



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ANTIOXIDANTY A VOLNÉ RADIKÁLY

Reaktivní formy kyslíku a dusíku

PharmDr. Ján Vančo, Ph.D.

Ústav chemických léčiv, FaF VFU Brno

Aktualizace Doc. PharmDr. Renata Kubínová, Ph.D., 2018

Rubriky

- > [Soutěže](#)
- > [Terapie](#)
- > [Bylinky](#)
- > [Cestování](#)
- > [Diety](#)
- > [Drogy](#)
- > [Duchovno](#)
- > [Hubnutí](#)
- > [Kosmetika](#)
- > [Napsal život](#)
- > [Psychologie](#)
- > [Rodina a děti](#)
- > [Sex a vztahy](#)
- > [Vitamíny](#)
- > [Zdraví](#)
- > [Zdravá výživa](#)
- > [Zdravý domov](#)
- > [Zdravý pohyb](#)
- > [Zviřátka](#)
- > [Potravinové doplňky](#)
- > [Knihy](#)
- > [Humor](#)

Antioxidanty a volné radikály

7.1.2001 00:00 | [Vitamíny](#)

Volné radikály jsou sloučeniny kyslíku vznikající jako vedlejší produkty buněčného metabolismu. Pokud nejsou dostatečně inaktivovány poškozují buněčný aparát. Může dojít k poškození genetické informace buněk a k náhodnému dělení vedoucímu ke vzniku zhoubných novotvarů.... [celý článek](#)

Komentářů: [403](#) | Poslední komentář: 22.8.2015 15:14

[Volby reklamy](#) ▶ [Nu skin](#) ▶ [Žehlička](#) ▶ [Vrásky](#) ▶ [Recenze](#)

[linkuj](#) | [google](#) | [facebook](#) | [vybrali SME](#) [tisknout](#) | [doporučit](#)

Komentáře

7.5.2004 19:50 - Jolana Králová [reagovat »](#)

Od 1. 5. 2004 vstoupila na trh v České republice unikátní firma zabývající se v rámci své koncepce bojem s volnými radikály. Jedná se o výrobky, které jsou bez jakýchkoliv barviv a chemických konzervantů. Jejich působení je podtrženo skutečností, že člověk, který je vymyslel a vyvinul se víc jak 21 let zabýval výzkumem v oblasti výživy a původně začínal jako kuchař. Napsal několik knih mimo jiné knihu o barevném působení jednotlivých složek potravy a významu tohoto barevného působení vzhledem k pronikání obsažených látek do buňky. Vývoj probíhal ve spolupráci s univerzitou v Dortmundu. Řada lékařů, léčitelů a odborníků na výživu v České republice již kvalitu těchto produktů vyzkoušela a jejich hodnocení bylo velmi vysoké. Již řadu let se zabýváme výživou a tyto výrobky nás velmi oslovily, už proto, že se jedná pouze o 4 produkty, které šetří kapsu svých spotřebitelů a velmi výrazně během několika málo dnů dokáží přesvědčit uživatele o své špičkové kvalitě. Ta je dána také tím, že firma sídlí v Německu a Německo jak známo má jedny z nejpřísnějších norem kvality. Uvítáme příznivce, kteří to myslí se svým zdravím vážně a kteří budou chtít vědět více na

reklama

Reklama

Ušetřete tisíce za 15 minut

Zjistit úsporu



MND
Plyn z první ruky

reklama

Reklama

DOKTORKA.CZ
15.105 To se mi líbí

Velikonoční oslava jara
2.400 Kč

Tato stránka se mi líbí [Sdílet](#)

Bud'te první mezi svými přáteli, kterým se to líbí



Reklama

FANTASTICKÉ!
Jste náš
1.000.000
návštěvník!

Spojení
navázáno:
18.09.2015
v 10.07

Byl jste
vybrán/a!

Náš systém
náhodného
výběru vítězů
Vás zvolil jako
možného
vítěze, který si
může odnést
tento
FANTASTICKÝ
produkt od
APPLE, Jako
šťastlivec.

>klikněte zde<

Adoniji

Zkreslující informace

ství mládí, krásy a zdraví hledejte v přírodě. Moderní svět objevil vzácný a velmi drahý arganový olej, který lidskému pokožce velmi prospívá. | foto: Avon Cosmetics

Arganový olej se v moderní kosmetice začal používat teprve nedávno, ačkoliv látka samotná se používá po tisíciletí. Důvodem její malé rozšířenosti je fakt, že se dá vyrobit pouze v jedné oblasti na celém světě. Jeho výroba je zároveň časově náročná a výsledný produkt tak velmi drahý. Arganový olej v současnosti patří mezi nejdražší oleje světa. Za jeden litr zaplatíte cca 4 000 korun.

Investice se však skutečně vyplatí. Podle několika mezinárodních výzkumů a studií obsahuje arganový olej více než dvakrát větší množství antioxidantů než olej olivový. Z nich 75 % tvoří tzv. gama-tokoferol, označovaný za mimořádně důležitý antioxidant. Olej lisovaný z plodů argánie trnité obsahuje mnohem více látek se zásadním dopadem na lidské zdraví a krásu.

Proč používat arganový olej?

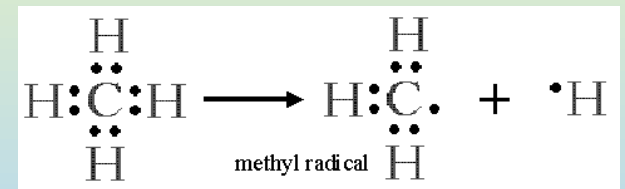
Slunečnicový olej obsahuje tokoferolů podobné množství. Např. *Atherosclerosis* 184 (2006) 389–396.

