

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

2123974

**HODNOTENIE ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY
A CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLOV V JADROVOM
OVOCÍ**

2011

Soňa Hupková, Bc.

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

**HODNOTENIE ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY
A CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLOV V JADROVOM
OVOCÍ**

Diplomová práca

Študijný program:	Technológia potravín
Študijný odbor:	4170800 Spracovanie poľnohospodárskych produktov
Školiace pracovisko:	Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov
Vedúci diplomovej práce:	Andrea Mendelová, Ing. PhD. (2009-2011)

Nitra 2011

Soňa Hupková, Bc.

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Soňa Hupková vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Hodnotenie antioxidačnej aktivity a celkového obsahu polyfenolov v jadrovom ovocí“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

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

V Nitre 8. apríla 2011

Soňa Hupková

Pod'akovanie

Touto cestou by som sa chcela úprimne poďakovať vedúcej záverečnej práce Ing. Andrei Mendelovej, PhD. za odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej diplomovej práce.

Abstrakt

Počas výskumu bol zistený celkový obsah polyfenolov a antioxidačných aktivít v plodoch vybraných odrôd jablák a hrušiek. Vo vzorkách jablák odrody (Alkmene, Akane, Dalila, Denár, Jolana, Jonathan, Melodie a Prima) a hrušky (Dekanka, Dekora, Dielova, Erika, Grosdemange a Konferencia). Celkový obsah polyfenolov bol zistený spektrofotometrickou metódou s Folin-Ciocalt činidlom a celkový obsah polyfenolov sa vypočítal ako obsah trieslovín. Antioxidačné aktivity boli stanovené použitím DPPH radikálu (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazylu). Absorbancia bola meraná pri vlnovej dĺžke 515 nm.

Určenie celkového obsahu polyfenolov v sledovaných odrodách jablák ovocia bol v rozmedzí od 529,6 mg.kg⁻¹ až 1081,4 mg.kg⁻¹. Najvyšší obsah bol zaznamenaný u odrody 'Akane', najnižšia bola pozorovaná u odrody 'Dalila'. Antioxidačné aktivity jablák ovocia boli z 33,3% na 96,9%. Najvyššiu hodnotu antioxidačnej aktivity dosiahla odroda 'Denár'. Obsah celkových polyfenolov v odrodách hrušiek sa pohyboval medzi 318,8 mg.kg⁻¹ - 924,5 mg.kg⁻¹. Najvyšší obsah celkových polyfenolov bol u odrody 'Dielova'. Antioxidačné aktivity u odrôd hrušiek z 46,2% na 92,6% a najvyššie hodnoty antioxidačnej aktivity dosiahla odroda 'Dielova'. Výsledkom jednosmernej analýzy rozptylu sme zistili štatisticky významný vplyv ($p < 0,01$) odrôd na celkový obsah polyfenolov a antioxidačnú aktivitu jablák a hrušiek.

Kľúčové slová : antioxidanty, celkové polyfenoly, DPPH metóda, jablká, hrušky, arónia, dula

Abstract

In the present study were determined the total polyphenol content and antioxidant activity in the fruits of selected varieties of apples and pears. The samples of apples varieties (Alkmene, Akane, Dalila, Denár, Jolana, Jonathan, Melodie and Prima) and pears (Dekanka, Dekora, Dielova, Erika, Grosdemange and Konferencia). The total polyphenol content was determined used of spectrophotometric method with Folin-Ciocalt agent and the total polyphenol content was calculated as content of tannins. Antioxidant activity was determined used DPPH radical (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). The absorbance was measured at a wavelength of 515 nm.

The determined total polyphenol content in observed varieties of apple fruits was within the interval from 529.6 mg.kg⁻¹ to 1081.4 mg.kg⁻¹. The highest content was observed in the variety 'Akane', the lowest was observed in the variety 'Dalila'. Antioxidant activity of apples fruits were from 33.3 % to 96.9 %. The highest value of antioxidant activity reached the variety 'Denár'. The total polyphenols content in pear varieties studied ranged between 318.8 mg.kg⁻¹ to 924.5 mg.kg⁻¹. The highest content of total polyphenols was in the variety 'Dielova'. Antioxidant activity observed in the varieties of pears from 46.2 % to 92.6 % and the highest value of antioxidant activity reached the variety 'Dielova'. The results of one-way analysis of variance we found a statistically significant effect ($p < 0.01$) varieties on total polyphenol content and antioxidant activity of apples and pears.

