

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**  
**AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2015**

**ADÉLA HOFERKOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**

**Ústav chemie a biochemie**

---



## **Vliv antioxidantů na zdraví člověka**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*

Prof. RNDr. Bořivoj Klejdus, Ph.D.

*Vypracoval:*

Adéla Hoferková

---

Brno 2015

---

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv antioxidantů na zdraví člověka vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury.

Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych chtěla poděkovat prof. RNDr. Bořivoji Klejdusovi, Ph.D., vedoucímu bakalářské práce, za odborné vedení mé práce, cenné rady a připomínky, které mi v průběhu vypracování poskytl.

## **ABSTRAKT**

Antioxidantům se poslední dobou věnuje velká pozornost ve spojitosti s výživou a zdravím lidí a jsou předmětem zájmu potravinářských a zdravotnických odborníků. Jsou důležité především k prevenci vzniku a působení volných radikálů. Jestliže se volné radikály v těle nahromadí, zhoršuje se zdraví člověka. Tato bakalářská práce pojednává formou rešerše o přírodních a syntetických antioxidantech. Zabývá se především jejich charakteristikou a vlivem na zdraví člověka. V první části práce jsou popsány volné radikály, možnost jejich sledování a nemoci způsobené volnými radikály. V dalších částech práce najdeme rozdělení přírodních antioxidantů, mezi které patří vitaminy, stopové prvky, karotenoidy, fenolické antioxidanty, ginkgo biloba aj. Mezi syntetické antioxidanty patří BHA, BHT, TBHQ, galláty a kyselina fumarová.

**Klíčová slova:** volné radikály, antioxidanty, zdraví člověka, oxidační stres

## **ABSTRACT**

Lately, antioxidants are getting attention in connection with the nutrition and people's health and are interesting for food and health professionals. They are particularly important for the prevention of starting and against causes from free radicals. If the free radicals accumulates in one's body, it leads to worsening human's health condition. In the form of research, this thesis explain natural and synthetic antioxidants. It mainly deals with the characteristics and effects on human health. The first part describes the free radicals, the possibility of monitoring them and diseases caused by free radicals. In the further part of this work, we can find the distribution of natural antioxidants, where the vitamins are divided, trace elements, carotenoids, phenolic antioxidants, ginkgo biloba etc. Among the synthetic antioxidants are included BHA, BHT, TBHQ, gallates and fumaric acid.

**Keywords:** free radicals, antioxidants, human health, oxidative stress

## **OBSAH**

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>VOLNÉ RADIKÁLY .....</b>	<b>11</b>
3.1	Reaktivní formy kyslíku (ROS, reactive oxygen species) .....	11
3.2	Reaktivní formy dusíku (RNS, reactive nitrogen species).....	12
3.3	Oxidační stres.....	12
3.4	Příčiny vzniku volných radikálů .....	13
3.5	Možnost sledování volných radikálů <i>in vivo</i> .....	13
3.6	Volné radikály a stárnutí .....	13
<b>4</b>	<b>ANTIOXIDANTY .....</b>	<b>16</b>
4.1	Rozdělení antioxidantů.....	16
<b>5</b>	<b>PŘIROZENÉ ANTIOXIDANTY.....</b>	<b>17</b>
5.1	Hlavní antioxidační enzymy .....	17
5.2	Glutathion.....	18
5.3	Vitaminy.....	18
5.4	Stopové prvky .....	22
5.5	Karotenoidy.....	24
5.6	Fenolické antioxidanty .....	26
5.7	Melatonin .....	30
5.8	Koenzym Q <sub>10</sub> .....	30
5.9	Ginkgo biloba (Jinan dvoulaločný) .....	30
5.10	Skupina česneků ( <i>Alium</i> ) .....	31
5.11	Borůvky .....	31
5.12	Rostlinná medicína .....	32
<b>6</b>	<b>SYNTETICKÉ ANTIOXIDANTY .....</b>	<b>34</b>
6.1	BHA .....	34
6.2	BHT.....	35

6.3	TBHQ.....	35
6.4	Galláty.....	36
<b>7</b>	<b>DOPLŇKY STRAVY S ANTIOXIDANTY.....</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>POUŽITÉ ZDROJE.....</b>	<b>40</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>45</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>46</b>



# 1 ÚVOD

Každým vdechnutím přijímáme některé volné radikály, které mohou nekontrolovatelně poškozovat živé buňky. Při větším nahromadění volných radikálů v těle nastává oxidační stres a je velmi pravděpodobné zhoršení zdravotního stavu, mohou se urychlovat projevy stáří, počínaje prohloubením vrásek až po průběh chronických onemocnění. Mezi nemoci způsobené volnými radikály můžeme zařadit aterosklerózu, diabetes mellitus, zhoubné novotvary, zánětlivé stavy, různá neurologická onemocnění aj. Příjem volných radikálů je možný zvenčí (ionizující záření, vysoký obsah škodlivin ve vzduchu z průmyslu, kouření), ale velké množství vzniká i v průběhu metabolismu (vznik kyseliny močové při pooperačních stavech, zvýšený metabolismus estrogenů, hyperglykémie aj.).

Volné radikály odebírají molekulám elektron – působí tedy oxidačně. Látky zabraňující působení volných radikálů, nazýváme antioxidanty. Antioxidanty v potravinách, jako karotenoidy, vitamin C, E či selen, „zhasínají“ volné radikály, a mohou tak působit preventivně proti mnohým degenerativním chorobám, ke kterým dochází ve vyšším věku. Je všeobecný předpoklad, že význam ovoce a zeleniny v ochraně před srdečními chorobami je přinejmenším částečně způsobený přítomností antioxidantů, jako jsou vitaminy, karotenoidy, flavonoidy aj. Abychom měli dostatečný příjem antioxidantů a stopových prvků v přirozené formě, stačí konzumovat pestrou a vyváženou stravu bohatou na ovoce a zeleninu. Jiná situace nastává u osob nemocných, u kterých dochází k posunutí rovnováhy ve prospěch oxidantů. Tento stav mohou přivodit různá onemocnění nebo stavy (transplantace orgánu, chronická zánětlivá onemocnění aj.). V těchto případech je podání antioxidantů na místě.

## **2 CÍL PRÁCE**

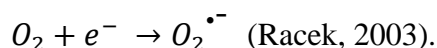
Hlavním cílem této bakalářské práce je vypracování rešerše na téma „Vliv antioxidantů na zdraví člověka“ na základě informací získaných z odborné literatury. V první části je práce zaměřena na vysvětlení pojmů jako jsou volné radikály, oxidační stres a nemoci způsobené volnými radikály. Hlavní část práce se věnuje rozdělením důležitých antioxidantů a jejich charakteristice se zaměřením na fyziologické účinky a vliv na člověka. Cílem této práce není popisovat vlastnosti všech antioxidantů, ale pouze těch, které se vyskytují v lidském organismu ve vyšší koncentraci.

### 3 VOLNÉ RADIKÁLY

Volné radikály jsou nestabilní, vysoce aktivní látky (atomy, molekuly, ionty) schopné samostatné existence, které mají ve svém elektronovém obalu jeden nebo více nepárových elektronů (Racek, 2003). Volné radikály mohou vznikat třemi způsoby: oxidací, homolytickým štěpením kovalentní vazby, redukcí. K homolytickému štěpení je potřeba většího množství energie, například vysoká teplota, UV nebo ionizační záření. V biologických systémech volné radikály vznikají energeticky výhodnějším způsobem – odejmutím nebo přijetím elektronu. Vzorce radikálů se pak označují tečkou, indikující nepárový elektron (Štípek a kol., 2000).

#### 3.1 Reaktivní formy kyslíku (ROS, reactive oxygen species)

Základní volné radikály kyslíku, tzv. reaktivní formy kyslíku, jsou meziprodukty redukce kyslíku na vodu. V těle jsou produkovány při metabolických procesech vyžadujících kyslík – při dýchání a určitých buněčných imunitních funkcích. Za nejběžnější se považuje **superoxidový radikál** ( $O_2^{\bullet-}$ ), vznikající jednoelektronovou redukcí molekuly kyslíku (Racek, 2003).



Superoxid se spontánně nebo působením antioxidantního enzymu superoxiddismutázy přemění na peroxid vodíku ( $H_2O_2$ ), který je stabilní. Vyznačuje se reaktivitou s redukovanými redoxně aktivními přechodnými kovy (v těle především Fe, Cu). Tato tzv. Fentonova reakce poskytuje nejnebezpečnější a velmi reaktivní **hydroxylový radikál** ( $OH^{\bullet}$ ), jemuž se připisuje start oxidačního poškození biomolekul organismu (Pláteník, 2011). Dalším reaktivním radikálem odvozeným od kyslíku, je **peroxylový radikál** ( $ROO^{\bullet}$ ). Tento volný radikál se může vytvářet v lidských organismech (Grey, 2002).

Ve fyziologických podmínkách produkují peroxisomy peroxid vodíku ( $H_2O_2$ ), ale ne superoxidový radikál  $O_2^{\bullet-}$ . Peroxisomy jsou hlavními místy spotřeby kyslíku v buňce. Jsou součástí několika metabolických funkcí, které využívají kyslík. Při spotřebě kyslíku v peroxisomech je produkován peroxid vodíku ( $H_2O_2$ ), který je dále využíván k oxidaci různých molekul. Tato organela obsahuje také katalázu rozkládající

peroxid vodíku a pravděpodobně tak zabraňuje hromadění tohoto toxického produktu. Můžeme tedy říct, že se v peroxisomu udržuje rovnováha s ohledem na relativní koncentrace nebo aktivity těchto enzymů, aby se zajistilo, že nedochází k produkci reaktivních forem kyslíku (Štindlová, 2012).

**Tab. 1** *Reaktivní formy kyslíku (Štípek a kol., 2000)*

Reaktivní formy kyslíku	
Volné radikály	Látky, které nejsou volné radikály
superoxid, $O_2^{\bullet-}$	peroxid vodíku, $H_2O_2$
hydroxylový radikál, $HO^{\bullet}$	kyselina chlorná, $HOCl$
peroxyl, $ROO^{\bullet}$	ozon, $O_3$
alkoxyl, $RO^{\bullet}$	singletový kyslík, $O_2$
hydroperoxyl, $HO_2^{\bullet}$	

### 3.2 Reaktivní formy dusíku (RNS, reactive nitrogen species)

V organismu se vyskytují i radikály, jejichž volný elektron patří jinému atomu než kyslíku, nejčastěji dusíku. Hlavním představitelem je oxid dusnatý ( $\bullet NO$ ), který může poskytovat celou řadu sloučenin charakteru volného radikálu i bez nepárového elektronu (Racek, 2003).

