mają przeważnie złożony charakter ze względu na jednoczesne działanie kilku substancji chemicznych występujących w miejscu pracy.

Trucizny środowiskowe. Wprowadzanie do środowiska otaczającego człowieka (powietrze, gleba, woda) różnych toksycznych odpadów przemysłowych, a także używanie w rolnictwie pestycydów i nawozów sztucznych powoduje zwiększenie zatruć wśród ludności.

Żywność. Żywność zanieczyszczona mikroorganizmami lub substancjami przenikającymi ze środowiska jest przyczyną licznych zatruć.

Leki i środki odurzające. Nadużywanie ich prowadzi do zależności lekowej i narkomanii, a przedawkowanie stanowi obecnie najważniejszą przyczynę zatruć.

Artykuły gospodarstwa domowego. Ze względu na ich skład chemiczny i powszechność stosowania przyczyniają się to zwiększenia liczby zatruć.



Nieorganiczne substancje szkodliwe – pierwiastki toksyczne

Należą pierwiastki:

- które są bardzo toksyczne w swojej postaci pierwiastkowej
- które tworzą bardzo toksyczne jony
- które w większości swoich związków są wyraźnie toksyczne



Nieorganiczne substancje szkodliwe – pierwiastki toksyczne, metale ciężkie

- należą tu: Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb i Zn
- niektóre z nich są niezbędne w niewielkich stężeniach do normalnego wzrostu większości organizmów żywych
- w dostatecznie dużych stężeniach są toksyczne dla organizmów żywych
- źródła:
 - geochemiczne (występują w sposób naturalny w minerałach skałotwórczych i rudach, „pierwiastki śladowe”)
 - górnictwo rud metali
 - materiały rolnicze
 - spalanie paliw kopalnych
 - przemysł metalurgiczny
 - elektronika
 - składowanie odpadów
 - inne (ogniwa, farby i pigmenty, katalizatory, poligrafia, stopy dentystyczne, leki i preparaty medyczne, dodatki do paliw i smarów)



Nieorganiczne substancje szkodliwe – pierwiastki toksyczne, metale ciężkie, oddziaływanie na organizmy żywe

KADM

- silnie toksyczny pierwiastek
- nie jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu
- zachowuje się bardzo podobnie jak cynk, co tłumaczy częściowo toksyczność kadmu, ponieważ podstawiając cynk powoduje, że procesy metaboliczne przebiegają nieprawidłowo
- jony kadmowe, łącząc się z innymi białkami, powodują zaburzenia różnych cykli metabolicznych (zaburzenia metabolizmu węglowodanów, zmniejsza wydzielanie insuliny, hamuje aktywność oksydaz o mieszanym działaniu oraz indukuje peroksydację lipidów)
- gromadzi się w nerkach ssaków - okres połowicznego wydalania kadmu z nerek wynosi ok. 15 lat
- u ludzi podstawowym skutkiem toksycznym chronicznego narażenia na ten metal jest uszkodzenie nerek
- duże stężenia kadmu we wdychanym powietrzu mogą powodować rozedmę płuc i związane z nią ostre stany zapalne
- przewlekłe skutki toksycznej ekspozycji na kadm mogą również dotyczyć uszkodzenia układu kostnego, nadciśnienia i niekorzystnych objawów sercowo-naczyniowego

Najbardziej spektakularny i znany przykład zatrucia kadmowego: Zatrucie wynikające w wprowadzenia kadmu do organizmu wraz z pożywieniem przez mieszkańców doliny rzeki Jintsu w Japonii, przypisane spożyciu ryżu zanieczyszczonego w wyniku wydobywania i wytopu cynku, kadmu i ołowiu. Ofiary zatrucia dotknięte zostały chorobą itai itai, która po japońsku oznacza okrzyk bólu. Symptomy te są wynikiem bolesnego rozmięknienia kości związanego z wadliwą czynnością nerek.



