

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA**

126257

**ANTIOXIDAČNE PÔSOBIACE ZLOŽKY V RÔZNYCH
DRUHOCH ZELENINY**

2010

Miriama Knaperková

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA**

**ANTIOXIDAČNE PÔSOBIACE ZLOŽKY V RÔZNYCH
DRUHOCH ZELENINY**

Bakalárska práca

Študijný program:	Bezpečnosť a kontrola potravín
Študijný odbor:	6.1.13 Spracovanie poľnohospodárskych produktov
Školiace pracovisko:	Katedra chémie
Školiteľ:	doc., RNDr. Alena Vollmannová, PhD.

Nitra 2010

Miriama Knaperková

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Miriama Knaperková vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Antioxidačne pôsobiace zložky v zelenine“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 30. marca 2010

Miriama Knaperková

Pod'akovanie

Touto cestou by som sa rada pod'akovala vedúcemu diplomovej práce doc., RNDr. Alene Vollmannovej, PhD za odborné vedenie, cenné rady, pripomienky a podnety, ktoré výraznou mierou prispeli k skvalitneniu mojej práce.

Abstrakt

Antioxidanty sa nachádzajú všade okolo nás. Ich prospešnosť pre naše zdravie si častokrát neuvedomujeme. Sú to látky brániace oxidačnému stresu spôsobovať negatívne účinky v našom tele, ktorý môže byť vyvolaný nielen stravou ale aj neprimeranou psychickou a fyzickou záťažou, ktorej často krát nevedomky podliehame. Práve preto, náš životný štýl by sa mal uberať správnou cestou zdravia. Náš jedálny lístok by mal zahŕňať také potraviny, ktoré zabezpečia aspoň minimálnu dennú dávku antioxidantne pôsobiacich látok. Medzi tieto potraviny patrí nielen ovocie so svojim významným množstvom vitamínov, minerálnych látok, sacharidov ale, aj zelenina. Zelenina by mala tvoriť významnú časť jedálneho lístka každého človeka. V porovnaní s ovocím obsahuje nižší podiel sacharidov, častokrát vyšší podiel prospešnej vlákniny a najmä farebné druhy zeleniny obsahujú aj vysoký podiel antioxidantne pôsobiacich zložiek. Najviac konzumované druhy zeleniny u nás sú z čeľade mrkvovité, cibuľovité a kapustovité. Významnými zástupcami sú mrkva, zeler, cibuľa, cesnak, kapusta, karfiol. Tieto druhy zeleniny majú v našich podmienkach dlhú tradíciu pestovania a konzumácie. Pravidelným príjmom stravy s bohatým zastúpením týchto druhov sa do ľudského organizmu dostávajú karotenoidy (mrkva, zeler), alicín (cesnak, cibuľa), glukozinoláty kapusta, karfiol). Tieto chemoprotektívne komponenty zeleniny prispievajú k zvyšovaniu účinnosti antioxidantných mechanizmov nášho tela.

Kľúčové slová: Antioxidanty, oxidačný stres, voľné radikály, zelenina, zdravie

Abstrakt

Antioxidants are found everywhere around us. Their benefit to our health often can not realize. These are substances which prevent oxidative stress to cause adverse effects in our body, which can be induced not only food but also a disproportionate psychological and physical burden, which often unwittingly subject. Hence, our lifestyle would be the right way forward for health. Our diet should include foods such as to ensure a minimum daily dose of antioxidant active substances. These foods are not only fruit with its many important vitamins, minerals, carbohydrates but also vegetables. Vegetables should form a significant part of the menu of every human being. Compared with less fruit contains carbohydrates, often a higher proportion of beneficial fiber, and especially colored vegetables also contain a high proportion of active antioxidant components. Most types of vegetables consumed by us are from families Apiaceae, onion and brassicas. Important representatives are carrots, celery, onion, garlic, cabbage, cauliflower. These vegetables are in our long history of cultivation and consumption. Regular intake of diet rich representation of these species to humans receiving carotenoids (carrots, celery), alicin (garlic, onion), glucoside (cabbage, cauliflower). These chemoprotective components of vegetables contribute to increasing the efficiency of antioxidant mechanisms of the body.

Key words: Antioxidants, oxidative stress, free radicals, vegetables, health

Obsah

Obsah	7
Úvod	9
1 Cieľ práce	10
2 Metodika práce	11
3 Výsledky práce – prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	12
3.1 Prírodné zdroje antioxidantov.....	12
3.2 Oxidačný stres.....	12
3.3 Antioxidanty.....	13
3.4 Klasifikácia antioxidantov.....	14
3.4.1 Enzymatické antioxidanty.....	14
3.4.1.1 Superoxiddismutáza.....	15
3.4.1.2 Kataláza.....	15
3.4.2 Neenzymatické antioxidanty.....	16
3.4.2.1 Transferín.....	16
3.4.2.2 Laktoferín.....	16
3.4.2.3 Vitamín C (kyselina askorbová).....	17
3.4.2.4 Vitamín E (tokoferol).....	17
3.4.2.5 Karotenoidy.....	18
3.4.2.6 Selén.....	18
3.4.3 Iné antioxidanty.....	19
3.4.3.1 Fytochemikálie.....	19
3.4.3.2 Koenzým Q10.....	20
3.5 Zelenina.....	21
3.6 Konzumné časti zeleniny.....	21
3.7 Botanická klasifikácia.....	22
3.8 Farba.....	22
3.9 Rozdelenie druhov zeleniny.....	23
3.10 Najpoužívanejšie rastlinné čeľade pestované ako zelenina na Slovensku.....	23
3.10.1 Čeľad' mrkvovité (<i>Apiaceae</i>).....	23
3.10.1.1 Mrkva siata (<i>Daucus sativa</i>).....	24
3.10.1.2 Zeler bulvový (<i>Apium graveolens</i>).....	24
3.10.2 Čeľad' cibuľovité (<i>Alliaceae</i>).....	25

3.10.2.1 Cibuľa kuchynská (<i>Alium cepa</i>).....	25
3.10.2.2 Cesnak kuchynský (<i>Alium sativum</i>).....	26
3.10.3 Čeľad' kapustovité (<i>Brassicaceae</i>).....	26
3.10.3.1 Kapusta karfiolová (<i>Brassica oleracea botrytis</i>).....	27
3.10.3.2 Kapusta obyčajná (<i>Brassica oleracea capitata</i>).....	27
3.11 Vplyv technologických postupov na zmeny antioxidačnej aktivity zeleniny.....	28
3.12 Vplyv antioxidačne pôsobiacich látok v zelenine na zdravie konzumenta.....	29
Záver.....	31
Zoznam použitej literatúry.....	32
Prílohy.....	40

Úvod

Racionálna strava má veľký význam v živote človeka. Nielen kvôli tomu, že dokáže nasýtiť, ale aj zabezpečiť správne fungovanie organizmu. Takouto stravou môžu byť rôzne druhy ovocia a zeleniny, ktoré obsahujú veľké množstvo fytochemikálií, minerálov, vitamínov, vďaka ktorým je možné zlepšiť zdravotný stav človeka počas ochorenia, ale aj zabezpečiť prevenciu pred rôznymi civilizačnými ochoreniami. V ovocí môžeme však aj veľké množstvo prírodných sacharidov, ale zelenina obsahuje viac vlákniny a tým sa stáva cennou zložkou racionálnej výživy. Medzi najpoužívanejšie rastlinné čeľade pestované na Slovensku patrí čeľaď mrkvovité, cibuľovité a v neposlednom rade aj kapustovité. Ich význam je predovšetkým v zložení a v pomere obsiahnutých látok, ktoré môžu byť ovplyvnené rôznymi faktormi. Práve preto som sa v mojej práci snažila zamerať na antioxidačne pôsobiace zložky v rôznych druhoch zeleniny, ktoré by mali byť každodennou súčasťou nášho jedálneho lístka. Zložky obsiahnuté v zelenine by nám mali pomôcť sa vysporiadať so všetkými vplyvmi, ktoré vplývajú na náš organizmus z obklopujúceho prostredia a zabrániť pôsobeniu oxidačného stresu vytvárať negatívne účinky vo vnútri organizmu a tým zabrániť aj tvorbe rôznych typov ochorení, ktoré nezabezpečujú až takú pohodu, ako keď človek sa nachádza stave zdravia.

1 Cieľ práce

Cieľ predkladanej záverečnej práce je:

- Sumarizácia poznatkov o účinkoch, zdrojoch a výskyte antioxidantov v rôznych druhoch zeleniny.
- Spracovanie prehľadu o zdrojoch a pôsobení antioxidantne pôsobiacich zlúčenín na organizmus.
- Vypracovanie literárneho prehľadu o danej tematike.
- Spracovanie rôznych pohľadov na obsah antioxidantne pôsobiacich látok v racionálnej výžive.

2 Metodika práce

Podkladové informácie pre vypracovanie danej práce, získané štúdiom vedeckých prác publikovaných v zborníkoch z vedeckých konferencií a vo vedeckých časopisoch, vedeckých a odborných monografií a učebných textov sme získali a spracovávali nasledovne:

- Pomocou bibliografických databáz a kľúčových slov sme vyhľadali a zhromaždili vhodné literárne zdroje.
- Získané materiály sme preštudovali a na základe najnovších poznatkov spracovali vlastný prehľad.
- Po zostavení základnej štruktúry našej práce sme kapitoly príbežne dopĺňali o nové poznatky a informácie.
- Na záver sme upravili prácu do konečnej podoby.

3 Výsledky práce – prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

3.1 Prírodné zdroje antioxidantov

Čerstvá zelenina a ovocie sú bohatým zdrojom celého radu základných stopových prvkov, biologicky aktívnych fytochemikálií, vrátane karotenoidov a polyfenolov, ktoré prispievajú k zdraviu človeka (Tamimi et al., 2005). Zelenina, ako napríklad kapusta, repa, paprika, brokolica, špenát, zemiaky, mrkva a kapusta, vykazuje vysokú antioxidačnú aktivitu. Polyfenoly, nachádzajúce sa v rôznych druhoch zeleniny sú výborným zdrojom antioxidantov, ktoré sú významné pre človeka. Môže to byť zelenina, ako je kapusta, brokolica, kel, ružičkový kel a karfiol. Ich značná antioxidačná aktivita sa pripisuje ich vysokému obsahu polyfenolov ale aj vysokému obsahu vitamínu C. Mnohé antioxidanty ako je vitamín C, vitamín E a karotenoidy, sú bežnými zložkami stravy. (Cao, Sofic, Prior, 1996).

Nielen zelenina, ale aj rôzne druhy ovocia obsahujú antioxidačné zlúčeniny. Z jednotlivých druhov ovocia sú to napríklad čerešne, kivi, sušené slivky, olivy a iné (Romani et al., 1999). Aj niektoré potravinárske produkty vyrobené z ovocia, ako je víno obsahujú rôzne polyfenolické látky (Satué et al., 1999). Zelené a čierne čaje boli podrobne študované na antioxidačné vlastnosti, pretože obsahujú viaceré významné fenolové zlúčeniny (Lin et al., 1998). Taktiež liečivé rastliny môžu byť významným zdrojom antioxidantov (Han, Weng, Bi, 2008).