Nadprodukce reaktivního dusíku se nazývá nitrosativní stres, ke kterému dochází, pokud tvorba RNS systémem překročí schopnosti systému neutralizovat a eliminovat je. Nitrosativní stres může vést k nitrosylačním reakcím, které mohou pozměnit strukturu proteinů a tím bránit jejich normálnímu působení (Štindlová, 2012). Kromě **oxidu dusnatého** patří k RNS i **peroxynitrit** ( $OONO^{\bullet}$ ) (Racek, 2003).

### 3.3 Oxidační stres

Vzniká v buňkách a tkáních pokud dojde k porušení rovnováhy mezi oxidačním a antioxidačním systémem. Označujeme tak poškození rovnováhy mezi vznikem a odstraňováním reaktivních forem kyslíku a dusíku. ROS jsou v organismu součástí enzymových mechanismů, účastní se uvolňování a přeměny energie nezbytné pro život. Vymkne-li se jejich množství kontrole, mohou v organismu škodit (Štípek, 2000).

Oxidační stres je spojován se spoustou nemocí jako kardiovaskulární choroby, poruchy centrální nervové soustavy, ateroskleróza, diabetes mellitus, poškození jater, záněty, nádorové bujení a další. Oxidační stres zapříčiněný obezitou, chronickou infekcí, kouřením aj. zvyšuje riziko vzniku nádoru. Naopak u vitaminů, selenu, resveratrolu, melatoninu, glutathionu aj., tedy antioxidantů a antioxidantních enzymů dochází v mnoha případech ke snížení vzniku nádorového bujení. U rozvinutého nádorového bujení se často používají volné radikály v terapii k ničení nádorových buněk např. RTG ozařování, T-lymfocyty, některá cytostatika (Holeček, 2010).

### **3.4 Příčiny vzniku volných radikálů**

Z důvodu, že se volné radikály (dále VR) mohou do organismu dostávat zvenčí i v průběhu metabolismu, rozdělujeme příčiny jejich vzniku na exogenní a endogenní.

Exogenní příčiny:

- UV záření, ionizující záření (gama-paprsky), vysoký obsah škodlivin ve vzduchu, kouření, intoxikace, potrava (VR v ní vznikají při tepelné úpravě).

Endogenní příčiny:

- Vznik kyseliny močové (při úrazech, pooperačních stavech), rozpad fagocytů a makrofágů (záněty, popáleniny), zvýšený metabolismus estrogenů, hyperglykémie a další (Racek, 2003).

### **3.5 Možnost sledování volných radikálů *in vivo***

Přímé stanovení VR se provádí elektronovou paramagnetickou spinovou rezonanční spektrometrií (EPR). Principem EPR je měření nepárových (volných) elektronů a je založena na absorpci mikrovlnné energie VR v silných magnetických polích (Holeček, 2006). Tato metoda je velmi nákladná, z důvodu vysoké pořizovací ceny přístroje. Nejčastěji jsou proto používány metody nepřímé, kdy se sledují následky účinku volných radikálů, konkrétně TBARS (thiobarbituric acid reactive species), malondialdehyd a další produkty lipoperoxidace (Holeček, 2010).

### **3.6 Volné radikály a stárnutí**

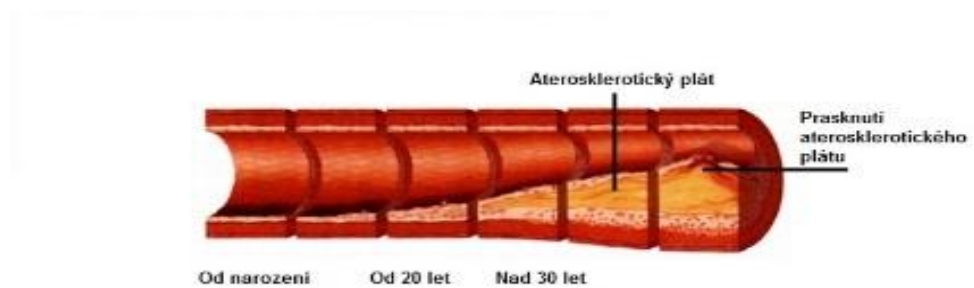
Stárnutí můžeme obecně definovat jako progresivní pokles účinnosti biochemických a fyziologických procesů po reprodukční fázi života. Vznik volných radikálů

zprostředkovaný oxidačním stresem se zvyšuje s věkem a je často hlavní příčinou onemocnění spojených se stárnutím (Rahman, 2007).

### 3.6.1 Ateroskleróza

Je onemocnění tepen, kdy dochází k jejich zúžení nebo dokonce k zablokování. K orgánům se tak dostává méně okysličené krve. Pokud je postiženým orgánem srdce, může dojít při nadměrném zúžení tepen k srdečnímu infarktu; u aterosklerózy mozkových tepen k mozkové mrtvici. Již řadu let je známo, že existuje úzký vztah mezi stravou a aterosklerózou, teprve nedávno však bylo prokázáno, že skutečné poškození tepen je způsobeno volnými radikály (Yougson, 1995).

Je třeba zdůraznit, že změna životního stylu (dodržování zásad zdravé výživy, pravidelný pohyb, udržování zdravé hmotnosti a život bez cigaret), je klíčovým prvkem ve snižování kardiovaskulárních chorob (Stone a kol., 2014).



*Obr. 1 Ukládání aterosklerotických plátů (upraveno dle Fremutha, 2013)*

### 3.6.2 Alzheimerova choroba

Nejčastější neurodegenerativní onemocnění charakteristické ztrátou neuronů a postupnou ztrátou paměti, jazykových znalostí a uvažování, vedoucí k demenci a nakonec smrti. Je spojena se stárnutím a některé studie ukazují, že se zvyšujícím se věkem pacientů, dochází ke zvýšení oxidovaných proteinů, lipidů a DNA. Tyto zjištěné nárůsty mají za příčinu sníženou aktivitu antioxidantních obranných enzymů. Mezi další neurodegenerativní onemocnění patří Huntingtonova choroba a Parkinsonova choroba (Rahman, 2007). Četné studie naznačují, že v patogenezi Alzheimerovy choroby existují čtyři navzájem propojené faktory, tvořící škodlivou síť. Mezi tyto faktory patří: zvýšené poškození volnými radikály, změny v metabolismu

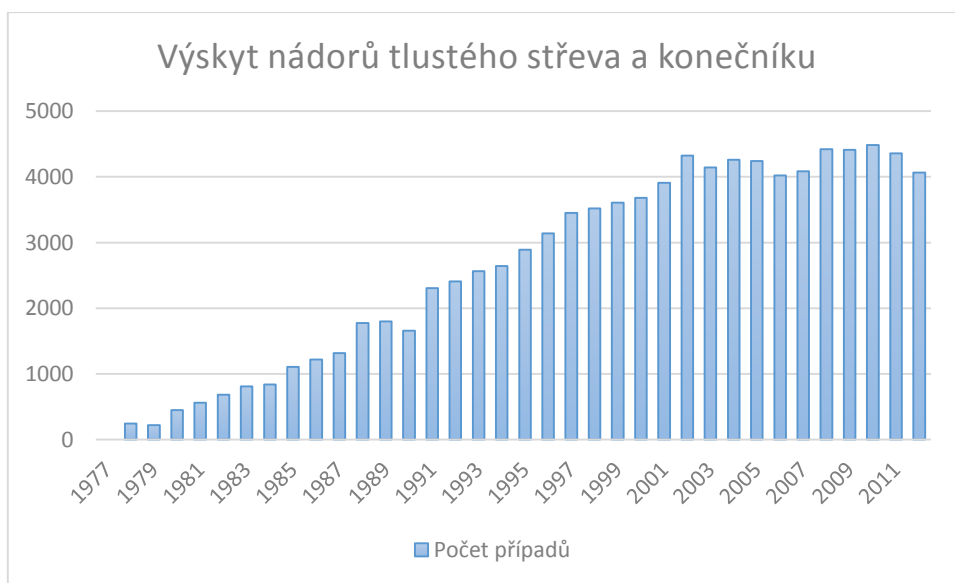
amyloidních prekurzorů bílkovin, poškození energetického metabolismu a abnormality homeostázy vápníku (Ying, 1996).

### 3.6.3 Rakovina

Překyselení těla je první podmínkou a základem vzniku rakoviny, která vždy potřebuje překyselené prostředí, v zásaditě se nemůže rozvinout. V lidském organismu vznikají rakovinotvorné buňky vícekrát za den, ale zdravý imunitní systém je rozpozná a odstraní (Keresteš, 2011). Další faktory přispívající k malignitě jsou: zděděné vlastnosti, vliv prostředí, strava a riziko rakoviny s věkem. Rozvoj rakoviny můžeme rozdělit do fází: zahájení, propagace, progrese. ROS mohou působit ve všech těchto fázích. Volné radikály také reagují se všemi složkami DNA, tím ji mohou poškodit. Toto poškození DNA může mít za následek mutace v důležitých genech, což v konečném důsledku může vést k rakovině (Rahman, 2007).

V následující tabulce jsou uvedeny počty případů růstu incidence<sup>1</sup> nádorů tlustého střeva a konečniku od roku 1977-2011.

**Tab. 2** Incidence nádorů tlustého střeva a konečniku (svod.cz)



<sup>1</sup> Incidence udává poměr nově vzniklých onemocnění (v daném časovém období) k celkovému počtu osob ve sledované populaci.

## **4 ANTIOXIDANTY**

Tímto názvem označujeme aminokyseliny, enzymy, vitaminy, minerály i výživové doplňky, které mají funkci chránit tělo před VR. S přibývajícím věkem se v těle hromadí stále více a více VR a produkuje se méně přirozených antioxidantů. Tím vzrůstá riziko mnoha závažných onemocnění. Doporučuje se tedy přijímat některé potraviny a potravinové doplňky bohaté na antioxidanty. Mezi ně patří: ginkgo biloba, zelený čaj, isoflavony, lutein, lykopen a další (Mindell a Mundisová, 2006).

Je prokázáno, že antioxidační živiny dokážou snížit riziko propuknutí mnoha nemocí včetně rakoviny, nemocí srdce, artritidy a mohou zpomalit proces stárnutí (Passwater, 2002).