Keywords : antioxidants, total polyphenol, DPPH method, apples, pears, sorbus, quince

Obsah

Zoznam skratiek a značiek	8
Úvod	9
1 Súčasný stav riešenej problematiky	10
1.1 Voľné radikály	10
1.1.1 Príčiny vzniku voľných radikálov	10
1.2 Oxidačný stres	12
1.3 Antioxidanty	12
1.3.1 Rozdelenie antioxidantov	14
1.4 Jadrové ovocie	22
1.4.1 Jablň domáca	23
1.4.1.1 Zloženie a liečivé účinky jabĺk	23
1.4.1.2 Jablká ako zdroj antioxidantných látok	24
1.4.2 Hruška obyčajná	30
1.4.2.1 Zloženie a liečivé účinky hrušiek	31
1.4.3 Arónia čiernoplodá	31
1.4.3.1 Zloženie a liečivé účinky arónie čiernoplodej	32
1.4.4 Dula podlhovastá	33
1.4.4.1 Zloženie a liečivé účinky dule podlhovastej	34
2 Cieľ práce	35
3 Metodika práce	36
3.1 Materiál práce	36
3.1.1 Charakteristika analyzovaných odrôd jabĺk a hrušiek	37
3.2 Metodika práce	41
3.2.1 Stanovenie antioxidantnej aktivity pomocou DPPH metódy	41
3.2.2 Stanovenie celkového obsahu polyfenolov	42
4 Výsledky práce a diskusia	43
4.1 Hodnotenie celkového obsahu polyfenolov	43
4.2 Hodnotenie antioxidantnej aktivity DPPH metódou	46
Záver	49
Zoznam použitej literatúry	50

Zoznam skratiek a značiek

ATP - adenzíntrifosfát

Cu - meď

DNA - deoxyribonukleonová kyselina

DPPH – 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl

g - gram

LDL - nízko hustotni lipoprotein (Low Density Lipoprotein)

mg - miligram

Mn – mangán

MO – mikroorganizmy

nm - nanometer

NADPH - redukovaný nikotinamidadeninukleotidfosfát

PCB - polychlorované bifenyly

ROS - reaktívna forma kyslíku (Reactive Oxygen Species)

Se - selén

SOD - superoxiddismutáza

UV - ultrafialové žiarenie

Zn - zinok

WHO - svetová zdravotnícka organizácia (World Health Organization)

% - percento

Úvod

Už storočia ľudstvo oceňuje mimoriadne výživnú hodnotu čerstvého ovocia. Ovocie je dôležitou zložkou potravy, ktorá zlepšuje kondíciu, optimálne pôsobí na metabolizmus a je výborným zdrojom energie. Obsahuje vysoký podiel vody, cenné vitamíny, sacharidy, minerálne látky a organické kyseliny. Nezanedbateľný je vysoký obsah vlákniny. Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) odporúča konzumovať zeleninu a ovocie päťkrát denne, v množstve približne 0,5 kg na osobu a deň.

Nielen odborná, ale i laická verejnosť venuje veľkú pozornosť voľným radikálom a sleduje predovšetkým ich negatívne pôsobenie na ľudský organizmus. Jednou z možností ako chrániť organizmus pred škodlivými účinkami voľných radikálov je aplikácia látok s antioxidantnými účinkami, tzv. antioxidanty. Voľné radikály pôsobia v tele na biologicky významne zlúčeniny, predovšetkým bielkoviny, lipidy a nukleové kyseliny.

Najznámejším a významným domácim ovocím sú jablká, ktoré majú na ľudský organizmus veľmi prospešné účinky. Sú bohaté na vitamíny, stopové prvky a vlákninu. Pomáhajú znižovať krvný tlak i hladinu cholesterolu, stabilizujú hladinu cukru v krvi, posilňujú imunitný systém, srdce a krvný obeh. Obsah solí kyseliny vínnej v jablkách bráni škodlivej tvorbe fermentov a usadzovaniu baktérií v čreve. Podobné vlastnosti ako jablká majú i dule. Dule patria k menej rozšíreným ovocným druhom. Významné sú vďaka svojej vysokej biologickej hodnote. Vyznačujú sa obsahom vitamínov, minerálnych látok, pektínov a vlákniny.