3.2 Oxidačný stres

Za normálnych okolností existuje v organizme rovnováha medzi tvorbou voľných radikálov a pôsobením antioxidačného obranného systému. Táto rovnováha je žiaduca, pretože prevaha jedného či druhého môže viesť k vážnemu poškodeniu organizmu. Častejšie sa vyskytujú stavy s vyšším výskytom voľných radikálov (Havlíková, 2006). Voľné radikály sú vysoko reaktívne molekuly alebo chemické látky obsahujúce nespárené elektróny, ktoré spôsobujú oxidačný stres, ktorý je definovaný ako "nerovnováha medzi oxidantami a antioxidantami v prospech oxidantov, čo môže viesť k poškodeniu" (Sies,

1997). Niektoré voľné radikály sú bežnou súčasťou zdravého metabolizmu, iné sa objavujú alebo sa ich množstvo zvyšuje počas ochorenia alebo psychickej a fyzickej záťaže. Voľné radikály spôsobujú rýchle opotrebovanie tkanivových buniek, predovšetkým, keď sa ich množstvo v tele zvyšuje nesprávnou výživou a pohybom v znečistenom prostredí (Cabálková, 2007).

Voľné radikály vznikajú z molekúl troma spôsobmi:

- homolytickým štiepením kovalentnej chemickej väzby, pričom každý fragment získa jeden nespárený elektrón.

- pridaním jedného elektrónu k normálnej molekule (redukcia)

- stratou jedného elektrónu (oxidácia) (Řihošková, 2009).

Oxidačný stres môže poškodiť lipidy, bielkoviny, enzýmy, sacharidy a DNA v bunkách a tkanivách, čo vedie k poškodeniu membrán a dokonca môže viesť aj k bunkovej smrti, ktorá je vyvolaná fragmentáciou DNA (Beckman, Ames, 1998). Oxidačný stres je iniciovaný reaktívnymi oxidačnými druhmi ako superoxidovým aniónom (O_2^-) a peroxidom vodíka (H_2O_2). Ani jeden z týchto reaktívnych oxidačných druhov nie je silný oxidant, ale môže byť transformovaný na oveľa nebezpečnejší oxidant so škodlivými účinkami v tkanivách (Freeman, Crapo, 1987). Superoxid (O_2) môže byť vytváraný z molekulového kyslíka, v jednotlivých bunkách, pomocou enzymatických systémov xantinoxidázy, cyklo-oxygenázy. Vytvorené radikály napádajú citlivé bunkové ciele ako sú lipidy, proteíny a nukleové kyseliny, čo spôsobí ich inhibíciu a zrýchlenú degradáciu. Čiže, oxidačný stres spôsobuje niekoľko úrovní bunkového poškodenia, ktoré vytvárajú začarovaný kruh. Oxidácia fosfolipidov a mastných kyselín produkuje reaktívne peroxidy lipidov, ktoré potom začnú reťazovú reakciu peroxidácie lipidov v bunkových membránach (Meagher, Fitzgerald, 2000). Úloha voľných radikálov v rôznych ochoreniach je zvýraznená v tabuľke číslo 1 v prílohe.

3.3 Antioxidanty

Antioxidanty sú látky, ktoré bránia voľným radikálom spôsobovať škody. Môžu výrazne znížiť nepriaznivé škody spôsobené oxidantami, zabrániť reťazovým reakciám, alebo brániť aktivácii kyslíka (Azzi, Davies, Kelly, 2004). S výnimkou pre anaeróby, kyslík je životne dôležitý pre všetky živé systémy. Avšak, paradoxom života je, že k aeróbnym oxidačným poškodeniam dochádza v kľúčových biologických lokalitách, čo

ohrozuje ich štruktúru a funkciu. Náš organizmus disponuje systémom rôznych antioxidantov, ktoré pomáhajú obmedziť potenciálne poškodenie voľnými radikálmi (Venkat et al., 2006).

Nepriaznivé podmienky v oblasti životného prostredia, ako je smog a UV žiarenie, okrem toho aj strava bohatá na nasýtené mastné kyseliny a sacharidy, spôsobujú zvýšenie oxidačného poškodenia v tele. Vzhľadom k tejto stálej expozícii oxidantov, sú antioxidanty potrebné na boj proti chronickým oxidačným účinkom, a čím sa môže zlepšiť kvalita života človeka (Roberts, Gordon, Walker, 2003).

3.4 Klasifikácia antioxidantov

Antioxidanty možno rozdeliť do troch hlavných skupín:

- enzymatické
- neenzymatické antioxidanty
- iné antioxidanty

Niektoré z nich sú antioxidanty, ktoré produkujú endogénne enzýmy, nízko molekulové molekuly a kofaktory enzýmov. Mnohé neenzymatické antioxidanty sú prijímané potravou (Liu, 2004).

3.4.1 Enzymatické antioxidanty

Medzi enzymatické antioxidanty zaraďujeme superoxiddismutázu, katalázu, glutatiónpoxidázu. Tieto enzymatické antioxidanty chránia organizmus pred tvorbou voľných radikálov a tým obmedzujú ich škodlivé účinky, a teda zabezpečujú ochranu bunkovým zložkám (Elango, Samuel, Chinnakkannu, 2006). Dopomáhajú k zníženiu rizika vzniku viac ako 30-tich rôznych chorobných procesov. Z nich najznámejšie sú Alzheimerova a Parkinsonova choroba a ďalšie neurodegeneratívne ochorenia, ktoré sú spojené s oxidačným stresom. (Ali et al., 2008).

U antioxidantných enzýmov, ako je superoxiddismutáza a kataláza, možno predpokladať, že poskytujú účinnejšiu ochranu proti akútnej masívnej oxidácii (Christofidou, Muzykantov, 2006). Štúdie na zdravých zvieratách a na ľuďoch preukázali, že superoxiddismutáza a kataláza môžu byť podávané len v malých dávkach, ktoré

zabezpečia silné antioxidačné účinky. Lenže oba tieto enzýmy sú zle vstrebávané a rýchlo degradované v gastrointestinálnom trakte (Venkat et al., 2006).

3.4.1.1 Superoxiddismutáza

Superoxiddismutáza zabezpečuje prvotnú enzymatickú ochranu pred reaktívnymi formami kyslíka a to tým, že katalyzuje radikál superoxidu na peroxid vodíka a vodu (Kim et al., 2008a). V prípade ľudských buniek je väčšinou superoxiddismutáza vo forme Cu-Zn superoxiddismutázy a sama o sebe vykazuje protizápalový účinok in vivo (www.imunotop.sk, 2003). Superoxiddismutáza zabraňuje hyperoxii pľúc a uchováva oxid dusnatý v organizme. Úroveň koncentrácie superoxiddismutázy je vysoká v stenách krvných ciev a v pľúcach (Antonyuk et al., 2009). Čiže ide o antioxidačný enzým, ktorý zohráva dôležitú úlohu v prevencii proti pľúcny, neurologickým a kardiovaskulárnym ochoreniam (Zelko, Folz, 2004).

Existujú dva typy superoxiddismutázy:

- superoxiddismutáza s meďou a zinkom (Cu/ZN-SOD), ktorá chráni cytoplazmu a metabolické činnosti v nej
- superoxiddismutáza s mangánom (Mn-SOD), ktorá chráni mitochondrie, ktoré obsahujú genetické informácie bunky a sú mikroelektrárnami na výrobu energie (www.eutrofia.sk, 2006a).

3.4.1.2 Kataláza

Kataláza je antioxidačný enzým zabezpečujúci druhotnú ochranu týkajúcu sa reaktívnej formy kyslíka a to tým, že rozkladá peroxid vodíka na vodu a kyslík (Kim et al., 2008b). Čiže kataláza chráni hemoglobín pred peroxidom vodíka, ktorý vzniká v erytrocytoch. Tento antioxidačný enzým je dôležitý pri zápale, mutagenéze, prevencii apoptózy a stimulácii širokého spektra nádorových ochorení (Putnam et al., 2000). Kataláza sa hojne vyskytuje v tele, s najvyššou aktivitou v pečeni, v erytrocytoch a v pľúcach (Röhrdanz et al., 2001).

3.4.2 Neenzymatické antioxidanty

Neenzymatické antioxidanty inaktivujú radikál premenou na menej toxický produkt schopný vylučovania alebo metabolizmu (spomaľovače, lapače). Najdôležitejšie bielkoviny s neenzymatickou antioxidačnou aktivitou sú napríklad transferín, laktoferín a iné. Nízkomolekulové antioxidanty sú napríklad vitamín C, vitamín E, karotenoidy, selén, zinok a iné (www.genscan.com, 2010).

3.4.2.1 Transferín

Transferín je plazmatická bielkovina, ktorej hlavnou úlohou je viazať železo a dopraviť ho k potrebným bunkám, a to predovšetkým do kostnej drene. Keďže voľné iónové železo je pre telo veľmi toxické, transferín zabezpečuje ochranu tela svojimi antioxidačnými vlastnosťami tým, že dokáže izolovať ióny železa, ktoré vtedy nemôžu vytvárať voľné radikály (Kibel, Belovari, Drenfančević, 2008). Koncentrácia transferínu v tele môže byť ovplyvnená úrovňou stresu alebo infekcie, čiže transferín riadi hladinu voľného železa, ktoré môže spôsobiť rôzne ochorenia ako je Alzheimerová choroba (Hussain et al., 2002), ateroskleróza (Kibel, Belovari, Drenfančević, 2008).

3.4.2.2 Laktoferín

Laktoferín je bioaktívny glykoproteín, ktorý je produkovaný epitelovými bunkami. Nachádza sa v slizničných sekrétoch, ako sú slzy, sliny, nosový výtok, gastrointestinálne tekutiny. Okrem toho sa nachádza aj v materskom mlieku, vďaka ktorému je novorodenec chránený pred mnohými infekciami, vrátane vírusových infekcií ako sú napríklad herpes simplex, a adenovírusy (Waarts et al., 2005). Medzi priaznivé účinky laktoferínu sa zaraďuje prospešnosť pri anémii z nedostatku železa, podporuje rast intestinálnych buniek, podporuje proces trávenia, aktivizuje a reguluje imunitný systém, pomáha pri poruchách krvotvorby a pri poruchách zrážanlivosti a v neposlednom rade pôsobí ako antioxidant, pretože znižuje škodlivé účinky voľných radikálov, pôsobí aj proti starnutiu organizmu (www.imunotop.sk, 2010).

3.4.2.3 Vitamín C (kyselina L-askorbová)

Kyselina L-askorbová je jedným z najdôležitejších vodorozpustných vitamínov, ktoré sa prirodzene vyskytujú v potravinách a sú široko používané ako potravinárske prídavné látky a antioxidanty. Medzi hlavné mechanizmy, ktoré môžu spôsobiť stratu kyseliny L-askorbovej v potravinách je jej degradácia oxidácie počas spracovania a skladovania a jej uvoľňovanie v priebehu spracovania, ako je napríklad blanšírovanie (Arroqui et al., 2002). Kyselina L-askorbová sa podieľa na ochrane pred škodlivými voľnými radikálmi a je silne spojená s nižším rizikom chronických chorôb (Wolbang, Fitos, Treeby, 2008). Nedostatok kyseliny L-askorbovej je charakterizovaný krvácaním, poruchou sekrečnej funkcie, vazomotorickou nestabilitou, hematologickými zmenami, zhoršením hojenia rán, depresívnou imunitou odpoveďou a psychickými poruchami (Long et al., 2003).

Vitamín C je dôležitý antioxidant, ktorý výrazne znižuje negatívne účinky voľných radikálov, ktoré môžu spôsobiť oxidačné poškodenia makromolekúl, ako sú lipidy, DNA a proteíny, ktoré ovplyvňujú vznik chronických chorôb, vrátane kardiovaskulárnych ochorení, mŕtvice, rakoviny a neurodegeneratívnych ochorení (Ali et al., 2008).

