

Chemické vlivy

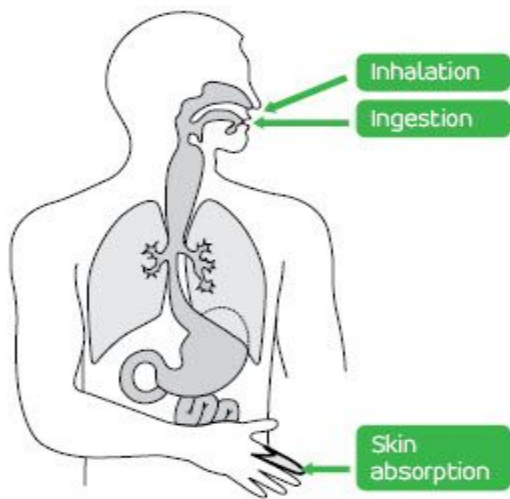
Ochrana zdraví před chemickými vlivy; expozice ovzduším (interiérovým i exteriérovým), kontaktem, potravou a vodou. Reálná rizika, odlišení závažných a nedůležitých.

RNDr. Ondřej Zvěřina, Ph.D.

2023

Vstup cizorodých látek do organismu

nutný předpoklad: **vstřebání látky**, absorpce do oběhového systému (krve/lymfy)
výjimka: lokální působení (žíraviny, kontaktní alergie – např. na nikl)

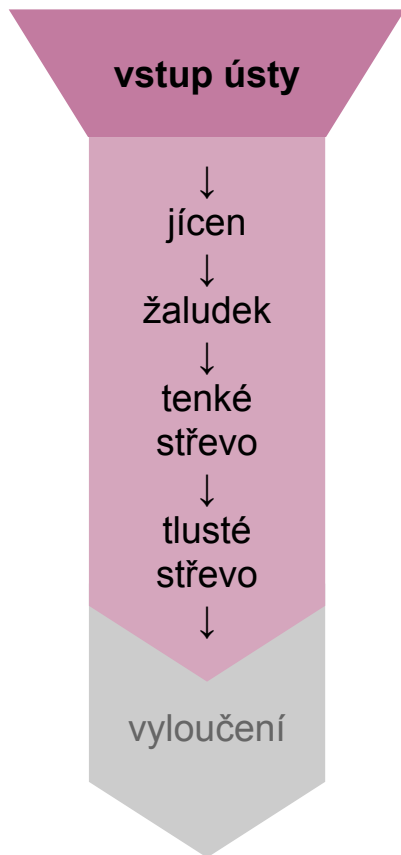


Brána vstupu (cesta vstupu, a s ní spojené biologické bariéry) zásadně ovlivňuje absorpci - míru vstřebání.
Toxikologicky nejvýznamnější cesty vstupu:

- požitím (perorálně)
- vdechnutím (inhalace)
- přes kůži (perkutánně)
- do žíly (intravenosně)
- další možnosti (farmakologické): do svalu, dutiny břišní, pod kůži, do kůže, ..

Každá cesta vstupu má charakteristické vlastnosti, které ovlivňují působení látky (nástup, velikost, dobu působení).

Neúmyslná otrava: rizikové především méně nápadné cesty (inhalace, kůže).



a/ Vstup požitím

pokud látka setrvává v zažívacím traktu → lokální účinek
(zvracení, výplach v určitých situacích)

vstřebání dle lipofility

lipofilní látky: schopnost prostupovat buněčnými membránami
(membrány jsou také lipofilní)

LIPOFILITA

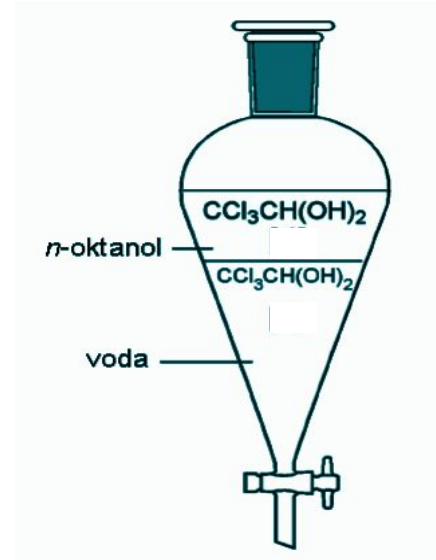
schopnost látky rozpouštět se v tucích
zásadní parametr pro vstřebání

schopnost samostatně difundovat závisí na lipofilitě látky

L I P O F I L I T A

rozdělovací koeficient oktanol-voda

$$K_{ow} = \frac{C_{oktanol}}{C_{voda}}$$



schopnost samostatně difundovat závisí na lipofilitě látky

LIPOFILITA

rozdělovací koeficient oktanol-voda

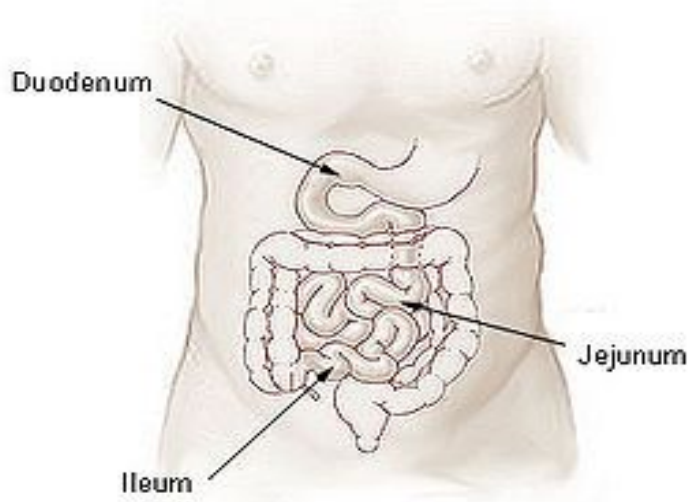
$$K_{ow} = \frac{C_{oktanol}}{C_{voda}}$$

sloučenina	log P
glycin	-3,21
EDTA	-1,93
sarin	-0,45
acetylsalicylová kys.	-1,02
benzoová kys.	1,88
DDT	6,76

a/ Vstup požitím

vstřebání je možné už v dutině ústní (nikotin), avšak hlavní podíl tenké střevo

tenké střevo - nejvýznamnější místo absorpce



- *duodenum* (dvanáctník)
 - *jejunum* (lačník)
 - *ileum* (kyčelník)
- } Největší míra vstřebání, prokrvená stěna s velkým povrchem. Zde vstřebán hlavní podíl živin i cizorodých látek.

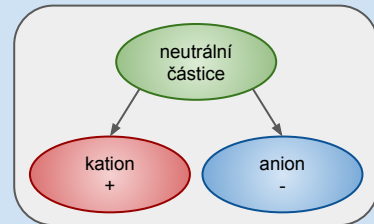
IONIZACE

Pokud látka obsahuje ionizovatelnou skupinu, **ionizovaná forma je polárnější** ⇒ méně lipofilní

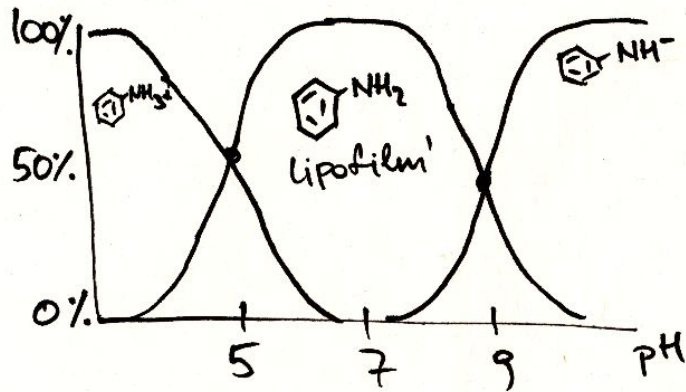
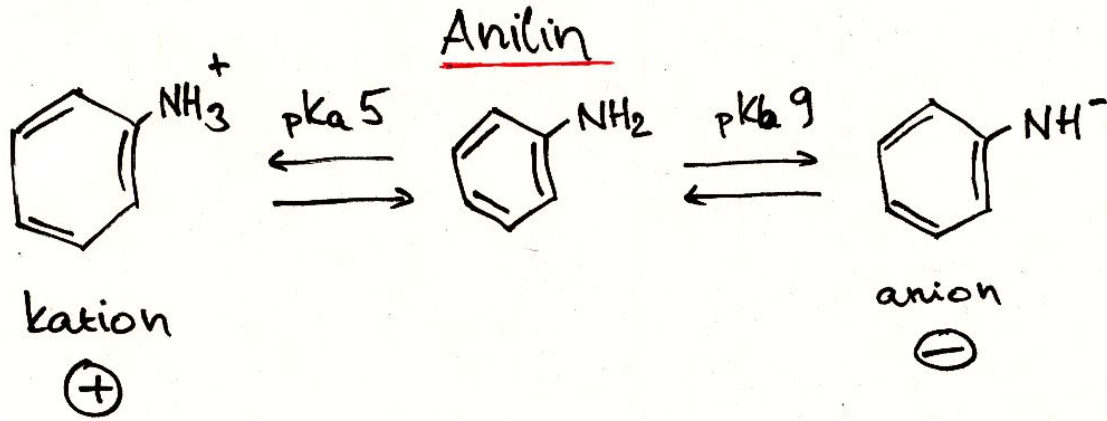
⇒ vstřebání je silně ovlivněno ionizací.

Ionizované látky nemohou procházet membránami.

Zastoupení ion/neion formy ovlivňuje pH okolí.



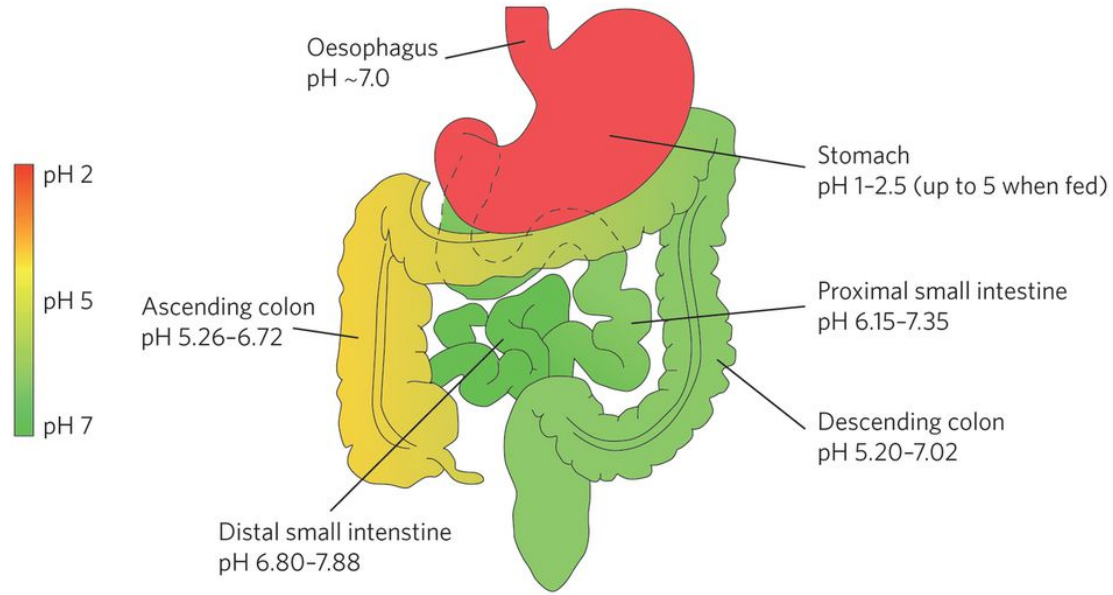
a/
Vstup požitím



ionizace - vliv na vstřebání

látky **kyselé** povahy se lépe vstřebávají v **žaludku**,
látky **zásadité** povahy lépe v **tenkém střevě**