Vlákninou sa moderná veda začala zaoberať v 50. rokoch 20. storočia, záujem o vlákninu od tejto doby stále rastie a to vďaka jej prospešným vlastnostiam a pôsobeniu na ľudský organizmus. Vlákna priaznivo pôsobia na kardiovaskulárne ochorenia, rakovinu hrubého čreva a konečníka, tráviace problémy, pomáha pri redukcii váhy. Vitamín C je významný antioxidant, ktorý pomáha likvidovať voľné radikály, detoxikovať ďalšie chemické látky z ovzdušia a potravín a súčasne zvyšuje aktivitu imunologického systému. Kyselina L-askorbová pomáha odstraňovať zápaly, svalové bolesti, pomáha pri regenerácii organizmu, pri hojení rán, rozklade cholesterolu, pozitívne pôsobí na krvný tlak, znižuje tvorbu krvných zrazenín a iné. Potraviny obsahujúce vitamín C je nevyhnutné zaraďovať do jedálnička pravidelne a v dostatočnom množstve.

Diplomová práca sa zaoberá stanovením obsahu polyfenolov a antioxidantnej aktivity odrôd jablák, hrušiek, dulí a arónie.

1 Súčasný stav riešenej problematiky

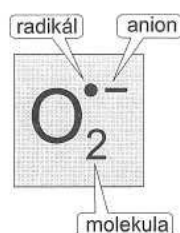
1.1 Voľné radikály

Za posledných desať rokov prichádzajú vedci neustále s novými poznatkami o úlohe voľných radikálov pri oxidačnom strese u živých organizmoch. Tieto radikály pôsobia na biologicky významné zlúčeniny, predovšetkým lipidy, bielkoviny a nukleové kyseliny, menia ich štruktúru a tým modifikujú ich funkciu (Racek, 2003).

Voľné radikály sú atómy, molekuly alebo fragmenty, schopné samostatnej existencie, ktoré majú vo svojom elektrónovom obale jeden alebo viac nespárených elektrónov. Sú buď elektroneutrálne, ale môžu mať aj aniónový alebo kationový charakter. Najjednoduchším radikálom je atóm vodíka, ktorý má len jeden elektrón a ten je nespárený. Radikály sú väčšinou veľmi reaktívne látky, ktoré svoj nespárený elektrón prevažne spária s elektrónom, ktorý odoberie iným látkam, čím ich oxidujú. Voľné radikály môžu byť odvodené od kyslíka, dusíka a organických zlúčenín (Ďuračková, 1998).

Každý vzorec radikálu sa označuje bodkou, indikujúci nepárový elektrón, ak majú popisované častice kladný alebo záporný náboj, vzorec sa dopĺňa podľa počtu a typu náboja symbolom plus (+) alebo mínus (-) (Štípek et al., 2000).

Molekula superoxidu



1.1.1 Príčiny vzniku voľných radikálov

Voľné radikály sa do organizmu dostávajú z vonkajšieho prostredia, veľké množstvo však vzniká i v priebehu metabolizmu. Podľa toho rozdeľujeme príčiny vzniku voľných radikálov na exogénne a endogénne (Racek, 2003).

Exogénne príčiny:

- ionizujúce žiarenie
- UV- žiarenie, modré svetlo
- vysoký obsah škodlivín vo vzduchu (tepelné elektrárne, doprava, priemysel)
- fajčenie
- intoxikácia (PCB, tetrachlormethan, chloroform, alkohol)
- potrava.

Endogénne príčiny:

- vznik kyseliny močovej – pri úrazoch, pooperačných stavoch
- rozpad fagocytov a mikrofagov (zápaly, popáleniny, septický stav)
- vznik methemoglobínu
- syntéza prostaglandínu
- zvýšený metabolizmus estrogénov
- autooxidácia thiolu
- hyperglykémia (Racek, 2003)

Tab. 1

[Prehľad najčastejších kyslíkových radikálov a ROS (Darley, et al. 1996)]