3.4.2.4 Vitamín E (tokoferol)

Vitamín E (tokoferol) je v tukoch rozpustný vitamín, ktorý existuje v štyroch prírodných formách (alfa, beta, gama a delta) s rôznou biologickou aktivitou, pričom α -tokoferol z nich je najaktívnejší so silným antioxidantným účinkom (Burton et al., 1998). Vitamín E je nevyhnutný pre zabezpečenie integrity a optimálnej funkcie reprodukčného, svalového, obehového, nervového a imunitného systému. Funguje aj ako dôležitý biologický antioxidant. Vitamín E sa podieľa na membránovej štruktúre, syntéze prostaglandínov, zrážanlivosti krvi, odolnosti proti chorobám a regulácii syntézy DNA. (Rosa et al., 2007). Publikované údaje naznačujú, že vysoké dávky vitamínu E môžu zohrávať dôležitú úlohu v prevencii kardiovaskulárnych chorôb a nádorov (Boskovic et al., 2005). Čiže vitamín E ovplyvňuje niekoľko funkcií, z hľadiska ľudského zdravia. Napríklad vitamín E chráni polynenasýtené mastné kyseliny proti vlastnej oxidácii (Weber, Bendich, Machlin, 1997). Iné štúdie zas poukázali, že pri vyššom príjme vitamínu E bolo zvýšené riziko srdcového zlyhania (Dietrich et al., 2009).

3.4.2.5 Karotenoidy

Karotenoidy sú žlté, oranžové a červené pigmenty prítomné v mnohých druhoch ovocia a zeleniny. Niektoré z nich sú prekurzormi vitamínu A (α -karotén, β -karotén, β -kryptoxantín, luteín, zeaxantín a lykopen) (Kim, Giraud, Driskell, 2007). Hlavná antioxidantná funkcia β -karoténu a ďalších karotenoidov spočíva v jeho schopnosti reagovať s kyslíkom a vrátiť molekulu excitovaného kyslíka do základného energetického stavu. Táto vlastnosť radí β -karotén medzi antioxidanty. Antioxidanty s takouto schopnosťou sa označujú ako „zhášače“ (quenchers). Karotenoidy môžu vychytávať voľné radikály aj priamo. Z uvedených derivátov karotenoidov má najväčšiu „zhášaciu“ schopnosť lykopen (www.eutrofia.sk, 2006b).

Lykopen je prirodzenou zložkou krvnej plazmy a niektorých tkanív, kde je jeho zastúpenie omnoho vyššie ako ostatných karotenoidov. Jeho účinky sú najmä v znížení rizika kardiovaskulárnych ochorení, výskytu rakoviny pľúc, kože, prostaty a zažívacieho traktu. Hlavným zdrojom lykopénu sú rajčiaky a tiež výrobky z nich. Lykopen je veľmi citlivý na svetlo, teplo a kyslé prostredie, kde dochádza k jeho degradácii (Mendelová, Mareček, Vietoris, 2010).

3.4.2.6 Selén

Selén je základný stopový prvok, ktorý je možné získať z potravín vrátane obilnín a zeleniny. Mnohé štúdie uvádzajú, že selén je potrebný nielen pre fungovanie imunitného systému, ale tiež pre spomalenie procesu starnutia (Brenneisen, Steinbrenner, Sies, 2005). Tento prvok je prítomný v biologických systémoch vo forme selénoproteínov. Tieto selénové enzýmy majú antioxidantné obranné funkcie. Nedostatok selénu spôsobuje zvýšenie oxidačného stresu, pri ktorom sa zvyšuje citlivosť buniek na určité druhy oxidačného poškodenia (Ozdemir et al., 2009). Nedostatok selénu vplýva nielen na zníženie imunity, ale aj na rozvoj mnohých ochorení: nádorové, chronické zlyhanie obličiek, cirhóza pečene, svalová dystrofia, očný zákal, Downov syndróm, zápal pankreasu a ďalšie. Nadbytok selénu je však toxický. Chronická expozícia človeka zvýšenými dávkami selénu sa prejavuje zápalom dýchacích ciest, edémom (opuchom) pľúc, krvácanosťou, kožnými zmenami a depresiami. Charakteristický je cesnakový dych a kovová chuť v ústach. Vo vážnych prípadoch sa objavuje cirhóza pečene a žlté sfarbenie kože a slizníc, vypadávanie vlasov až zlyhanie obličiek (www.vup.sk, 2007).

3.4.3 Iné antioxidanty

Do skupiny antioxidantov zahrňujúcich enzýmy, vitamíny a minerálne prvky zaraďujeme aj iné antioxidačne pôsobiace zložky ako sú fytochemikálie, koenzým Q10 alebo kyselina močová.

3.4.3.1 Fytochemikálie

Fytochemikálie sú nenutričné rastlinné zložky, ktoré dokážu zabezpečiť obranný účinok voči patogénom, ochranu aj prevenciu ľudského organizmu voči mnohým chorobám. Fytochemikálie nepatria medzi esenciálne nutrienty, čiže nie sú podmienkou na udržiavanie života. Medzi fytochemikálie zaraďujeme aj fenolové zlúčeniny (Vollmannová et al., 2006).

Fenolové zlúčeniny (flavonoidy, tanín, lignín, fenolové kyseliny, stilbény, tokoferoly, kutíny, kumaríny) sú prospešné pre ľudské zdravie, znižujú riziko vzniku degeneratívnych ochorení znížením oxidačného stresu a inhibujú makromolekulárnu oxidáciu (Kubola, Siriamornpun, 2008). Fenolové látky alebo polyfenoly získali značnú pozornosť, pretože ich fyziologické funkcie zahŕňajú antialergické, antioxidačné, antibakteriálne, protizápalové a protinádorové účinky (Wachtel, Wong, Benzie, 2008).

Flavonoidy majú v prírode dominantné postavenie, pretože ich výskyt je prirodzený (Chung et al., 1998). Vo svojej molekule obsahujú dve benzénové jadrá (A a B) spojené trojuhľíkovým reťazcom. U väčšiny flavonoidov je tento reťazec súčasťou heterocyklu odvodeného od pyránu (C). Jadro B je spojené s heterocyklom v polohe C-2 (katechíny, leukoantokyaníny, flavanony, flavononoly, flavony, flavonoly, antokyaníny), v polohe C-3 (izoflavonoidy) alebo v polohe C-4 (neoflavonoidy) (Vollmannová et al., 2004). Vo všeobecnosti flavonoidy nie sú považované za látky s nutričnou hodnotou, ale záujem o ne pretrváva pre ich priaznivé účinky na ľudské zdravie. Flavonoidy sú významnou súčasťou antioxidačného systému, zabraňujú peroxidácii lipidov, pôsobia protizápalovo, antioxidačne, antimikrobiálne, antimutagénne, antidiabeticky. Prechádzajú črevnou stenou a prispievajú k inaktivácii voľných radikálov (Magalová, 1999).

Medzi zdroje flavonoidov zaraďujeme:

- Antokyaníny sú najrozšírenejšou a najpočetnejšou skupinou vo vode rozpustných oranžových, červených, fialových a modrých rastlinných pigmentov. Vyskytujú sa

v rôznych druhoch ovocia a zeleniny (baklažán, červená kapusta, cvikla, reďkovka).

- Flavanony sú v potravinách rozšírené pomerne málo.
- Flavononoly nie sú z hľadiska obsahu v potravinách veľmi významné.
- Flavony patria spolu s flavonolmi k najrozšírenejším žltým rastlinným pigmentom.
- Flavonoly často sprevádzajú antokyaníny.
- Izoflavony sa vo vyšších koncentráciách nachádzajú iba v rastlinách čeľade bôbových (*Fabaceae*) (Vollmannová et al., 2004).

Tanín je rastlinný polyfenol, ktorý sa nachádza spolu s ďalšími kondenzovanými trieslovinami, v niektorých nápojoch vrátane červeného vína, piva, kávy, čierneho čaju, zeleného čaju a ďalších iných potravinách, ako sú hrozno, hrušky, banány, cirok a čokoláda. Podobne ako u mnohých polyfenolov má antioxidačné, antimutagénne a antikarcinogénne vlastnosti (Gülçin et al., 2010). Tanín je používaný ako potravinárska prídavná látka. Jeho bezpečná dávka sa pohybuje 10 až 400 g, v závislosti od druhu potravín (Chen, Chung, 2000).

Lignín predstavuje obnoviteľný zdroj rôznych produktov a chemikálií. Spracovanie lignínocelulózového materiálu sa odohráva takzvanej bio-rafinérii, kde táto surovina je rozdelená na hlavné zložky ako je celulóza, hemicelulóza a lignín. Celulóza a hemicelulóza sú polysacharidy, ktoré tvoria bunkovú stenu. Lignín je „cement“, ktorý drží pohromade lignínocelulózové vlákna a tým poskytuje pevnosť materiálu. Okrem toho, lignín pôsobí ako bariéra voči enzýmom, ktoré sú produkované baktériami a mikroorganizmami (Toledano et. al., 2010). Lignín sa považuje za najbohatší vyskytujúci sa prírodný fenolový polymér po celulóze. Nájdeme ho v stenách rastlinných buniek ako sú stromy, rastliny a poľnohospodárske plodiny. Antioxidačná aktivita lignínu spočíva v tom, že stabilizuje reakcie vyvolané kyslíkom a jeho radikálovými druhmi (Vinardell, Ugartondo, Mitjans, 2008). Vlákna, ktorá je hlavnou zložkou lignínu, bráni rastu a životaschopnosti rakovinových buniek (Ugartondo, Mitjans, Vinardell, 2009).

3.4.3.2 Koenzým Q10

Koenzým Q10-ubichinón je lipofilný, nebielkovinový provitamín nachádzajúci sa v každej bunke tela a slúži ako pre niekoľko kľúčových enzymatických pochodov, pre tvorbu energie v bunkách a je aj syntetizovaný v mnohých tkanivách. Biosyntéza

koenzýmu Q10 je z aminokyseliny – tyrozín (Tóth, et al 2008). Koenzým Q10 zohráva dôležitú úlohu v mitochondriálnej oxidatívnej fosforylácii a v tvorbe adenosíntrifosfátu. Je nevyhnutný pre všetky procesy v srdci, pretože srdce je metabolicky aktívny orgán, ktorý potrebuje veľa energie. (Kumar et al., 2009). Svojim zložením je podobný vitamínom E a K. Biologický význam koenzýmu Q10 je v energetickej aktivite na úrovni bunkových štruktúr mitochondrií, v antioxidantných účinkoch, používa sa v prevencii a v podpornej liečbe anginy pectoris, porúch rytmu, kardiomyopatií a iných ochoreniach srdca, podporuje činnosť imunitného systému, zlepšuje fagocytózu, znižuje krvný tlak. Koenzým Q10 má sľubné účinky u Parkinsonovej a Alzheimerovej choroby, pozitívne účinky pri liečbe rakoviny prsníka, stabilizuje hladinu cukru v krvi, znižuje tvorbu histamínu, spomaľuje proces starnutia a potláča chronicky únavový syndróm. Produkcia koenzýmu Q10 s pribúdajúcim vekom klesá, čo sa prejavuje oslabením svalstva a celého organizmu, pri znížení množstva Q10 v organizme o 75% nastáva ukončenie životných aktivít a nakoniec smrť. Viditeľným prejavom nedostatku tejto látky sú vrásky, kruhy pod očami a zdrsnenie pleti (Tóth et al., 2008).