Argania spinosa (L.) Skeels (Sapotaceae)

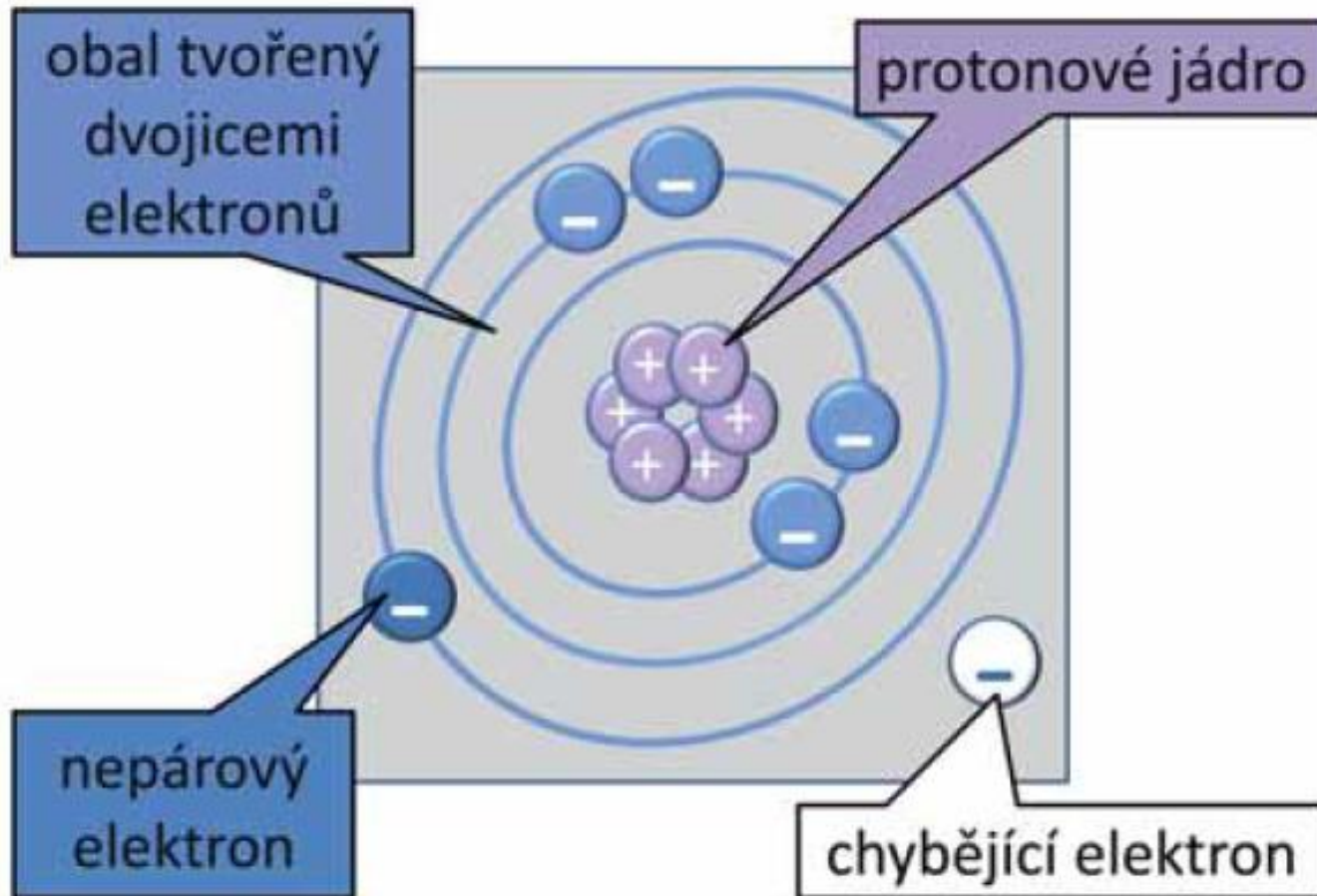


Volné radikály

- Radikály: obsahují volný **nepárový** elektron v zevním orbitalu
radikálem může být atom i molekula, neutrální částice nebo ion
- Vznikají homolytickým štěpením kovalentní vazby
 - redukcí
 - oxidací
 - absorpcí ionizujícího záření
- Volný elektron dává radikálům vysokou nestabilitu
- Většina biomolekul **nejsou** radikály



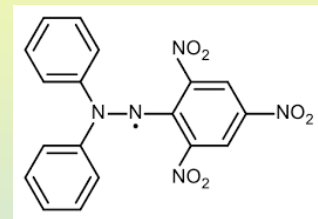
volný radikál



Základní vlastnosti radikálů

- Nepárový elektron
paramagnetismus

- Pohyblivý elektron
barevnost



DPPH

- Snaha o spárování elektronů
reaktivita
rekombinace radikálů
vznik nových (stabilnějších) radikálů
- Ultrakrátký biologický poločas

Radikálové reakce

obecně tři stadia

- **Iniciace**
vznik radikálů fyzikálním nebo chemickým procesem
přidání radikálů do soustavy
- **Propagace**
vznik nových radikálů (předávání nepárového elektronu)
- **Terminace**
rekombinace radikálů

Běžně se účastní biologických a patologických procesů v organismu.