Kyslíkové radikály a ROS		Ďalšie významné radikály a oxidanty	
Názov	Vzorec	Názov	Vzorec
Superoxidový radikál	$\bullet\text{O}\square\text{O}^-$	Alkoxylový radikál	$\text{R}\square\text{O}\bullet$
Hydroxylový radikál	$\bullet\text{O}\square\text{H}$	Peroxylový radikál	$\text{R}\square\text{O}\square\text{O}\bullet$
Peroxylový radikál	$\text{R}\square\text{O}\square\text{O}\bullet$	Oxid dusnatý	$\bullet\text{N}=\text{O}$
Alkoxylový radikál	$\text{R}\square\text{O}\bullet$	Hydroperoxid	$\text{R}\square\text{O}\square\text{O}\square\text{H}$
Hydroperoxylový radikál	$\text{H}\square\text{O}\square\text{O}\bullet$	Peroxonitril	$\text{O}=\text{N}\square\text{O}\square\text{O}$
Singletový kyslík	$\text{O}\square\text{O}$	Kyselina chlórna	$\text{Cl}\square\text{O}\square\text{H}$
Peroxid vodíka	H_2O_2		

Napriek negatívnym účinkom, ktoré spôsobujú, majú voľné radikály aj svoj pozitívny význam. Sú súčasťou imunitného systému. Pri ochrane hostiteľa proti patogénnym

mikroorganizmom dochádza k zvýšenej tvorbe kyslíka. Tvorba a účinok voľných radikálov vo fyziologických procesoch musí byť kontrolovaná, resp. eliminovaná pomocou ochranných tzv. antioxidantných systémov (Kyselovič, 2002).

1.2 Oxidačný stres

Naše telo potrebuje pravidelne a v dostatočnom množstve prijímať predovšetkým rastlinné antioxidanty, najvýznamnejší je vitamín C, vitamín E a kyselina listová, ktoré sú obsiahnuté hlavne v čerstvom ovocí a zelenine. K zníženiu rizika rakoviny rôzneho typu sa preto odporúča konzumovať ovocie a zeleninu aspoň päťkrát denne. Doposiaľ nie je známe, či antioxidanty pôsobia samostatne, či ich úloha v ochrane spočíva v súhre všetkých antioxidantov obsiahnutých v potravinách (Asplund, 2002).

Pretože voľné radikály odoberajú molekulám elektrón a pôsobia oxidačne, všetky látky, ktoré ich pôsobeniu bránia sú označované ako antioxidanty. Za normálnych podmienok existuje medzi produkciou voľných radikálov a antioxidantmi rovnováha, prevažuje však jedna či druhá zložka, dochádza k poruchám, ktoré môžu organizmus vážne poškodiť. Prevala voľných radikálov sa označuje termínom oxidačný stres. Následkom môže byť disfunkcia buniek vedúca k stárnutiu, funkčnej neschopnosti a ochoreniam (Racek, 2003).

Oxidačný stres je spôsobovaný škodlivým vplyvom reaktívnych foriem kyslíka. ROS sú v tele produkované dvoma cestami, a to zámerne, pre telo užitočné ROS, alebo náhodne, kedy je tvorba ROS nevyhnutná (McCall Frei, 1999).

1.3 Antioxidanty

Z chemického hľadiska za antioxidant sa môže považovať každá látka, ktorá zabráni oxidácii inej zlúčeniny reaktívnym metabolitom (oxidantom) tým, že sa sama oxiduje.