3.5 Zelenina

Už naši predkovia poznali blahodarné a liečivé účinky zeleniny na organizmus a poznali aj sprievodné príznaky pri jej nedostatku. Je pravda, že v tých časoch sa zelenina nepestovala tak ako dnes, ale ľudia ju nahrádzali rôznymi listami, korenkami rastlín a dokonca aj kôrou. My dnes tiež nekonzumujeme vždy celé rastliny zeleniny, ale len ich časti. Z niektorých druhov konzumujeme len listy napríklad špenát, hlávkový šalát a v tomto prípade hovoríme o listovej zelenine. Pri koreňovej zelenine využívame na spracovanie a úpravu len korene rastlín, nie listy, napríklad mrkva a reďkovka (www.gastroprincipal, 2009).

3.6 Konzumné časti zeleniny

Zelenina je jedlá časť rastlín, vrátane stonky a stopky (zeler), koreňa (mrkva), hľuzy (zemiaky), cibule (cibuľa), listu (špenát, šalát), kvetu (artičoky), plodov (uhorky, tekvica, rajčiny) a semien (fazuľa, hrach). Zelenina je menej sladká alebo kyslá ako ovocie

a je zvyčajne konzumovaná ako šalát, varená príloha, a pikantné predjedlá (Pennington, Fisher, 2009).

Stonka a steblo zeleniny majú zvyčajne vysoký obsah vlákniny, ktorá slúži na podporu štruktúry rastlín. Listy, obzvlášť tmavozelené, majú tendenciu byť najviac metabolicky aktívne. Väčšina konzumných častí rastlín je dobrým zdrojom vlákniny, kyseliny listovej, karotenoidov, vitamínu C, flavonoidov a minerálnych látok, ako je železo, zinok, vápnik a horčík. Strukoviny sú zdrojom bielkovín, škrobu, izoflavónov, vitamínu B6, kyseliny listovej, železa a ďalších minerálov (Wachtel, Wong, Benzie, 2008). Tabuľka č. 2 nachádzajúca sa v prílohe uvádza konzumné časti rôznych druhov zeleniny.

3.7 Botanická klasifikácia

Botanická klasifikácia rastlín je založená na fyziologickej charakteristike vývoja rastlín, organizácie a štruktúre. Botanická klasifikácia je užitočná pre biológov, ktorí môžu stanoviť pôvod rastlín a vzťahy a dopomáha im pri určovaní rastlín medzi rôznymi kultúrami a jazykmi. To je tiež užitočné pre záhradníkov, pretože rastliny v jednej botanickej rodine môžu vyžadovať podobné klimatické podmienky, majú podobné hospodárske využitie a choroby. Užitočnosť botanickej klasifikácie je zložitejšie z pohľadu potrieb výživy, pretože rastlinné potraviny pochádzajúce z rovnakej botanickej rodiny môžu, ale nemusia obsahovať podobné množstvo zložiek potravín (Pennington, Fisher, 2009).

3.8 Farba

V zelenine nájdeme širokú paletu farieb a odtieňov. Farby prítomné v tkanivách a niektorých zložkách potravín sú zafarbené rastlinnými pigmentmi (napr. β -karotén spôsobuje tmavooranžové a antokyanidín červené sfarbenie). Zelená farba rastlinnej potraviny je spôsobená chlorofylom. Zelená alebo tmavozelená farba je zvyčajne prediktorom pre β -karotén (Pennington, Fisher, 2009). Tabuľka číslo 3 nachádzajúca sa v prílohe obsahuje rozdelenie druhov zeleniny do farebných skupín.

3.9 Rozdelenie druhov zeleniny

Jedným z kritérií rozdelenia druhov zeleniny je obdobie a spôsob jej pestovania.

Na základe tohto kritéria možno zeleninu rozdeliť na nasledovné druhy:

- jarná, takzvaná skleníková zelenina
- sezónna zelenina
- celoročná zelenina

Druhým kritériom pre rozdelenie zeleniny je konzumná časť rastliny. Na základe tohto kritéria možno zeleninu rozdeliť na nasledovné druhy:

- koreňová zelenina (Mrkva siata, Petržlen záhradný, Zeler voňavý)
- cibuľová zelenina (Cesnak cibuľový, Cesnak kuchynský, Cesnak pórový)
- hlúbová zelenina (Red'kev siata, Kapusta karfiolová, Kapusta obyčajná)
- listová zelenina (Šalát hlávkový, Špenát siaty)
- plodová zelenina (Paprika ročná, Rajčiak jedlý, Uhorka šalátová)
- struková zelenina (Fazuľa obyčajná, Hrach siaty)
- stonková zelenina (Asparágus lekársky - špargľa)
- vňate (petržlenová vňať) (www.gastroprincipal, 2009).

3.10 Najpoužívanejšie rastlinné čeľade pestované ako zelenina na Slovensku

3.10.1 Čeľad' mrkvovité (*Apiaceae*)

Čeľad' mrkvovité zahŕňa jednoróčné a dvojročné druhy rastlín, ktoré sú široko rozšírené a bežne pestované pre svoje dužinaté jedlé korene (Ahmed et al., 2005). Ich využitie môžeme nájsť aj v tradičnej medicíne, kvôli ich liečivým, antioxidantným, antivírusovým, antibakteriálnym účinkom (Olivier, Wyk, Heerde, 2008). Pre túto čeľad' je vo všetkých orgánoch charakteristická prítomnosť bioaktívnych sekundárnych metabolitov ako sú esenciálne oleje, fytochemikálie: flavonoidy, fenolové kyseliny, kumaríny, saponíny, alkaloidy a iné (Bogucka, Smolarz, Kocki, 2008). Fenolové kyseliny sú v tejto čeľadi významné kvôli ich antioxidantným, protizápalovým, antibakteriálnym,

a antivírusovým účinkom, ktoré sú využívané na liečbu respiračných ochorení v zimnom období a prevenciu proti pohlavným chorobám (Olivier, Wyk, Heerde, 2008).

3.10.1.1 Mrkva siata (*Ducus sativa*)

Mrkva siata (*Dacus sativa*) z čeľade mrkvovitých (*Apiaceae*) pochádza z Európy. Patrí medzi najrozšírenejšie zeleniny. Konzumnou časťou je dužinatý koreň, ktorý má mať slabý stržeň a širokú kôru. Uprednostňuje sa oranžovo červená až červená farba, bez zelenej hlavy. Obsahuje betakarotén, prekursor vitamínu A, rad vitamínov skupiny B, vitamíny C a E a cukry. Cennou potravinou je aj vďaka vysokému obsahu vlákniny a množstvu dôležitých stopových prvkov, ako sú vápnik, železo, draslík, sodík a fosfor. Mrkva je ľahko stráviteľná, nedráždivá (www.agroporadenstvo.sk, 2010). Jej účinky môžu byť rôznorodé ako je napríklad antibakteriálne, povzbudzujúce, antiseptické. Mrkvu môžeme považovať za liek proti nadúvaniu, používa sa aj pri liečbe žltacky. Semená mrkvy siatej sa využívajú pri liečbe opuchov a nádorov a korene vo forme obkladov pri liečbe rakoviny (Ahmed et al., 2005).

3.10.1.2 Zeler bulvový (*Apium graveolens*)

Zeler bulvový (*Apium graveolens* L.) z čeľade mrkvovité (*Apiaceae*) je pôvodom z Eurázie. Táto zelenina je nielen potravou, ale má aj výborné liečivé účinky. Svojím obsahom organicky viazaného sodíka udržuje vápnik v tekutom stave a tak mu zabraňuje usadzovať sa v tepnách, zhyboch, obličkách a žľníku. Obsahuje aj veľa horčíka, železa a draslíka. Z vitamínov obsahuje vitamíny skupiny B a vitamín C. Betakarotén neutralizuje voľné radikály. Liečivé účinky zeleru sú vďaka obsahu glykozidu apiín a limonénu. Zeler priaznivo pôsobí na celkovú látkovú premenu a na nervový systém. V kombinácii s mrkvovou šťavou zabráni vzniku osteoporózy, reumatizmu, kŕčových žíl, hemoroidov a ďalších ochorení (www.agroporadenstvo.sk, 2006). Zeler sa používa na liečbu zápalu priedušiek a astmy, rovnako ako ochorenia pečene a sleziny. Sedanolid je považovaný za jednu z hlavných chuťových zlúčenín v zeleri. Okrem sedanolidu je v ňom prítomných aj niekoľko ďalších ftalidov, ktoré sa v zeleri vyskytujú vo vysokých koncentráciách (Momin, Nair, 2001).

3.10.2 Čeľad' cibul'ovité (*Alliaceae*)

V čeľadi cibul'ovité môžeme nájsť cesnak, cibuľu, pór, pažitku a iné plodiny menšieho významu, ktoré sú známe po celom svete pre svoju špecifickú a často aj intenzívnu chuť a vôňu (Fritsch, Keusgen, 2006). Za ich charakteristickú chuť a vôňu sú zodpovedné sulfidy tvoriace sa v uvarenej zelenine. Tiosulfinát zohráva veľmi dôležitú úlohu v chuti a vône čerstvého cesnaku a v cibuli zabezpečuje sladkú chuť. Všetky tieto látky sú fyziologicky aktívne a používajú sa ako antibiotiká a to najmä v súvislosti s liečbou rakoviny žalúdka (Harris, 2004). Táto čeľad' obsahuje rôzne druhy zeleniny, ktoré majú nielen antioxidačné účinky, vďaka prítomnosti rôznych druhov vitamínov, ale aj antibakteriálne, antivírusové, antibiotické účinky. Obsahujú silice, balastné látky a organické kyseliny. Dopomáhajú k znižovaniu krvného tlaku, podporujú vylučovanie žalúdočných štiav, pomáhajú tráviacich procesoch, zlepšuje činnosť pečene a žľáz a zvyšujú stráviteľnosť potravy (www.agroporadenstvo.sk, 2007).

3.10.2.1 Cibuľa kuchynská (*Allium cepa*)

Cibuľa kuchynská (*Allium cepa*) je z čeľade cibul'ovité (*Alliaceae*), má veľký hospodársky význam a je druhou najvýznamnejšou rastlinnou plodinou na svete. Cibuľa pravdepodobne pochádza zo západnej Ázie. Biologická hodnota cibule je pomerne vysoká. Obsahuje éterické oleje, čím je podmienená vôňa, chuť a výraznosť. Okrem týchto olejov obsahuje bielkoviny, hrubú vlákninu, bezdusíkaté látky, popoloviny. Základnú zložku cibule tvorí cibuľový olej. Ten sa skladá z disulfidu, alylsulfidu, a kyseliny rotanovodíkovej. Éterický olej sa uvoľňuje pri krájaní. Najviac éterického oleja obsahuje šupka. Cibuľa obsahuje fytoncidy, ktoré majú baktericídne účinky. Okrem iného obsahuje kyseliny ako jantárovú, citrónovú, jablčnú. (www.agroporadenstvo.sk, 2007). Konzumácia cibule prispieva k príjmu niektorých vitamínov (B, C, A a E) a minerálnych látok (Zn), ale aj sacharidov, ktoré sú významnými nutričnými. Neštruktúrne a rozpustné sacharidy tvoria podstatnú časť cibuľovej sušiny, sú to najmä fruktooligosacharidy a monosacharidy (glukóza, fruktóza a sacharóza) (O'donoghue et al., 2004). Okrem toho, že významne prispieva k nutričným vlastnostiam ľudskej stravy, cibuľa má aj liečivé a funkčné vlastnosti (Lanzotti, 2006). V nedávnej dobe bolo preukázané, že nestráviteľné sacharidy majú osobitný význam pre ľudské zdravie, majú prebiotické účinky, zlepšuje črevnú

mikroflóru, a to predovšetkým bifidobaktérie črevnej mikroflóry voči patogénom (Roberfroid, Loo, Gibson., 1998).