Nieorganiczne substancje szkodliwe – pierwiastki toksyczne, metale ciężkie, oddziaływanie na organizmy żywe

RTEĆ

- pierwiastek nie mający podstawowego znaczenia dla funkcjonowania organizmu
- w pracy zawodowej główną drogą wnikania rtęci jest układ oddechowy
- rtęć elementarna zarówno w wyniku reakcji chemicznych jak i pod wpływem czynników biologicznych ulega alkilacji, a alkilacja rtęci znacznie zwiększa zdolność pokonywania bariery biologicznej dla tych substancji.
- neurotoksyna i teratogen (powoduje deformacje płodu) - rtęć elementarna, pozostająca we krwi, przenika przez barierę mózgowo--rdzeniową i barierę łożyska, powodując odkładanie rtęci w mózgu i tkankach płodów
- wdychanie rtęci pierwiastkowej wpływa na centralny układ nerwowy i wywiera efekt psychopatologiczny – drżenie rąk, emocjonalna niestabilność (bojaźliwość, bezsenność, depresja, nadpobudliwość)
- w przypadku dostania się do organizmu dużych ilości rtęci przez drogi oddechowe może rozwinąć się ostre zapalenie oskrzeli, oskrzelików i śródmiąższowe zapalenie płuc; może także pojawić się krwotoczne zapalenie jelit z odwodnieniem i ostrą niewydolnością krążenia, ślinotok, zapalenia błony śluzowej jamy ustnej
- w przypadku jakiegokolwiek zatrucia rtęcią, najbardziej narażonym na bioakumulację organem są nerki

Najbardziej znany wypadek rozległego zatrucia rtęcią dotyczy japońskiej zatoki Minimata w latach 1953-1960. Zrzut odpadów rtęci z fabryki chemicznej do zatoki spowodował zatrucie owoców morza regularnie spożywanych przez miejscową ludność.



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **pierwiastki toksyczne, metale ciężkie, oddziaływanie na organizmy żywe**

OŁÓW

- pierwiastek nie mający podstawowego znaczenia dla organizmu człowieka
- silna neurotoksyna i ostre nim zatrucie powoduje liczne stany patologiczne, w szczególności obrzęk mózgu
- wchłanianie ołowiu w ilościach niepowodujących ostrego zatrucia może powodować zaburzenia behawioralne, np. trudności w uczeniu się
- może wpływać na przebieg co najmniej pięciu stadiów tworzenia się hemowej części hemoglobiny
- narażenie na działanie ołowiu może powodować uszkodzenie nerek
- przy długotrwałym narażeniu wywołuje zaburzenia czynnościowe wątroby



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **pierwiastki toksyczne, metale ciężkie, oddziaływanie na organizmy żywe**

MIEDŹ

- jest pierwiastkiem niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania żywego organizmu
- nadmiar miedzi w diecie człowieka wywołuje zmniejszenie stężenia hemoglobiny, uszkodzenia wątroby i nerek
- najbardziej toksyczny jest CuSO_4 , po którego spożyciu mogą pojawić się: uszkodzenie wątroby, nerek, naczyń włosowatych, biegunka, bóleści, skurcze jelit
- związki miedzi działają na nieuszkodzoną skórę, powodując jej swędzenie i zapalenie; Mogą także wywoływać zapalenie spojówek, owrzodzenie i zmętnienie rogówki, błony śluzowej i gardła, owrzodzenie przegrody nosowej



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **pierwiastki toksyczne, metale ciężkie, oddziaływanie na organizmy żywe**

NIKIEL

- w niewielkich stężeniach jest niezbędny do prawidłowego rozwoju organizmu
- nikiel i jego sole wywołują u ludzi objawy podrażnienia spojówek, błony śluzowej górnych dróg oddechowych, owrzodzenia przegrody nosa
- może być przyczyną uczuleń i alergii, tzw. niklowe zapalenie skóry
- związki niklu mogą wpływać na wzrost ryzyka zachorowań na nowotwory nosa, i płuc



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **pierwiastki toksyczne, metale ciężkie, oddziaływanie na organizmy żywe**

CHROM

- chrom na +III stopniu utlenienia jest niezbędnym pierwiastkiem śladowym potrzebnym do metabolizmu glukozy i lipidów u ssaków
- chrom na +VI stopni utlenienia jest rakotwórczy i wywołuje nowotwory układu oddechowego
- przewlekłe narażenie na chrom może powodować zaburzenia układu oddechowego, zmiany skórne, zaburzenia przewodu pokarmowego
- ekspozycja inhalacyjna na pył chromianów i dymy kwasu chromowego może wywoływać u ludzi dychawicę oskrzelową
- związki chromu mogą wywoływać uczulenia



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **pierwiastki toksyczne, metale ciężkie, oddziaływanie na organizmy żywe**