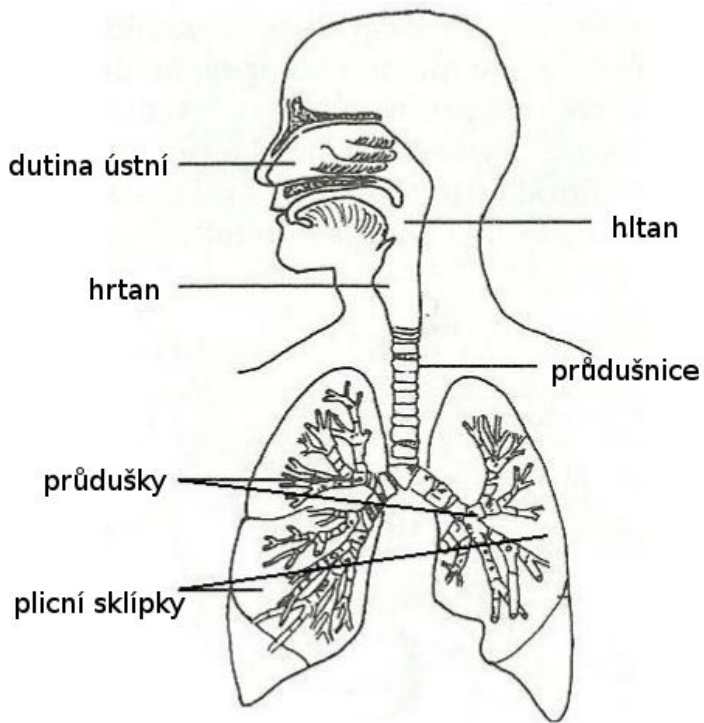
silné kyseliny/zásady se neabsorbují,
leptají membrány → lokální účinek



Hodnota pH se pohybuje v žaludku mezi 1,2–5, v tenkém střevě se postupně zvyšuje až k hodnotě 7,5 a v tlustém střevě nabývá hodnot 5,5–8,0. Nižší pH se objevuje na počátku kolonu a je způsobeno vznikem kyselých fermentačních produktů bakteriální flóry.

Slabá kyselina se vstřebává v žaludku (neutrální forma). V tenkém střevě je vstřebávání vlivem pH ~ 7 omezeno. V nejkyslejších částech o pH ~ 6 bude vstřebávání mírně významnější.

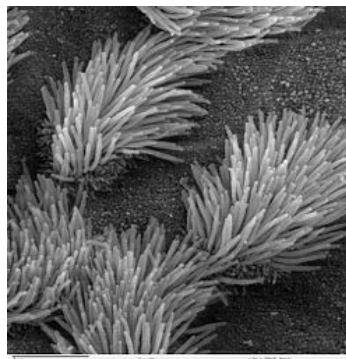
b/ VSTUP VDECHOVÁNÍM (inhalací)



vdechování plynů, par, aerosolů, prachových částic

vstup přes ústa/nos

- hrtan
- průdušnice
- průdušky (průdušinky)
- plicní sklípků



přirozená ochrana

dýchací cesty jsou potažené sliznicí, výstelkové buňky opatřené řasinkami
→ pevné částice zachyceny a kmitáním odstraňovány
→ hydrofilní látky se rozpouští ve sliznici
→ lipofilní látky pronikají do buněk a kapilárami do krve (zejména ve sklípcích)

inhalace = typický způsob otravy

- plyny (chlor, HCN, CO)
- těkavými látkami (sirouhlík, benzen)
- aerosoly (částice olova)





b/ VSTUP VDECHOVÁNÍM (inhalací)

srovnání kapacity vstupu s expozicí požitím

Příklad

Koncentrace nasycených par ethanolu ve vzduchu je $0,1 \text{ g/dm}^3$ ($19 \text{ }^\circ\text{C}$).

Kolik panáků dospělý člověk nadýchá za hodinu?

Dávka nadýchaného ethanolu je:

$$m_{\text{inh}} = R \times c_m \times V_{\text{min}} \times t$$

R retence v plicích [%]

c_m koncentrace ve vzduchu [g/l]

V_{min} ventilace plic za minutu [l/min]

t čas [min]

výpočet

Průměrná ventilace plic dospělého člověka je 20 l/min ,
retence alkoholu v plicích 50% . Za hodinu tedy:

$$m_{\text{inh}} = 0,5 \times 0,1 \times 20 \times 60$$

výsledek: $60 \text{ g ethanolu} \sim 3 \text{ skleničky}$. Nelze však doporučit.



level 2: Vapshot



b/ VSTUP VDECHOVÁNÍM (inhalací)

rozdílná **kapacita** inhalace × požití:
kondenzovaná × plynná fáze

známé pravidlo:

1 mol plynu zabírá objem 22,4 litrů páry

(1 mol ethanolu = 46 gramů = 58 mililitrů)

⇒ **menší kapacita**

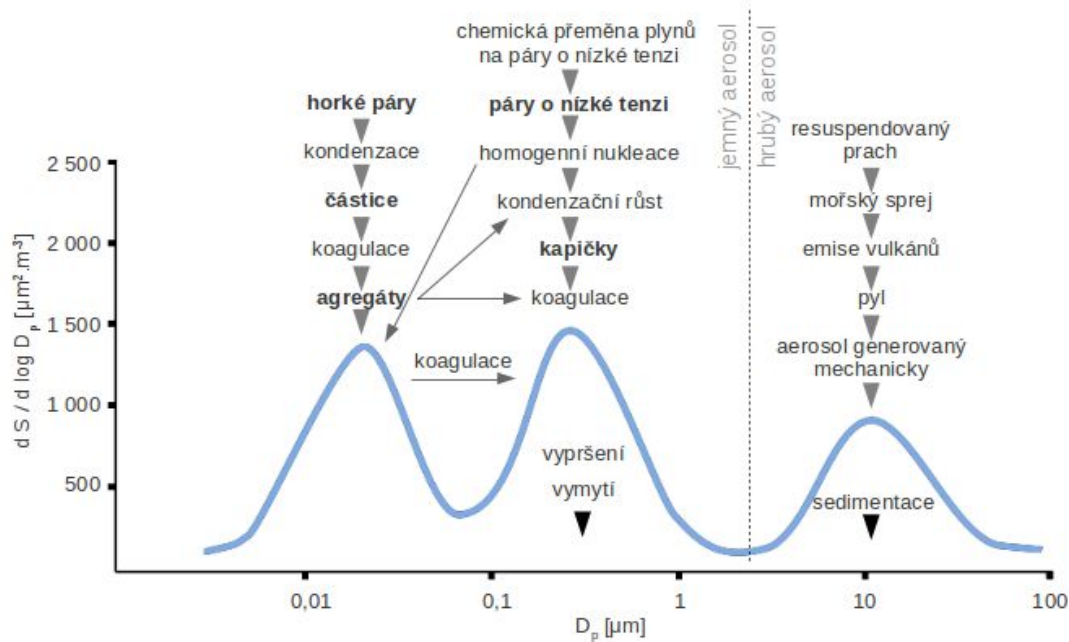
vstřebávání z plic rychlejší a účinnější, zákeřnější

⇒ jedna z nejnebezpečnějších cest vstupu do organismu

častá expozice po dlouhou dobu

→ chronické účinky (po latentní periodě)

Polétavý prach

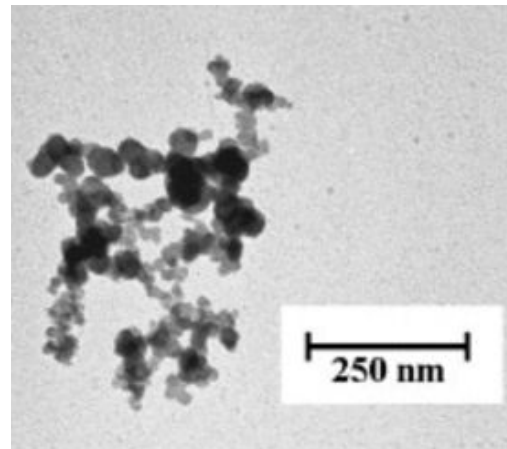
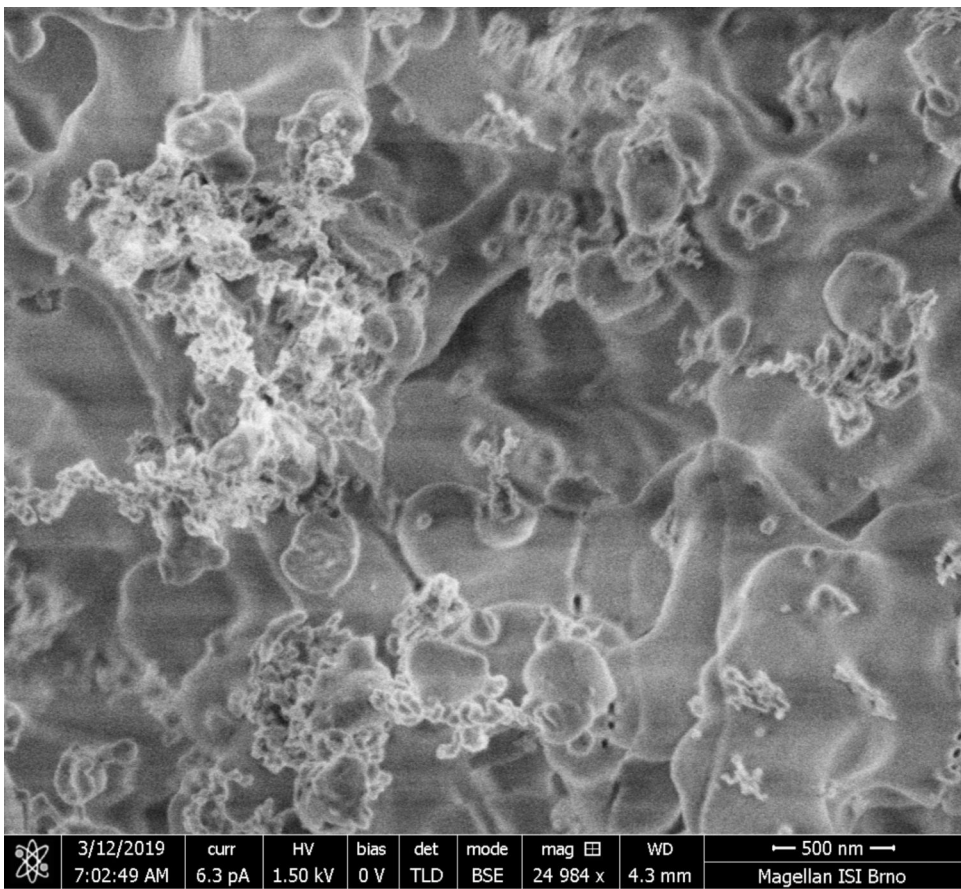


typické trimodální rozdělení polétavého prachu

Polétavý prach
= nejdéle sledovaný polutant

350 tis. předčasných úmrtí v Evropě
ročně spojeno s expozicí prachu

- trimodální rozdělení částic
- nejhrubší mechanické č.
 - koagulační částice
 - kondenzační částice