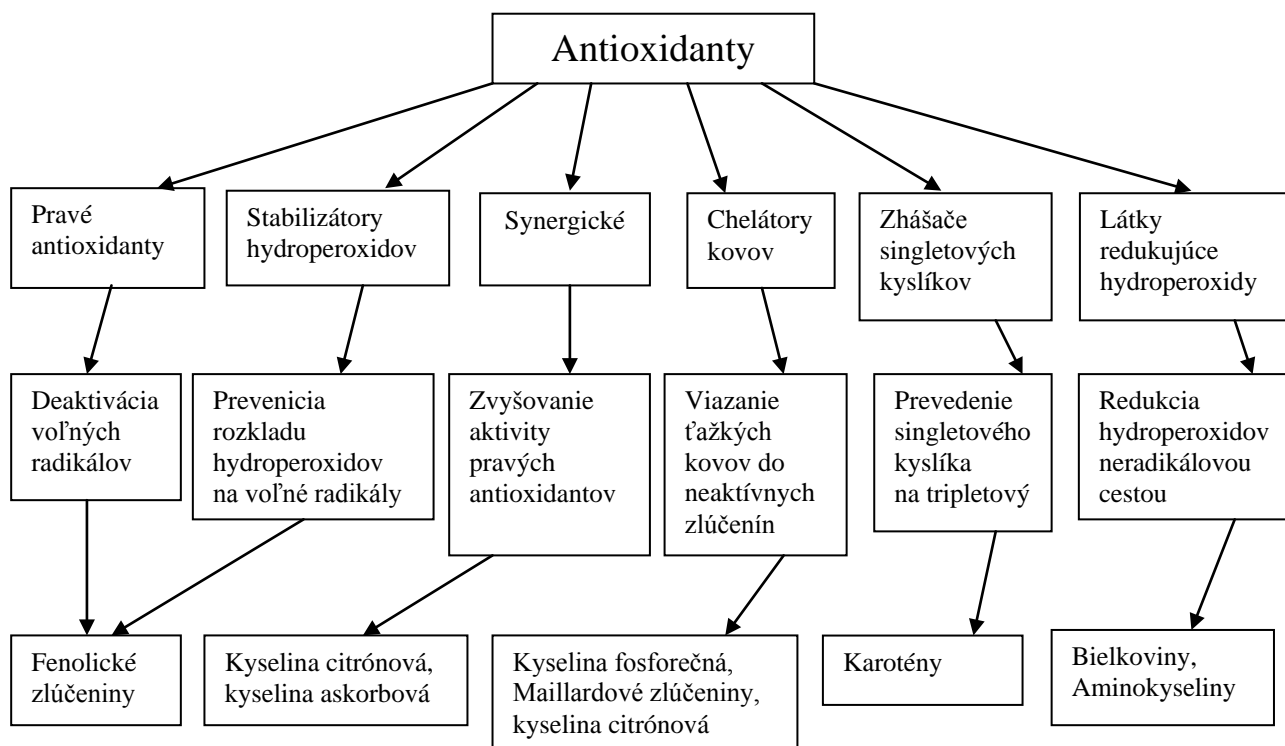
Z biologického pohľadu významný antioxidant je taká zlúčenina, ktorá v malej koncentrácii v reakcii s reaktívnym metabolitom (prooxidantom) tvorí relatívne stabilné a netoxické produkty. Tým zabráni oxidácii cieľovej molekuly. Produkt reakcie oxidantu s antioxidantom by nemal spúšťať ďalšie radikálové reakcie, pri ktorých by sa tvorili nové VR alebo RMO a oxidované substráty. Výsledok aktivity antioxidantu je ochrana biologicky

dôležitých molekúl, a tým v konečnom dôsledku buniek, tkanív a celého organizmu pred oxidačným poškodením voľnými radikálmi (Ďuračková, 1998).

Antioxidanty podporujú imunitný systém a sú najvýznamnejšími látkami, ktoré môžu obnoviť zdravie, opraviť porušenú štruktúru DNA a liečiť aj degeneratívne autoimunitné choroby, o ktorých sa predpokladalo, že sú nevyliciteľné. V tom spočíva „zázračná“ sila antioxidantov (Zachar, 2004).

V ľudskom tele boli antioxidanty prítomné vždy, ale stačilo ich k inaktivácii radikálov len malé množstvo. Pri zvýšenom obsahu radikálov bolo potrebné zvýšiť aj obsah antioxidantov. Je známe, že účinnosť antioxidantov s rastúcou koncentráciou klesá, a po nadmernom prídavku môžu byť celkom neúčinné alebo dokonca prooxidačné (Pokorný, 2005).

Obr. č. 1 Rozdelenie antioxidantov podľa účinku pôsobenia (Pokorný, 2005).



Antioxidanty obvykle reagujú s alkoxy- a peroxyradikálmi tvorenými rozkladom lipidových hydroperoxidov. Iné inhibítory stabilizujú hydroperoxydy a zabráňujú ich rozkladu na voľné radikály. Rozklad hydroperoxidov je katalyzovaný ťažkými kovmi a chelatačné činidlá taktiež inhibujú oxidáciu. Niektoré látky nazývané synergické sami neprejavujú

antioxidačnú aktivitu, ale môžu zvyšovať aktivitu pravých antioxidantov. Iná skupina látok rozkladá hydroperoxydy neradikálovou cestou a tým znižuje obsah voľných radikálov. Taktiež singletový kyslík oxiduje látky mnohonásobne rýchlejšie než bežný triplexový kyslík a preto majú zhasače singletových kyslíkov taktiež dôležitý inhibičný efekt na oxidáciu potravín. Na predchádzajúcom obrázku je znázornené obecné rozdelenie antioxidantov podľa spôsobu inhibície oxidačných látok (Pokorný et al, 2001).