CYNK

- mikroelement
- toksyczność wobec zwierząt i ludzi jest niewielka
- długotrwałe działanie pyłu cynkowego i tlenku cynku wywołuje podrażnienie dróg oddechowych, zaburzenia funkcjonowania przewodu pokarmowego oraz niedokrwistość, bezsenność, upośledzenie pamięci, zaburzenia słuchu i nadmierną potliwość
- chlorek cynku działa miejscowo drażniąco na skórę, błony śluzowe spojówki, działa również uczulająco; po długotrwałej ekspozycji może spowodować obrzęki i zapalenie płuc



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **pierwiastki toksyczne, inne metale, oddziaływanie na organizmy żywe**

GLIN

- pył glinowy może powodować schorzenia płuc (zwłóknienie) prowadzące do rozedmy
- zaburza absorpcję żelaza z przewodu pokarmowego
- może wpływać na rozwój demencji
- hipoteza: wpływa na rozwój choroby Alzheimera



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **pierwiastki toksyczne, inne metale, oddziaływanie na organizmy żywe**

BERYL

- wykazuje liczne działania toksyczne, najczęściej związane ze skórą
- wynikiem ekspozycji na beryl mogą być owrzodzenia skóry i jej ziarniniaki
- uczulenie na beryl może objawiać się zapaleniem skóry, ostrym zapaleniem spojówek i okaleczeniem rogówki
- wdychanie związków berylu może wywołać ostre chemiczne zapalenie płuc
- Berylioza chroniczna – postać pylicy, która występuje wiele lat po narażeniu na beryl
- jest uznawany za potencjalny czynnik rakotwórczy



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **pierwiastki toksyczne, inne metale, oddziaływanie na organizmy żywe**

LIT

- działanie toksyczne jest związane z podobieństwem do fizjologicznie niezbędnych kationów sodu i potasu
- największy problem z litem jako substancją toksyczną dotyczy nerek
- atakuje centralny układ nerwowy, czego oznaką jest opóźnienie psychosomatyczne polegające na spowolnieniu procesów związanych z psychiką i ciałem, np. niewyraźna mowa, zamglony wzrok, wzrastające pragnienie, śpiączka, napady padaczkowe, chaotyczne grymasy twarzy, wykręcanie i obroty ciała
- może powodować zmiany nerwowo-mięśniowe w postaci pobudzania mięśni, drżenia i ataksji, arytmii serca, nadciśnienia
- ofiary zatrucia litem mogą również okazywać awersję do pożywienia, której towarzyszą wymioty i nudności



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **pierwiastki toksyczne, inne metale, oddziaływanie na organizmy żywe**

KOBALT

- jest pierwiastkiem niezbędnym wchodzącym w skład witamy B₁₂
- nadmierny poziom kobaltu może być szkodliwy
- szkodliwe skutki wdychania kobaltu obserwowane następują w płucach i obejmują świszczący oddech i zapalenie płuc, jak również alergiczne reakcje astmatyczne i wysypki skórne
- efektem przedłużonej ekspozycji na związki kobaltu jest zwłóknienie płuc



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **pierwiastki toksyczne, metaloidy, oddziaływanie na organizmy żywe**

ARSEN

- pierwiastek toksycznym nie mający podstawowego znaczenia dla organizmu ludzkiego
- toksykologiczne znaczenie arsenu jest po części związane z jego podobieństwem do fosforu
- systematyczne narażenie na działanie As ma działanie rakotwórcze – powoduje nowotwory skóry, układu oddechowego oraz innych narządów
- skutki przewlekłego zatrucia arsenem obejmują efekty neurotoksyczne w stosunku do centralnego i obwodowego układu nerwowego
- powoduje uszkodzenie wątroby
- ekstremalne zatrucie arsenem może prowadzić do gangreny dolnych kończyn



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **pierwiastki toksyczne, metaloidy, oddziaływanie na organizmy żywe**

ANTYMON i JEGO SOLE

- bardziej toksyczne są związki trójwartościowego antymonu niż pięciowartościowego
- działają toksycznie głównie na ośrodkowy układ nerwowy i na krew
- drażnią błonę śluzową, działają wykrztuśnie i wymiotnie
- powodują zapalenie spojówek i skóry
- uszkodzają mięsień sercowy i wątrobę



Nieorganiczne substancje szkodliwe – pierwiastki toksyczne, niemetale, oddziaływanie na organizmy żywe

