

# globální cyklus dusíku

formy dusíku v prostředí

## inertní dusík

v atmosféře 78 % (75 % hm.), pevná vazba  $\text{N}\equiv\text{N}$

*štěpení výboji a UV zářením → vznik oxidů ( $\text{NO}_x$ ) → kyseliny  
→ půdní neutralizace ( $\text{NO}_2^-$  a  $\text{NO}_3^-$ ) → příjem rostlinami*

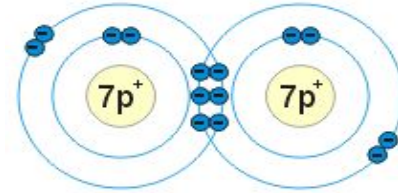
některé bakterie schopny oxidovat vzdušný dusík

## reaktivní dusík

dusík, který není v plynné formě ⇒ ve sloučeninách

zlomek celkového množství

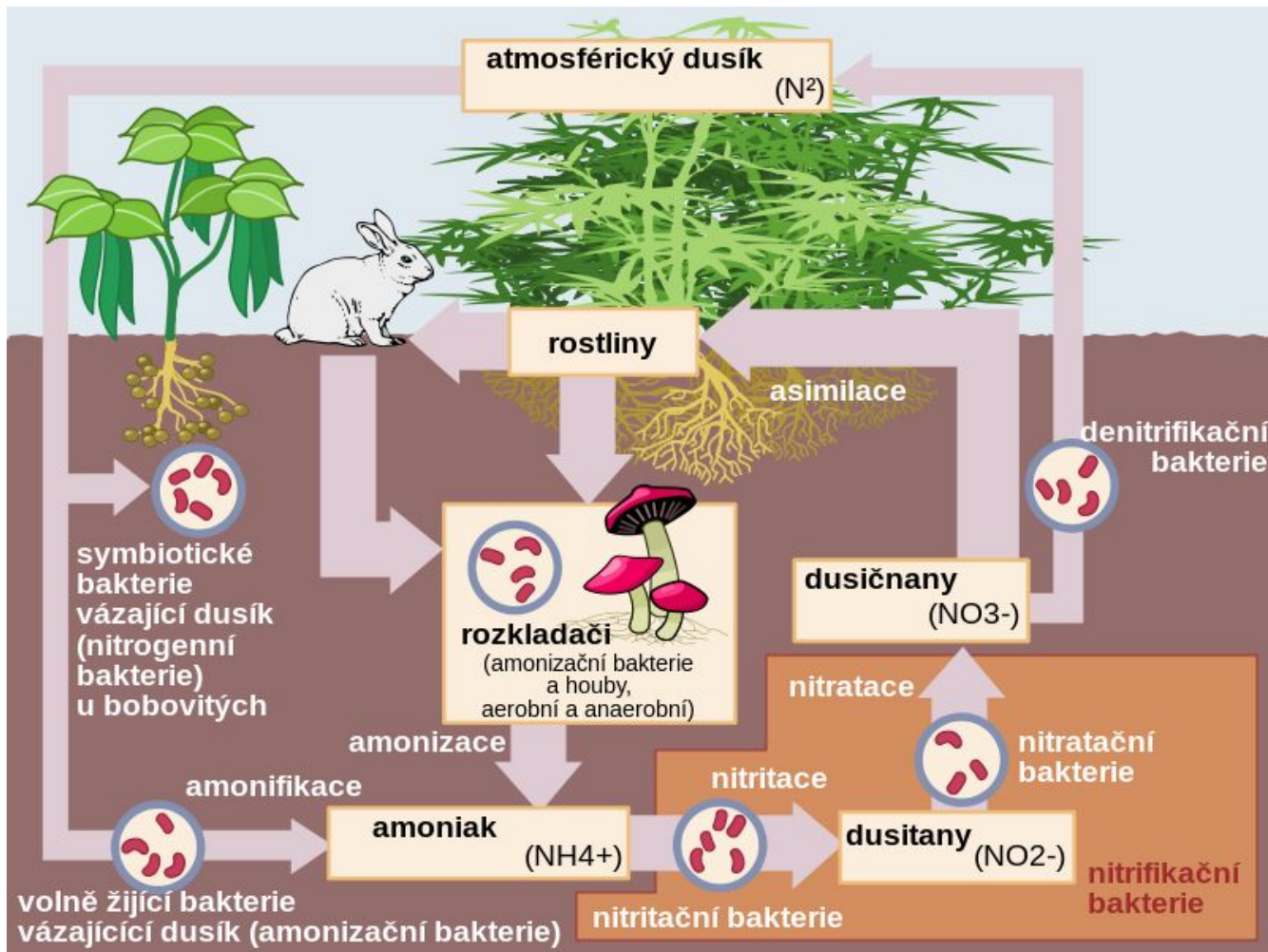
rychlá výměna



vazba v molekule  $\text{N}_2$



eutrofizace Kaspického moře



## globální cyklus dusíku

kopřivy jakožto bioindikátory dusičnanů



# globální cyklus dusíku

příčiny světového nadbytku reaktivního dusíku

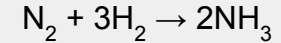
pěstování luštěnin

spalovací motory

Haber-Boschova reakce

symbiotické nitrifikační bakterie

důsledek oxidace inertního  $N_2$  za vysokých teplot



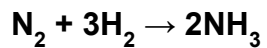
acidifikace prostředí

syntéza amoniaku z prvků

výroba hnojiv ( $NaNO_3$ )