Názvosloví radikálů

- - yl (hydroxyl, methyl, sulfanyl)
- - triviální (superoxid)

Názvosloví radikálů – další příklady

- O_2 dikyslík (triplet – dioxidándiyl), $\text{O}^{2\cdot}$ diradikál kyslíku (triplet – oxidándiyl), $\text{HO}\cdot$ hydroxyl (oxidanyl), $\text{HOO}\cdot$ hydroperoxyl (dioxidanyl), $\text{R-O}\cdot$ alkoxy, $\text{R-O-O}\cdot$ peroxy, $\text{O}_2\cdot^-$ superoxidový anionový radikál (dioxidanidyl),
- NO oxid dusnatý (oxoazanyl), NO_2 oxid dusičitý (nitrosooxidanyl), $\text{ONOO}\cdot$ nitrosoperoxy (nitrosodioxidanyl), $\text{NH}_2\cdot$ azanyl, $\text{NH}^{2\cdot}$ azandiyl, $\text{HO-NH}\cdot$ hydroxyazanyl, $\text{H}_2\text{N-O}\cdot$ aminoxy,
- $\text{HS}\cdot$ sulfanyl, $\text{S}\cdot$ sulfanidyl,

ROS (reactive oxygen species)

volné radikály

tripletový kyslík, $^3\text{O}_2$

superoxid, $\text{O}_2^{\cdot -}$

hydroxylový radikál, OH^{\cdot}

peroxyl, ROO^{\cdot}

alkoxyl, RO^{\cdot}

hydrogenperoxyl, HOO^{\cdot}

nejsou volnými radikály

singletový kyslík, $^1\text{O}_2$

ozón, O_3

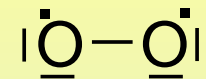
peroxid vodíku, H_2O_2

kyselina chlorná, HClO

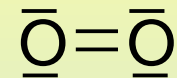
Kyselina bromná, HBrO

Elektronová struktura běžných ROS

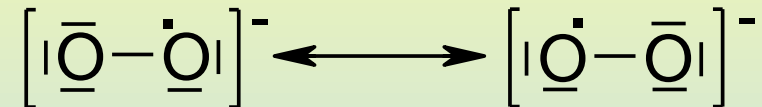
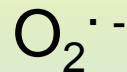
tripletový kyslík