OZON

- prawdopodobnie najbardziej toksyczny polutant środowiska, na którego działanie jest narażona populacja ludzka (przez obecność w zanieczyszczonej atmosferze, szczególnie w warunkach smogu fotochemicznego)
- może być polutantem w miejscu pracy, na terenach, gdzie wyładowania elektryczne lub promieniowanie nadfioletowe przechodzą przez powietrze (ze źródeł takich jak drukarki laserowe); jego źródłem mogą być także związki zawierające dużo tlenu, np. $K_2Cr_2O_7$ i $KMnO_4$
- działa szczególnie szkodliwie na płuca, powodując przekrwienie i obrzęki oraz krwawienia
- jest silnym utleniaczem dlatego wpływa destrukcyjnie na przemiany aminokwasów
- ozon jako reaktywna forma tlenu działa szkodliwie na metabolizm komórkowy
- wskutek tworzenia nadtlenu wodoru powoduje uszkodzenia błon komórkowych
- ozon działa drażniąco już w stężeniach $0,2 \text{ mg/m}^3$ powietrza powodując podrażnienia spojówek oraz błony śluzowej nosa i gardła
- przewlekłe narażenie na działanie ozonu (np. u osób zatrudnionych w pracowniach rentgenowskich) wywołuje złe samopoczucie, wzmożoną pobudliwość, zmęczenie, ból głowy, pieczenie oczu, podrażnienie błon śluzowych; powoduje także zaburzenie czynności układu oddechowego a ostatecznie zwłóknienie tkanki płucnej



Nieorganiczne substancje szkodliwe – nieorganiczne związki toksyczne, związki węgla - oddziaływanie na organizmy żywe

TLENEK WĘGLA(II)

- toksyczny gaz przemysłowy, powstający podczas niepełnego spalania paliw zawierających węgiel
- toksyna środowiskowa odpowiedzialna za znaczną liczbę przypadków zatruc
- powoduje niedotlenienie organizmu wskutek wiązania się z hemoglobina
- objawy chronicznego zatrucia w wyniku długotrwałej ekspozycji na niskie poziomy monotlenku węgla obejmują zaburzenia układu oddechowego i serca.
- u osób stale narażonych na małe stężenie tlenu węgla w powietrzu po pewnym czasie występują bóle i zawroty głowy, uczucie zmęczenia, utrata łaknienia, nudności, senność w ciągu dnia i bezsenność w nocy, zaburzenia układu krążenia charakteryzujące się kołataniami serca, niemiarowością tętna, zaburzeniami ciśnienia krwi
- długotrwałe narażenie na małe stężenie tlenu węgla powoduje zmiany we krwi
- bardzo toksycznym związkiem jest $\text{Ni}(\text{CO})_4$



Nieorganiczne substancje szkodliwe – nieorganiczne związki toksyczne, związki węgla - oddziaływanie na organizmy żywe

DWUTLENEK WĘGLA(II)

- duże stężenia ditlenku węgla występują w źle wentylowanych pomieszczeniach, w których odbywa się fermentacja (browary, wytwórnie win itp.); do zatrucia może dojść także w czasie produkcji i stosowania zestalonego ditlenku węgla, tzw. suchego lodu; może również występować w zwiększonych stężeniach w kopalniach węgla i soli potasowych, a także w innych gałęziach przemysłu
- ditlenek węgla nie jest gazem trującym
- jego większe stężenia wpływają w sposób znaczący na skład powietrza, w którym czasami, nawet w sposób drastyczny, zmniejsza się zawartość tlenu; może to być przyczyną niedotlenienia organizmu; oddychanie powietrzem o zawartości 4% ditlenku węgla wywołuje bóle i zawroty głowy, szum w uszach, wzrost ciśnienia krwi, niepokój, zaburzenia oddechu, duszności; reakcja organizmu ludzkiego na większe stężenia, tj. 5-6% obj. objawia się znacznym pogłębieniem i przyspieszeniem oddechu; stężenie w granicach 10% jest już groźne dla życia - przy takiej zawartości ditlenku węgla w powietrzu pojawiają się zaburzenia widzenia, drżenie, silna duszność, utrata przytomności, sinica i porażenie oddechu; stężenia powyżej 12% w powietrzu powodują natychmiastową śmierć



Nieorganiczne substancje szkodliwe – nieorganiczne związki toksyczne, związki węgla - oddziaływanie na organizmy żywe