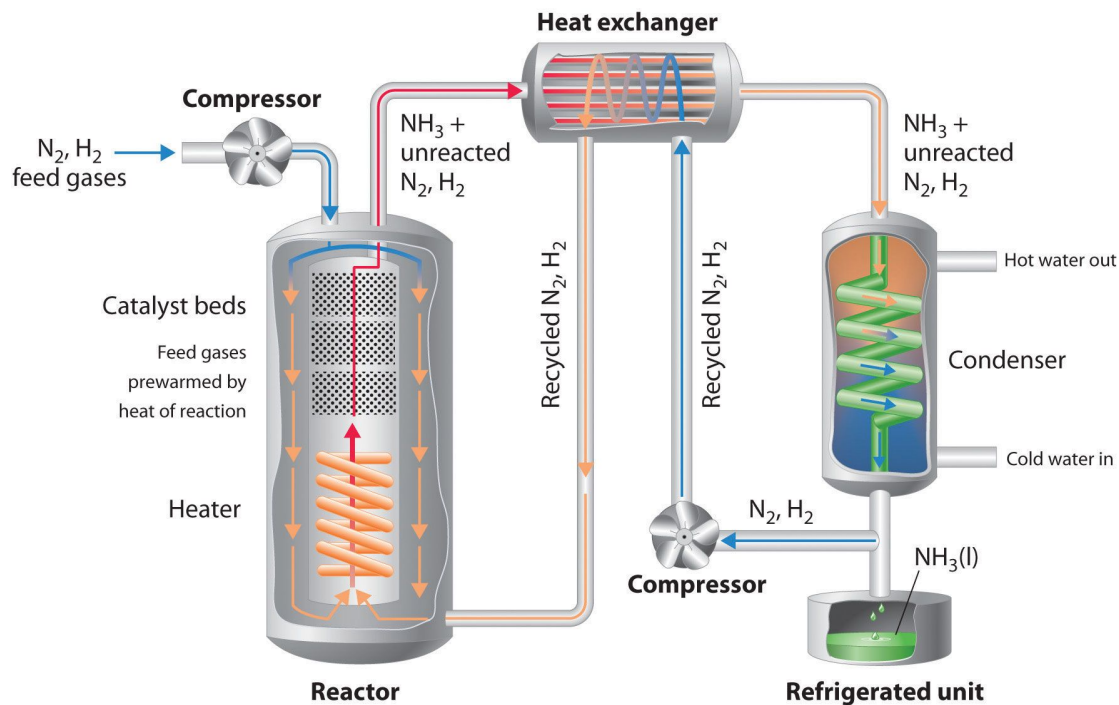
# globální cyklus dusíku

## Haber-Boschova reakce



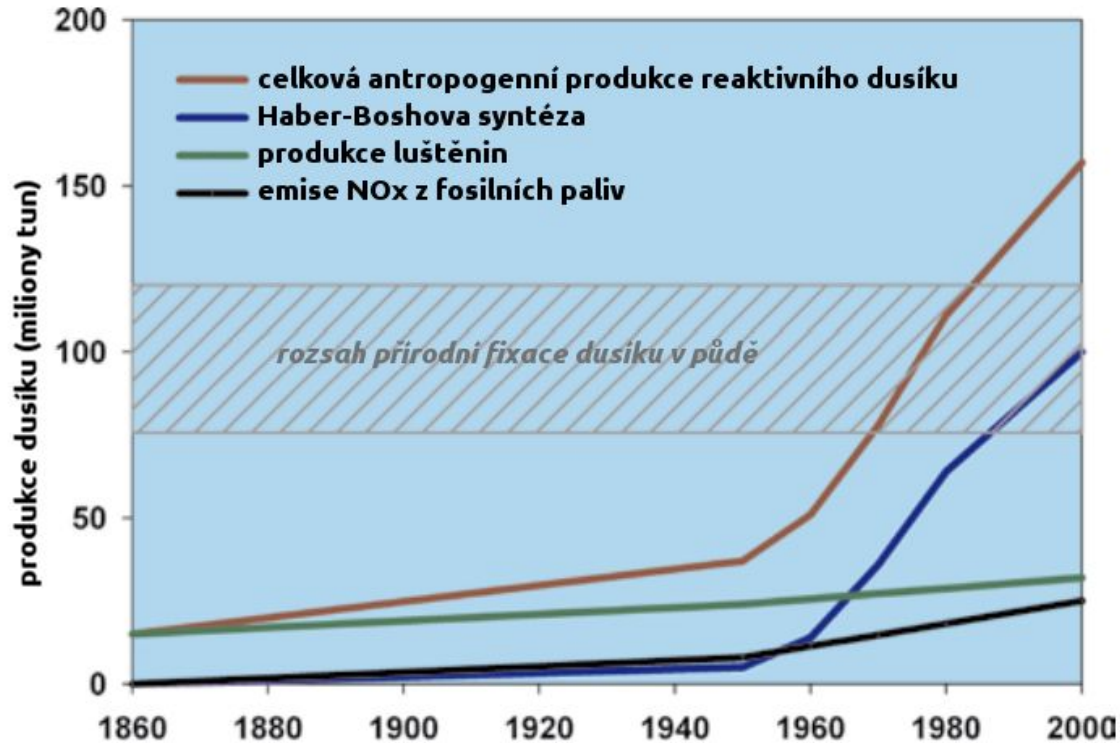
výroba hnojiv ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )

Nobelova cena 1918 (Fritz Haber)  
a 1931 (Karl Bosh)