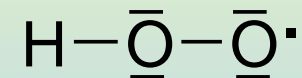
singletový kyslík



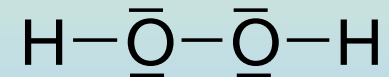
superoxid



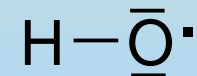
hydrogenperoxyl



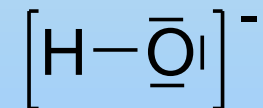
peroxid vodíku



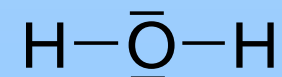
hydroxylový radikál



hydroxylový ion



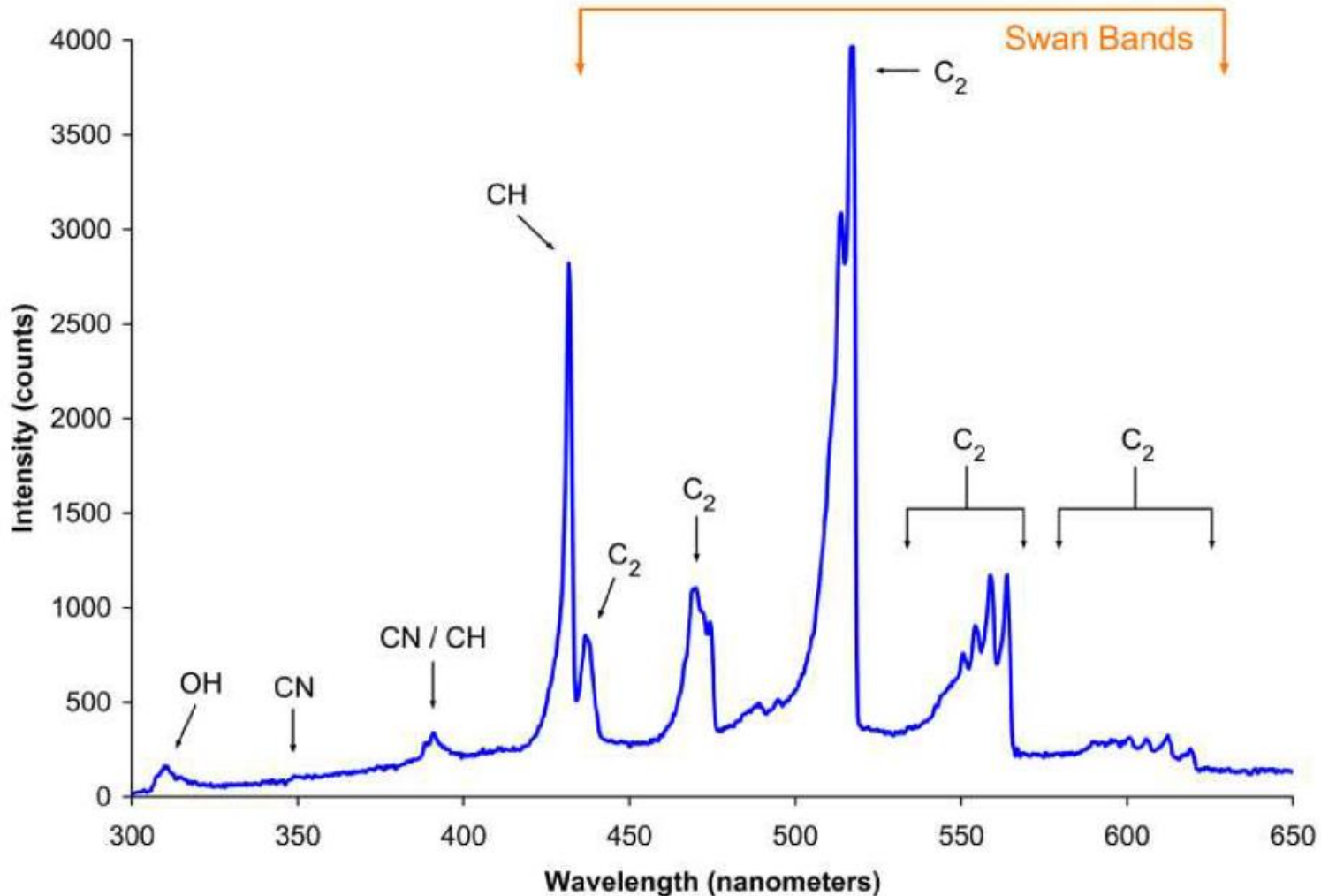
voda



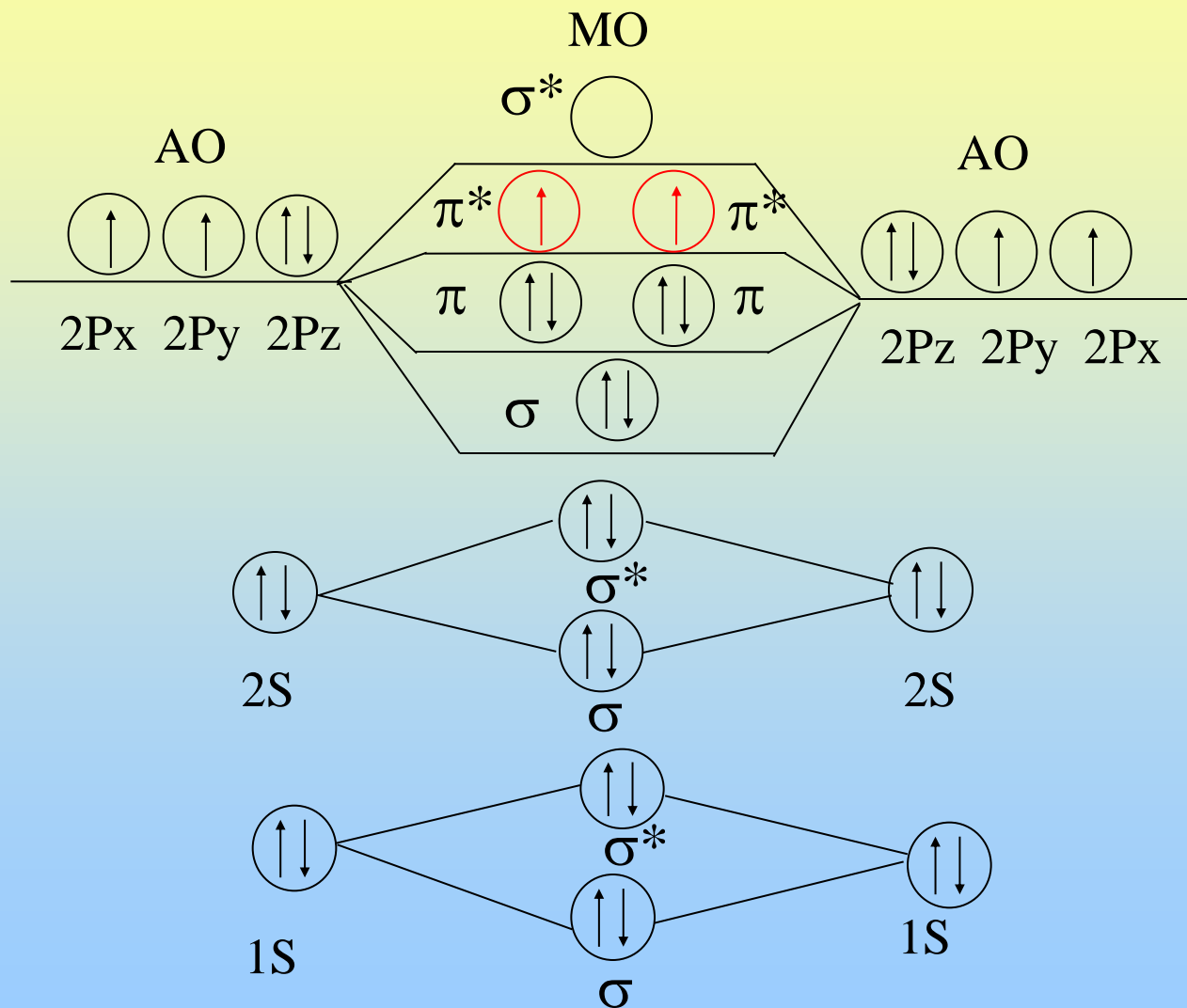
Nejčastější radikálovou reakcí je hoření

Spektrální záznam hoření butanu.