ZWIĄZKI CYJANOWE – CYJANOWODÓR I CYJANKI

- cyjanowodór (kwas pruski) oraz jony cyjankowe (obecne w solach cyjankowych) są substancją szczególnie toksyczną
- cyjanowodór i jego estry były stosowane jako środki dezynfekcyjne i deratyzacyjne w magazynach z artykułami żywnościowymi i wyrobami przemysłowymi, a także w obiektach mieszkalnych, statkach szklarniach, roztwory cyjanków są wykorzystywane do ekstrahowania niektórych metali (np. Au), podczas oczyszczania metali, a także galwanizacji i odzysku srebra z naświetlonych błon fotograficznych i rentgenowskich; cyjanki znajdują zastosowanie w różnych reakcjach syntezy organicznej; duże ilości cyjanowodoru wydzielają się w czasie spalania niektórych materiałów, np. celulozoidu, polimerów poliakrylowych,
- występuje w przyrodzie w stosunkowo dużych ilościach w postaci związanej jako heterozydy, np. amigdalina w liściach i nasionach pestkowców (migdałach, brzoskwiniach, morelach, śliwkach wiśniach); enzymatyczna lub kwasowa hydroliza amigdaliny uwalnia cyjanowodór:
- cyjanowodór i zdecydowana większość jego połączeń wchłania się szybko przez skórę, płuca i z przewodu pokarmowego
- cyjanowodór i cyjanki działają jako chemiczne środki duszące – odbierają organizmowi tlen ponieważ łącząc się z Fe^{3+} hamują układ enzymatyczny oksydazy cytochromowej, przez co uniemożliwiają wykorzystanie tlenu przez komórki



Nieorganiczne substancje szkodliwe – nieorganiczne związki toksyczne, związki węgla - oddziaływanie na organizmy żywe

ZWIĄZKI CYJANOWE – CYJAN, CYJANAMID I CYJANIANY

- cyjan (dicyjan, NCCN) – bezbarwny, gwałtownie działający gaz o ostrym zapachu, mogącym powodować trwałe uszkodzenia lub nawet śmierć; dymy powstałe w reakcji cyjanu z wodą lub kwasami są silnie toksyczne
- cyjanamid (H_2NCN) i cyjanamid wapnia (CaNCN) – stosowane jako nawozy sztuczne i surowce – do odsiarczania i azotowania stali; wdychanie lub doustne spożycie cyjanamidu powoduje zawroty głowy, obniżenie ciśnienia krwi i podwyższenie częstości pulsu i oddychania; cyjanamid wapnia działa jako środek silnie drażniący skórę i nos oraz tkankę gardła
- kwas cyjanowy (HO-CN) – niebezpieczna wybuchowa ciecz o gryzącym zapachu; podczas rozpadu pod wpływem ciepła lub kontaktu z silnym kwasem wytwarza bardzo toksyczne dymy



Nieorganiczne substancje szkodliwe – nieorganiczne związki toksyczne, związki azotu - oddziaływanie na organizmy żywe

AMONIAK

- w przyrodzie amoniak jako produkt redukcji związków azotowych oraz w procesach gnilnych roślin i zwierząt; w przemyśle wydziela się w procesie suchej destylacji węgla kamiennego, a także podczas wielu innych procesów technologicznych; szeroko stosowany w chłodnictwie; jest składnikiem nawozów mineralnych
- najczęściej notowane są zatrucia zawodowe amoniakiem w przemyśle chemicznym oraz innych gałęziach produkcji, gdy używany jest jako surowiec lub powstaje jako produkt uboczny
- zatrucie ustne - podany doustnie działa żrąco na błonę śluzową przełyku i żołądka, wywołując ostry ból; następnie pojawia się kaszel, wymioty i zapaść o charakterze wstrząsu; może nastąpić perforacja przełyku i żołądka co powoduje zaostrzenie bólów żołądka i gorączkę; z opóźnieniem może rozwinąć się podrażnienie płuc i obrzęk
- zatrucie inhalacyjne - w większych stężeniach w zetknięciu z wilgotną powierzchnią błon śluzowych tworzy wodorotlenek amonowy o silnym działaniu żrącym, wywołujący nieżyt oskrzeli, a w ostrych zatruciach, obrzęk płuc
- działanie na skórę - w dużych stężeniach, szczególnie w czasie pracy z ciekłym amoniakiem, może dojść do ciężkiego oparzenia skóry z wytworzeniem zaczerwienienia, obrzęku i pęcherzy