Experimental determination of deposition of diesel exhaust particles in the human respiratory tract* [J. Aerosol Sci. 48 (2012) 18–33]

prach zachycený v knihovně, snímek z elektronového mikroskopu

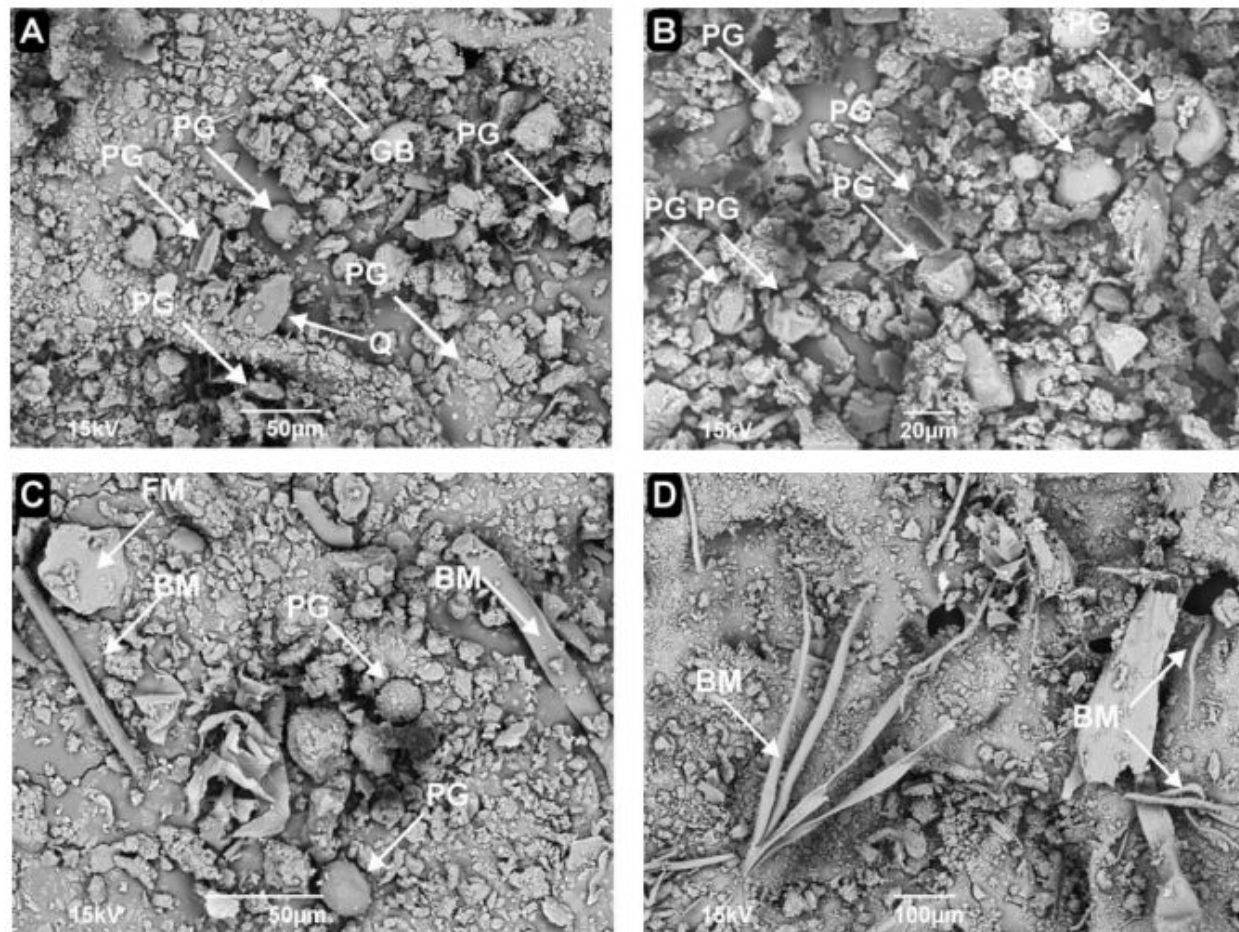
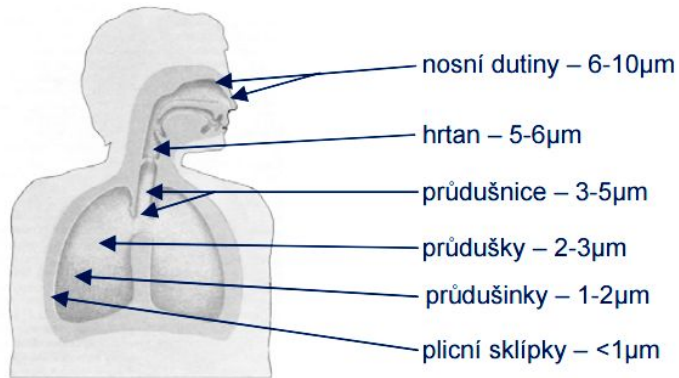


Fig. 1. SE (secondary electron) images of PKC 2010 sample fractions with the particle size: < 25 μm (A), < 63 μm (B), 63–119 (C), and 119–507 μm (D). PG: pollen grain; Q: quartz; GB: glass bead; FM: mica flake; BM: biological material.

Polétavý prach



Průnik jednotlivých velikostních frakcí prachu do dýchacích cest

V ČR je určen limit pro znečištění ovzduší pevnými částicemi (polétavý prach). Denní imisní limit je 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Překročení tohoto limitu je tolerováno max. 35 dní v roce. Na některých místech ČR jako je Ostravsko je limit překračován i přes 100 dní v roce.

Zdravotní rizika se odvíjí od aerodynamického průměru částic.

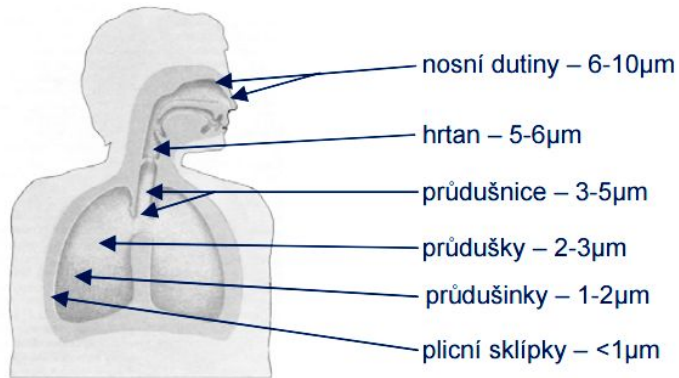
Částice PM_{10} (particulate matter)
aerodynamický průměr <10 μm
pronikají do dolních cest dýchacích

$\text{PM}_{2.5}$
usazování v průduškách

PM_1
pronikají do plicních sklípků

+adsorbované další látky

Polétavý prach



Průnik jednotlivých velikostních frakcí prachu do dýchacích cest

V ČR je určen limit pro znečištění ovzduší pevnými částicemi (polétavý prach). Denní imisní limit je 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Překročení tohoto limitu je tolerováno max. 35 dní v roce. Na některých místech ČR jako je Ostravsko je limit překračován i přes 100 dní v roce.

Zdravotní aspekty

samočistící funkce plic

5+ μm zachytává řasinkový epitel, následné vykašlání/spolknutí
2.5- μm odstraněny pomocí makrofágů
postupné zanášení plic

krátkodobá expozice

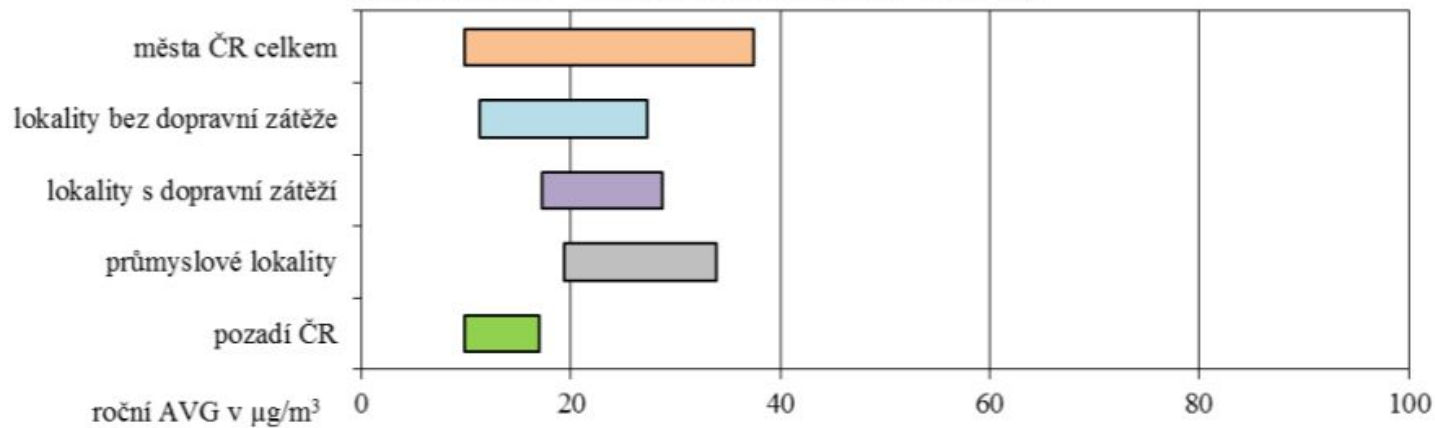
- zánětlivá onemocnění
- zvýšená úmrtnost

chronická expozice

- snížení plicních funkcí
- snížená délka dožití
- chronické obstrukční onemocnění plic

Polétavý prach

Rozpětí ročních průměrů PM₁₀ v období 2019, ČR a jednotlivé typy městských lokalit
(19,8 µg/m³/rok ≈ odhad pro obytné lokality v sídlech)



Polétavý prach

hlavní zdroje polétavého prachu



přírodní zdroje
(erupce, požáry, bouře)



automobily
(zejména diesely)