Ochranné účinky proti oxidaci mají látky řady druhů koření, nejvíce rozmarýna, šalvěj, tymián, majoránka, ale také cibule, čaje a řady dalších rostlin. Vnášejí do potraviny svoji charakteristickou vůni a často i hořkou chuť, proto je jejich použití omezené (Kaláč, 2003).

### **4.1 Rozdělení antioxidantů**

Antioxidanty v potravinách můžeme rozdělit na přirozené a syntetické. Přirozené antioxidanty se dají členit podle několika hledisek, např. na antioxidanty rozpustné v tucích (lipofilní) a rozpustné ve vodě (hydrofilní). Mezi lipofilní řadíme vitamin E a karotenoidy a mezi hydrofilní vitamin C a některé rostlinné fenoly (Kaláč, 2003).



## **5 PŘIROZENÉ ANTIOXIDANTY**

### **5.1 Hlavní antioxidační enzymy**

Při vzniku a vzájemných přeměnách reaktivních forem kyslíku se velmi významně uplatňují enzymy, které jsou v mnohých případech tvorbou volných radikálů nezbytné pro správnou funkci organismu, např. tvorba volných radikálů v neutrofilních granulocytech a jiných fagocytujících buňkách, kterými zabíjejí fagocytované mikroorganismy (Racek, 2003).

#### **5.1.1 Superoxiddismutáza (SOD)**

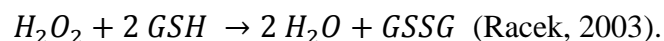
Je základní antioxidační enzym. Superoxid sám není příliš reaktivní, a tedy ani škodlivý. Spontánně se tzv. dismutací přeměňuje na peroxid vodíku. Peroxid vodíku musí být účinně odstraňován. Jsou uplatňovány navazující reakce katalyzované katalázou a peroxidázami (Racek, 2003).

Nebezpečí superoxidu tkví v tom, že z něj mohou vznikat další, mnohem škodlivější reaktivní formy kyslíku – mimo zmíněný peroxid vodíku i hydroxylový radikál, peroxyinitrit nebo kyselina chlorná. Nejnebezpečnější z těchto produktů je hydroxylový radikál, který má tak krátký biologický poločas, že nemůže existovat účinný mechanismus k jeho odstranění. Proto se živé organismy orientovaly na prevenci s cílem odstranit přebytečný superoxid a tedy zabránit vzniku hydroxylového radikálu (Racek, 2003).

Rozeznáváme 3 druhy SOD, které liší kofaktorem, tím je vždy atom kovu (Cu/Zn-SOD chrání cytoplasmu, Mn-SOD chrání mitochondrie a Fe-SOD). SOD se může podávat i jako léčebný přípravek. Při nitrožilní aplikaci nemocným s revmatoidní artritidou snižuje zánětlivé procesy v kloubu, vyvolané nadprodukcí superoxidu (Racek, 2003).

#### **5.1.2 Glutathionperoxidáza**

Hlavním úkolem tohoto antioxidačního enzymu je odstraňování toxického peroxidu vodíku z těla, který může jako relativně stabilní látka volně difundovat buněčnými membránami. Katalyzuje redukci peroxidu vodíku a současnou oxidaci glutathionu (Racek a Holeček, 1999).



### 5.1.3 Kataláza

Je enzym, zajišťující štěpení peroxidu vodíku na vodu a kyslík. V lidském organismu nacházíme nejvyšší aktivitu v mitochondriích, peroxisomech hepatocytů a v cytoplasmě erytrocytů. Pro organismus je významná svou ochranou buněk před toxickým vlivem vyšší koncentrace peroxidu vodíku (Racek a Holeček, 1999).

## 5.2 Glutathion

Je tripeptid složený z kyseliny glutamové, cysteinu a glycinu. Vzniká v játrech a je koenzymem enzymu glutathionperoxidázy, který v těle mění jedovatý a karcinogenně působící peroxid vodíku na vodu a molekulární kyslík. Nejdůležitější reakcí je však tvorba správných disulfidových vazeb v celé řadě bílkovin a peptidových hormonů, tuto reakci katalyzuje enzym glutathionreduktáza (Arndt, 2011).

### 5.2.1 Vliv glutathionu na zdraví člověka

Glutathion je důležitou součástí v metabolismu xenobiotik (cizorodých látek), kdy po jejich předchozí hydroxylaci umožňuje tvorbu polárních metabolitů, které jsou již dobře rozpustné ve vodných roztocích a tím se výrazně zvyšuje možnost jejich vyloučení z těla. Jeho další úlohou v organismu je syntéza a oprava nukleových kyselin, správná funkce imunitního systému, prevence buněk před oxidačním stresem (Arndt, 2011).

Jeho nízký obsah v těle je spojován s rychlým stárnutím, makulární degenerací<sup>2</sup>, diabetem, nemocemi plic a zažívacího ústrojí, křečovitými stavy a různými neurodegenerativními poruchami (Arndt, 2011).

## 5.3 Vitaminy

Vitaminy patří do skupiny organických látek, tvořících složku výživy, která je základem pro regulaci chemických procesů probíhajících v našem těle. Mezi tyto procesy patří: uvolňování energie z potravy, udržování pevných kostí a regulace činnosti hormonů. Lidské tělo si nedokáže vitaminy samo tvořit, musí být přijímány v potravě nebo

---

<sup>2</sup> Závažné oční onemocnění projevující se převážně u seniorů, při kterém dochází ke ztrátě centrálního vidění a v některých případech až k praktické ztrátě zraku.

ve formě vitaminových doplňků (Sullivanová, 1998). Synteticky vyrobené vitaminy a minerály jsou chemicky stejné a dokonce levnější, přirozené mají lepší účinky. Lepší účinky jsou zajištěny doprovodnými účinnými látkami. Syntetický vitamin C je jen kyselina askorbová, přirozený vitamin C ze šípků obsahuje navíc bioflavonoidy a celý komplex látek zvyšující jeho účinnost (Mindell a Mundisová, 2006).

### 5.3.1 Vitamin C

Vitamin C berou lidé více než některé jiné vitaminové doplňky, a přesto výzkumy ukazují, že velké procento populace má vitaminu C málo.

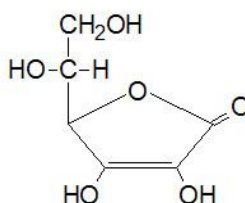
Základ vitaminu C tvoří biologicky aktivní kyselina askorbová. Je jedním z nejvšestrannějších vitaminů, které k životu potřebujeme (Sullivanová, 1998). Askorbová kyselina, její isomery i deriváty mohou reagovat s volnými radikály, které způsobují oxidaci lipidů či jiných oxylabilních složek potravin. Brzdí tak řetězovou autooxidační reakci a mají tedy povahu antioxidantů (Velíšek, 2002a).

#### 5.3.1.1 Vliv vitaminu C na člověka:

Urychluje hojení ran, udržuje zdravé kosti, zuby a pohlavní orgány, přírodní antihistaminikum, zkracuje dobu trvání nachlazení, snižuje krevní cholesterol, pomáhá při léčení nachlazení, snižuje sklon k alergickým reakcím (Mindell a Mundisová, 2006).

*Dávkování:* Pro udržení zdraví je nezbytné 60-80 mg, větší množství se doporučuje kuřákům a lidem trpícím stresem. Vitamin C se vylučuje během dvou až tří hodin v závislosti na druhu potravy a plnosti žaludku, je třeba jej doplňovat pro udržení jeho hladiny alespoň dvakrát denně (Mindell a Mundisová, 2006).

*Zdroj:* Šípky, černý rybíz, brokolice, citrusové plody i všechno čerstvé ovoce a zelenina.



**Obr. 2** Vitamin C (Velíšek, 2002a)

### **5.3.1.2 Apaton – kombinace vitamínu C a K<sub>3</sub>**

Lékaři a badatelé z nemocnic ve Velké Británii, Belgii a USA zjistili, že kombinace vitamínu C a K<sub>3</sub> v poměru 100:1 zajistí odumírání nádoru mezi etapami chemoterapie i po jejím skončení. Tuto kombinaci vitaminů nazvali Apaton. Klinické zkoušky proběhly, ale bohužel Apaton není dosud dostupný na trhu. Pozitivní vlastností Apatonu je, že nemá žádné vedlejší toxické účinky a je levný (Strunecká, 2011).

### **5.3.2 Vitamin A**

Jedná se o skupinu látek, které mají stejný mechanismus působení a podobné chemické složení. Mezi nejdůležitější z nich řadíme retinol (vitamin A<sub>1</sub>), který disponuje největší vitamínovou aktivitou a podle něj se vyjadřuje účinnost ostatních derivátů. Retinal a methylester retinolu mají účinnost 100 %, kyselina retinová 66 %, beta-karoten 50 %, atd. (Stratil, 1993a).

Vitamin je rozpustný v tucích. Může se v organismu skladovat, a proto jej není třeba každodenně doplňovat. Nejčastěji se objevuje ve dvou podobách: retinol, obsažený v živočišných produktech jako jsou játra, vejce, maso a rybí tuk, a beta-karoten, tj. provitamin obsažený v červeném ovoci a zelenině (Mindell a Mundisová, 2006). Při běžné kuchyňské úpravě jsou ztráty vitamínu A minimální, k největším ztrátám dochází při smažení (Stratil, 1993a).

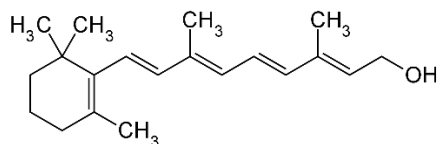
#### **5.3.2.1 Vliv vitamínu A na člověka:**

Vitamin má vliv na růst, vývoj a diferenciaci epiteliálních buněk (průdušek, žaludku, střev, dělohy, ledvin, močového měchýře, aj. U vitamínu A je nejvíce prozkoumán jeho vliv na proces vidění. Je důležitý pro vidění za šera i barevný vjem, tuto aktivitu nemá kyselina retinová. Retinal je nutný k tvorbě funkčního barviva v oku (Lenney, 2009). Působí proti nádorům, zabraňuje stárnutí kůže, zlepšuje hojení ran, podporuje růst kostí, vlasů, zubů (Sullivanová, 1998). Je zapotřebí v plicích plodu pro buněčnou diferenciaci. Velmi nízká porodní hmotnost novorozenců je často způsobena nedostatkem vitamínu A (Lenney, 2009).