3.10.2.2. Cesnak kuchynský (*Allium sativum*)

Cesnak kuchynský (*Allium sativum*) z čeľade cibulovité (*Alliaceae*) alebo v niektorých systémoch z čeľade ľaliovité (*Liliaceae*) pochádza zo strednej Ázie, odkiaľ sa rozšíril cez Stredomorie do Európy. Charakteristickou vlastnosťou je typický zápach pri narezaní. Obsahuje vitamín A, B₁, amid kys.nikotínovej, vitamínu C (15-20 mg v 100 gr), enzýmy, obsahuje jód, železo, vápnik a draslík. (www.agroporadenstvo.sk, 2007). Cesnak je známy tým že má celú škálu biologických funkcií, ako je antimikrobiálna, antitrombotická, protinádorová, pôsobí aj ako antioxidant, zlepšuje imunitný systém, znižuje hladinu sérových lipidov a glukózy a krvného tlaku (Lawson, Wang, Papadimitriou, 2001). Antibiotickú hodnotu ovplyvňujú zložky: alicín, S-metylcysteínsulfoxid a S-n-propylcysteínsulfoxid. Alicín je hlavnou biologicky aktívnou zložkou cesnaku, vzniká pri drvení cesnaku, aj cibule v dôsledku enzymatickej reakcie. Tepelnou úpravou sa táto hodnota výrazne znižuje, preto najlepšie je konzumovať cesnak v surovom stave, takto je aj najzdravší. Veľmi cenný je obsah prchavých silíc najmä skupiny alylsulfidov. (Lanzotti, 2006, www.agroporadenstvo.sk, 2007). Mnohé štúdie predkladajú informácie, že cesnak má silné chemopreventívne účinky voči onkologickým ochoreniam žalúdka, prsníkov, hrubého čreva, hrubom čreve a iným druhom rakoviny. (Bergès et al., 2004). A však, niektoré štúdie poukazujú na to, že vysoká dávka cesnaku (viac ako 0,5 g / kg telesnej hmotnosti) spôsobuje zníženie antioxidantných účinkov. Preto by sa s príjmom cesnaku nemalo preháňať (Mohamed, Swefy, Hagar, 2000).

3.10.3 Čeľad' kapustovité (*Brassicaceae*)

V kapustovej zelenine môžeme nájsť kapustu (bielu, červenú, čínsku), karfiol, brokolicu, kel a ružičkový kel. Táto zelenina má nielen antioxidantné, ale aj antikarcinogénne vlastnosti (Chu et al., 2002). Antioxidantná kapacita obsiahnutá v kapustovej zelenine, môže zlepšiť zdravotný stav konzumenta (Wachtel, Wong, Benzie, 2008). Okrem vitamínov, karotenoidov a polyfenolov, táto zelenina poskytuje rôzne druhy glukozinolátov, ktoré majú pomerne nízku antioxidantnú aktivitu, ale produkty ich

hydrolyzy môžu chrániť pred rakovinou (Keum, Jeong, Kong, 2004). Celkový obsah glukozinolátov sa značne líši, najnižší bol zistený v bielom a zelenom karfirole a najvyššiu koncentráciu glukozinolátov má ružičkový kel. Stredná hodnota koncentrácie glukozinolátov bola zaznamenaná v brokolici (Ciešlik et al., 2007).

Všeobecne platí, že najlepšie zdroje lipofilných antioxidantov, čiže vitamínu E, má kapusta a brokolica. A zas najchudobnejšie zdroje hydrofilných antioxidantov, ako je vitamín C, má biela kapusta. Obsah polyfenolov v zelenine, ako aj hladina ostatných fytochemikálií, môže byť ovplyvnená rôznymi faktormi, ako je odroda, klimatické podmienky a spôsob pestovania, zrelosť pri zbere a podmienky skladovania (Wachtel, Wong, Benzie, 2008).

3.10.3.1 Kapusta karfiolová (*Brassica oleracea botrytis*)

Karfiol alebo kapusta karfiolová (*Brassica oleracea botrytis*) z čeľade kapustovitých (*Brassicaceae*) je pôvodom z pobrežia severného Stredomoria a západnej Európy, od Grécka po Britské ostrovy. Tvar karfiolu je typický pre mnohé druhy čeľade *Brassicaceae*, má široké listy a jedlé rozvetvené ružice (Bozin et al., 2008). Karfiol má zo všetkých hlúbovín najviac ľahko stráviteľných bielkovín. Táto hlúbovina obsahuje vitamíny A, B₁, B₂, B₆, E, K a okrem toho vysoký obsah vitamínu C, železa, molybdénu, draslíka, vápnika, fosforu a sodíka. Okrem vitamínov je bohatá na obsah organických kyselín, cukrov, enzýmov a vlákniny. Vláknina veľmi priaznivo vplýva na trávenie a odbúrava súčasne produkty látkovej výmeny. Látky obsiahnuté v karfirole pôsobia proti vzniku nádorov, na žalúdočné vredy a tiež proti zápalom čriev, bránia lámavosti nechtov. Konzumácia karfiolu sa odporúča aj pri zápalových chorobách slizníc a taktiež pri vypadávaní vlasov. Pre vysoký obsah purinových kyselín sa konzumácia nedoporučuje najmä chorým na žlčník a pečeň. U niektorých ľudí môže vyvolať plynatosť (www.agroporadenstvo.sk, 2005).

3.10.3.2 Kapusta obyčajná (*Brassica oleracea capitata*)

Kapusta obyčajná (*Brassica oleracea capitata*) z čeľade kapustovitých (*Brassicaceae*) predstavuje jednu z hlavných plodín pestovaných na celom svete, ktoré tvoria významnú súčasť vyváženej stravy. Kapusta obyčajná je pôvodom z oblastí

Stredomoria a juhozápadnej Európy, rozšírená na sever do južného Anglicka. Rastie v chladnom počasí a vyžaduje vlhkú pôdu (Ferrerres et al., 2007). Mnohé štúdie poukazujú na to, že kapusta je dobrým zdrojom fytochemikálií a má vysokú antioxidačnú aktivitu (Cao, Sofic, Prior, 1996). Je to zelenina s antioxidačnými komponentmi, ktoré majú ochranné účinky voči degeneratívnym ochoreniam, vrátane rakoviny a kardiovaskulárnych chorôb (Marcus et al., 1998). Antioxidačné vlastnosti zložiek kapusty sú dôležité nielen preto, že môžu zabrániť alebo aspoň znížiť celistvosť ľudského organizmu na reaktívne oxidačné druhy, ktoré by inak útočili na biomolekuly, ale antioxidanty sú schopné ochrániť ďalšie zložky potravín proti oxidačnému poškodeniu. Proces kvasenia, ako aj tepelné spracovanie, krátkodobé, či dlhodobé, výrazne zlepšujú antioxidačné vlastnosti kapusty. Účinky kapusty môžu byť využívané počas liečby bolesti hlavy, dny, hnačky a žalúdočných vredov (Cheney, 1950).

3.11 Vplyv technologických postupov na zmeny antioxidačnej aktivity zeleniny

Mnoho rastlín možno konzumovať za surova alebo po uvarení. Varenie môže byť vykonávané rôznymi spôsobmi, najbežnejšie vo vode, pare a čoraz častejšie v mikrovlnnej rúre. Súčasné poznatky by mali dopomôcť k utváraniu výživového plánu pre lepší príjem antioxidantov prostredníctvom výberu potravín. Avšak, spracovanie potravín napríklad tepelnou úpravou, má vplyv na rad vlastností rastlín, ktoré zahŕňajú ich štruktúru, farbu a aj nutričnú hodnotu (Wachtel, Wong, Benzie, 2008). Rôzne rastliny obsahujú rôzne zlúčeniny, z ktorých niektoré sú tepelne labilné a niektoré nie sú, a preto môže mať rovnaký spôsob varenia rôzne účinky na rôzne druhy rastlín (Bernhardt, Schlich, 2006). Očakáva sa, že rastlinné priemyselné spracovanie, ako je predhrievanie, konzervovanie, sterilizácia a zmrazovanie, rovnako ako domáce varenie, má vplyv na obsah, zloženie, aktivitu a biologickú dostupnosť antioxidantov. Okrem toho operácie, ako je rezanie a krájanie, môže spôsobiť rýchly úbytok v obsahu niekoľkých prirodzene sa vyskytujúcich antioxidantov. Všeobecne platí, že koncentrácia antioxidantov a antioxidačná aktivita v spracovanej zelenine je nižšia ako v zelenine surovej. To je spôsobené degradáciou antioxidačných komponentov, ale aj absorpciou vody pri varení, ktorá riedi zlúčeniny a znižuje ich obsah na jednotku hmotnosti (Wachtel, Wong, Benzie, 2008). Varenie zeleniny spôsobuje pokles antioxidačnej činnosti v dôsledku straty vitamínu C a zníženia obsahu

polyfenolov, ktoré sa rozpustia vo vode. Tieto straty sú najväčšie v prípade listovej zeleniny. Predhrievanie ako technologický proces má menší efekt, vďaka svojmu kratšiemu trvaniu. Naopak, v mrazenej zelenine dochádza k väčšiemu zadržiavaniu skúmaných zlúčenín, najmä polyfenolov (Sikora et al., 2008).

Úroveň antioxidantov v strave závisí nielen od množstva spotrebovanej zeleniny, ale je tiež ovplyvnená výberom druhu zeleniny, jej vekom a spôsobom jej prípravy (Steinmetz, Potter, 1996). Spracovanie potraviny môže ovplyvniť aj množstvo β -karoténu, napríklad pečenie počas 15 minút spôsobí stratu 70%, varenie počas 60 minút spôsobí stratu 40% a zmrazovanie alebo konzervovanie spôsobí stratu β -karoténu 20%. Straty vitamínu C vo výške až 90% boli zaznamenané počas varenia a konzervovania. Vystavovanie vzduchu, sušenie, solenie, varenie, krájanie čerstvej zeleniny znižuje obsah vitamínu C. Avšak zmrazenie zvyčajne nespôsobí stratu vitamínu C, ak nie sú potraviny uskladnené v mraziarenskom boxe na veľmi dlhú dobu (Jamison, 2003).

3.12 Vplyv antioxidačne pôsobiacich látok v zelenine na zdravie konzumenta

Antioxidanty sú prírodné alebo syntetické molekuly zabraňujúce nekontrolovanému vzniku reaktívnych foriem kyslíka alebo inhibíciu ich reakcie s biologickými štruktúrami, ktoré majú chrániť organizmus pred rôznymi ochoreniami (Brenneisen, Steinbrenner, Sies, 2005). Valko et al. (2007) urobil rozsiahly prehľad o účinkoch voľných radikálov a antioxidantoch v normálnych fyziologických stavoch a počas chorôb ľudí. Je známe, že hydroxylové radikály reagujú so všetkými komponentami molekuly DNA, poškadzujú purínové a pyrimidínové bázy. Okrem tohto útočia aj na iné bunkové komponenty zahŕňajúce polynenasýtené mastné kyseliny, čiže zvyšky fosfolipidov (Ali et al., 2008). Rôzne štúdie dokazujú, že voľné radikály do značnej miery ovplyvňujú ľudské zdravie. Spôsobujú závažné ochorenia, ako je rakovina, kardiovaskulárne ochorenia, neurodegeneratívne, zápalové ochorenia, zrýchľujú starnutie, zapríčiňujú bunkové a metabolické poškodenie. Tieto voľné radikály môžu byť generované pri normálnych telesných funkciách a môžu byť získané aj zo životného prostredia (Dasgupta, De, 2006).