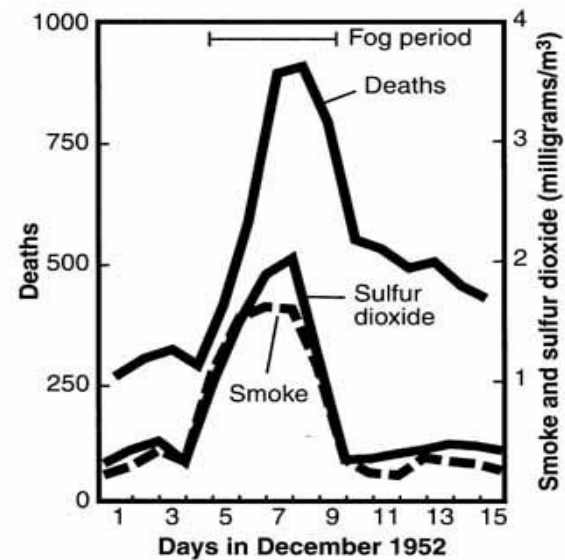


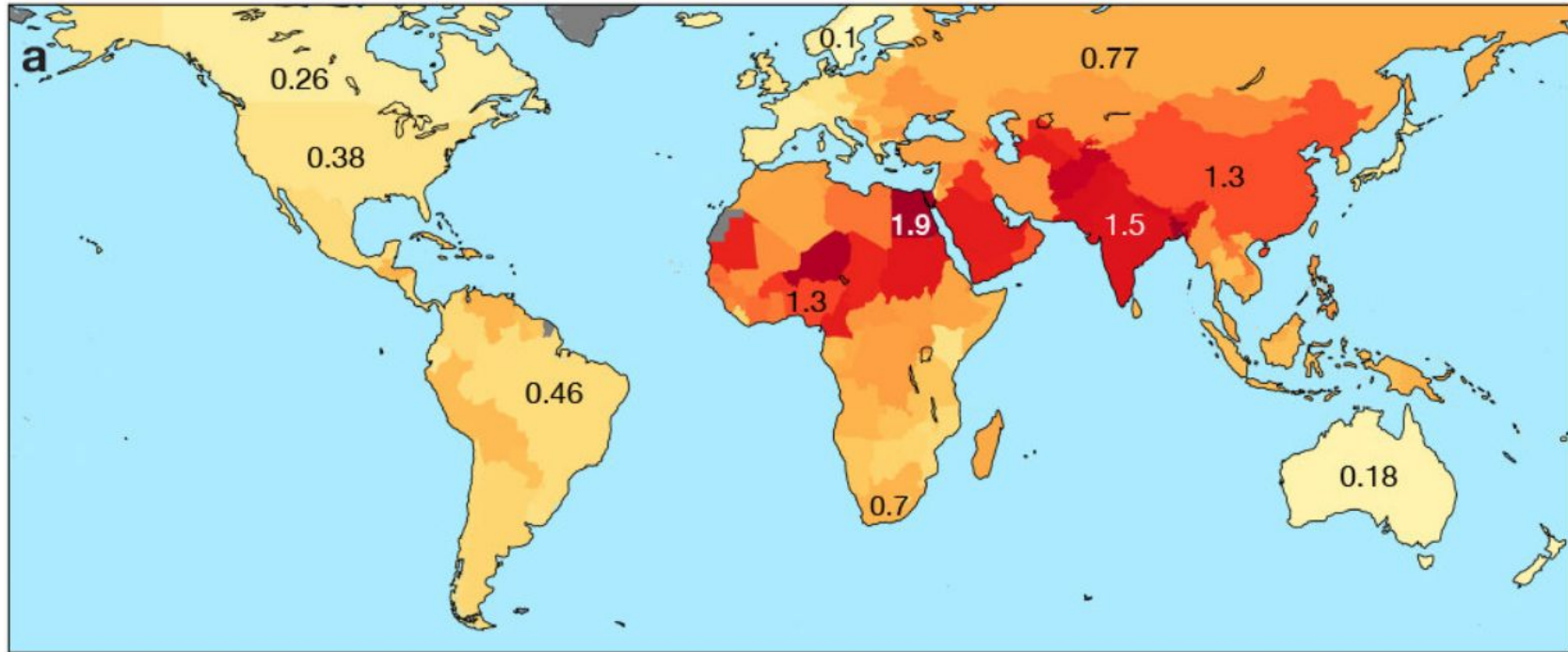
průmysl



vaření v domácnostech,
kouření

londýnský smog (1952)





Jak znečištění ovzduší částicemi PM_{2.5} zkracuje střední délku života ve světě

Apte, J. S., Brauer, M., Cohen, A. J., Ezzati, M., & Pope III, C. A. (2018). Ambient PM_{2.5} Reduces Global and Regional Life Expectancy. *Environmental Science & Technology Letters*.

Polétavý prach

možnosti ochrany zdraví poměrně omezené
zvláště citlivé skupiny: děti, starší osoby, ale i oslabení lidé

doporučení v období zvýšené prašnosti

- **omezení pobytu** mezi 6-10 a 16-20 hodinou
- **omezit aerobní fyzické aktivity** ve venkovním prostředí
- **omezit větrání** na několik intenzivních otevření oken několikrát denně

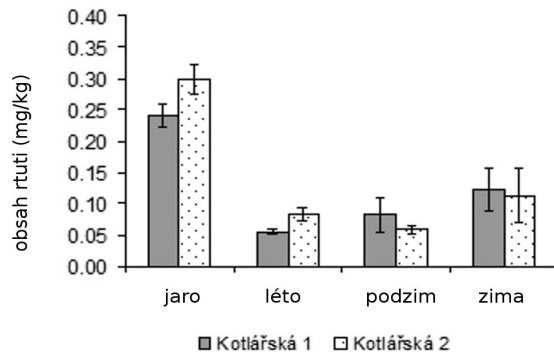
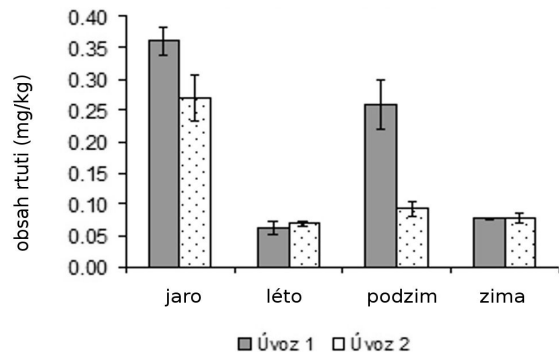
prevence souvisejících onemocnění

- **posilování imunity** (stopové prvky, vitaminy A, C, E)
antioxidačně působící vitaminy zabraňují tvorbě volných radikálů, denní dávka C až 500 mg
- **pitný režim** (2-3 litry tekutin) - správná funkce mukociliární pumpy (odstraňuje prach z dýchacích cest)



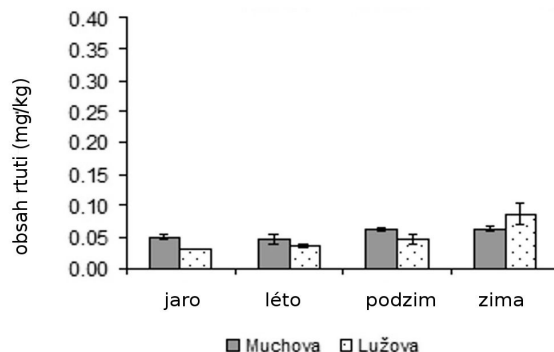
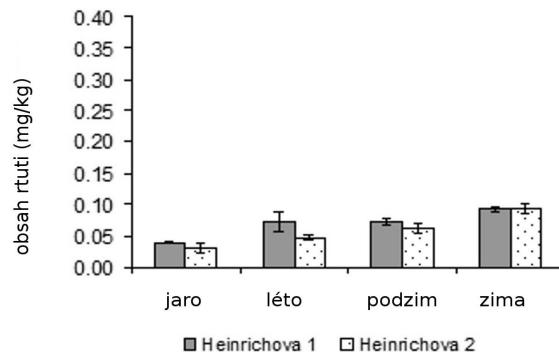


Příkladová studie: Usazený městský prach v Brně – obsah rtuti

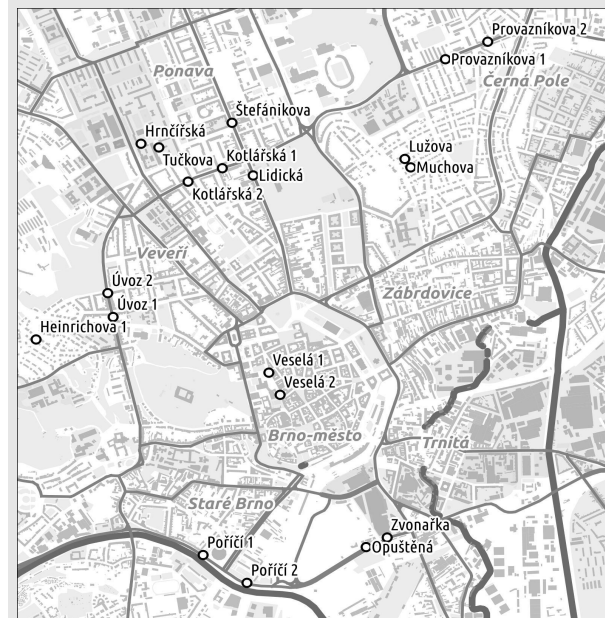


ulice zatížené silnou dopravou

ulice s nízkou dopravní intenzitou

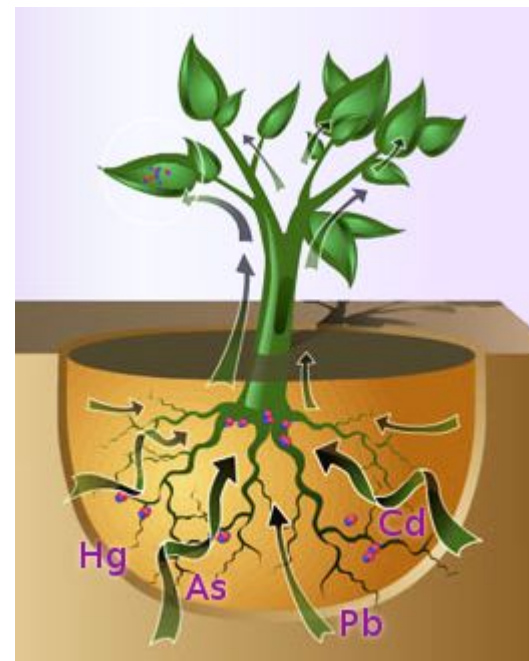


- Nejnižší obsahy T_{Hg} v obydlených čtvrtích s nízkou dopravní intenzitou
- T_{Hg} na Úvoze a Kotlářské několikanásobně vyšší (tzv. *street canyons*)
- Stupeň kontaminace se liší dle ročních období (úroveň prašnosti, teplota, blízkost zdrojů znečištění)



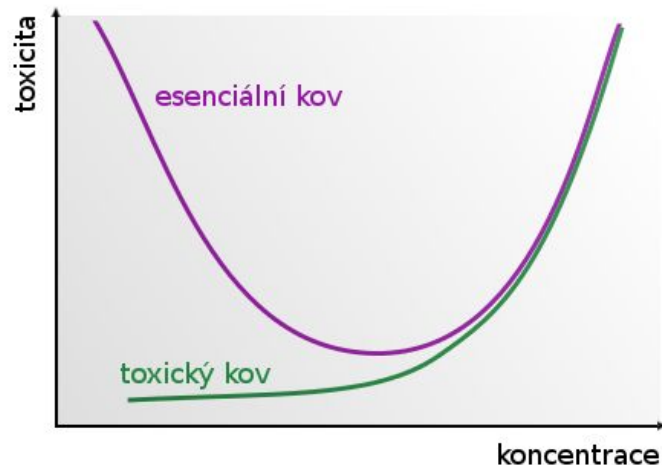
Kovy

- obzvlášť rizikové prvky: As, Cd, Hg, Pb
- v prostředí **neodbouratelné** (perzistentní) pouze přechází mezi formami
- **biodostupnost** je dána vlastnostmi kovu i okolí
- biodostupnost i toxicitu určuje **forma kovu**
- formy kovů:
 - anorganické (elementární kov, ionty, sloučeniny),
 - organické (huminové látky, alkylkovy)



Kovy - působení na organismus

- mnohostranné, často **nespecifické účinky**
(dermatitidy, zažívací potíže, poškození orgánů, nádory, vazba na buněčné stěny a omezení průchodnosti živinám)
As, Cr, Pt karcinogeny
Cd, Pb, Th spermiotoxicita
Hg teratogen, embryotoxicita
- vazba na **-SH, -COOH a -NH₂ skupiny** biologických struktur → změna funkce, deaktivace enzymů
- **nahrazování jiných prvků**
Pb a Sr vs. Ca v kostech
Cd vs. Zn v enzymech
As vs. P



Otrava těžkými kovy

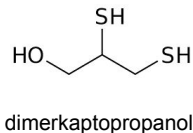
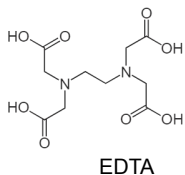
Akutní intoxikace těžkými kovy jsou vzácné, většinou profesního původu.