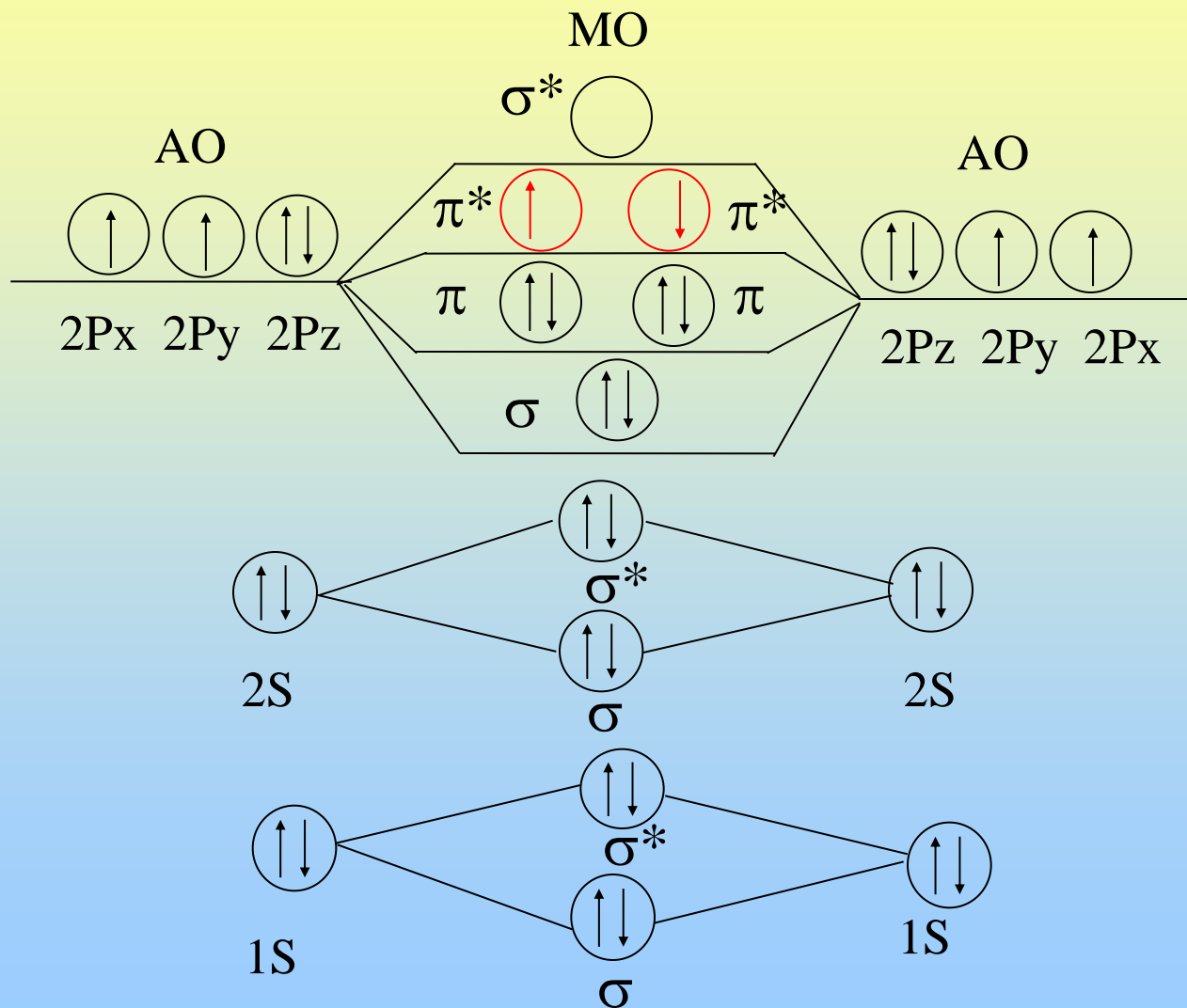
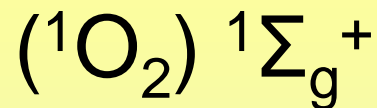
Hoření alkanů probíhá velmi rychle, explozivně. Produktem hoření (za dostatečného přístupu kyslíku) jsou oxid uhličitý a voda, jde o úplnou oxidaci alkanů.



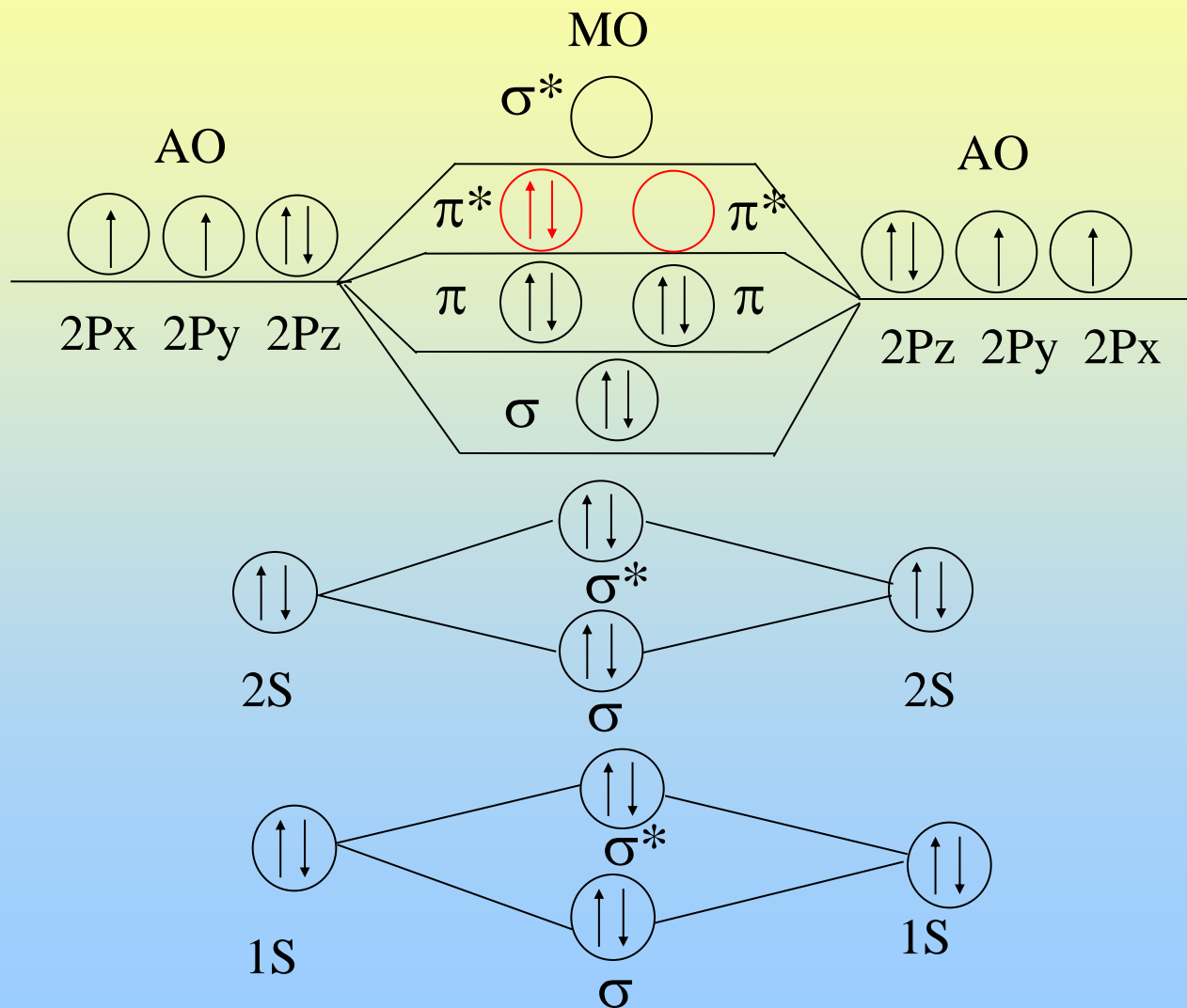
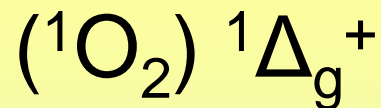
Elektronová konfigurace tripletového kyslíku (${}^3\text{O}_2$)