1.3.1 Rozdelenie antioxidantov

Kochanová a Hudec (2009) rozdeľujú antioxidanty podľa rôznych hľadísk:

1. Podľa molekulovej hmotnosti na:

a) Vysokomolekulové

- enzýmové (superoxiddismutáza, kataláza, glutatiónpoxidáza, peroxidázy.),
- neenzýmové,

b) Nízkomolekulové

- prírodné - látky prijímané človekom zapojené do metabolizmu – vitamíny, ...
- syntetické - patria sem látky, ktoré sú chemicky alebo inak modifikované

2. Podľa miesta najčastejšieho výskytu na:

a) Hydrofilné (cytoplazmové) – rozpustné vo vode (vitamín C, stopové prvky - Se, Zn, Cu, endogénne antioxidanty – glutatión, cysteín, kyselina močová, albumín, glukóza, flavonoidy, antokyaníny, tioly, bilirubín ...),

b) Lipofilné (membránové) – rozpustné v tukoch (tokoferoly - vitamín E, karotenoidy – lykopen, β- karotén, vitamín A, ubichinón),

Medzi vysokomolekulové enzýmové antioxidanty patrí superoxiddismutáza a glutatiónpoxidáza.

Superoxiddismutáza (SOD) – je enzým regenerujúci bunky, chráni ich od rozpadu a neutralizuje najbežnejší a najnebezpečnejší voľný radikál peroxid. Okrem toho podporuje využitie zinku, medi a mangánu. Existujú dva typy SOD:

- superoxiddismutáza s meďou a zinkom (Cu/Zn – SOD), chrániaca cytoplazmu a metabolické činnosti v nej,
- superoxiddismutáza s mangánom (Mn – SOD), chrániaca mitochondrie, ktoré obsahujú genetické informácie bunky a sú producenti energie.

Glutatiónpoxidáza – je enzým, ktorý môže byť závislý alebo nezávislý od selénu. Antioxidačný účinok selénoenzýmov spočíva v tom, že eliminujú peroxidy a selenóny reagujú pri tom rýchlejšie ako tioly. Enzým spolupracuje s glutatiónom, ktorý sa nachádza v organizme v pomerne vysokej koncentrácii, jeho aktivita je závislá od koncentrácie glutatiónu (Zachar, 2004).

Medzi neenzýmové antioxidanty patria proteíny viažuce atómy prechodných kovov a proteíny s tiolovými skupinami.

Proteíny viažuce atómy prechodných kovov do chelátových štruktúr. Patrí sem transferín, laktoferín, feritín, haptoflobín, hemopexín a ceruloplazmín.

Medzi **proteíny s tiolovými skupinami** zaradíme albumín, najviac zastúpený plazmový proteín, má špecifické väzbové miesta pre množstvo rôznorodných látok, označuje sa ako „sebaobetujúci“ antioxidant. Metalotioneíny sú malé neenzýmové proteíny, ktoré dokážu viazať ióny kovov, neobsahujú v molekule aromatické aminokyseliny a majú detoxikačnú funkciu pri odstraňovaní iónov kovov z organizmu. Zistila sa ich zvýšená biosyntéza počas oxidačného stresu a schopnosť vychytávať hydroxylový radikál (Ďuračková, 1998).

Nízkomolekulové antioxidanty sú zastúpené vitamínmi A, C, E, karotenoidmi, koenzýmom Q, kyselinou močovou a polyfenolmi.

Vitamín C (kyselina askorbová)

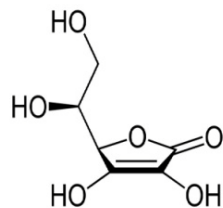
Vitamín C je vo vode rozpustný vitamín nevyhnutný k životu a udržiavaniu telesného zdravia. Zo štyroch možných izomérov vykazuje aktivitu vitamínu C iba L -askorbová kyselina. Názvom vitamín C sa však označuje nielen L -askorbová kyselina, ale celý reverzibilný redoxný systém (Žamboch, 1996).