*Dávkování:* Potřeba vitamínu A není jednotná, záleží na mnoha faktorech, mezi které patří věk, růstová rychlost, celkový zdravotní stav, schopnost absorpce, vstřebávání aj. Doporučení dávka pro dospělé muže a ženy je 1,0 mg. Zdraví lidé, ale především

lidé trpící onemocněním jater, ledvin, střev a při deficitu bílkovin, mohou denní dávky navyšovat (Stratil, 1993a).

*Zdroj:* Játra, vejce, rybí tuk a maso. Provitamin beta-karoten se vyskytuje v červeném ovoci a zelenině.



**Obr. 3** Vitamin A (wikipedia.org, 2015)

### 5.3.3 Vitamin E

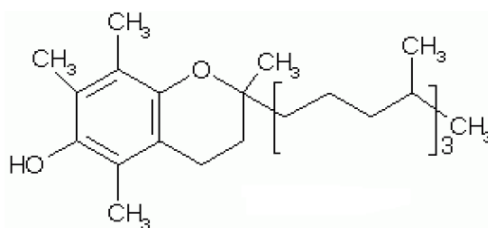
Vitamin E je rozpustný v tucích. Kromě jeho významných antioxidačních vlastností, je vitamin, známý jako tokoferol, důležitý pro tvorbu energie a udržování zdraví. Je ukládán v těle jen po krátkou dobu a až 75 % denní dávky je vylučováno ve stolici (Sullivanová, 1998). Vitamin E je nejdůležitějším lipofilním antioxidantem pro eukaryotické buňky. Slouží jako ochrana nenasycených lipidů před poškozením volnými radikály. Spolu s beta-karotenem chrání strukturu biomembrán a hlavně membrán vnitrobuněčných organel (Velíšek, 2002a).

#### 5.3.3.1 Vliv vitaminu E na člověka:

Přispívá k mladistvému vzhledu, brání oxidaci LDL cholesterolu, působí preventivně proti rakovině a samovolným potratům, snižuje srážlivost krve a rozpouští krevní sraženiny (Mindell a Mundisová, 2006).

*Dávkování:* Pro dospělého člověka 10-15 mg. Pro účinnou ochranu proti srdečně cévním chorobám se doporučuje 40-60 mg (Kaláč, 2003).

*Zdroj:* Obilné klíčky, sójové boby, ořechy, špenát, luštěniny, vejce. Z výživových doplňků jsou k dostání tobolky naplněné olejem s obsahem vitaminu. Lepší variantou je přírodní preparát alfa-tokoferol, má dvakrát větší účinnost než synteticky vyráběné doplňky (Mindell a Mundisová, 2006).



**Obr. 4** Vitamin E - tokoferol (Kodíček, 2015)

### 5.3.4 Kyselina lipoová

Kyselina lipoová (6,8-thiooktová) je esenciální kofaktor pro oxidační dekarboxylace alfa-ketokyselin. V tkáních se nachází jen stopové množství kyseliny lipoové. Živočichové jsou plně schopni si ji biosyntetizovat. Její úlohou je aktivace všech zevních a v potravě přijímaných antioxidantů. Pokud poklesnou například zásoby vitamínu C nebo E, tato kyselina je schopna je přechodně nahradit (Benešová a kol., 1997) (Mindell a Mundisová, 2006).

#### 5.3.4.1 Vliv kyseliny lipoové na člověka

Působí jako přenašeč acylů a je velmi důležitá pro aerobní dekarboxylaci 2-ketokyselin. Díky této kyselině se CO<sub>2</sub> váže do Krebsova cyklu, který je důležitý pro získávání energie v buňce (Stratil, 1993a).

Je schopna procházet bariérou mezi krevním oběhem a nervovou tkání, může se uplatnit i v odstraňování poruch vzniklých v centrálním nervovém systému. Snižuje hladinu krevního cukru a obecně pomáhá předcházet různým škodám vznikajícím v průběhu diabetu (Mindell a Mundisová, 2006).

## 5.4 Stopové prvky

Stopové prvky jsou významné esenciální látky, které plní celou řadu funkcí včetně antioxidační ochrany lidského organismu. Při doplňování chybějících stopových prvků do organismu, se nejčastěji podávají komplexní přípravky spolu s vitamíny (Štípek a kol., 2000).

### 5.4.1 Měď

Katalyzuje vstup molekuly železa do porfyrinového jádra při syntéze hému. Je složkou důležitých enzymů, zejména dýchacích (cytochromoxidázy, katalázy, askorbinázy a polyfenoloxidázy) a je rovněž součástí enzymu Cu/Zn superoxididmutázy,

jehož funkce v organismu je ochrana buňky proti oxidativnímu poškození. Měděné sloučeniny nachází uplatnění proti křečím, vředům a rakovině. Měď je nutná pro tvorbu pigmentu vlasů a srsti, ovlivňuje syntézu prostaglandinů. Je také důležitá pro tvorbu kolagenu, jehož funkcí je výživa kostí, chrupavek, šlach a kůže (Stratil, 1993a).

*Zdroj:* Játra, ledviny, ústřice a luštěniny (Stratil, 1993a).

#### **5.4.2 Zinek**

Zinek působí jako biologický antioxidant na buněčné úrovni, je složkou superoxiddismutázy u eukaryotů, inhibuje oxidaci lipidů na membránové úrovni. Bez jeho zastoupení by správně nefungovaly ani některé hormony (např. inzulin) a nepracoval by správně imunitní systém (Kvasničková, 2000).

Při nedostatku zinku v organismu jeho podávání příznivě ovlivňuje imunitu zprostředkovanou buňkami. Snižuje výskyt ischemického poškození srdce<sup>3</sup> a při vážném vnitřním poranění hlavy zlepšuje obnovu neurologických parametrů a syntézu proteinů (Štípek a kol., 2000).

*Zdroj:* Nejbohatším zdrojem z běžných potravin jsou ovesné vločky. Nejlepší cesta ke zvýšení obsahu zinku je omezení konzumace rafinovaných potravin (cukrů, tuků, bílého pečiva). Lidé konzumující velké množství rafinovaných potravin a živočišných bílkovin mají příjem zinku často nedostatečný (Stratil, 1993a).

#### **5.4.3 Mangan**

Mangan je nezbytným stopovým prvkem přispívajícím ke správné funkci mozku. Je velkým pomocníkem při léčbě nervových poruch, důležitý pro tvorbu tyroxinu, hormonu štítné žlázy, a nezbytný pro metabolismus glukózy. Koncentruje se především ve tkáních bohatých na mitochondrie – játra, kosti, svaly, ledviny, mozek, kůže a je složkou enzymu superoxiddismutázy (Stratil, 1993a).

*Zdroj:* Obiloviny, čaj, celozrnný chléb, luštěniny a ořechy (Stratil, 1993a).

#### **5.4.4 Selen**

Nedávno bylo zjištěno, že selen je jedním z nejdůležitějších prvků v naší stravě. Je nutný pro výrobu enzymu glutathionperoxidázy, který v přítomnosti glutathionu redukuje peroxid vodíku, hydroperoxydy lipidů, sterolů aj. Zaujímá tedy důležitou roli

---

<sup>3</sup> Je onemocnění tepen (koronárních) zásobující krví vlastní srdeční sval. Onemocnění vede k zužování těchto tepen a následně nedostatečnému zásobení srdečních buněk krví.

v ochraně před oxidativním poškozením buněk a tkání způsobeným superoxidovými a hydroxylovými radikály (Stratil, 1993a). Je to antioxidant, poskytující ochranu proti některým nádorům, udržuje zdravý zrak, chrání proti srdečním a oběhovým chorobám, zvyšuje potenci, odbourává alkohol a cigaretový kouř (Mindell a Mundisová, 2006).

*Zdroj:* Mořské ryby, měkkýši, koryši, sladkovodní ryby, ledviny, vaječný žloutek (Velíšek, 2002a).

## **5.5 Karotenoidy**

Většinu karotenoidních látek můžeme zařadit mezi tetraterpeny, tedy mezi terpenoidy obsahující 8 isoprenoidních jednotek. Za svoji barevnost vděčí řetězci konjugovaných dvojných vazeb, který se vyskytuje v několika strukturách a jejich kombinacích (Šivěl a kol., 2013). Některé karotenoidy mají ve své molekule skupiny kyslík. Chemická struktura určuje jejich vlastnosti. Jsou rozpustné v tucích (lipofilní) a nerozpustné ve vodě a jsou intenzivně žlutě, oranžově či červeně zbarvené. Střídání čtných dvojných a jednoduchých vazeb umožňuje likvidovat rizikové volné radikály (Kaláč, 2003).

Karotenoidy řadíme mezi významné fotochemikálie fungující především jako antioxidanty bránící vzniku rakoviny. Jsou obsaženy v červeném, oranžovém a zeleném ovoci a zelenině. Jejich výbornou vlastností je ochrana proti ultrafialovým paprskům a proti jiným druhům záření, které mohou způsobit vznik rakoviny (Mindell a Mundisová, 2006). Nachází uplatnění jako potravinářská barviva, ve farmaceutickém průmyslu jako doplňky stravy nebo v průmyslu kosmetickém. Lidský organismus nemá schopnost biosyntézy karotenoidů, je tedy nutný jejich příjem v potravě (Šivěl a kol., 2013). Mezi nejvýznamnější karotenoidy s antioxidační aktivitou patří beta-karoten, lykopen a lutein.

### **5.5.1.1 Beta-karoten a jeho vliv na člověka**

Přírodní beta-karoten je vždy směsí cis a trans izomerů. Ovoce a zelenina obsahuje 90 % trans a 10 % cis izomerů. Cis izomery mají větší biologickou dostupnost a mnohem větší antioxidační aktivitu než syntetický beta-karoten, který obsahuje pouze all-trans izomery. Nevýhodou trans forem je vysoká náchylnost k poškození, což vede ke vzniku toxických látek (Humpulová, 2009).



Při nadměrné konzumaci beta-karotenů můžeme pozorovat žluté zbarvení kůže, především pak dlaní, chodidel a očního bělma. Beta-karoten se v těle přeměňuje na vitamin A. Předávkování vitamínem A a retinoidy se projevuje nevolností a bolestmi hlavy (Strunecká, 2011). Beta-karoten stimuluje imunitní systém a působí jako antioxidant. Preventivně působí proti vzniku srdečních chorob a rakoviny plic, trávicího traktu, močového měchýře, prsu a prostaty. Nejúčinnější formou podávání beta-karotenu je kombinace spolu s ostatními karotenoidy. Přírodní zdroje této látky jsou oranžové, žluté a červené ovoce a zelenina (Vrbová, 2008).