# globální cyklus dusíku

antropogenní produkce reaktivního dusíku

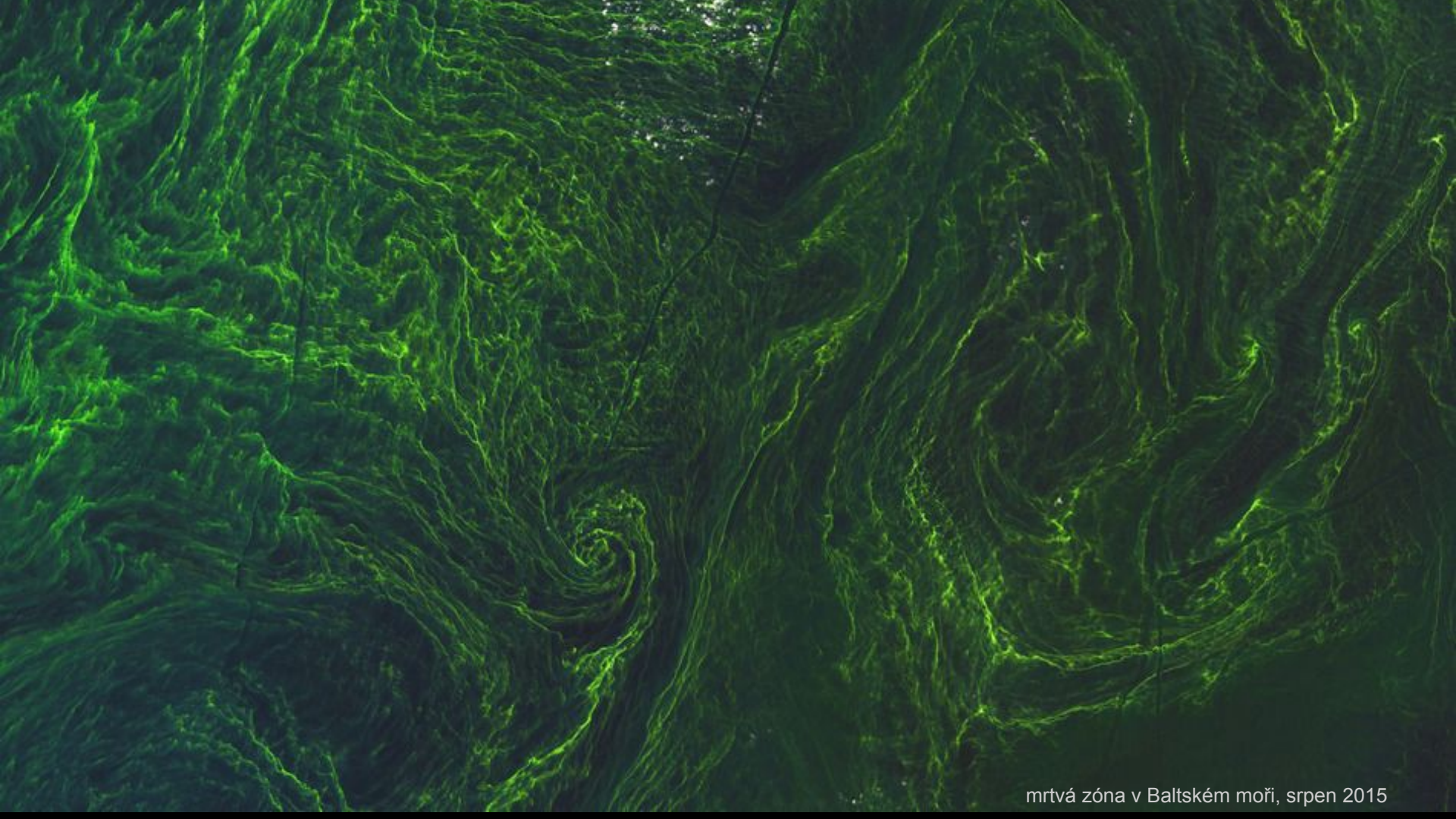




# globální cyklus dusíku

## nitřifikace prostředí





mrtvá zóna v Baltském moři, srpen 2015



## globální cyklus dusíku

důsledky zvýšeného toku reaktivního N v prostředí

- Acidifikace
- Troposférický ozón
- Skleníkový jev
- Eutrofizace a snížení biodiverzity
- Smog

## dusičnany v potravinách

určitá hladina  $\text{NO}_3^-$  nevyhnutelná  
malé množství není přímo zdravotně nebezpečné  
vyloučení ledvinami

### V potravinách:

jako **kontaminanty** (i přirozeně) v zelenině: špenát, salát

jako **aditiva** ( $\text{NaNO}_3$  a  $\text{KNO}_3$  v masných výrobcích, konzervách)

**možnosti omezení:** malé

při vaření pouze výluhem

eko-výrobky nebývají přehnojované



E249	dusitan draselný
E250	dusitan sodný
E251	dusičnan sodný
E252	dusičnan draselný



## PŘÍLOHA

Maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách <sup>(1)</sup>

## Oddíl 1: Dusičnany

Potraviny <sup>(1)</sup>		Maximální limity (mg NO <sub>3</sub> /kg)	
1.1	Čerstvý špenát ( <i>Spinacia oleracea</i> ) <sup>(2)</sup>	Sklizeň od 1. října do 31. března	3 000
		Sklizeň od 1. dubna do 30. září	2 500
1.2	Konzervovaný, hluboce zmrazený nebo zmrazený špenát		2 000
1.3	Čerstvý hlávkový salát ( <i>Lactuca sativa</i> L.) (skleníkový a polní salát) kromě salátu uvedeného v bodě 1.4	Sklizeň od 1. října do 31. března:	
		hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem	4 500
		hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	4 000
		Sklizeň od 1. dubna do 30. září:	
hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem	3 500		
hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	2 500		
1.4	Salát typu „Iceberg“	hlávkový salát pěstovaný pod ochranným krytem	2 500
		hlávkový salát pěstovaný na otevřených plochách	2 000
1.5	Obilné příkrmy a ostatní příkrmy určené pro kojenče a malé děti <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>		200