Nějkčastější je otrava olovem, arsenem a anorganickou rtuť.

Při akutní otravě se nejlépe prokazují v moči a krvi, při dlouhodobé expozici ve vlasech.

Chelatační terapie

V léčbě se uplatňují látky, které s těžkými kovy tvoří cheláty, které se zpravidla vylučují močí.



příznaky otravy těžkými kovy



otrava TK- zbarvené dásně a zuby (*hyperpigmentosis*), vlevo otrava mědi, vpravo olovem

zbarvení zubů

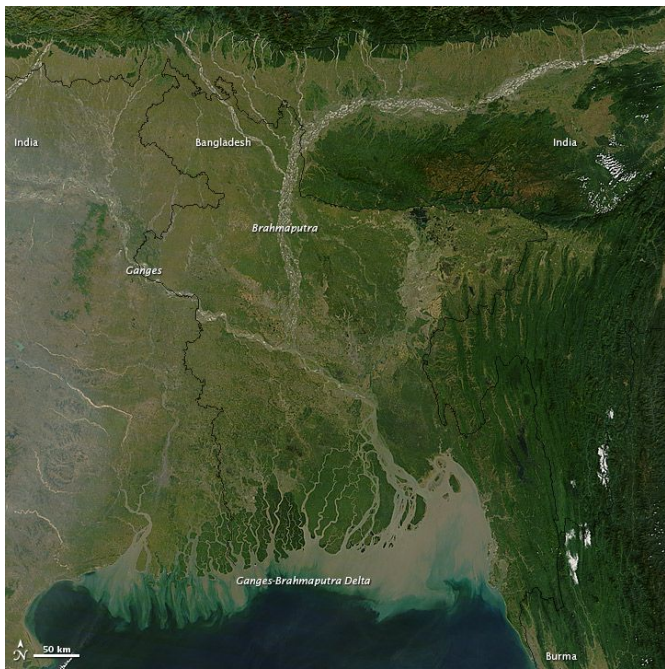
černé
šedé
modrozelené
žluté

zdroj otravy

stříbro, železo, mangan
olovo, rtuť
měď, nikl, antimon
kadmium

chelatační činidlo	otrava
EDTA	Pb
dimerkaptopropanol	As, Au, Hg, Pb
DMSA	As, Hg, Pb





Arsen ve vodách Bangladéše

delty řek Ganga a Brahmaputra silně biologicky znečištěné

řešení: hloubkové vrty (podpora WHO, Unicef)

→ výrazné omezení parazitárních onemocnění

→ avšak: výskyty otravy arsenem

limitní obsah As ve vodě dle WHO: **10 µg/litr**

v ČR stejný limit

žádoucí koncentrace = 0.

85 % vrtů víc As (často až tisícinásobně)

voda pro 77+ milionu lidí, většina přijímá nadlimitní množství As

⇒ největší hromadná otrava v dějinách



Arsen ve vodách České republiky

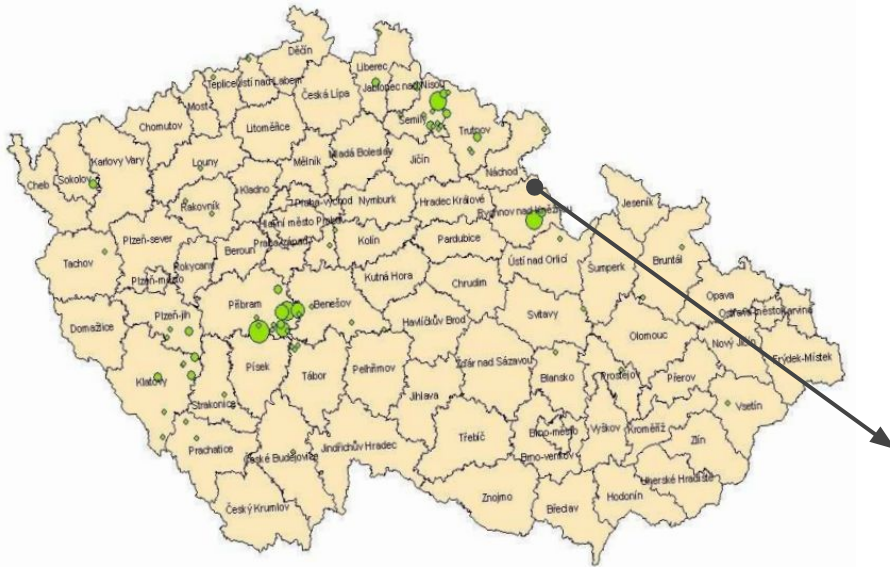
V ČR je situace obecně příznivá.

Avšak: **rozmanité geologické podloží** a na jistých místech problematika aktuální.

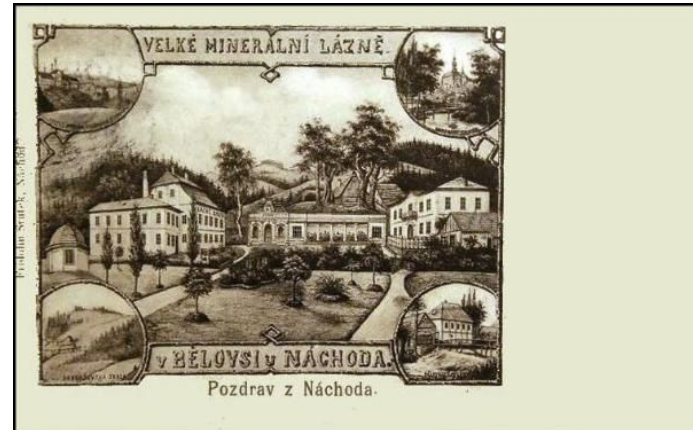
V asi 1 % oblastí může být expozice významná.

Nadlimitní množství arsenu v oblastech Krkonoš, Orlických hor

možnost úpravy vody speciálními filtry



Běloves na Náchodsku
minerální voda 2,7 mg As/
dříve ozdravné prameny, lázně





iDNES.cz / Hradecký kraj

[iDNES.cz](#) > [Zprávy](#) [Kraje](#) [Sport](#) [Kultura](#) [Ekonomika](#) [Bydlení](#) [Technet](#) | [Ona](#) | [Revue](#)

[Hradecký kraj](#) ▾ [Zprávy](#) [Sport](#) [Jízdní řády MHD](#) [Práce](#) [Reality](#) [DO TOHO](#)

Lidé pili čtyři roky arzen v minerálce, město přehlédlo zákaz inspekce

20. února 2016 7:50 [f](#) [t](#) [+](#) [s](#)





Arsen

Vzhledem k běžnému výskytu v prostředí a možnostem expozice byl As **první položka seznamu toxických látek** v USA v roce 1999 (seznam Agency for Toxic substances and disease registry, ATSDR, následuje Pb, Hg, vinylchlorid, benzen, PCBs, Cd).

toxický, avšak v malém množství esenciální (kuřata, krysy, kozy)
metabolická role však není plně pochopena (patrně metabolismus methioninu)

potřebná denní dávka je	12-25 µg/den (zvířata)
běžný příjem lidskou populací	20-30 µg/den
počátek chronické otravy	10+ µg/kg denně

vysoký příjem: **toxický**
hlavní potravinový zdroj - ryby, rýže

Arsen - toxicita

toxicita spojena se **speciací arsenu** (oxidační stav, vazba, rozpustnost):

- sulfid arsenitý (As_2S_3) nerozpustný \Rightarrow netoxický
- kovový arsen nejedovatý (až v těle přetvářen na toxické produkty)
- organické sloučeniny arsenu málo toxické
- **nejtoxičtější: anorganické sloučeniny As(III), příp. As(V)**

chronický účinek: kožní léze, hyperkeratóza, rakovina

akutní účinek: podobné kožní problémy + kardiovaskulární a cns

$\text{LD}_{50} \text{As}_2\text{O}_3$: 70-180 mg



Rezaul Morol, a young Bangladeshi man, nearly died from arsenic poisoning caused by drinking arsenic-laden well-water for several years. The doctor advised Rezaul to stop drinking contaminated water and eat more protein-rich food such as fish. Since then Rezaul feels a lot better and is happy that his skin is healing (Photo and original story: Asia Arsenic Network)



Otrava arsenem se projevuje skvrnami na kůži, které přecházejí do hyperkeratózy, často i rakoviny kůže.

Arsen - výskyt v potravinách a dietární dávky

voda je nejčastější příčinou expozice

hlavní potravinové zdroje v Česku:

rýže, mouka, pečivo, mořské ryby, pivo, víno

mořské plody a ryby

- v řádů jednotek až stovek mg/kg
- hlavně netoxické organické sloučeniny (arsenobetain, arsenocholin, arsenocukry, ...)

rýže

- vyznačuje zvýšenou akumulací arsenu, kvůli louhování As hojným zavlažování
- As v rostlině nahrazuje křemík zpevňující stébla
- nelze vyloučit ani pesticidy s obsahem As



Bio rýže obsahovala stopy arzenu

26/4/2017 06:41:43



WHO/EFSA
Já

15 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{týden}$ TWI (tolerable weekly intake)
80 kg \Rightarrow 1200 μg As týdně je „tolerovatelných“

Rýže naše Bio
balení 500 g

0,31 mg As / kg
155 μg As
tzn.: 7,7 balení na týden

limit pro rýži:

0,25 mg As / kg

Tolerovatelný (tý) denní příjem je množství kontaminantu v potravinách, které může být konzumováno denně během života, aniž by představovalo výrazné riziko pro zdraví. Pro aditivní látky je stanoven akceptovatelný denní příjem.