#### **5.5.1.2 Lykopen a jeho vliv na člověka**

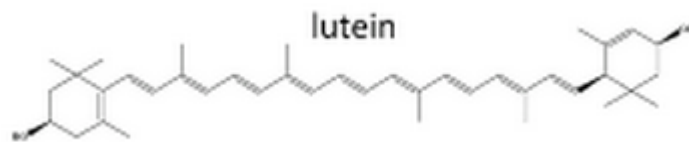
Lykopen řadíme mezi karotenoidy isoprenoidního původu. Červené rostlinné barvivo plodů a květů. V nadbytku se vyskytuje ve vodním melounu, červeném grapefruitu a ve vařených rajčatech. Potlačuje vznik rakoviny prostaty, je prevencí rakoviny žaludku a zažívacího traktu. Neutralizuje volné radikály na oční sítnici (Jordán, 2001).

#### **5.5.1.3 Lutein a jeho vliv na člověka**

Lutein je žlutý rostlinný pigment, patřící mezi xantofyly. Ve formě volného luteinu je přítomen ve špenátu, kapustě, brokolici, ve formě esteru luteinu s mastnými kyselinami v mangu, pomeranči, červené a zelené paprice a v žluté kukuřici.

Je velmi důležitou součástí oční sítnice a chrání oči před poškozením ultrafialovým zářením a následnou ztrátou zraku, snižuje riziko makulární degenerace a šedého zákalu. V rozvinutých zemích je právě makulární degenerace hlavní příčinou oslepnutí osob nad 55 let, u nás postihuje každého dvacátého seniora. Makula, centrální část oční sítnice, je důležitá pro jasné a ostré vidění. Onemocnění makulární degenerací poškozuje právě makulu (Šivěl a kol., 2013).

Je také důležitým antioxidantem, má silné antioxidační vlastnosti a preventivně chrání oči před slunečním zářením, před nečistým ovzduším, zplodinami kouření a UV zářením (Šivěl a kol., 2013). Nežádoucí účinky luteinu nejsou pravděpodobné. Naopak, vysoké dávky snižují riziko rakoviny plic. Přírodními zdroji luteinu jsou dýně a tmavě zelené druhy zeleniny (Vrbová, 2008).



*Obr. 5 Lutein (Tanumihardjo, 2013)*

#### **5.5.1.4 Kryptoxantin a jeho vliv na člověka**

Žluté barvivo patřící mezi karotenoidy. V lidském těle je kryptoxantin přeměňován na Vitamin A. V České republice se nesmí používat k barvení potravin. Jeho hlavními zdroji jsou mango, pomeranče a broskve. Nežádoucí účinky na člověka jsou nepravděpodobné. Naopak, tento flavonoid snižuje riziko rakoviny děložního hrdla (Vrbová, 2008).

#### **5.5.1.5 Zeaxantin a jeho vliv na člověka**

Chrání oči před volnými radikály, které mohou vyvolat degeneraci makuly a postupně oslepnutí. Chrání také před některými druhy nádorů. Ve vyšších koncentracích se nachází v řechicích, špenátu a řepě (Mindell a Mundisová, 2006).

### **5.6 Fenolické antioxidanty**

Jsou látky s jedním nebo více benzenovými kruhy, které bývají substituované jednou nebo více hydroxylovými (OH) skupinami. Jsou součástí potravin rostlinného původu a mají velký význam pro lidský organismus tím, že vykazují antivirové, protizánětlivé, antimikrobní a antialergenní účinky (Stratil, 2007).

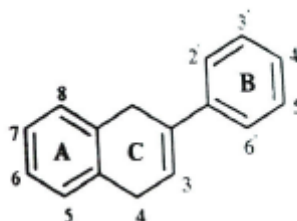
#### **5.6.1 Flavonoidy**

Patří mezi sekundární rostlinné metabolity. Rostlinné metabolity se dělí do tří skupin: alkaloidů, terpenů a fenyylpropanoidů s příslušnými fenolickými sloučeninami. Nejvýznamnější skupinou fenolických sloučenin jsou flavonoidy (Klejduš a kol., 2003).

Přírodní flavonoidy se vyskytují především ve formě O-glykosidů, které ve své molekule obsahují necukernou (aglykon) a cukernou složku. Při technologickém zpracování za vyšších teplot a v kyselém prostředí, může docházet k hydrolýze glykosidů a vzrůstu koncentrace aglykonů. Flavonoidy jsou významné antioxidanty

zejména proto, že za vhodných podmínek jsou účinné právě i jejich glykosidy, např. rutin, hesperidin, kvercitrin (Pospíšil, 1968).

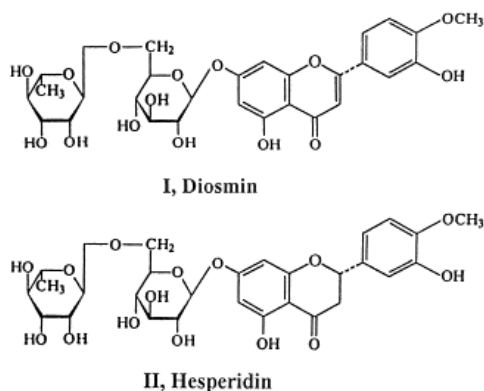
Flavonoidy mají antioxidační účinky dvou typů: jednak reagují s volnými radikály, ale také váží rizikové kovy do neúčinných komplexů. Chelatují železo, takže i tímto mechanismem můžou tlumit oxidační stres tkáně (Štípek a kol., 2000). Bylo prokázáno, že pomáhají chránit kardiovaskulární systém, působit preventivně proti ateroskleróze a ředit krev. Jejich nezanedbatelnou funkcí je prevence před různými typy rakoviny, jako např. rakovina tlustého střeva, žaludku nebo jater (Petrošová, 2010). V podobě potravinových doplňků jsou hojně nabízeny například pod názvem resveratrol ze slupek hroznů a silymarin ze semen ostropestřce mariánského (Strunecká, 2011).



**Obr. 6** Struktura flavonoidů (Benešová a kol., 1997)

### 5.6.1.1 Diosmin a hesperidin a jejich vliv na člověka

Oba flavonoidy jsou široce používány pro jejich antioxidační vlastnosti. Nedávné klinické studie prokázaly, že je vhodné použít diosmin a hesperidin při léčbě bércových vředů a hemoroidů. Oba vykazují velmi dobrou snášenlivost a jsou považovány za zcela bezpečné a netoxické pro člověka. Obecně stoupá zájem o tyto flavonoidy pro léčbu chronické žilní nedostatečnosti (El-Shafae, 2001).



**Obr. 7** Diosmin a hesperidin (El-Shafae, 2001)

### 5.6.1.2 Rutin a jeho vliv na člověka

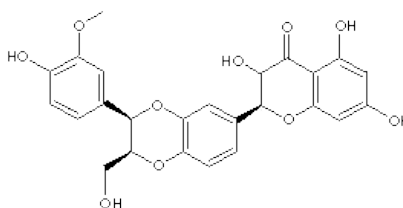
Vedle antioxidačních účinků má rutin příznivé účinky na pružnost a propustnost krevních kapilár a zvyšuje využitelnost kyseliny askorbové z potravy. Bohatým zdrojem rutinu jsou pohanka a šípky (Kaláč, 2003).

### 5.6.1.3 Resveratrol a jeho vliv na člověka

Resveratrol omezuje poškození kardiovaskulárního systému v důsledku oxidativního stresu tím, že neutralizuje volné kyslíkové radikály i reaktivní dusíkaté radikály. Má schopnost pronikat hematoencefalickou bariérou do mozku, tím působí ochranně na mozek a nervové buňky. Snižuje srážení krevních destiček a tím působí proti vzniku krevních sraženin. Resveratrol působí i preventivně, kdy kromě snižování oxidace lipoproteinů podporuje uvolňování cholesterolu ze stěn cév, snižuje viskozitu krve, podporuje činnost výstelky cév, zlepšuje citlivost vůči inzulinu. To všechno jsou patologické změny, v jejichž důsledku nastává infarkt nebo ateroskleróza (Strunecká, 2011). Bohatým zdrojem resveratrolu jsou hrozny révy vinné, dále čínské zelí, brokolice, čekanka a česnek.

### 5.6.1.4 Silymarin a jeho vliv na člověka

Je směsí izomerních flavonolignanů z ostropestřce mariánského – lapá singletový kyslík, inhibuje lipoperoxidaci, chelatuje kovy a zvyšuje syntézu proteinů v hepatocytech. Podáváním silymarinu můžeme upravit jaterní testy u alkoholické cirhózy (Štípek a kol., 2000).



**Obr. 8** Silymarin (*chemicalland21.com, 2015*)

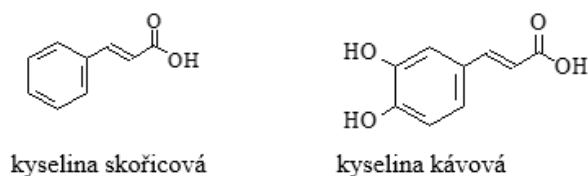
## 5.6.2 Fenolové kyseliny

Jsou běžnou součástí všech rostlinných materiálů a spolu s deriváty fenolových kyselin vykazují účinky primárních antioxidantů. Aktivita závisí na počtu hydroxylových skupin v molekule. Aktivnější antioxidanty jsou kyselina skořicová, kyselina kávová

a její depsid (ester) kyselina chlorogenová (Velíšek, 2002b). Kyselina chlorogenová se ve větším množství vyskytuje v kávě (50-150 mg v šálku kávy), konzumenti kávy tak mohou přijímat více fenolových kyselin než flavonoidů. Kromě kávy jsou bohatým zdrojem také brambory, jablka, hrušky, meruňky a broskve (Slanina a Táborská, 2004).

#### 5.6.2.1 Vliv fenolových kyselin na člověka

Fenolové kyseliny, stejně jako obecně polyfenoly jsou spojovány se snížením rizika vzniku kardiovaskulárních chorob a vzniku rakoviny (především trávicího traktu, prsu, plic a prostaty) (Slanina a Táborská, 2004).



**Obr. 9** Fenolové kyseliny (Trna a Táborská, 2002)

#### 5.6.3 Třísloviny

Označovány také jako taniny, jsou látky fenolické povahy a trpké až hořké chuti. Mezi charakteristické vlastnosti tříslovin patří svíravá chuť a schopnost srážet bílkoviny a alkaloidy (Arndt, 2009).