Elektronová konfigurace singletového kyslíku



Elektronová konfigurace singletového kyslíku



Obsazení valenčních elektronů v jednotlivých formách molekuly kyslíku

↑ ↑	↓↑ ↑	↓↑ ○	↓↑ ↓↑
↓↑ ↓↑	↓↑ ↓↑	↓↑ ↓↑	↓↑ ↓↑
↓↑	↓↑	↓↑	↓↑
↓↑	↓↑	↓↑	↓↑
↓↑	↓↑	↓↑	↓↑
O₂	O₂⁻	¹O₂	O₂²⁻

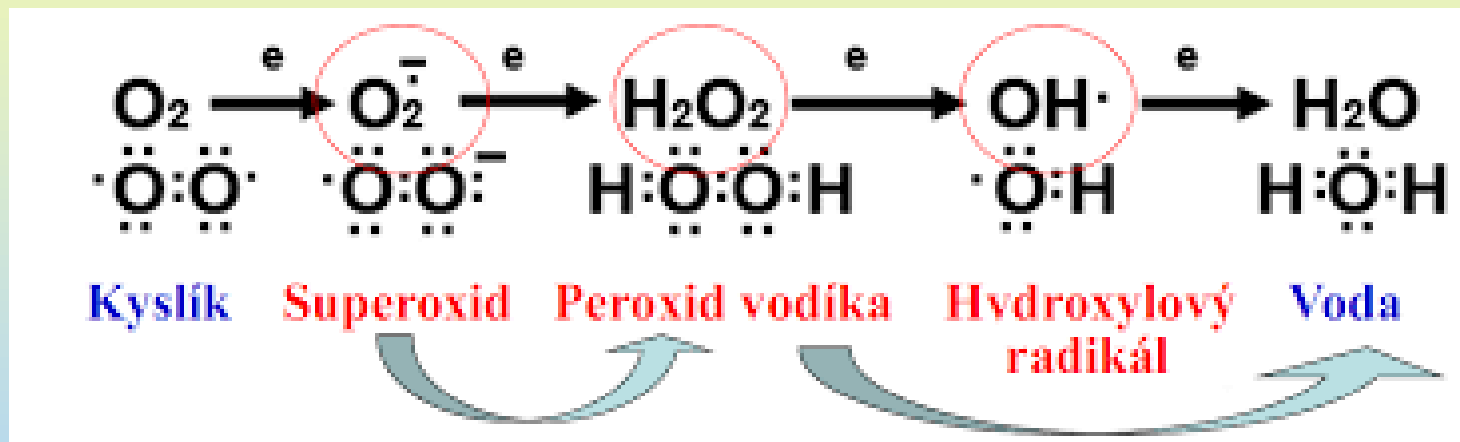
tripletový
kyslík

superoxid

singletový
kyslík

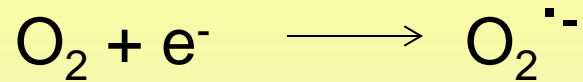
peroxidový
anion

Elektronový transportní řetězec

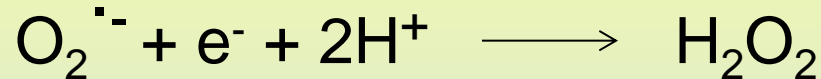


Významné reakce některých ROS

- **Vznik superoxidu**



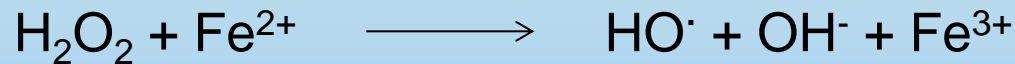
- **Vznik peroxidu vodíku ze superoxidu**



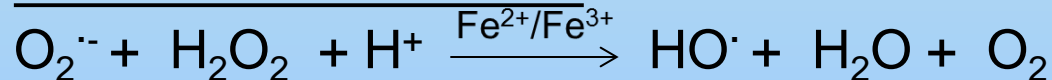
- **Vznik hydroxylového radikálu z H_2O_2**



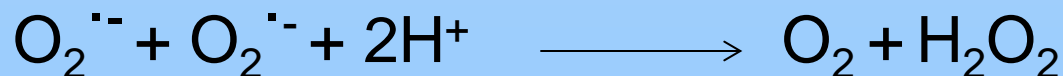
Fentonova reakce



Haber-Weissova reakce



- **Dismutace superoxidu**



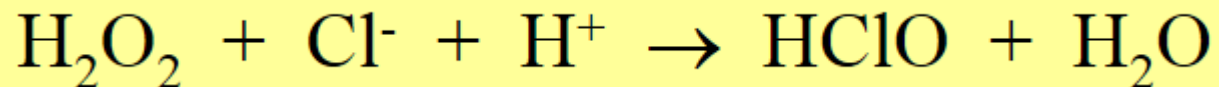
Oxidační účinky – ne vždy

Standardní redukční potenciály některých ROS

ROS	E° (mV)
$O_2^{\cdot-}$	940
$ROO\cdot$	1000
$HOO\cdot$	1300
$RO\cdot$	1600
$HO\cdot$	2310

Halogenované ROS (HClO, HBrO)