Obsah arzenu v jednotlivých druzích rýže

typ rýže	anorganický arzen (mg/kg)
bílá basmati rýže.....	0,062
bílá jasmínová rýže.....	0,075
bílá předvařená rýže.....	0,058
bílá parboiled rýže.....	0,112
bílá dlouhozrnná rýže.....	0,102
bílá kulatozrnná rýže.....	0,079
hnědá basmati rýže.....	0,133
hnědá jasmínová rýže.....	0,142
hnědá předvařená rýže.....	0,072
hnědá parboiled rýže.....	0,191
hnědá rýže.....	0,157

Zdroj: FDA, 2014

Obsah arzenu v dalších potravinách

potravina	celkový arzen (mg/kg)
sušené mořské řasy.....	50,00
maso z krabích klepet.....	28,66
vařené krevety.....	9,23
chobotnice.....	5,45
humr.....	4,90
uzená tresčí játra.....	2,77
filé z tresky.....	2,73
ústřice.....	2,63
vařené mušle.....	1,84
uzená makrela.....	1,43
konzervovaný sled.....	1,17
konzervovaný tuňák.....	0,99
instantní káva.....	0,41

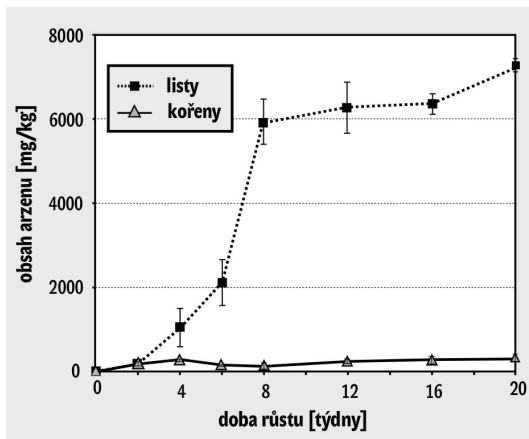
Zdroj: frida.fooddata.dk

Arsen - fytoremediace

odstraňování kovů a dalších kontaminantů rostlinami
některé rostliny využitelné k léčení krajiny

hyperakumulátory - vytahují prvky z půdy a kumulují je
po sklizení je množství kovu obsaženo v seně,
obsah až desítky % v sušině,
známy desítky druhů,

pro arsen kapradina křídelnice
v přítomnosti As roste lépe
roste i na půdě s 20 g As/kg



kapradina křídelnice *Pteris vittata*



James Marsh

důkaz arsenu 1836

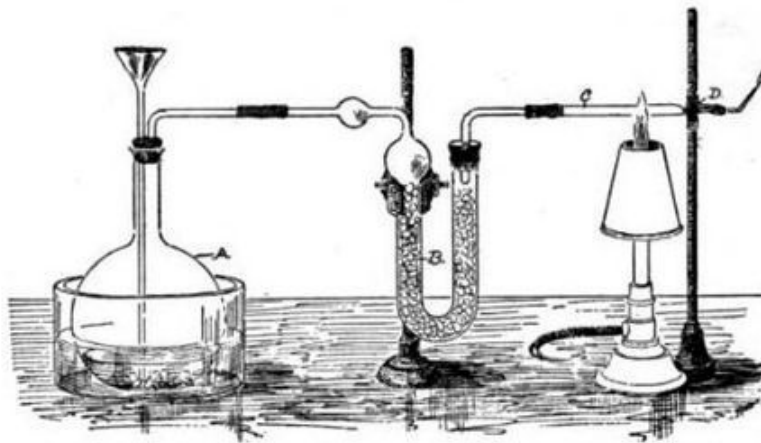
první přesvědčení soudu o otravě arsenem
(žena otrávila manžela)

přišel ve správnou dobu - v Británii panika z otrav
tehdejší novinka: **životní pojištění** - nový motiv k vraždě
pojištění přineslo mnoho dalších opatření

Ne všechny případy úmyslné;

arsenitany tehdy v zelených barvivech v tapetách
plísni měněny na trimethylarsan

(Sheeleho zeleň $\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$), někdy až 0.2 g As/m^2



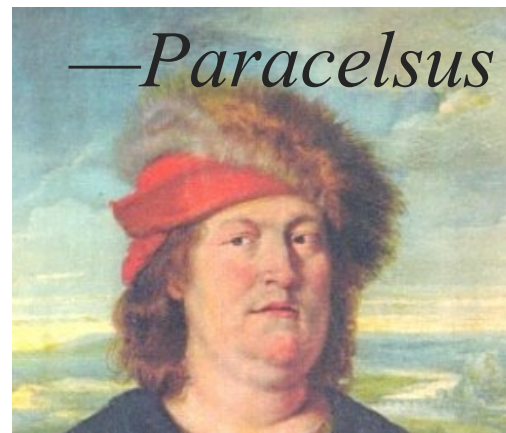
Marshova zkouška arsenu

arsen ve vzorku tkáně redukován vodíkem $\rightarrow \text{AsH}_3$ arsan \rightarrow sušící
trubička \rightarrow v trubici rozkládán na arsen \rightarrow **arsenové zrcátko**

Všechny sloučeniny jsou jedy.

Neexistuje sloučenina, která by jedem nebyla.

Rozdíl mezi lékem a jedem tvoří dávka.





Rtuť

(Hg, hydrargyrum)

lidstvem využívána přes 3 000 let

po celou dobu sbírání zkušeností s její toxicitou

rtuť poškozuje několik orgánových systémů

neurotoxicita = kritický toxický účinek Hg

projev nepříznivého účinku podmíněný dostupností

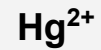
(fyzikálně-chemické vlastnosti konkrétní formy)



Rtuť a její fyzikálně-chemické formy



elementární rtuť:
kovová nebo ve
formě par



anorganické
sloučeniny

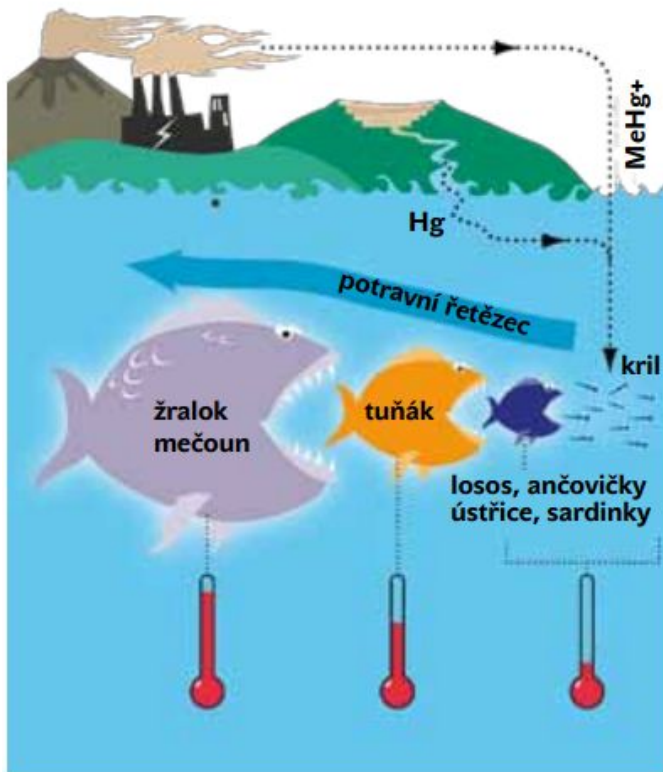
organická Hg

organické formy,
zejména methylrtuť
(MeHg, CH₃Hg)

tyto formy nejsnáze prochází
hematoencefalickou
membránou



[EPA: what to do with broken thermometer](#)



Rtuť ve vodním prostředí

Schéma cesty rtuti od emisních zdrojů (sopka, elektrárna spalující uhlí) do vodního prostředí.

Značná část rtuti i její metylované formy vzhledem ke svým fyzikálním vlastnostem skončí adsorbovaná přímo na drobné vodní organismy nebo částičky organické hmoty, které jsou pozřeny.

Tyto drobné organismy jsou pak např. v moři potravou pro kril. Kril je pak potravou pro větší ryby a na konci potravního řetězce jsou predátoři jako žralok nebo mečoun.

Symbolický teploměr znázorňuje, jak se koncentrace rtuti zvyšují při cestě potravním řetězcem v důsledku bioakumulace.

MERCURY LEVELS IN FISH

HIGH

Bluefish
 Crab (*Blue*)
 Grouper*
 Mackerel (*King, Spanish, Gulf*)
 Marlin*
 Orange Roughy*
 Salmon**
 (*Farmed, Atlantic*)

Seabass
 (*Chilean**)
 Shark*
 Swordfish*
 Tilefish*
 Tuna
 (*Ahi, * Yellowfin, * Bigeye, Blue, Canned Albacore*)

*Overfished **May Contain PCBs



MEDIUM

Bass
 (*Striped, Black*)
 Carp
 Cod (*Alaskan*)
 Croaker
 (*White Pacific*)
 Halibut
 (*Pacific, Atlantic**)
 Lobster
 Mahi Mahi

Monkfish*
 Perch
 (*Freshwater*)
 Sablefish
 Skate*
 Snapper*
 Tuna
 (*Canned Chunk Light, Skipjack**)
 Sea Trout

Data from: nrdc.org



LOW

Arctic Cod
 Anchovies
 Butterfish
 Catfish • Clam
 Crab (*Domestic*)
 Crawfish/Crayfish
 Croaker (*Atlantic*)
 Flounder*
 Haddock (*Atlantic**)
 Hake • Herring
 Mackerel
 (*N. Atlantic, Chub*)

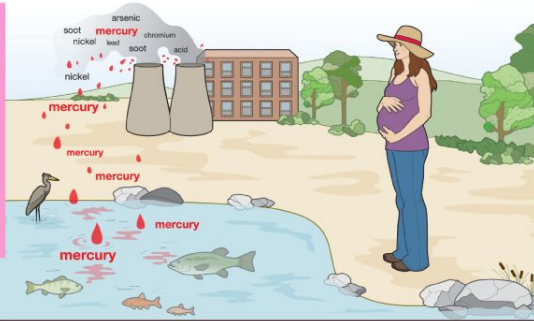
Mullet • Oyster
 Perch (*Ocean*)
 Plaice • Pollock
 Salmon**
 (*Canned, Fresh, Wild*)
 Sardine • Scallop*
 Shad • Shrimp*
 Sole • Squid
 Tilapia • Trout
 Whitefish
 Whiting



COAL-FIRED POWER PLANTS ARE THE LARGEST SOURCE OF TOXIC MERCURY; THEY EMIT 72% OF ALL MERCURY AIR POLLUTION IN THE UNITED STATES.

WHEN A COAL SMOKESTACK IS NOT FILTERED, MERCURY AND OTHER POISONS—ARSENIC, LEAD, NICKEL, CHROMIUM, AND ACID GASES—ARE RELEASED INTO THE AIR.

THAT MERCURY DRIFTS THROUGH THE AIR ACROSS THE GLOBE AND RAINS DOWN INTO RESERVOIRS, RIVERS, LAKES, AND THE OCEAN.



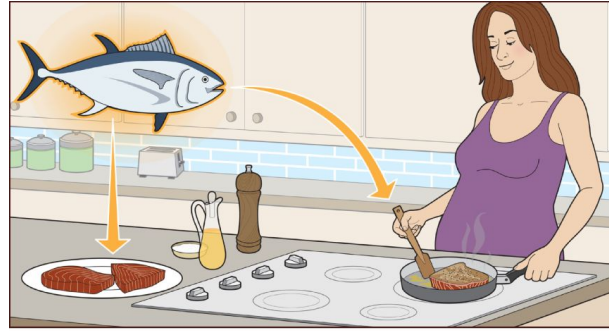
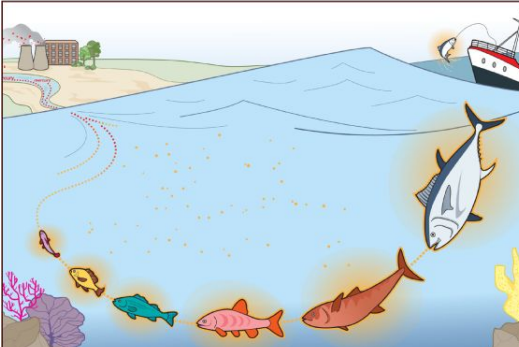
EVERY STATE IN THE COUNTRY HAS ISSUED A FISH ADVISORY BECAUSE OF UNSAFE MERCURY CONTAMINATION.

MICROORGANISMS IN THE WATER CONVERT THE MERCURY TO A HIGHLY TOXIC FORM, CALLED METHYLMERCURY.