## Dusičnany v zelenině

**vysoký obsah** dusičnanů  
(1000–4000 mg/kg  
čerstvé hm.)

čínské zelí, čekanka,  
zelí, fenykl, kedluben,  
červená řepa, ředkvička,  
rukola, špenát

**střední obsah** dusičnanů  
(500–1000 mg/kg čerstvé  
hm.)

lilek, hlávkové zelí,  
květák, kadeřávek,  
červené zelí, pórek,  
celer, cuketa

**nízký obsah** dusičnanů  
(<500 mg/kg čerstvé hm.)

hrášek, cereálie, fazole,  
okurka, rajčata, česnek,  
ovoce, papriky, bruselské  
kapustičky, brambory,  
cibule

Některé rostliny obsahují mnohem více dusičnanů

Záleží na hnojení, na půdě i na osvětlení (některé rostliny v temnu ukládají více dusíku))

Zelena je hlavním zdrojem dusičnanů v běžné dietě



# Dusitany ( $\text{NO}_2^-$ ) ve stravě

Hlavní zdroj dusitanů: maso (konzervace)

Vznikají i přirozeně v rámci metabolismu

- redukcí dusičnanů
- běžná funkce metabolismu (tvorba citrullinu z argininu)

## dusičnany v potravinách - vodě

### VODA

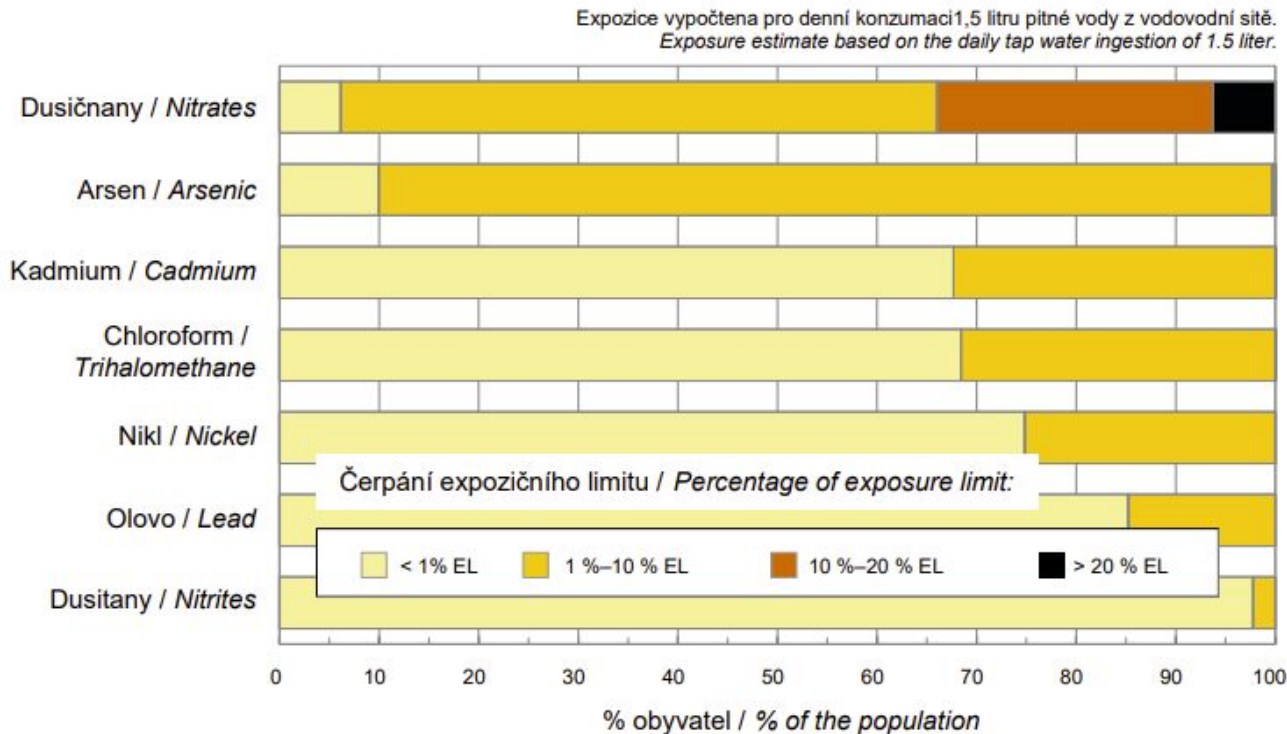
obsah regulován vyhláškou 252/2004 o pitné vodě a vyhláškou 275/2004 o balené vodě; V pitné vodě smí být nejvýše **50 mg/l dusičnanů**, v **balené kojenecké vodě jen 10 mg/l**.