Nieorganiczne substancje szkodliwe – nieorganiczne związki toksyczne, związki azotu - oddziaływanie na organizmy żywe

TLENKI AZOTU

- azot tworzy z tlenem tlenki: podtlenek azotu (N_2O), tlenek azotu (NO), tritlenek diazotu (N_2O_3), ditlenek azotu (NO_2), tetratlenek azotu (N_2O_4), pentatlenek azotu (N_2O_5), ale najwięcej uwagi, z toksykologicznego punktu widzenia, poświęca się ditlenkowi azotu który występuje z tlenkiem azotu przede wszystkim w aglomeracjach miejskich, gdzie powstaje głównie w wyniku działania człowieka (procesy spalania, smog fotochemiczny)
- bardzo duże stężenia tlenków azotu mogą wywoływać gwałtowne reakcje powodujące natychmiastowe porażenie układu oddechowego i krążenia
- zatrucia przewlekłe charakteryzują się w pierwszym okresie narażenia łagodnym zapaleniem błony śluzowej układu tchawiczo-oskrzelowego, przechodzącym w zapalenie oskrzelików.
- w zatruciach przewlekłych obserwuje się podrażnienie spojówek, stany zapalne i owrzodzenia jamy ustnej, uszkodzenia szkliwa i zębiny, spadek ciśnienia krwi i zwolnienie tętna
- charakterystycznym objawem zatrucia tlenkami azotu jest żółte zabarwienie skóry i włosów, wywołane reakcją ksantoproteinową.
- tlenek azotu(I) – gaz rozweselający stosowany w chirurgii stomatologicznej jako ogólny środek znieczulający wpływa na spowolnienie czynności centralnego układu nerwowego, ale może też działać jako środek duszący



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **nieorganiczne związki toksyczne, związki azotu - oddziaływanie na organizmy żywe**

HYDRAZYNA H_2NNH_2

- jest czynnikiem uszkadzającym wątrobę, powodującym akumulację w niej triglicerydów
- najpoważniejszym skutkiem toksycznym działania hydrazyny jest pośrednie powodowanie metylowania DNA, prowadzącego do nowotworu (wykazano, że wdychanie hydrazyny prowadzi do raka płuc)



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **nieorganiczne związki toksyczne, związki siarki - oddziaływanie na organizmy żywe**

TLENKI SIARKI

- SO_2 jest powszechnie znanym polutantem powstającym w procesie spalania pirytu w węglu i organicznie związanej siarki w węglu i oleju napędowym
- ditlenek siarki jest silnym gazem drażniącym; łatwo rozpuszcza się w wydzielinie błon śluzowych, tworząc kwas siarkowy, który działa drażniąco na błony, powodując skurcze oskrzeli lub przewlekłe zapalenia oskrzeli i tchawicy
- najważniejszym działaniem jest drażniący wpływ na układ oddechowy - drażni górne drogi oddechowe i wywołuje zwężenie oskrzeli, co powoduje zwiększony opór przepływu powietrza.
- powoduje także zapalenie spojówek



Nieorganiczne substancje szkodliwe – nieorganiczne związki toksyczne, związki siarki - oddziaływanie na organizmy żywe

KWAS SIARKOWY(VI)

- na szkodliwe działanie kwasu siarkowego są narażeni pracownicy tych zakładów chemicznych, w których kwas siarkowy jest szeroko stosowany, a także pracownicy zatrudnieni przy ładowaniu akumulatorów, ponieważ w tym procesie wydziela się wodór i znaczne ilości par kwasu siarkowego
- jest najsilniej drażniącą substancją występującą w powietrzu zanieczyszczonym substancjami kwasowymi
- działa silnie drażniąco i żrąco na wszystkie tkanki
- bardzo niebezpieczne jest działanie na błony śluzowe - przebywanie w atmosferze kwasu siarkowego wywołuje choroby błon śluzowych dróg oddechowych, a także jamy ustnej; duże stężenia powodują ostre stany zapalne błon śluzowych i obrzęk płuc lub odoskrzelowe zapalenie płuc; małe stężenia par kwasu siarkowego w powietrzu powodują podrażnienia, wywołując odruchy kaszlu, kichanie oraz obfite wydzielanie śluzu; mogą również powstawać nadżerki na błonie śluzowej nosa
- na skórze wywołuje ciężkie oparzenia