THAT BACTERIA MAKES THE MERCURY "BIO-AVAILABLE" — ABLE TO BE TAKEN UP BY FISH THAT CONSUME IT.

METHYLMERCURY IS ABSORBED BY FISH THROUGH THEIR GILLS AND DISPERSED THROUGH THEIR BODIES.

IT ACCUMULATES IN FATTY TISSUE.



CONTAMINATED FISH IS EATEN BY OTHER FISH, BIRDS, AND MAMMALS — INCLUDING HUMANS.

TYPICALLY, THE LONGER A FISH LIVES, AND THE LARGER IT IS, THE MORE MERCURY ACCUMULATES IN ITS FLESH.

KING MACKEREL, TILEFISH, RAY, GROUPER, HALIBUT, SWORDFISH, BARRAMUNDI, SHARK, GEMFISH, TUNA, AND ORANGE ROUGHY ALL CONTAIN HIGH LEVELS OF MERCURY.

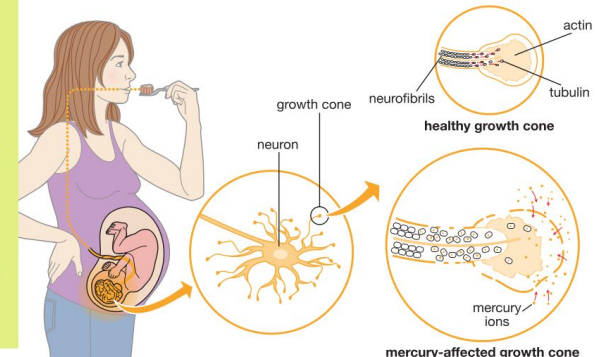
ONCE WE EAT CONTAMINATED FISH, METHYLMERCURY GOES DIRECTLY INTO THE ORGANS THAT HAVE THE MOST FATS, WHERE IT ACCUMULATES.

BREASTS: MERCURY IS FOUND IN BREAST MILK.















BRAINS: METHYLMERCURY IS ABLE TO BREACH THE BLOOD-BRAIN BARRIER.

UMBILICAL CORD: METHYLMERCURY REACHES THE FETUS AND THE BABY'S DEVELOPING BRAIN.

FETUSES AND YOUNG CHILDREN ARE ESPECIALLY VULNERABLE TO POISON, WHICH CAUSES BRAIN NEURON DEGENERATION AND IMPAIRS LEARNING AND GROWTH.



KNOW YOUR TUNA

	TRAITS	MAX LENGTH	MAX WEIGHT	USED FOR	HE.
 SKIPJACK	- Reproduce early (1 year) and often - Short lifespan (<4 years)	108 cm/ 3.5 feet	33 kg/ 73 lbs	Canned 	
 ALBACORE	- Reproduce later (5 years) - Longer lifespan (<7 years)	130 cm/ 4.3 feet	40 kg/ 88 lbs	Canned & steaks  	
 YELLOWFIN	- Reproduce early (1-2 years) and often - Longer lifespan (<7 years)	205 cm/ 6.7 feet	194 kg/ 427 lbs	Canned, steaks & sushi   	
 BIGEYE	- Reproduce later (5 years) - Longer lifespan (<10 years)	230 cm/ 7.5 feet	210 kg/ 462 lbs	Steaks & sushi  	
 BLUEFIN	- Reproduce late (5-15 years) and only once a year - Long lifespan (>35 years)	300 cm/ 9.8 feet	668 kg/ 1472 lbs	Sushi 	

Jak je to s konzervovaným tuňákem?

druhy tuňáka se výrazně liší obsahem Hg

- malé druhy obsahují méně rtuti (běžně v konzervách)
- velké druhy obsahují Hg mnohem více (používané na steaky nebo do sushi)



Minamata (JAP)



mercury poisoning - Minamata story

Veterináři stahují z obchodů mečouna, obsahuje rtuť - tuna masa už se ale prodala

26. 2. 2016

Státní veterinární správa (SVS) stáhla z trhu 300 kilogramů mraženého mečouna kvůli zvýšenému obsahu rtuti. Více než tuna masa se ale už prodala. Ve vzorcích bylo asi dvojnásobně víc rtuti, než je povolené množství. Podle veterinářů to neznamená pro zdraví akutní nebezpečí.



Mečoun obecný (*Xiphias gladius*)

Zdroj: EMPICS Autor: PA

In the Iraq poisoning, of an estimated 50,000 people exposed to the contaminated bread, 459 died, and 6,530 were hospitalized.



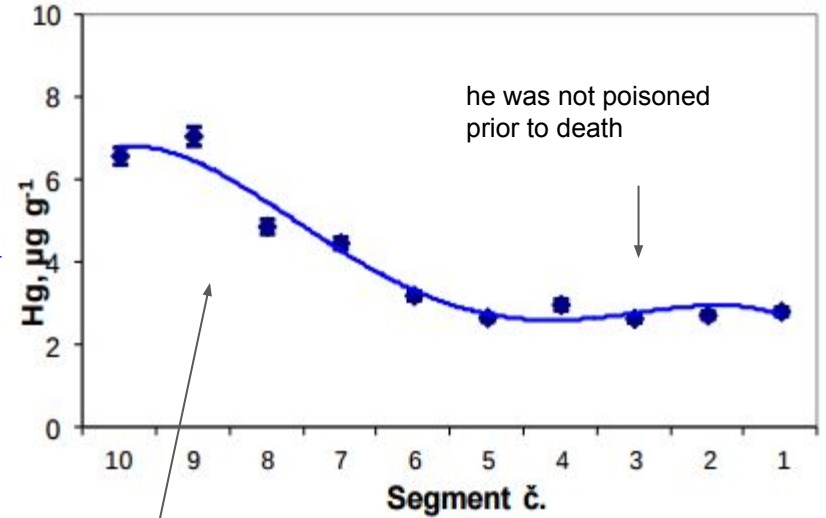
MeHg Poisoned Wheat



Photographs from *Neurotoxicology*, 1995, Vol. 16, No. 4



Tycho Brahe had 7.5 cm long hair.
Daily growth rate of hair: 0.27 mm,
thus record of 6-9 months



he was developing (and probably using)
the elixir *Medicamenta tria*. One of the
three components was mercury

it seems Tycho Brahe was not poisoned by Hg

Analýza kovů v těle

Vlasy a nehty

Vhodné pro měření minerálních látek:
Se, Cd, Hg, Pb, ...

časová integrace:
podle délky vlasů lze sledovat až roky
života, ne však současný stav

Snadný odběr i skladování, zřetel na vnější
kontaminaci. (Vzdálenější části často
obsahují víc kovů než u hlavy.)

Péče o vlasy může zkreslovat výsledky.
Ideální stav vlasů u hlavy (ztráta dlouhodobé
informace).



Analýza kovů v těle

Vlasy a nehty

oběr vlasů

odběr z temene, <5 cm od hlavy,
cca 0,5-1 g vzorku

Mycí procedura (dle WHO):

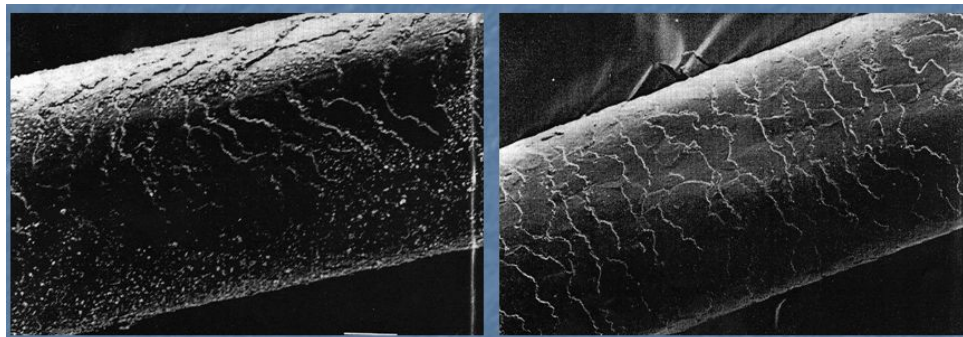
- aceton,
 - 3x deionizovaná voda,
 - aceton
- (vždy 10 minut)

Rozklad vzorku

Mikrovlnný rozklad do roztoku

Stanovení kovů

Atomová absorpční spektrometrie



před mytím

po mytí

Analýza kovů v těle

Vlasy a nehty

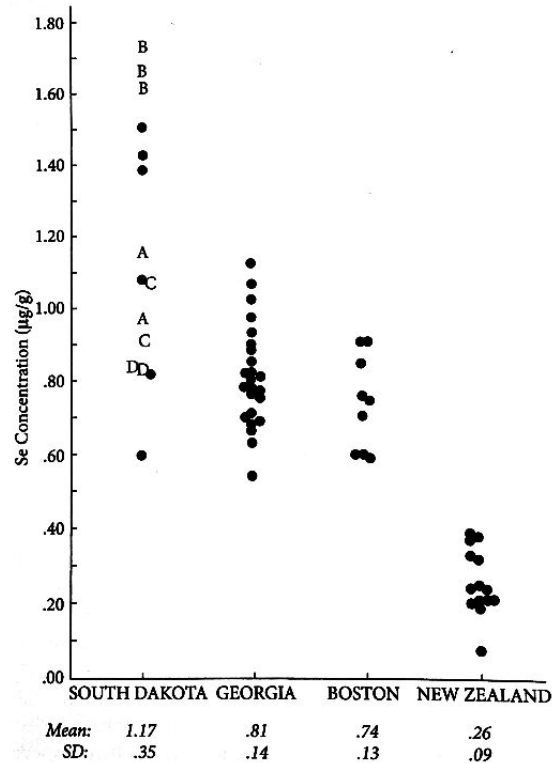
nehty na nohou

- méně exponované vnějšímu prostředí
- jednoduchá logistika
- vhodné pro minerální látky - integrace za $\frac{1}{2}$ - 1 rok
- nehet palce u nohy roste $\sim 0,056$ mm/den

- možnost samostatného odběru
 - $\frac{2}{3}$ kohorty, cca. 68 000 žen poslalo nehty poštou v rámci dlouhodobé studie Nurses' health study ([nebyl nalezen vztah selenu k rakovině prsu](#), avšak byl nalezen [vliv Se na rozvoj diabetu 2.typu](#))



delší nehty = delší časová integrace



obsah selenu v nehtech v různých regionech se odvíjí od tmavého podloží

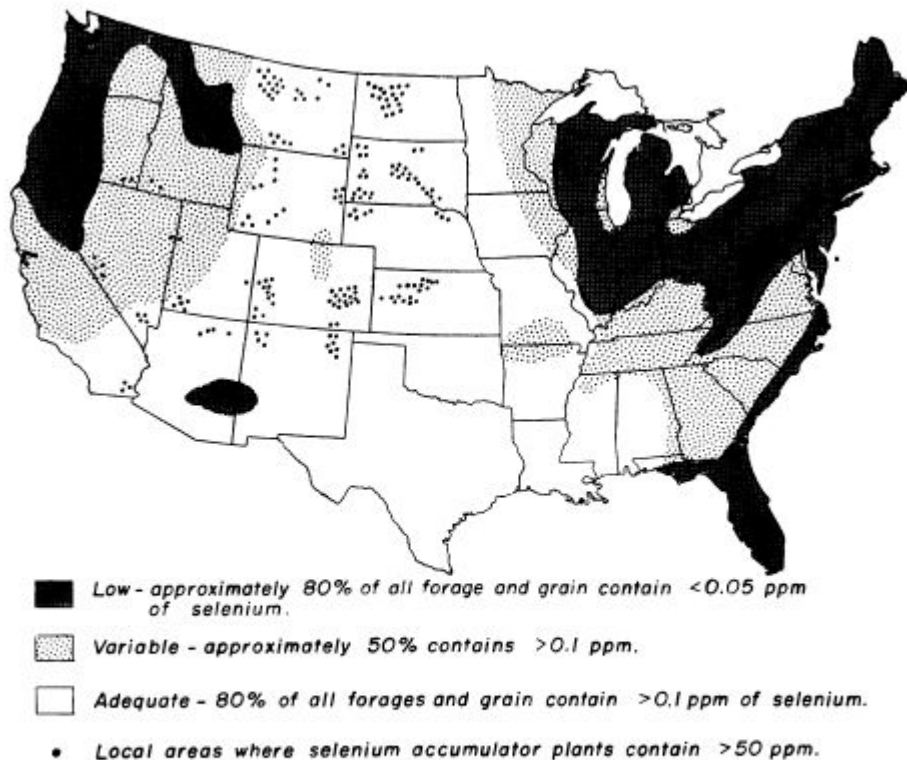


Figure 8. Geographical distribution of low-, variable-, and adequate-Se areas in the United States (ppm = 1 µg/g). From Kubota and Allaway, 1972, by permission Soil Science Society of America.