##### 5.6.3.1 Vliv tříslovin na člověka

Při reakci tříslovin s bílkovinami vznikají sloučeniny odolné vůči proteolytickým enzymům, což je základ účinku na živé tkáně – tvorba ochranného povlaku. Pod tímto vytvořeným povlakem může docházet k regeneraci poškozených tkání. Tento účinek se nazývá adstringentní. Třísloviny se považují jako účinné látky při onemocněních trávicího traktu, popáleninách a poraněních kůže. Dále mohou pomáhat při průjmech, krváceních a také jako protijed při otravách těžkými kovy a některými alkaloidy. Při zevním použití mají protizánětlivý a antibakteriální účinek (Arndt, 2009).

*Zdroj:* jsou obsaženy v borůvkách, trnkách, ostružinách, brusinkách, tymiánu, šalvěji aj. (Arndt, 2009).

## 5.7 Melatonin

Hormon s antioxidačním působením produkuje během spánku epifýza<sup>4</sup>. Hlavním úkolem melatoninu je dodržování pravidelných životních rytmů, především střídání bdění a spánku, tvoří naše vnitřní hodiny.

Jako mnoho jiných hormonů klesá jeho produkce s věkem. Jako prevence poklesu produkce existují doplňky, které zpomalují onen pokles tím, že brání nadměrným oxidačním pochodům, jež při některých onemocněních včetně Alzheimerovy choroby poškozují mozkové buňky. Jeho další funkcí je stimulace imunitního systému v potlačování nádorového bujení a hlavně jeho rozšiřování v podobě metastáz (Mindell a Mundisová, 2006).

## 5.8 Koenzym Q<sub>10</sub>

Koenzym Q<sub>10</sub> (dále Co-Q<sub>10</sub>) patří mezi tzv. ubichinony, což je velká skupina látek, které se vyskytují všude v přírodě („ubi“ znamená „všude“). Jsou obsaženy v živočišné tkáni, v rostlinách i mikroorganismech. Ve vyšších koncentracích se Co-Q<sub>10</sub> vyskytuje v játrech, srdci, slezině, ledvinách, slinivce a nadledvinách (Benešová a kol., 1997).

S postupujícím věkem produkce Co-Q<sub>10</sub> klesá, což se uvádí v souvislosti se vznikem některých chronických onemocnění. Hladinu Co-Q<sub>10</sub> snižuje nevhodné stravování, onemocnění a časté opakování stresových situací. Zvyšuje účinnost vitaminů s antioxidačními účinky, posiluje imunitní systém a potlačuje krvácení z dásní (Mindell a Mundisová, 2006).

*Zdroj:* maso, luštěniny, zelená, vejce a mléčné produkty; jeho množství klesá s delším skladováním a tepelnou úpravou jídla.

## 5.9 Ginkgo biloba (Jinan dvoulaločný)

Extrakt získaný z vějířovitých listů (extrahováním sušených mletých listů acetonem a vodou) prokazuje silné antioxidační vlastnosti. V současné době je stále více využíván v neurologii. Účinek ginkgo biloby může být způsoben jednotlivými účinnými složkami nebo kombinovaným působením mnoha aktivních látek nalezených v extraktech. Nejdůležitějšími látkami jsou flavonoidy a terpenoidy. Z flavonoidů jsou nejdůležitější

---

<sup>4</sup> Šišinka; část mezimozku.

glykosidy kaempferol, quercetin a isorhamnetin s glukosou nebo rhamnosou (Kleijnen a Knipschild, 1992).

### **5.9.1 Vliv ginkgo biloby na člověka**

Zvyšuje přítok krve do nervových vláken zrakových a sluchových nervů, takže je cenným pomocníkem při léčbě makulární degenerace (zmíněna v kapitole 5.2.1) a jiných očích poruch spojených s cukrovkou. Důležitý je také při zotavování z určitých typů mozkových příhod a zranění hlavy. Ginkgo biloba je vhodná při léčbě astmatu a působí preventivně proti úbytku paměti nastávající s přibývajícím věkem a zlepšuje paměť a soustředěnost u zdravých lidí (Jordán, 2001).

## **5.10 Skupina česneků (*Alium*)**

Do této skupiny můžeme zařadit víc jak 500 různých druhů česneků, přičemž nejvyšší antioxidační aktivitu vykazuje česnek setý (*Alium sativum*), dále cibule, šalotka a pórek. Tato zelenina obsahuje flavonoidy, vitamin C, selen a sloučeniny síry (Mindell a Mundisová, 2006).

### **5.10.1 Vliv na zdraví člověka**

Celý tento komplex se ukázal jako účinný v prevenci proti vzniku rakoviny tím, že potlačuje vliv karcinogenních látek. Dále působí jako prevence ischemické choroby srdeční a mozkové příhody, protože snižuje hladinu cholesterolu v krvi a brání vzniku krevních sraženin. Podporuje játra v jejich detoxikační funkci a tlumí alergické projevy, především u astmatu (Mindell a Mundisová, 2006). Česnek sám o sobě desinfikuje střevní trakt, působí proti nadýmání, zvyšuje vylučování žluči a snižuje hladinu krevního cukru. Cibule má antimikrobiální účinek, upravuje střevní mikroflóru, uklidňuje nervy, příznivě ovlivňuje činnost štítné žlázy a působí proti nachlazení (Stratil, 1993b).

## **5.11 Borůvky**

Jsou vydatným zdrojem polyfenolů, mikronutrientů a vlákniny. Obecně lze říct, že tmavě zbarvené plody obsahují polyfenoly, kterým vděčí za svou barvu (modrou, fialovou, purpurovou), tak za pozitivní zdravotní účinky. Příznivý účinek polyfenolů je

důsledkem jejich schopnosti dodávat vodík ze svých hydroxylových skupin do volných radikálů a tím snižovat jejich vysokou oxidační kapacitu (Kalová a kol., 2012).

#### **5.11.1 Vliv borůvek na zdraví člověka**

Borůvky mají u člověka příznivý vliv na mozek, nervový systém, zrak, udržování rovnováhy při chůzi. Snižují riziko výskytu aterosklerózy a ischemické choroby srdeční. Velmi slibný a důležitý je protektivní účinek na lidský organismus, který zabraňuje projevům stárnutí (Kalová a kol., 2012).

### **5.12 Rostlinná medicína**

Po staletí se k prodloužení údržnosti potravin používají různé byliny a koření. Některé z nich vykazují antioxidační vlastnosti. Hlavními zástupci jsou rozmarýna, šalvěj, dále oregano, tymián, hřebíček, kurkuma aj. (Velíšek, 2002b). Mají zanedbatelnou energetickou hodnotu, ale výraznou chuť a vůni. K výživě nepřispívají obsahem energie a základních živin, ale obsahují různé biologicky aktivní látky, z nichž některé mohou být ve větším množství zdraví škodlivé. Koření svou vůní a pikantní chutí vyvolává a zvyšuje sekreci trávicích šťáv, podporuje chuť k jídlu, stimuluje trávení, vstřebávání živin z potravy a oddělování a vylučování odpadních látek z těla (Stratil, 1993b).

#### **5.12.1 Rozmarýna lékařská (*Rosmarinus officinalis*)**

Účinnost rozmarýnových složek (silice, kyseliny, flavonoidy) dodávají rostlině stimulační schopnosti, především na činnost žlučníku. Díky působení četných polyfenolů má i důležitou antioxidační funkci. Má močopudné a protizánětlivé účinky a usnadňuje vykašlávání. Rostlina také podporuje vylučování toxických látek z jater (Rostlinná medicína, 2003). Další vlastností rozmarýny je podpora trávení a působení proti nadýmání (Stratil, 1993b).

#### **5.12.2 Šalvěj lékařská (*Salvia officinalis*)**

Působením flavonoidů ve své silici má šalvěj protikřečový účinek na trávicí soustavu. Ketony obsažené v její silici působí proti bakteriím a houbám. Jako obklad působí šalvěj protizánětlivě a hojivě v případě aftu, plísni, otoků a křečových žil (Rostlinná medicína, 2003).



### **5.12.3 Kurkumovník pravý (*Curcuma longa*)**

Mezi prokázané účinky kurkumové silice patří podpora tvorby žluči a kurkuminy usnadňují její vylučování. Kurkuminoidy působí silně protizánětlivě a antioxidačně. Oddenek kurkumy se používá při špatném zažívání a překyselení žaludku (Rostlinná medicína, 2003).

### **5.12.4 Hřebíčkovec kořenný (*Syzygium aromaticum*)**

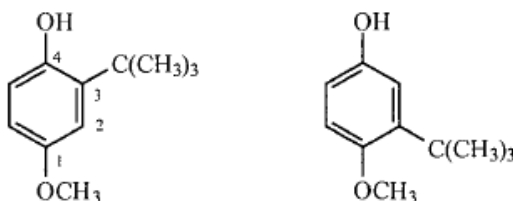
Díky vysokému obsahu eugenolu, má hřebíček a jeho silice silný antioxidační, protizánětlivý a antibakteriální účinek. Je i důležitým analgetikem a jeho acetyleugenol má významný protikřečový účinek. V medicíně je nejčastěji ve směsi s jinými rostlinami předepisován proti nadýmání, gastritidě, revmatickým bolestem a bolestem zubů (Rostlinná medicína, 2003).

## 6 SYNTETICKÉ ANTIOXIDANTY

Jedná se především o sloučeniny fenolového typu a méně používané sloučeniny s dusíkatým heterocyklem nebo dihydrochinolinové sloučeniny (používají se méně pro svou značnou toxicitu). Mezi povolené syntetické antioxidanty v ČR patří BHA, BHT, TBHQ, galláty a fumarová kyselina (Miturová, 2009).

### 6.1 BHA

Butylhydroxyanisol (BHA) je směs dvou izomerů a je účinný zejména pro ochranu tuků obsahujících mastné kyseliny s kratším řetězcem (kokosový olej). Používá se v obalových materiálech, odkud může migrovat do potravin. BHA vykazuje synergismus s BHT a galláty a ve srovnání s BHT poněkud vyšší tzv. *carry-through* efekt, což znamená, že je účinný jako antioxidant v produktu po konečném tepelném zpracování (Velíšek, 2002b).



