

# Antioxidační ochrana lidského těla

Při metabolických pochodech vznikají reaktivní formy kyslíku (reactive oxygen species – ROS) a reaktivní formy dusíku (reactive nitrogen species – RNS). Všechny reaktivní formy dusíku významné z biologického hlediska obsahují i atom kyslíku, někdy se proto označují také jako *reaktivní formy kyslíku a dusíku* (reactive oxygen and nitrogen species, RONS).

## Reaktivní formy kyslíku a dusíku

Zahrnují dvě skupiny látek<sup>[1]</sup>:

### Volné radikály

Obsahují nepárový elektron, díky čemuž jsou velmi reaktivní. Typickými zástupci jsou např. hydroxylový radikál  $\cdot\text{OH}$ , superoxid  $\text{O}_2^{\cdot-}$  nebo oxid dusnatý  $\text{NO}\cdot$ .

### Neradikálové reaktivní formy

Sloučeniny kyslíku (popř. kyslíku a dusíku), které sice samy nemají povahu volných radikálů, ty z nich však mohou snadno vznikat dalšími reakcemi. Patří mezi ně např. peroxid vodíku  $\text{H}_2\text{O}_2$  nebo peroxinitrit  $\text{ONOO}^-$ .

Volné radikály vznikají třemi různými způsoby: homolytickým štěpením kovalentní vazby, redukcí (přidáním jednoho elektronu) nebo oxidací (ztrátou jednoho elektronu). Reaguje-li radikál s jinou normální molekulou, změní ji také na radikál (propagace radikálové reakce). K dokončení radikálové reakce dojde až reakcí dvou radikálů. Volné radikály poškozují mastné kyseliny, lipidy a proteiny, současně se ale i podílejí na imunitní ochraně organismu.

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Základní reaktivní formy kyslíku a dusíku.*

## Prospěšnost ROS ve zdravém organismu

Hydroxylový radikál vznikající činností enzymu monooxygenázy je v játrech důležitý pro hydroxylaci xenobiotik včetně léků, a v nadledvinách pro hydroxylaci steroidů (vznik žlučových kyselin). Neutrofily a makrofágy používají reaktivní formy kyslíku (superoxid a peroxid vodíku) k odstraňování zbytků mrtvých buněk a k fagocytóze bakterií. Jako významný lokální hormon a neurotransmitter se oxid dusnatý podílí na relaxaci hladké svaloviny cév, GIT a corpus cavernosum penis. Má antiagregační a antiadhezivní účinek na trombocyty a leukocyty a v CNS ovlivňuje učení a paměť.

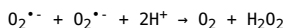
## Antioxidační ochrana

Nadměrnému působení volných radikálů se organismus brání třemi způsoby. Jednak se brání tvorbě velkého množství regulací enzymů, které je tvoří. Druhou možností je zachycení a odstranění již vytvořených radikálů, toho se účastní enzymové a endogenní antioxidyanty. Selžou-li dva předchozí mechanismy, uplatní se reparační mechanismy poškozených biomolekul.

## Antioxidační enzymy

### Superoxiddismutáza

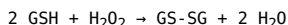
Je součástí každé buňky. Katalyzuje dismutaci superoxidu na dioxygen a peroxid vodíku:



Je nepostradatelná pro život na naší planetě. Ve třech formách se vyskytuje extracelulárně a v mitochondriích eukaryot a prokaryot.

### Glutathionperoxidáza

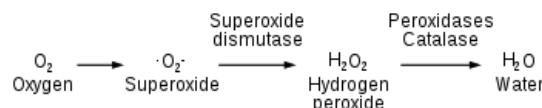
Pomocí tripeptidu glutathionu redukuje peroxid vodíku na vodu:



Vyskytuje se v několika formách, v aktivním místě obsahuje selenocystein.

### Kataláza

Tetramer, každý obsahuje jednu prostetickou protoporfyrinovou skupinu s  $\text{Fe}^{3+}$ . Katalyzuje dismutaci peroxidu vodíku na kyslík a vodu. Vyskytuje se v peroxisomech a erytrocytech.



Antioxidační působení enzymů na ROS

## Vysokomolekulární endogenní antioxidanty

**Vysokomolekulární endogenní antioxidanty** jsou proteiny schopny vázat přechodné prvky (železo a měď) a měnit jejich oxidačnické vlastnosti tak, aby přestaly katalyzovat radikálové reakce.

- transferin / laktoferin (váží  $\text{Fe}^{3+}$ );
- feritin (skladování  $\text{Fe}^{3+}$ );
- haptoglobin / hemopexin (**váže cirkulující hemoglobin / hem**);
- ceruloplazmin;
- albumin.

## Nízkomolekulární endogenní antioxidanty

- Askorbát (vitamin C);
- Alfa tokoferol (vitamin E);
- Koenzym Q;
- Karotenoidy, Beta-karoten a vitamin A;
- **Thioly a disulfidy**;
- Kyselina močová, bilirubin.

## Patobiochemie antioxidační ochrany

Je-li vznik reaktivních forem kyslíku a dusíku větší než jejich odstraňování, dojde ke vzniku nerovnováhy nazývané oxidační stres.

## Odkazy

### Externí články

- Volné radikály, antioxidanty a stárnutí (<http://www.solen.cz/pdfs/int/2009/01/06.pdf>)
- Antioxidační účinky ovoce a zeleniny ([https://is.muni.cz/th/asqtv/AuOZ\\_nove.pdf?so=nx](https://is.muni.cz/th/asqtv/AuOZ_nove.pdf?so=nx)) - Bakalářská práce v oboru výživa člověka

### Zdroj

- ŠTÍPEK, S, et al. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a v nemoci*. 1. vydání. Praha : Grada, 2000. 320 s. ISBN 80-7169-704-4.
- PLÁTENÍK, Jan. *Reaktivní formy kyslíku v lidském těle Antioxidační ochrana* [přednáška k předmětu Patobiochemie, obor LEK, 1.LF UK]. Praha. 2011. Dostupné také z <<https://el.lf1.cuni.cz/p74867893?account-id=7&principal-id=1512062&session=breez96tipacpetw5kwci>>.

1. LEDVINA, Miroslav. *Biochemie pro studující medicíny*. - vydání. Karolinum, 2009. ISBN 9788024614144.