## dusičnany v pitné vodě ČR

- průměrný příjem dusičnanů z vody v ČR nízký,
- 1 % přípojek překračuje limit ⇒ 11 tis. obyvatel zásobováno vodou s nadlimitním obsahem dusičnanů

zdroj: [SZÚ](#)



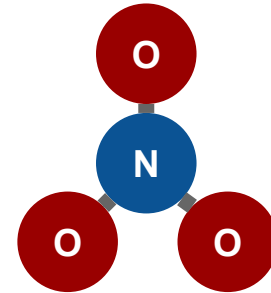
# dusičnany a dusitany v organismu

## dusičnany ve vyšších dávkách:

vstřebávání živin, trávení, metabolismus vit.A, fce štítné žlázy

## hlavní zdravotní riziko:

1. vychází z bakteriální **redukce dusičnanů na dusitany**  
**redukce**  $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$  v traktu
2. **dusitany** jsou oxidovány hemoglobinem na dusičnany, čímž **vzniká methemoglobin** (reakční schéma je složité a zahrnuje také disproportionaci)
- ~~3. dřívější obava (podle současného pohledu zanedbatelná):  
dusitany reagují s aminy na **nitrosaminy**~~

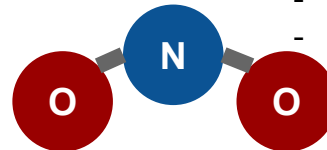


## Dusitany ( $\text{NO}_2^-$ ) ve stravě

Hlavní zdroj dusitanů: maso (konzervace), jejich omezování je problematické kvůli riziku kažení a botulismu

Vznikají i přirozeně v rámci metabolismu

- redukcí dusičnanů
- běžná funkce metabolismu (při tvorbě citrullinu z argininu)





## dusitany v organismu

### Riziko obzvlášť pro kojence

Do půl roku věku měsíců *fetální hemoglobin*, reaguje lépe s dusitany ( $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ ), což může vést až k udušení. Tento stav se označuje jako **dusičnanová alimentární methemoglobinémie (DAM)**.

### reakci podporuje:

nedostatečně vyvinutý enzymatický systém (nízká aktivita methemoglobin reduktázy)  
nízká koncentrace HCl v žaludku (redukující MO)

### methemoglobin

- forma hemoglobinu s Fe oxidovaným na  $\text{Fe}^{3+}$
- nedokáže reverzibilně vázat kyslík
- tvoří se běžně, je však redukován reduktázami

### methemoglobinémie

- běžná hladina metH >1% (redukuje ho methemoglobin reduktáza)

### projevy

- cyanóza (nad 10 % metH)

### léčba

- nad >20 % metH
- redukční činidla (metylenová modř, příp. kyselina askorbová)
- v krajních případech výměnná transfuze, kyslíková terapie



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jpba](http://www.elsevier.com/locate/jpba)



## Sports drug testing: Analytical aspects of selected cases of suspected, purported, and proven urine manipulation

Mario Thevis\*, Hans Geyer, Gerd Sigmund, Wilhelm Schänzer

*Institute of Biochemistry - Center for Preventive Doping Research, German Sport University Cologne, Am Sportpark Müngersdorf 6, 50933 Cologne, Germany*



**b**