*Obr. 10 Směs izomerů BHA (Velíšek, 2002b)*

#### 6.1.1 Vliv BHA na zdraví člověka

Většina studií naznačila, že je tato látka bezpečná pro lidské zdraví. Existují však studie, které prokázaly, že dlouhodobé podávání vyšších látek způsobuje karcinom předžaludku u pokusných krys. Jelikož se to týká orgánu, který se u lidí nevyskytuje, není jisté, do jaké míry jsou tyto výsledky důležité. Podle některých studií může BHA vyvolávat či zhoršovat kopřivku. Podle organizace CSPI je vhodnější BHA nahradit bezpečnějšími látkami (např. tokoferoly) (Vrbová, 2008).

## 6.2 BHT

Butylhydroxytoulén je ve srovnání s BHA účinnější antioxidant živočišných tuků. Používá se ve výrobě snídaňových cereálií, bramborových lupínek, másla, olejů a margarínů. Do potravin lze přidat maximálně 400 mg/kg, přičemž ADI pro BHT je 0,125 mg/kg tělesné hmotnosti (Míturová, 2009).

### 6.2.1 Vliv BHT na zdraví člověka

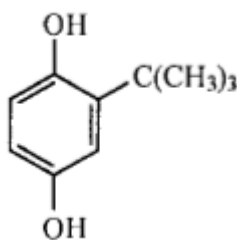
Rezidua BHT se hromadí v lidské tukové tkáni. U pokusných zvířat vysoké dávky BHT způsobovaly toxické účinky na játra, plíce a ledviny. Organizace CSPI doporučuje vyhýbat se této látce pro podezření, že může ovlivňovat zdraví lidí způsobem jako BHA (Vrbová, 2008).

### 6.2.2 Využití

V České republice se smí BHT používat jako antioxidant v omezené míře v určitých potravinách: tuky a oleje pro hromadnou výrobu tepelně opracovaných potravin, oleje a tuky na smažení, sádlo, lůj, rybí tuk, drůbeží sádlo a skopový lůj, žvýkačky a doplňky stravy (Vrbová, 2008).

## 6.3 TBHQ

2-*tert*-butylhydrochinon patří k nejlepším antioxidantům tuků určených na smažení. Živočišné tuky mají málo přírodních antioxidantů, a proto je často nezbytné k nim přidávat syntetické nebo přírodní antioxidanty. *Carry-trough* efekt je srovnatelný s BHA. Pro ochranu rostlinných olejů je možno k TBHQ přidat chelatační činidlo (např. kyselinu citronovou). Jako difenolový antioxidant reaguje TBHQ s hydroperoxylovými radikály za vzniku semichinonových radikálů (Velíšek, 2002b) (Vrbová, 2008).

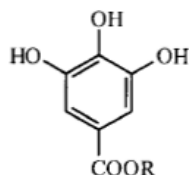


Obr. 11 TBHQ (Velíšek, 2002b)

## 6.4 Galláty

Jsou estery kyseliny gallové, která se v menším množství vyskytuje v potravinách rostlinného původu. Účinnost gallátů oproti BHA, BHT, TBHQ je vyšší v bezvodých tucích (Velíšek, 2002b).

Propyl-gallát je vhodný pro stabilizaci živočišných tuků (sádla, loje). V emulzích, kde jsou galláty rozpustnější, jsou méně aktivní než fenolové antioxidanty BHA a BHT. Propyl-gallát je relativně nestálá sloučenina, a proto není vhodný pro tuky určené na smažení, kde teplota přesahuje 190 °C. Vykazuje tedy i slabý *carry-through* efekt. S ionty železa tvoří modročerné komplexy, a proto se vždy používá s chelatačními činidly (kyselina citronová). Hlavní produkt degradace propyl-gallátu je ellagová kyselina, vykazuje taktéž antioxidační vlastnosti (Velíšek, 2002b).



propyl-gallát, R = CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>

oktyl-gallát, R = CH<sub>2</sub>[CH<sub>2</sub>]<sub>6</sub>CH<sub>3</sub>

dodecyl-gallát, R = CH<sub>2</sub>[CH<sub>2</sub>]<sub>10</sub>CH<sub>3</sub>

*Obr. 12 Galláty (Velíšek, 2002b)*

## 7 DOPLŇKY STRAVY S ANTIOXIDANTY

### Kyselina lipoová



Je jedním z mála antioxidantů, které jsou rozpustné ve vodě i v tucích a schopné pronikat buněčnou membránou. Pomáhá detoxifikaci jater od těžkých kovů (terraternal.com, 2015).

*Obr. 13 Kyselina lipoová (terraternal.com, 2015)*

### Beta karoten s biotinem a selenem



Beta-karoten je provitamin vitamínu A, je důležitý pro správnou funkci zraku a má pozitivní účinek na pokožku. Jeho další vlastností je posilování imunitního systému. Přidaný biotin a selen mají příznivý vliv na růst vlasů (lekarna.cz, 2015).

*Obr. 14 Walmark Betakaroten PLUS (lekarna.cz, 2015)*

### Smoklin



Vitaminový přípravek určený proti negativním vlivům kouření. Je vhodné jej užívat dlouhodobě, aby byl účinek efektivní. Přispívá k regeneraci organismu řadou přírodních antioxidantů. Obsahuje extrakt tymiánu a mateřídoušky (lekarna.cz, 2015).

*Obr. 15 Smoklin (prozdravi.cz, 2015)*

**Tab. 3** Nejčastější doplňky stravy s antioxidanty (upraveno dle Fremutha, 2013)

<b>Nejčastější antioxidanty</b>	
<b>vitaminy C, E, B6 (pyridoxin), beta-karoten, koenzym Q,</b>	odstraňují volné radikály a toxické látky
<b>flavonoidy, výtažky z hroznového vína a zeleného čaje, ovoce</b>	snižují ukládání cholesterolu a zpomalují stárnutí
<b>Ginkgo biloba, ostropestřec, rakytník</b>	široké spektrum účinků

**Tab. 4** Doplňky stravy - vitaminy a minerální látky (upraveno dle Fremutha, 2013)

<b>Nejčastější vitaminy a minerální látky</b>	
<b>vitaminy B1, B2, B6, B12, kyselina listová</b>	podpora nervů, mozku a krvevroby, redukce homocysteinu, ochrana cév a srdce
<b>selen, zinek (+ vit. A, E)</b>	potřebné pro funkci antioxidantních enzymů, podpora imunity
<b>jód</b>	nezbytný pro funkci štítné žlázy
<b>vápník + křemík + vitamin D + hořčík</b>	proti osteoporóze, pro svaly a činnost srdce, nezbytný pro svalový výkon a činnost srdce

## 8 ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala charakteristikou antioxidantů a jejich působením na lidský organismus. Zaměřila jsem se především na obecný popis, potravinové zdroje a vliv na zdraví člověka. Z odborných výzkumů vyplývá, že přírodní antioxidanty jsou pro naše tělo nezbytnou součástí, především jako prevence vzniku nádorového bujení, kardiovaskulárních chorob a různých druhů neurodegenerativních onemocnění jako Alzheimerova či Parkinsonova choroba. Antioxidanty jsou také nezbytnými pomocníky při správném fungování zraku, paměti a snižování hladiny LDL cholesterolu. Fenolické antioxidanty mají velký význam pro lidský organismus tím, že vykazují antivirové, protizánětlivé, antimikrobní a antialergenní účinky.

Lidské tělo má vybudovaný vlastní antioxidační systém. Tento systém není vždy schopen udržovat rovnováhu v redoxním systému organismu. Je proto nutné, dodávat tělu potraviny s obsahem antioxidantů, aby se zabránilo vzniku oxidačního stresu. Nejvíce antioxidantů nalezneme v zelenině, ovoci a v luštěninách. Další významné antioxidanty můžeme hledat v koření, mrkvi, cibuli a česneku.

Existuje mnoho potravinových doplňků, které mohou potlačit projevy různých onemocnění nebo působit jako prevence jejich vzniku. Je daleko lepší, předcházet svou životosprávou stavům, kdy jsou tyto přípravky potřeba, dopřávat si všeho, ale ve „zdravé“ míře. Základem pevného zdraví je strava obsahující vyvážené množství potravin. Jídelníček by měl zahrnovat dostatek ovoce, zeleniny, mléčných a pekárenských výrobků (především celozrnné pečivo).

## 9 POUŽITÉ ZDROJE

ANON. Kyselina lipoová. In: *Terraternal.com* [online] © 2015 [cit. 2. 3. 2015]. Dostupné z: <<http://www.terraternal.com/Products/ProductDetailsInfo/cs/Alpha-Lipoic-Acid/542/7.aspx>>

ANON. Silymarin. In: *Chemicaland21.com* [online] © 2015 [cit. 12. 4. 2015]. Dostupné z: <<http://chemicaland21.com/specialtychem/nd/SILYMARIN.htm>>

ANON. Smoklin. In: *Prozdravi.cz* [online] ©2015 [cit. 12. 3. 2015]. Dostupné z: <<http://www.prozdravi.cz/smoklin-30-tob.html>>

ANON. Vitamin A. In: *Wikipedia.org* [online] ©2015 [cit. 12. 4. 2015]. Dostupné z: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn\\_A](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_A)>

ANON. Walmark Betakaroten PLUS. In: *Lékárna.cz* [online] ©2015 [cit. 28. 2. 2015]. Dostupné z: <<http://www.lekarna.cz/walmark-betakaroten-plus-15mg-90-30-tobolek/>>

ARNDT, T., Třísloviny. In: *Celostnimediceina.cz* [online]. 11.6.2009 [cit. 17. 3. 2015]. Dostupné z:<<http://www.celostnimediceina.cz/trisloviny.htm>>

ARNDT, T., Glutathion. In: *Celostnimediceina.cz* [online]. 20.1.2011 [cit. 19. 3. 2015]. Dostupné z: <<http://www.celostnimediceina.cz/glutathion.htm>>

BENEŠOVÁ, L. a kol., 1997. *Potravinářství 4: kroky ke zdraví*. 1. vyd. Praha: ÚZPI-Ústav zemědělských a potravinářských informací, 155 s. ISBN 80-851-2056-9.

DUŠEK Ladislav a kol. In: *Epidemiologie zhoubných nádorů v České republice* [online]. Masarykova univerzita, [2005], [cit. 2015-4-22]. Dostupný z: <<http://www.svod.cz>> Verze 7.0 [2007], ISSN 1802 – 8861.