Kadmium

dlouhý poločas vyloučení (10-30 let)
hlavními zdroji **kouření (u nekuřáků strava)**

rostliny přijímají Cd z půdy (kontaminant hnojiv)
při nízkém pH, tímto známé obiloviny,
zejména pšenice (v otrubách)

pokusně zjištěno, že krysy na celozrnné dietě
obsahují více kadmia (játra)

kromě obilovin také ovoce, zelenina

⇒ **dieta ovlivňuje příjem Cd**

⇒ **zásadní nedietární zdroj: kouření**

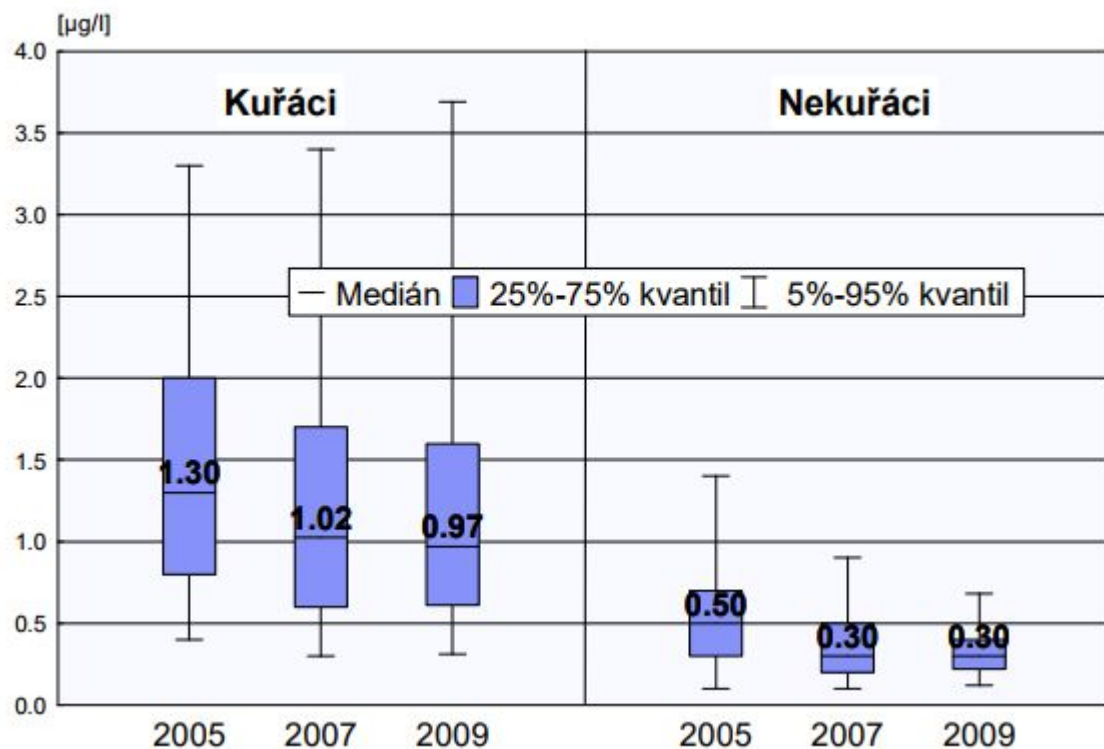
V Japonsku v 50. letech hromadná otrava kadmíem z kontaminované rýže. Projevem bylo odvápnění kostí a změna jejich struktury, zlomeniny. Bolestivá choroba byla pojmenována itai-itai (bolí-bolí).

Jedna cigareta obsahuje 1 - 2 μg Cd, z toho je inhalací asi 10% absorbováno



Patients with Itai Itai Disease

Obsah kadmia v krvi kuřáků a nekuřáků, 2005-2009



Olovo (Pb)

spolu se rtuťí nejdéle známý a využívaný kov
žádný esenciální význam - pouze toxický

v těle antagonist a vápníku → **kumulace v kostech**,
ovlivnění krvetvorby (ruší syntézu hemoglobinu)

v období nedostatku vápníku (těhotenství) může dojít
k mobilizaci Pb do krve a průniku placentární bariérou

u dětí způsobuje mentální retardaci

významný expoziční vstup: **ingesce** (60% zadrž)
(mohou zmírnit preparáty na bázi zinku)



Olovo v říši Římské

období chronických otrav olovem

osudná záliba ve víně

kyselé víno postupně rozpouštělo stěny olověných nádob, navíc přísady octanu olovnatého
⇒ bohatí Římané často pokročilé otravy

projevy: demence, nepříčetnost (Neron, Kaligula)
méně výrazné projevy (málomluvnost, zasmušilost, snížená sexuální výkonnost) běžné mezi aristokraty

chudina ohrožena vodou

olověné potrubí, olověné nádoby na potraviny, psaní olůvkem,

otroci v olověných dolech



vývoj obsahu Pb v krvi dětí

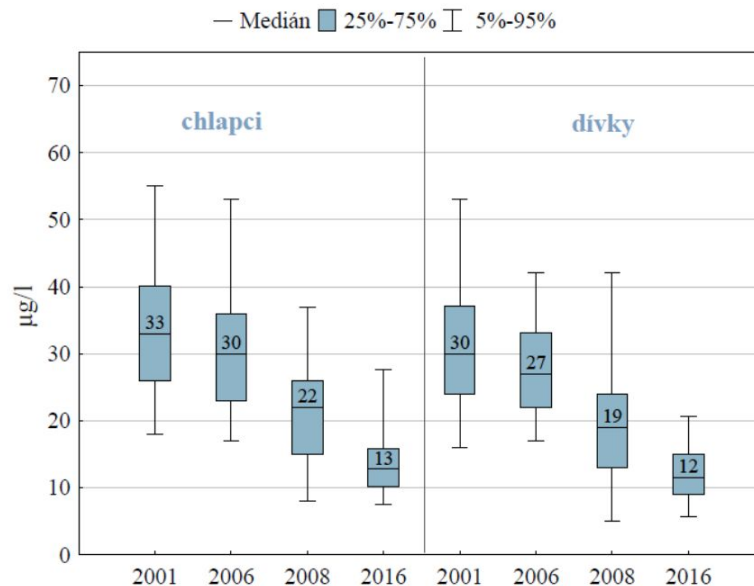
Od zákazu olovnatého benzínu (2000) vykazuje obsah Pb v krvi populace **sestupný trend**

Proč obsahy stále sledovat?

nežádoucí účinky i při expozici nepřekračující současné limity

Olovo a některé další těžké kovy toxické v každé koncentraci

Obsah olova v krvi dětí (plumbémie)



Zdroj: [SZÚ: Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí](#)

příjem olova

hlavně strava a voda
dermální absorpce minimální

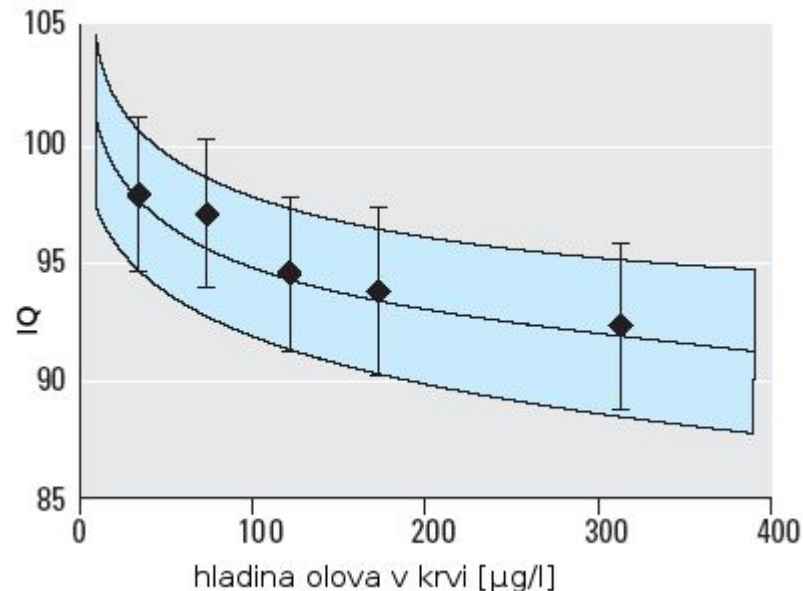
hladina olova v krvi = *plumbémie* ($\mu\text{g/l}$)

poločas vyloučení
krev desítky dní
kosti desítky let

toxicita olova

akutní poměrně nízká
chronická - vazba na SH skupiny,
interference s metabolismem vápníku,
nejcitlivější těhotné ženy a děti,
poruchy psychiky, změny chování, snížení intelektu

Olovo proniká placentární i mozkovou bariérou
(v mozku se však nekumuluje)



zvýšená hladina olova v krvi dětí předškolního věku se prokazatelně projevuje snížením jejich IQ. Referenční limitní hodnota plumbémie $50 \mu\text{g/l}$ odpovídá snížení IQ asi o 3 body.

Tzn. neexistuje bezpečná prahová dávka, nelze stanovit tolerovatelný denní příjem.

Olovo v pitné vodě

používání olověných materiálů (v 19. století plošně)

V současnosti v ČR několik procent domů s Pb rozvody

Pb potrubí = nevyčerpatelný zdroj olova

významnost ovlivňuje agresivita vody (měkká, kyselá, úprava chloraminací) i její stagnace.

Pokrytí vrstvičkou **uhličitanu pasivuje** uvolnění.

možnosti snížení uvolnění olova přidavkem orthofosforečnanu (GB), u nás spíš výměna

Pb ve vodě variabilní - jednotky až stovky $\mu\text{g/l}$
po nočním stání až mg/l

Limit Pb ve vodě

doporučení WHO i u nás **10 $\mu\text{g/l}$**

(ani tento limit nevyklučuje nepříznivé ovlivnění vývoje)



pozitivní závěr

klíčové sdělení

Pro osoby s průměrnou spotřebou a skladbou potravin nepřekračuje přívod žádného sledovaného kovu přijatelnou hodnotu.