Práve preto je potrebná strava, ktorá obsahuje enzymatické (superoxiddismutáza, kataláza, glutatiónpoxidáza atď.) a neenzymatické (transferín, laktoferín, vitamín C, vitamín E, karotenoidy, selén, zinok atď.) antioxidačne pôsobiace látky, pomocou ktorých

je možné znížiť riziko vzniku chronických chorôb a zabezpečiť prevenciu voči chorobám (Ali et al., 2008). Mnohé štúdie poukazujú na potrebu prijímania potravín, ktoré obsahujú fenolové zlúčeniny (flavonoidy, tanín, lignín, fenolové kyseliny a iné) zabezpečujúce zníženie procesu oxidačného stresu v organizme (Yanishlieva, Marinova, Pokorný, 2006) a tým vytvárajú ochranné účinky proti mnohým chorobám, vrátane rakoviny, cukrovky a kardiovaskulárnych ochorení. Okrem prírodných antioxidantov sa na trhu objavili aj syntetické antioxidanty, ako je hydroxyanizol a hydroxytoluén a propylgalát, pri ktorých sa však vyskytlo podozrenie, že spôsobujú poškodenie pečene (Kubola, Siriamornpun, 2008). Okrem uvedených údajov hydroxytoluén môže pri vysokej koncentrácii spôsobiť vnútorné ale aj vonkajšie krvácanie. Teda bezpečnosť týchto syntetických antioxidantov bolo spochybnená v dôsledku ich toxicity (Gülçin et al., 2006).

Konzumácia ovocia a zeleniny prispieva k prevencii degeneratívnych procesov spôsobených oxidačným stresom (Kaur, Kapoor, 2001). Epidemiologické štúdie preukázali, že vysoký príjem zeleniny je spojený s relatívne nízkym výskytom chronických chorôb, vrátane kardiovaskulárnych chorôb, mŕtvice a niektorých typov rakoviny (Bazzano, 2006). Na to, aby sa dosiahla ochranná úloha zeleniny, je potrebná zvýšená konzumácia širokej škály zeleniny. To znamená, že všetky druhy zeleniny sú dobrým zdrojom antioxidantov, vitamínov a minerálnych látok, ktoré poskytujú jedinečné zdravotné výhody pre konzumenta (Duyn, Pivonka, 2000). Okrem antioxidačných účinkov a schopnosti znižovať hladinu cholesterolu v krvi, zelenina sa vyznačuje ochranným účinkom, ktorý spočíva v stimulácii imunitného systému a úprave koncentrácie hormónov (Wachtel, Wong, Benzie, 2008). Napríklad cesnak zabezpečuje zníženie obsahu celkového cholesterolu, inhibuje agregáciu krvných doštičiek a znižuje krvný tlak (Rahman, 2001).

Aj keď bolo dlho známe, že tmavozelená alebo žltá zelenina sú dôležitým zdrojom vitamínov E, K a karoténu, existuje čoraz viac dôkazov o tom, že aj iné rastlinné zložky nachádzajúce sa v zelenine zabezpečujú zdravie pre konzumenta. Červené potraviny (napr. paradajky) sú bohaté na lykopen, žltá-zelená zelenina (napr. obilie a listová zelenina) je bohatá na luteín a zeaxantín, oranžové potraviny (napr. mrkva), sú bohaté na β -karotén, zelené potraviny (napr. brokolica a ružičkový kel) sú bohaté na glukozinoláty a bielo-zelené potraviny (napr. cibuľa a cesnak) sú dobrým zdrojom alylsulfidov. (Jamison, 2003).

Konzumácia ovocia a zeleniny je teda pre ľudské zdravie veľmi dôležitá, pretože tieto potraviny sú primárnymi zdrojmi základných živín a obsahujú cenné fytochemikálie, ktoré môžu znížiť riziko vzniku mnohých chronických chorôb (Pennington, Fisher, 2009).

Záver

Správne fungovanie organizmu možno zabezpečiť príjmom čerstvého ovocia a zeleniny. Ich význam spočíva v tom, že obsahujú celý rad základných stopových prvkov, biologicky aktívnych fytochemikálií, vrátane karotenoidov a polyfenolov, ktorý dokáže zabezpečiť zníženie tvorby voľných radikálov a tým zabrániť alebo čiastočne obmedziť tvorbu oxidačného stresu v organizme. Oxidačný stres môže poškodiť lipidy, bielkoviny, enzýmy, sacharidy a DNA v bunkách a tkanivách, čo vedie k poškodeniu membrán a dokonca môže viesť aj k bunkovej smrti. A práve antioxidantné látky obsiahnuté v zelenine nám majú pomáhať v boji proti oxidačnému stresu. Antioxidanty môžeme rozdeliť do troch hlavných skupín ako je enzymatické, neenzymatické a iné antioxidanty. Medzi enzymatické môžeme zaradiť superoxiddismutázu a katalázu, ktoré dopomáhajú k zníženiu rizika vzniku viac ako 30-tich rôznych chorobných procesov a to je napríklad Alzheimerova a Parkinsonova choroba. Medzi neenzymatické antioxidanty zaradíme napríklad transferín, laktoferín, kyselinu L-askorbovú a iné, ktoré dokážu ovplyvniť vznik kardiovaskulárnych, neurodegeneratívnych ochorení ale aj vznik rakoviny. K iným antioxidantne pôsobiacim zložkám môžeme zaradiť fytochemikálie, koenzým Q10 alebo kyselinu močovú, ktoré zabezpečujú prospešné účinky v organizme. Na to, aby sme v organizme zabezpečili dostatočnú koncentráciu prírodných antioxidantov, potrebujeme prijímať v podobe stravy rôzne druhy nielen ovocia ale aj rôzne druhy zeleniny, pretože mnohé štúdie dokazujú, že pri užívaní syntetických antioxidantov, vznikli rôzne zdravotné problémy. Prírodné antioxidanty môžeme nájsť v rôznych druhoch zeleniny napríklad z čeľade mrkvovitých, cibuľovitých a kapustovitých, vďaka ktorým si dokážeme ochrániť naše zdravie pred rozličnými ochoreniami, ktoré môžu vzniknúť v našom organizme pri nesprávnom stravovaní. Takéto ochorenia môžu byť napríklad kardiovaskulárne choroby, mŕtvica a niektorých typov rakoviny. Pravidelný príjem antioxidantne pôsobiacich zložiek zeleniny môže byť jedným z účinných spôsobov prevencie voči týmto ochoreniam.

Použitá literatura

AHMED, A. - BISHR, M. - EL, M. - ATTIA, E. – ROSS, A. - PARÉ, W. 2005. Rare trisubstituted sesquiterpenes daucanes from the wild *Daucus carota*. In *Revija : PHYTOCHEMISTRY*, roč. 66, 2005, č. 14, s. 1680-1684.

ALI, S. S. – KASOJU, N. – LUTHRA, A. – SINGH, A. – SHARANABASAVA, H. – SAHU, A. – BORA, U. 2008. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. In *Revija : Food Research International*, roč. 41, 2008, č. 1, s. 1-15.

ANTONYUK, S. V. - STRANGE, R. W. – MARKLUND, S. L. – HASNAIN, S. S. 2009. The Structure of Human Extracellular Copper–Zinc Superoxide Dismutase at 1.7 Å Resolution: Insights into Heparin and Collagen Binding. In *Revija : Journal of Molecular Biology*, roč. 388, 2009, č. 2, s. 310-326.

ARROQUI, C - RUMSEY, T. R. – LOPEZ, A. - VIRSEDA, P. 2002. Losses by diffusion of ascorbic acid during recycled water blanching of potato tissue. In *Revija : Journal of Food Engineering*, roč. 52, 2002, č. 1, s. 25–30.

AZZI, Angelo – DAVIES, Kelvin – KELLY, Frank. 2004. Free radical biology — terminology and critical thinking. In *Revija: FEBS Letters*, roč. 558, 2004, č.1-3, s. 3–6.

BAZZANO, L. 2006. The High Cost of Not Consuming Fruits and Vegetables. In *Revija : Journal of the American Dietetic Association*, roč. 106, 2006, č. 9, s. 1364-1368.

BECKMAN, K. B. - AMES, B. N. 1998. The free radical theory of aging matures. In *Revija : Physiological Reviews*, roč. 78, 1998, č. 2, s. 547–581.

BERGÈS, R. - SIESS, M. - ARNAULT, I. - AUGER, J. - KAHANE, R. - PINNERT, M. F. – VERNEVAUT, M. – BON, A. 2004. Comparison of the chemopreventive efficacies of garlic powders with different alliin contents against aflatoxin B1 carcinogenicity in rats. In *Revija : Oxford Journal*, roč. 25, 2004, č. 10, s. 1953-1959.

BERNHARDT, S. - SCHLICH, E. 2006. Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables. In *Revija : Journal of Food Engineering*, roč. 77, 2006, č. 2, s. 327–333.

BOGUČKA, A. – SMOLARZ, H. – KOČKI, J. 2008. Apoptotic activities of ethanol extracts from some Apiaceae on human leukaemia cell lines. In *Revija : Fitoterapia*, roč. 79, 2008, č. 7-8, s. 487-497.

BOSKOVIC, R. - GARGAUN, L. - OREN, D. DJULUS, J. - KOREN, G. 2005. Pregnancy outcome following high doses of Vitamin E supplementation. In *Revija : Reproductive Toxicology*, roč. 20, 2005, č. 1, s. 85-88.

BOZIN, B. - MIMICA, N. - SAMOJLIK, I. - GORAN, A. – IGIC, R. Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). 2008. In *Revija : Food Chemistry*, roč. 111, 2008, č. 4, s. 925-929.

BRENNEISEN, P. – STEINBRENNER, H. – SIES, H. 2005. Selenium, oxidative stress, and health aspects. In *Revija : Molecular Aspects of Medicine*, roč. 26, 2005, č. 4-5, s. 256-267.

- BURTON, G. W. – TRABER, M. G. – ACUFF, R. V. – WALTERS, D. N. – KAYDEN, H. – HUGHES, L. – INGOLD, K. U. 1998. Human plasma and tissue alpha-tocopherol concentration in response to supplementation with deuterated natural and synthetic Vitamin E. In *Revija : American Journal of Clinical Nutrition*, roč. 67, 1998, č. 4, s. 669–684.
- CABÁLKOVÁ, Ivana. 2007. Antiroxidační účinky ovoce a zeleniny : bakalárska práca. Brno : Masarykova univerzita, 2007. 8 s.
- CAO, G. - SOFIC, E. - PRIOR, R. L. 1996. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. In *Revija : Journal Agricultural and Food Chemistry*, roč. 44, 1996, č.11, s. 3426–3431.
- CHEN, S. Ch. - CHUNG, K. T. 2000. Mutagenicity and antimutagenicity of tannic acid and its related compounds. In *Revija : Food and Chemical Toxicology*, roč. 38, 2000, č. 1, s. 1-5.
- CHENEY, G. 1950. Anti-peptic ulcer dietary factor. In *Revija : J. Am. Diet Assoc*, roč. 26, 1950, č. 9, s. 668–672.
- CHRISTOFIDOU, M. - MUZYKANTOV, V. R. 2006. Antioxidant strategies in respiratory medicine. In *Revija : Treatments in Respiratory Medicine*, roč. 5, 2006, č. 1, s. 47–78.
- CHU, Y. - SUN, J. – WU, X. - LIU, H. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. In *Revija : Journal of Agriculture and Food Chemistry*, roč. 50, 2002, č. 23, s. 6910–6916.
- CHUNG, K. T. - WONG, T. Y. - WEI, C. I. – HUANG, Y. W. - LIN, Y. 1998. Tannins and human health: a review. In *Revija : Critical Review in Food Sciences and Nutrition*, roč. 38, 1998, č. 6, s. 421.
- CIEŚLIK, E. – LESZCZYŃSKA, T. – FILIPIAK-FLORKIEXICZ, A. – SIKORA, E. – PISULEXSKI, P. 2007. Effects of some technological processes on glucosinolate contents in cruciferous vegetables. In *Revija : Food Chemistry*, roč. 105, 2007, č. 3, s. 976-981.
- DASGUPTA, N. – DE, B. 2006. Antioxidant activity of some leafy vegetables of India: A comparative study. In *Revija : Food Chemistry*, roč. 101, 2006, č. 2, s. 471–474.
- DIETRICH, M. - JACQUES, P. F. - PENCINA, M. J. - LANIER, K. - KEYES, M. J. - KAUR, G. - WOLF, P. A. - D'AGOSTINO, R. B. – VASAN, R. S. 2009. Vitamin E supplement use and the incidence of cardiovascular disease and all-cause mortality in the Framingham Heart Study: Does the underlying health status play a role? In *Revija : Atherosclerosis*, roč. 205, 2009, č. 2, s. 549-553.
- DUYN, M. A. - PIVONKA, E. 2000. Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: selected literature. In *Revija : Journal of American Dietetic Association*, roč. 100, 2000, č. 12, s. 1511–1521.
- ELANGO, N. – SAMUEL, S. – CHINNAKKANNU, P. 2006. Enzymatic and non-enzymatic antioxidant status in stage (III) human oral squamous cell carcinoma and treated

with radical radio therapy: Influence of selenium supplementation. In *Revija : Clinica Chimica Acta*, roč. 373, 2006, č. 1-2, s. 92-98.