Nieorganiczne substancje szkodliwe – nieorganiczne związki toksyczne, związki siarki - oddziaływanie na organizmy żywe

SIARKOWODÓR

- jako surowiec rzadko jest stosowany w procesach przemysłowych, natomiast być produktem ubocznym różnych procesów technologicznych - w dużych ilościach tworzy się jako produkt uboczny koksowania węgla i oczyszczania ropy naftowej oraz w trakcie oczyszczania zakwaszonego gazu ziemnego
- jest substancją silnie toksyczną, która w pewnych przypadkach może powodować śmiertelne zatrucie nawet znacznie szybciej niż w przypadku cyjanowodoru
- podobnie jak HCN wywołuje inhibicję oksydazy cytochromowej niezbędnej do oddychania
- wykazuje działanie drażniące błony śluzowe dróg oddechowych, powodujące napady kaszlu, zmiany zapalne i nieżyty, a także podrażnienie spojówek.
- skutkiem przewlekłego narażenia jest kumulowanie się mikrouszkodzeń; w związku z uszkodzeniem o.u.n. mogą pojawiać się bóle i zawroty głowy, łatwe męczenie się, nudności, zaburzenia równowagi, niepokój, halucynacje, drgawki, utrata przytomności i śpiączka
- obserwowane są również późne następstwa ciężkich zatruc, a mianowicie zapalenie płuc, trwale zaburzenia obwodowego i ośrodkowego układu nerwowego, objawiające się utrudnioną zdolnością do poruszania się i mówienia, sennością, rozdrażnieniem, osłabioną pamięcią, impotencją, a także zaburzeniami zdolności spostrzegania i dolegliwości kardiologiczne (zawał mięśnia sercowego, napady dusznicy bolesnej)



Nieorganiczne substancje szkodliwe – **nieorganiczne związki toksyczne, związki siarki - oddziaływanie na organizmy żywe**

DISIARCZEK WĘGLA CS₂

- szeroko stosowany w produkcji sztucznego jedwabiu i celofanu
- duże zawartości par atmosferycznego CS₂ mogą wywoływać zatrucie centralnego układu nerwowego zagrażające życiu
- w kontakcie ze skórą powoduje podrażnienia, do powstania pęcherzy włącznie
- dłuższa ekspozycja na CS₂ może prowadzić do zmian w układzie sercowo-naczyniowym



Nieorganiczne substancje szkodliwe – nieorganiczne związki toksyczne, halogeny i ich związki - oddziaływanie na organizmy żywe

FLUOR I JEGO ZWIĄZKI

- fluor stanowi zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego na skutek działalności różnych gałęzi przemysłu; związki fluoru są stosowane do: wytapiania, trawienia i polerowania metali, produkcji elektrod spawalniczych, lutowania, w procesach galwanizowania, w przemyśle fotochemicznym, farbiarskim, w produkcji szkła i emalii; znaczne ilości połączeń fluoru powstają w procesie otrzymywania glinu metodą elektrolityczną; znane są też pestycydy i środki konserwujące drewno, zawierające w swym składzie związki fluoru
- fluor, pomimo znacznej toksyczności, nie stanowi zagrożenia dla organizmów żywych, ponieważ dzięki dużej aktywności chemicznej praktycznie nie występuje w stanie wolnym; niebezpieczne są natomiast związki fluoru, a zwłaszcza fluorowodor i fluorki
- fluor jest niezbędny dla żywego organizmu - ulega wbudowaniu, w postaci fluoroapatytu, do kości i zębów; zapotrzebowanie organizmu na fluor jest zaspokajane wskutek jego obecności w pokarmach i w wodzie
- zarówno nadmiar, jak i niedobór fluoru powoduje zmiany zwyrodnieniowe kości i zębów
- niedostateczna jego ilość sprzyja rozwojowi próchnicy.
- fluor i fluorki działają toksycznie bezpośrednio na komórki, zaburzają przemianę wapnia i procesy enzymatyczne, ponieważ wywierają wpływ na metaloenzymy lub enzymy zależne od: magnezu, żelaza, miedzi i wapnia
- duże dawki fluoru hamują oddychanie tkankowe, przemianę węglowodanów, lipidów, syntezę hormonów, gruczołów przytarczycznych i przysadki, a także gruczołu tarczowego; tworzą z wapniem nierozpuszczalne połączenia, zmniejszając jego stężenie w surowicy krwi