- Nejsou volnými radikály
- **Kyselina chlorná** vzniká v aktivovaných neutrofilech peroxidací chloridových iontů prostřednictvím myeloperoxidázy



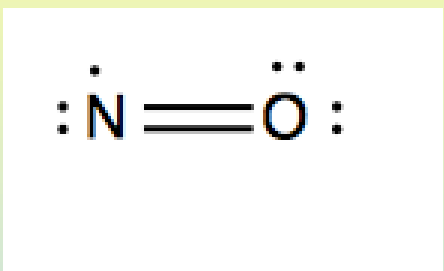
- Ve vodném roztoku disociuje na chlornanový anion
- **Kyselina bromná** je jednou ze čtyř kyslíkatých kyselin bromu
- Může vznikat v aktivovaných eosinofilech
- Má silné baktericidní účinky

A. N. Mayeno at al.: Eosinophils preferentially use bromide to generate halogenating agents. J. Biol. Chem. 10, 5660-5668, 1989

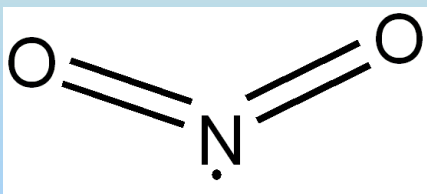
RNS (reactive nitrogen species)

volné radikály

oxid dusnatý, NO^\cdot

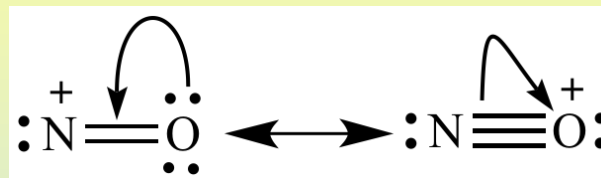


oxid dusičitý, NO_2^\cdot



nejsou volnými radikály

nitrosyl, NO^+

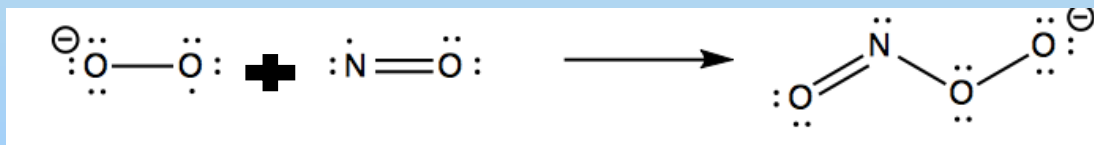


kyselina dusitá, HNO_2

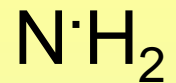
oxid dusitý, N_2O_3

dimerní oxid dusičitý, N_2O_4

peroxynitrit, ONOO^-



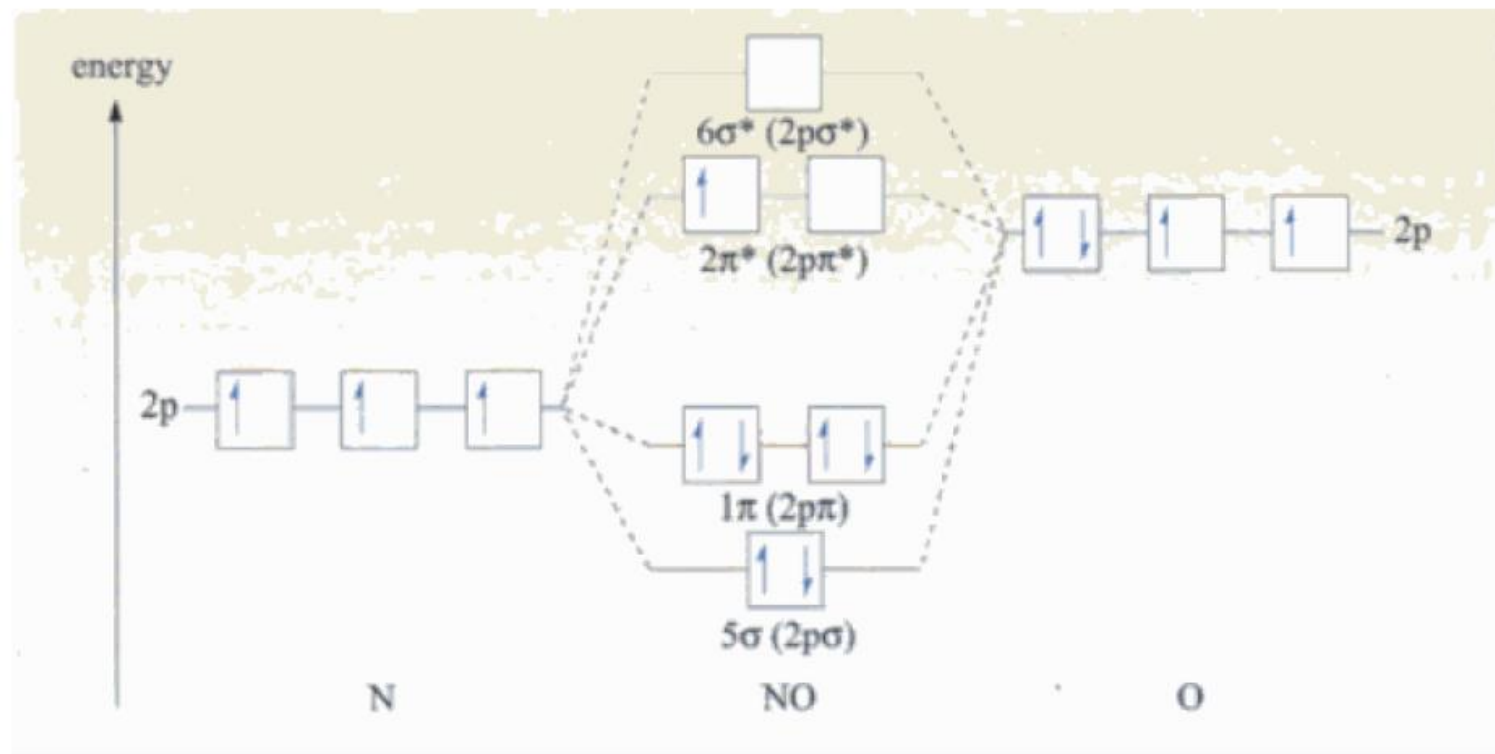
alkylperoxynitrity, ROONO



azanyl (amino radikál)