FERRERES, F. - SOUSA, C. - VALENTÃO, P. - SEABRA, R. - PEREIRA, J. - ANDRADE, P. 2007. Tronchuda cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *costata* DC) seeds: Phytochemical characterization and antioxidant potential. In *Revija : Food Chemistry*, roč. 101, 2007, č. 2, s. 549-558.

FREEMAN, B. - CRAPO, J. 1987. Biology of disease: free radicals and tissue injury. In *Revija : Lab. Invest.*, roč. 47, 1987, č. 5, s. 412-426.

FRITSCH, R. M. - KEUSGEN, M. 2006. Occurrence and taxonomic significance of cysteine sulphoxides in the genus *Allium* L. (Alliaceae). In *Revija : Phytochemistry*, roč. 67, 2006, č. 11, s. 1127-1135.

GÜLÇİN, I. - HUYUT, Z. - ELMASTAŞ, M. - ABOUL-ENEIN, H. Y. 2010. Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. In *Revija : Arabian Journal of Chemistry*, roč. 3, 2010, č. 1, s. 43-53.

GÜLÇİN, I. - MSHVILDADZE, V. - GEPIREMEN, A. - ELIAS, R. 2006. Screening of antioxidant and antiradical activity of monodesmosides and crude extract from. In *Revija : Phytomedicine*, roč. 13, 2006, č. 5, s. 343.

HAN, J. - WENG, X. - BI, K. 2008. Antioxidants from a Chinese medicinal herb – *Lithospermum erythrorhizon*. In *Revija : Food Chemistry*, roč. 106, 2008, č. 1, s. 2-10.

HARRIS, J. C. 2004. Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). In *Revija : Applied Microbiology and Biotechnology*, roč. 57, 2004, č. 3, s. 282-286.

HAVLÍKOVÁ, Pavla. 2006. Změny v celkové antioxidační kapacitě séra u depresivní poruchy : dizertačná práce. Brno : Masarykova univerzita, 2006. 23 s.

HUSSAIN, R. I. - BALLARD, C. G. - EDWARDSON, J. A. - MORRIS, Ch. M. 2002. Transferrin gene polymorphism in Alzheimer's disease and dementia with Lewy bodies in humans. In *Revija : Neuroscience Letters*, roč. 317, 2002, č. 1, s. 13-16.

JAMISON, J. 2003. Dietary diversity: a case study of fruit and vegetable consumption by chiropractic patients. In *Revija : Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, roč. 26, 2003, č. 6, s. 383-389.

KAUR, C. - KAPOOR, H. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health. In *Revija : International Journal of Food Science and Technology*, roč. 36, 2001, č. 23, s. 703-725.

KEUM, Y. - JEONG, S. - KONG, T. 2004. Chemoprevention by isothiocyanates and their underlying molecular signaling mechanisms. In *Revija : Mutation Research*, roč. 555, 2004, č. 1/2, s. 191-202.

KIBEL, A. - BELOVARI, T. - DRENJANČEVIĆ, I. 2008. The role of transferrin in atherosclerosis. In *Revija : Medical Hypotheses*, roč. 70, 2008, č. 4, s. 793-797.

KIM, B. Y. - KIM, H. J. - LEE, K. S. - SEO, S. J. JIN, B. R. 2008a. Catalase from the white-spotted flower chafer, *Protaetia brevitarsis*: cDNA sequence, expression, and

functional characterization. In *Revija : Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, roč. 149, 2008, č. 1, s. 183-190.

KIM, B. Y. – LEE, K. S. – CHOO, Y. M. KIM, I. – JE, Y. H. – WOO, S. D. – LEE, S. M. PARK, H. Ch. – SOHN, H. D. – JIN, B. R. 2008b. Insect transferrin functions as an antioxidant protein in a beetle larva. In *Revija : Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, roč. 150, 2008, č. 2, s. 161-169.

KIM, Y. N. – GIRAUD, D. W. – DRISKELL, J. A. 2007. Tocopherol and carotenoid contents of selected Korean fruits and vegetables. In *Revija : Journal of Food Composition and Analysis*, roč. 20, 2007, č. 6, s. 458-465.

KUBOLA, J. – SIRIAMORNUN, S. 2008. Phenolic contents and antioxidant activities of bitter melon (*Momordica charantia* L.) leaf, stem and fruit fraction extracts *in vitro*. In *Revija : Food Chemistry*, roč. 110, 2008, č. 4, s. 881-890.

KUMAR, A. – KAUR, H. – DEVIC, P. – HOHAN, V. 2009. Role of coenzyme Q10 (CoQ10) in cardiac disease, hypertension and Meniere-like syndrome. In *Revija : Pharmacology & Therapeutics*, roč. 124, 2009, č. 3, s. 259-268.

LANZOTTI, V. 2006. The analysis of onion and garlic. In *Revija : Journal of Chromatography A*, roč. 1112, 2006, č. 1/2, s. 3-22.

LAWSON, L. – WANG, J. – PAPADIMITRIOU, D. 2001. Allicin release under simulated gastrointestinal conditions from garlic powder tablets employed in clinical trials on serum cholesterol. In *Revija : Planta Medica*, roč. 67, 2001, č. 1, s. 13-18.

LIN, C. H. – LIANG, Y. C. – LIN-SHIAU, S. Y. – JUAN, I. M. 1998. Survey of catechins, gallic acid, and methylxanthines in green, oolong, pu-erh and black teas. In *Revija : Journal of Agricultural and Food Chemistry*, roč. 46, 1998, č. 9, s. 3635-3642.

LIU, R. H. 2004. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. In *Revija : Journal of Nutrition*, roč. 134, 2004, č. 12, s. 3479-3485.

LONG, C. L. – MAULL, K. I. – KRISHNAN, R. S. – LAWAS, H. L. – GEIGER, J. W. BORGHESI, L. – FRANKS, W. – LAWSON, T. C. – SAUBERLICH, H. E. 2003. Ascorbic acid dynamics in the seriously ill and injured. In *Revija : Journal of Surgical Research*, roč. 109, 2003, č. 2, s. 144-148.

MAGALOVÁ, T. 1999. Výživa a nádorové ochorenia ženského prsníka. In *Bratisl. Lek. Listy*, roč. 100, 1999, č. 9, s. 503-514.

Marcus, A. – Heimendinger, J. – Wolfe, P. – Rimer, K. – Morra, M. – Cox, D. – Lang, P. – Stengle, W. – Herle, M. – Wagner, D. – Fairclough, D. – Hamilton, L. 1998. Increasing Fruit and Vegetable Consumption among Callers to the CIS: Results from a Randomized Trial. In *Revija : Preventive Medicine*, roč. 27, 1998, č. 5, s. 16-28.

MEAGHER, E. – FITZGERALD, G. 2000. Indices of lipid peroxidation *in vivo*: strengths and limitations. In *Revija : Free Radical Biology and Medicine*, roč. 28, 2000, č. 12, s. 1145-1170.

- MENDELOVÁ, A. – MAREČEK, J. – VIETORIS, V. 2010. Dynamika obsahu karotenoidov a lykopenú v plodoch Rajčiaka jedlého (*Lycopersicon Esculentum* Mill.). In *Potravinárstvo*, roč. 4, 2010, č. 2, s. 82.
- MOHAMED, H. - SWEFY, E. - HAGAR, H. 2000. The protective effect of glutathione administration on adriamycin-induced acute cardiac toxicity in rats. In *Revija : Pharmacology Research*, roč. 42, 2000, č. 2, s. 115–121.
- MOMIN, R. - NAIR, G. 2001. Mosquitocidal, Nematicidal and Antifungal Compounds from *Apium graveolens* L. Seeds. In *Revija : Journal Agricultural and Food Chemistry*, roč. 49, 2001, č. 1, s. 142–145.
- O'DONOGHUE, E. - SOMERFIELD, D. - SHAW, M. - BENDALL, M. – HEDDERLY, D. – EASON, J. – SIMS, I. 2004. Evaluation of carbohydrates in Pukekohe Longkeeper and Grano cultivars of *Allium cepa*. In *Revija : Journal of Agricultural and Food Chemistry*, roč. 52, 2004, č. 17, s. 5383–5390.
- OLIVIER, D. K. – WYK, B. E. – HEERDEN, F. R. 2008. The chemotaxonomic and medicinal significance of phenolic acids in *Arctopus* and *Alepidea* (Apiaceae subfamily Saniculoideae). In *Revija : Biochemical Systematics and Ecology*, roč. 36, 2008, č. 9, s. 724-729.
- OZDEMIR, E. - CETINKAYA, S. - ERSAN, S. – KUCUKOSMAN, S. - ERSAN, E. E. 2009. Serum selenium and plasma malondialdehyde levels and antioxidant enzyme activities in patients with obsessive–compulsive disorder. In *Revija : Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, roč. 33, 2009, č. 1, s. 62-65.
- PENNINGTON, A. – FISHER, A. 2009. Classification of fruits and vegetables. In *Revija : Journal of Food Composition and Analysis*, roč. 22, 2009. č. 12, s. 23-31.
- PUTNAM, CH. D. – ARVAI, A. S. – BOURNE, Y. – TAINER, J. A. 2000. Active and inhibited human catalase structures: ligand and NADPH binding and catalytic mechanism. In *Revija : Journal of Molecular Biology*, roč. 296, 2000, č. 1, s. 295-309.
- RAHMAN, K. 2001. Historical perspective on garlic and cardiovascular disease. In *Revija : Journal Nutrition*, roč. 131, 2001, č. 3, s. 977–979.
- ŘIHOŠKOVÁ, Jana. 2009. Biochemické aspekty konzumace čokolády : bakalárska práca. Pardubice : univerzita Pardubice, 2009. 20 s.
- ROBERFROID, B. – LOO, E. - GIBSON, G. 1998. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. In *Revija : Journal of Nutrition*, roč. 128, 1998, č. 1, s. 11–19.
- ROBERTS, W. G. – GORDON, M. H. - WALKER, A. F. 2003. Effects of enhanced consumption of fruit and vegetables on plasma antioxidants status and oxidative resistance of LDL in smokers supplemented with fish oil. In *Revija : European Journal of Clinical Nutrition*, roč. 57, 2003, č. 10, s. 1303–1310.
- RÖHRDANZ, E. - SCHMUCK, G. – OHLER, S. – KAHL, R. 2001. The influence of oxidative stress on catalase and MnSOD gene transcription in astrocytes. In *Revija : Brain Research*, roč. 900, 2001, č. 1, s. 128-136.