EL-SHAF AE, Azza M a Maher M EL-DOMIATY, 2001. *Improved LC methods for the determination of diosmin and/or hesperidin in plant extracts and pharmaceutical formulations*. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* [online]. 26 (4), s. 539-545 [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0731708501004769>>



GREY, A. D.N.J. de., 2002 HO<sub>2</sub>•: The Forgotten Radical. *DNA and Cell Biology* [online]. 21 (4), s. 251-257 [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: <<http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/104454902753759672>>

FREMUTH, F., 2013. *Život na hraně a dál--*. 2., dopl. vyd. Praha: HTF. ISBN 978-802-6047-599.

HAVELKOVÁ, A., 2006. *Oxidační stres, lidské choroby a biomarkery*. Bioprospect. 2006, č. 4, s. 24-25. Dostupné z: [http://bts.vscht.cz/sites/default/files/Bioprospect\\_3a4.pdf#page=26](http://bts.vscht.cz/sites/default/files/Bioprospect_3a4.pdf#page=26)

HOLEČEK, V., 2006. *Volné radikály, antioxidanty a jak dále*. Klinická biochemie a metabolismus. č. 3, s 140 – 145.

HOLEČEK, V., 2010. *Oxidační stres u nádorových onemocnění*. Klinická biochemie a metabolismus. č. 4, s. 225 – 230.

HUMPULOVÁ, L., 2009. *Antioxidanty v potravinách*. Zlín. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Pavel Hanuštiak.

JORDÁN, V. a M. HEMZALOVÁ, 2001. *Antioxidanty: zázračné zbraně : vitaminy, minerály, stopové prvky, aminokyseliny a jejich využití pro zdravý život*. Vyd. 1. Brno: Jota, 153 s. ISBN 80-7217-156-9.

KALÁČ, P., 2003. *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. 1. vyd. České Budějovice: Dona, 130 s. ISBN 80-732-2029-6.

KALOVÁ, H. a kol., 2012 *BORŮVKY – současné názory na jejich fytochemický potenciál a zdravotní význam*. Prevence úrazů, otrav a násilí [online], roč. 8, č. 1, s. 85-93 [cit. 8. 3. 2015]. Dostupné z:<<http://casopis-zsfju.zsf.jcu.cz/prevence-urazu-otrav-a-nasili/administrace/clankyfile/20120725093506063563.pdf>>

KERESTEŠ, J., 2011. *Zdravie a výživa ľudí*. Vyd. 1. Bratislava: CAD Press, 1037 s. ISBN 978-80-88969-57-0.

KLEIJNEN, J. a P. KNIPSCHILD, 1992. *Ginkgo biloba*. [online]. s. 1136-1139 [cit. 25. 2. 2015]. Dostupné z:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/014067369293158J>>

KLEJDUS B. a kol., 2003. *Identifikace a charakterizace isoflavonů v rostlinných extraktech za použití kombinace HPLC s hmotnostním detektorem a detektorem s diodovým polem (HPLC-DAD-MS)*. Chemické listy, 97 (7), s. 530 – 539.

KODÍČEK, M. In: *Vydavatelstvi.vscht.cz* [online]. [cit. 2.1.2015]. Dostupný z: <[http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-002\\_v1/hesla/tokoferol.html](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-002_v1/hesla/tokoferol.html)>

KVASNIČKOVÁ, A., 2000. *Potravinářství IV: Přírodní antioxidanty v potravinách*. Praha: ÚZPI, ISBN 80-7271-003-6.

LENNEY, W., a kol., 2009. *Medicines used in respiratory diseases only seen in children*. European Respiratory Journal [online]. 34(3), s. 531-551 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19720806>>

RAHMAN K., 2007. *Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors*. Clinical Interventions in Aging [online], 2(2), s. 219-236 [cit. 2014-11-05]. Dostupné z: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2684512/>>

MINDELL, E. a H. MUNDISOVÁ, 2006. *Nová vitaminová bible: nejnovější informace o vitamínech, minerálních látkách, antioxidantech, léčivých rostlinách, o doplňcích stravy, léčebných účincích potravin i lécích používaných v homeopatii*. Vyd. 2., (dopl., přeprac.). V Praze: Ikar, 572 s. ISBN 80-249-0744-5.

MITUROVÁ, V., 2009. *Antioxidanty přírodní a syntetické*. Zlín, Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Soňa Škrovánková, Ph.D.

PASSWATER, R., c2002. *O antioxidantech*. Praha: Pragma, 94 s. ISBN 80-7205-897-5.

PETROŠOVÁ, K., 2010. Překlad. *Antioxidanty: zpomalte čas dietou*. 1. vyd. Praha: Sun, ISBN 9788073713447

PLÁTENÍK, J., 2009. *Volné radikály, antioxidanty a stárnutí*. Interní medicína pro praxi. s. 30-33. ISSN 1212-7299.

POSPÍŠIL, J., 1968. *Antioxidanty*. 1. vyd. Praha: Academia, 273 s.

RACEK, J., c2003. *Oxidační stres a jeho ovlivnění*. 1. vyd. Praha: Galén, 89 s. ISBN 80-7262-231-5.

RACEK, J. a V. HOLEČEK, 1999. *Enzymy a volné radikály*. Chemické listy, s. 774-780.

*Rostlinná medicína*, 2003. Vyd. 1. Praha: Výběr Reader's Digest, 352 s. ISBN 80-86196-73-9.

SLANINA, J. a E. TÁBORSKÁ, 2004. *Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka*. Chemické listy. Praha: Česká společnost chemická, 98 (5), s. 239-245. ISSN 0009-2770.

STONE, Neil J., a kol., 2014. *ACC/AHA Guideline on the Treatment of Blood Cholesterol to Reduce Atherosclerotic Cardiovascular Risk in Adults*. Journal of the American College of Cardiology [online], 63 (25), s. 2889-2934 [cit. 21. 2. 2015]. Dostupné z: <<http://content.onlinejacc.org/mobile/article.aspx?articleid=1879710>>

STRATIL, P., 1993a. *ABC zdravé výživy*. Vyd. 1. Brno: P. Stratil, 345 s. ISBN 80-900-0298-6.

STRATIL, P., 1993b. *ABC zdravé výživy - Díl 2*. 1.vyd. Brno: Stratil, 580 s. ISBN 80-900029-8-6.

STRATIL, P., 2007. *Fenolové látky v poživatinách a metody stanovení jejich antioxidační aktivity*. Habilitační práce. MZLU v Brně, 111 s.

STRATIL, P., B. KLEJDUS a V. KUBÁŇ, 2007. *Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals*. Talanta.. sv. 71, č. 4, s. 1741-1751. ISSN 0039-9140.

STRUNECKÁ, A. a J. PATOČKA, 2011. *Doba jedová*. Vyd. 1. Praha: Triton, 295 s. ISBN 978-80-7387-469-8.

SULLIVANOVÁ, K., 1998. *Vitaminy a minerály v kostce*. 1.vyd. Praha: Slovart, 58 s. ISBN 80-7209-068-2.

ŠTINDLOVÁ, J., 2012. *Možnosti enkapsulace přírodních antioxidantů*. Brno, Diplomová práce, FCH VUT Brno.

ŠTÍPEK, S., 2000. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a nemoci*. 1. vyd. Praha: Grada, 314 s. ISBN 80-7169-704-4.

ŠIVĚL, M. a kol., 2013. *Lutein - významný karotenoid ve výživě člověka*. Chemické listy. s. 456-463. Dostupné z: <[http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2013\\_06\\_456-463.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2013_06_456-463.pdf)>

TANUMIHARDJO, S. A., 2013. *Carotenoids and human health*. Nutrition and health (Totowa, N.J.), s. 331. ISBN 978-1-62703-203-5.

TRNA, J., E. TÁBORSKÁ, 2002. *Přírodní polyfenolové antioxidanty*. [online] s. 9 [cit. 18. 3. 2015]. Dostupné z:<[www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf](http://www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf)>

VELÍŠEK, J., 2002a. *Chemie potravin 2*. Vyd. 2., upr. Tábor: OSSIS, 303 s. ISBN 80-86659-01-1.

VELÍŠEK, J., 2002b. *Chemie potravin 3*. Vyd. 2., upr. Tábor: OSSIS, xii, 343 s. ISBN 80-86659-02-x.

VRBOVÁ, T., 2008. *Víme,co jíme? aneb: Průvodce 'Éčky' v potravinách*. 3.vyd. EcoHouse, 280 s. ISBN 80-238-7504-3.

YING, W., 1993. *Deleterious network hypothesis of Alzheimer's disease*. Medical Hypotheses [online], 46 (5) s. 421-428 [cit. 22. 2. 2015].

Dostupné z: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306987796900213>>

YOUNGSON, R., 1995. *Antioxidanty - cesta ke zdraví: jak odstranit vliv volných radikálů*. Vyd. 1. Brno: Jota, 143 s. ISBN 80-85617-56-0.

## 10 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Ukládání aterosklerotických plátů .....</i>	14
<i>Obr. 2 Vitamin C.....</i>	19
<i>Obr. 3 Vitamin A.....</i>	21
<i>Obr. 4 Vitamin E - tokoferol .....</i>	22
<i>Obr. 5 Lutein.....</i>	26
<i>Obr. 6 Struktura flavonoidů.....</i>	27
<i>Obr. 7 Diosmin a hesperidin.....</i>	27
<i>Obr. 8 Silymarin .....</i>	28
<i>Obr. 9 Fenolové kyseliny .....</i>	29
<i>Obr. 10 Směs izomerů BHA .....</i>	34
<i>Obr. 11 TBHQ.....</i>	35
<i>Obr. 12 Galláty.....</i>	36
<i>Obr. 13 Kyselina lipoová .....</i>	37
<i>Obr. 14 Walmark Betakaroten PLUS .....</i>	37
<i>Obr. 15 Smoklin .....</i>	37

## 11 SEZNAM ZKRATEK

ADI – Acceptable Daily Intake (akceptovaný denní příjem)

BHA – butylhydroxyanisol

BHT – butylhydroxytoulén

Co-Q<sub>10</sub> – Koenzym Q<sub>10</sub>

CSPI – Center for Science in the Public Interest

DNA – deoxynukleová kyselina

EPR – elektronová paramagnetická spinová rezonanční spektrometrie

LDL – low density lipoprotein

RNS – Reactive Nitrogen Species

ROS – Reactive Oxygen Species

SOD – superoxiddismutáza

TBARS – thiobarbituric acid reactive species

TBHQ – 2-terc-butylhydrochinon

UV – ultrafialové záření

VR – volný radikál