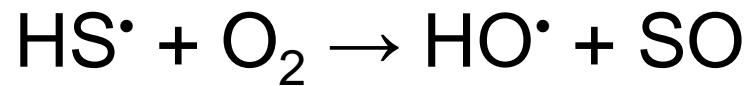
Vzniká reakcí hydroxylového radikálu s amoniakem

Diagram vzniku molekulových orbitalů u NO



Reaktivní sloučeniny síry

- HS^\cdot sulfanyl
- $\text{S}^{\cdot-}$ sulfanidyl



- RS^\cdot thiylový radikál

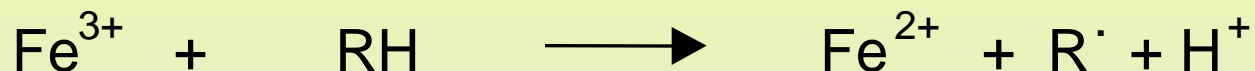
Vznik:

- reakcí thiolů s oxidanty
- při reparačních reakcích DNA



Prooxidační aktivita přechodných kovů

Tvorba alkylových radikálů přímou reakcí s uhlovodíky.



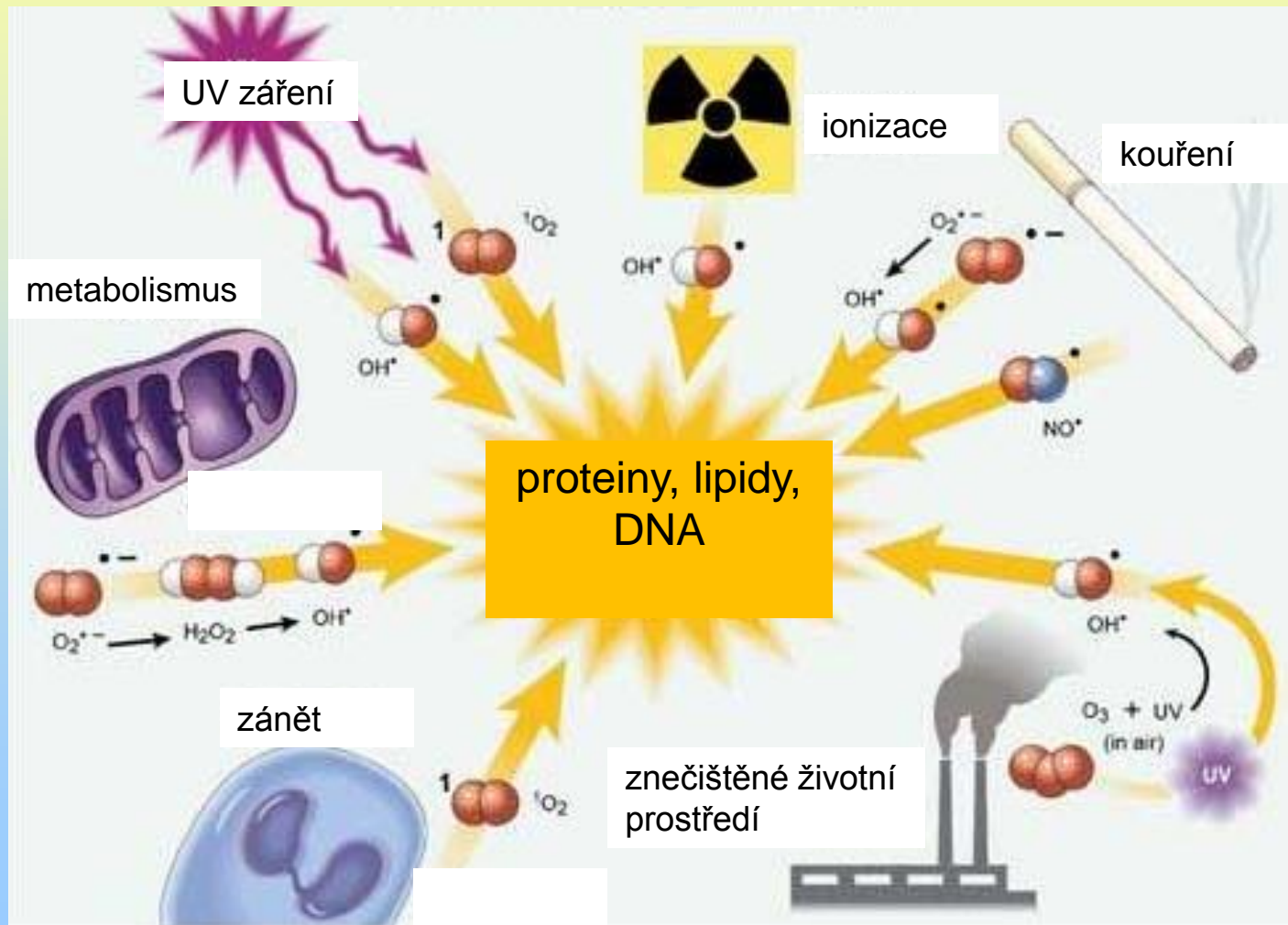
Rozklad hydrogenperoxidů na peroxylové nebo alkoxylové radikály.



Aktivace tripletového kyslíku za tvorby singletového kyslíku.



Základním zdravotním problémem není vznik reaktivních částic.....



.....ale nerovnováha mezi jejich vznikem a odstraňováním.

fyziologický stav

stres, onemocnění