- ROMANI, A. - MULINACCI, N. - PINELLI, P. - VINCIERI, F. F. - CIMATO, A. 1999. Polyphenolic content in five Tuscany cultivars of *Olea europaea* L. In *Revija : Journal of Agricultural and Food Chemistry*, roč. 47, 1999, č. 3, s. 964–967.
- ROSA, Ch. – BLAKE, J. E. – MAZZARO, L. – HOEKSTRATA, P. – YLITALO, G. M. – O'HARA, T. M. 2007. Vitamin A and E tissue distribution with comparisons to organochlorine concentrations in the serum, blubber and liver of the bowhead whale (*Balaena mysticetus*). In *Revija : Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, roč. 148, 2007, č. 4, s. 454-462.
- SATUÉ-GRACIA, M. T. - ANDRÉS-LACUEVA, C. - LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. - FRANKEL, E. N. 1999. Spanish sparkling wines (cavas) as inhibitors of in vitro human low-density lipoprotein oxidation. In *Revija : Journal of Agricultural and Food Chemistry*, roč. 47, 1999, č. 6, s. 2198–2202.
- SIES, H. 1997. Oxidative stress: oxidants and antioxidants. In *Revija : Experimental Physiology*, roč. 82, 1997, č. 3, s. 291–295.
- SIKORA, E. - CIEŚLIK, E. – LESZCZYŃSKA, T. – FILIPIAK, A. – PISULEWSKI, M. 2008. The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. In *Revija : Food Chemistry*, roč. 107, 2008, č. 1, s. 55-59.
- STEINMETZ, K. - POTTER, D. 1996. Vegetables, fruit, and cancer Prevention: A Review. In *Revija : Journal of the American Dietetic Association*, roč. 96, 1996, č. 10, s. 1027–1039.
- TAMIMI, R. M. – HANKINSON, S. E. - CAMPOS, H. - SPIEGELMAN, D. - ZHANG, S. – COLDITZ, G. A. et al. 2005. Plasma carotenoids, retinol, and tocopherols and risk of breast cancer. In *Revija : American Journal of Epidemiology*, roč. 161, 2005, č. 2, s. 153–160.
- TOLEDANO, A. - SERRANO, I. - GARCIA, A. – MONDRAGON, I. – LABID, J. 2010. Comparative study of lignin fractionation by ultrafiltration and selective precipitation. In *Revija : Chemical Engineering Journal*, roč. 157, 2010, č. 1, s. 93-99.
- TÓTH, T – VOLLMANNOVÁ, A. – BYSTRICKÁ, J. – JOMOVÁ, K. – MUSILOVÁ, J – HRUŠKOVIČOVÁ, A. 2008. Antioxidant Q10. In *Chemické listy*, roč. 102, 2008, č. 8, s. 755-756.
- UGARTONDO, V. – MITJANS, M. – VINARDELL, M. P. 2009. Applicability of lignins from different sources as antioxidants based on the protective effects on lipid peroxidation induced by oxygen radicals. In *Revija : Industrial Crops and Products*, roč. 30, 2009, č. 2, s. 184-187.
- VALKO, M. - LEIBFRITZ, D. - MONCOL, J. - CRONIN, D. - MAZUR M. - TELSNER, J. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. In *Revija : The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, roč. 39, 2007, č. 1, s. 44–84.

VENKAT, D. - ANKOLA, D. D. - BHARDWAJ, V. - SAHANA, D. K. - RAVI KUMAR, M. N. V. 2006. Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. In *Revija : Journal of Controlled Release*, roč. 113, 2006, č. 3, s. 189-207.

VINARDELL, M. P. – UGARTONDO, V. - MITJAN, M. 2008. Potential applications of antioxidant lignins from different sources. In *Revija : Industrial Crops and Products*, roč. 27, 2008, č. 2, s. 220-223.

VOLLMANNOVÁ, A. – TOMÁŠ, J. – HARANGOZO, Ľ., TIMORACKÁ, M. 2006. Antinutričné účinky rastlinných polyfenolov. In : *Výživa a potraviny pre tretie tisícročie*. Nitra : SPU, 2006, s. 257-259. ISBN 80-8069-775-2.

VOLLMANNOVÁ, A. - TOMÁŠ, J. – TÓTH, T. - TIMORACKÁ, M. 2004. Príjem vybraných bioflavonoidov výživou. In : *Výživa a potraviny pre tretie tisícročie*. Nitra : SPU, 2004, s. 256-248, ISBN 80-8069-421-4.

WAARTS, B. L. – ANEKE, O. J. C. – SMIT, J. M. – KIMATA, K. – BITTMAN, R. – MEIJER, D. K. F. – WILSCHUT, J. 2005. Antiviral activity of human lactoferrin: inhibition of alphavirus interaction with heparan sulfate. In *Revija : Virology*, roč. 333, 2005, č. 2, s. 284-292.

WACHTEL, S. – WONG, W. – BENZIE, I. 2008. The effect of cooking on *Brassica* vegetables. In *Revija : Food Chemistry*, roč. 110, 2008, č. 3, s. 706-710.

WEBER, P. – BENDICH, A. – MACHLIN, L. 1997. Vitamin E and human health: Rationale for determining recommended intake levels. In *Revija : Nutrition*, roč. 13, 1997, č. 5, s. 450-460.

WOLBANG, C. M - FITOS, J. L. – TREEBY, M. T. 2008. The effect of high pressure processing on nutritional value and quality attributes of *Cucumis molo L.* In *Revija : Innovative Food Science and Emerging Technologies*, roč. 9, 2008, č. 2, s. 196-200.

YANISHLIEVA, N. – MARINOVA, E. – POKORNÝ, J. 2006. Natural antioxidants from herbs and spices. In *Revija : European Journal of Lipid Science and Technology*, roč. 108, 2006, č. 9, s. 776–793.

ZELKO, Igor – FOLZ, Rodney. 2004. Sp1 and Sp3 transcription factors mediate trichostatin a-induced and basal expression of extracellular superoxide dismutase. In *Revija : Free Radical Biology and Medicine*, roč. 37, 2004, č. 8, s. 1256-1271.

Chutné a liečivé cibul'oviny. 2007 [online] Nitra : Agroištitút Nitra, aktualizované 2007. [cit. 2010-03-03]. Dostupné na: <http://www.agroporadenstvo.sk/rv/zelenina/liecive_cibuloviny.htm?start>.

Karfiol - hlúbovina s bielkovinami. 2005 [online] Nitra : Agroištitút Nitra, aktualizované 2005. [cit. 2010-04-28]. Dostupné na: <http://www.agroporadenstvo.sk/rv/zelenina/karfiol_bielkovin.htm>.

Karotenoidy. 2006b [online] Bratislava : 3NET web design, aktualizované 2006. [cit. 2010-03-26]. Dostupné na: <<http://eutrofia.sk/?q=node/249>>.

Laktoferín. 2010 [online] Bratislava : T&T WebDesign, aktualizované 2010. [cit. 2010-04-07]. Dostupné na: <http://www.imunotop.sk/index_page.php?p=colostrum&s=rozbory&sm=laktoferin>.

Mrkva obyčajná. 2010. [online] Nitra : Agroinštitút Nitra, aktualizované 2010. [cit. 2010-04-28]. Dostupné na: <http://www.agroporadenstvo.sk/rv/zelenina/zel_sejba.htm>.

Nová molekulárna antioxidačná zmes. 2003 [online] Bratislava : T&T WebDesign, aktualizované 2003. [cit. 2010-03-27]. Dostupné na: <http://www.imunotop.sk/index_page.php?p=anoxe&s=informacie&sm=9#informacie9>.

Oxidačný stres. 2010 [online] Praha : mEcaDO|deSIGN, aktualizované 2010. [cit. 2010-03-23]. Dostupné na: <<http://www.genscan.com/cz/oxidacni-stres>>.

Rôzne druhy zeleru do záhradky. 2006 [online] Nitra : Agroinštitút Nitra, aktualizované 2006. [cit. 2010-04-28]. Dostupné na: <http://www.agroporadenstvo.sk/rv/zelenina/druhy_zeleru.htm>.

Selén v potravinách. 2007 [online] Bratislava : ÚVTIP Nitra, aktualizované 2007. [cit. 2010-04-11]. Dostupné na: <<http://www.vup.sk/index.php?start&mainID=1&navID=42>>.

Superoxiddismutáza. 2006a [online] Bratislava : 3net web design, aktualizované 2006. [cit. 2010-03-26]. Dostupné na: <<http://eutrofia.sk/?q=node/243>>.

Zelenina – základné informácie. 2009 [online] Košice : GastroPrincipal.sk, aktualizované 2009. [cit. 2010-02-05]. Dostupné na: <http://www.gastroprincipal.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=63:zelenina-zakladne-informacie&catid=40:ovocie-a-zelenina&Itemid=76>.

Príloha

Tabuľka číslo 1.

Úloha voľných radikálov v rôznych ochoreniach (Venkat et al., 2006).

Choroby	Voľné radikále spôsobujú
Ateroskleróza	Endoteliálnu dysfunkciu, aktiváciou makrofág,
Infarkt myokardu	Nekrózu, apoptózu (uvolnenie a odpadnutie kožnej chrasty)
Hypertenzia	Proliferáciu cievnych hladkých svalových buniek, produkciu oxidantov, endoteliálnu dysfunkciu
Diabetes	Endoteliálnu dysfunkciu, poruchy metabolizmu
Rakovina	Genovú mutáciu, narušení bunkových procesov
Parkinsonova choroba	Mitochondriálnu dysfunkciu
Alzheimerova choroba	Neurotoxitu na mozgové bunky
Huntingtonova choroba	Mitochondriálne poškodenie
Autoimunitné poruchy	Sprostredkovanie zápalu tkaniva
Akútne poškodenie pľúc	Sprostredkovanie zápalu a endoteliálnej dysfunkcie

Tabuľka číslo 2.

Konzumné časti rôznych druhov zeleniny (Pennington, Fisher, 2009).

Časť rastlín	Zelenina
Semená/struky	Hrášok, kukurica, fazuľa, šošovica, hrach, sója
Stonka, stopka/kvet	Artičoky, špargľa, brokolica, karfiol, zeler, čínska brokolica, rebarbora
Koreň/hľuza	Repa, mrkva, petržlen, zemiaky, reďkev, sladké zemiaky,

Tabuľka číslo 3.

Rozdelenie druhov zeleniny do farebných skupín (Pennington, Fisher, 2009).

Farba	Zelenina
Biela/ béžová	Artičoka, karfiol, uhorky, baklažán, čakanka, cesnak, šošovica, huby, cibuľa, petržlen, fazuľa, hrášok, zemiaky, reďkovky, pór, sójové bôby, repa, cuketa
Oranžová	Mrkva, tekvica, sladké zemiaky
Žltá	Avokádo, kukurica, repa
Červená	Repa, červená kapusta, fazuľa, červený listový šalát, rebarbora, sladká paprika, rajčina
Svetlozelená	Kapusta, zeler
Zelená	Špargľa, brokolica, ružičkový kel, čínska brokolica, čínska kapusta, hrášok, hlávkový šalát, ľadový šalát, sladká zelená paprika, žerucha
Tmavozelená	Kel, kapusta, špenát,