Kyselina askorbová pôsobí ako kofaktor rady enzýmov, je potrebná pre hydroxyláciu aminokyselín prolínu a lyzínu pri biosyntéze kolagénu, uplatňuje sa pri tvorbe glukosaminoglykánov, karnitínu, noradrenalínu a zúčastňuje sa metabolizmu cholesterolu. Významnú úlohu zohráva pri oxidoredukčných dejoch a ako antioxidant zastáva nezastupiteľné miesto (Racek, 2003).

Antioxidačný účinok askorbátu spočíva v redukcii anorganických i organických radikálov ako $O_2^{\bullet-}$, $HO_2^{\bullet-}$, $HO^{\bullet-}$, hydrofilný NO_2^{\bullet} , RO_2^{\bullet} , a reaguje s 1O_2 a $HClO$. Okrem iného regeneruje tokoferylový radikál (Štípek et al., 2000).

Vitamín C stimuluje obranyschopnosť organizmu, mimo iného zvyšuje aktivitu fagocytov a chráni ich membrány pred oxidačným poškodením (Žamboch, 1996).

Obr. č. 2 Chemická štruktúra vitamínu C



Okrem toho, že vitamín C aktivuje činnosť všetkých buniek, má taktiež silné antioxidačné účinky, t.j. bráni oxidačným biochemickým procesom, ich dôsledkom je starnutie buniek a pravdepodobne i rakovinových. Schopnosť vitamínu C sa ďalej pripisuje podpore vstrebávania železa v čreve, prispieva k tvorbe obranných látok proti rôznym infekciám, neutralizuje toxíny v krvi, spolupôsobí pri hojení rán a má mnoho ďalších fyziologicky významných funkcií.

Denná dávka vitamínu C podľa WHO/FAO je 70 mg. Tú môžeme pokryť už jedným pomarančom, ktorý obsahuje 50 mg. Práve ovocie a zelenina sú hlavnými zdrojmi vitamínu C. Nedostatok vitamínu C spôsobuje chorobu nazývanú skorbut, ktorá sa prejavuje celkovou slabosťou, náchylnosťou k infekciám, chudokrvnosťou a krvácaním ďasien. Mnoho štúdií preukázalo prospešný účinok ovocia a zeleniny v prevencii pľúcnych ochorení. Pravidelný príjem čerstvého ovocia bohatého na vitamín C znižuje výskyt kašľa a kýchania u detí. Pretože vitamín C je veľmi citlivý na teplo a svetlo, musíme si uvedomiť fakt, že varením alebo smažením sa väčšina obsahu tohto cenného vitamínu stráca (Pamplona Roger, 1995).

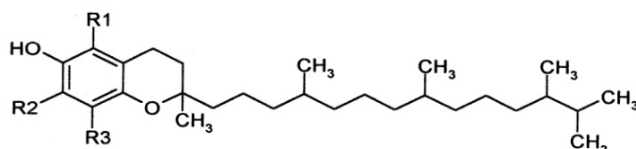
Vitamín E (tokoferol)

Aktivitu vitamínu E vykazuje osem základných štruktúrne príbuzných derivátov chrómanu. Štyri formy vitamínu E s nasýteným terpenoidným postranným reťazcom odvodeným od tokolu sa nazývajú tokoferoly, štyri formy s nenasýteným postranným reťazcom odvodené od tokotrienolu sa nazývajú tokotrienoly.

Vitamín E obzvlášť α -tokoferol je najvýznamnejším lipofilným antioxidantom uplatňujúcim sa u eukaryotických buniek ako ochrana nenasýtených mastných kyselín v lipidoch pred poškodením voľnými radikálmi. Biologická aktivita vitamínu E súvisí s antioxidantnými účinkami, za najúčinnější antioxidant sa považuje α -tokoferol, ktorý je zároveň najviac zastúpený v ľudskom organizme. α -tokoferol nemôže zabrániť tvorbe radikálov, ale chráni lipidy tak, že minimalizuje formovanie sekundárnych radikálov vychytávaním peroxylových radikálov, takže sa ďalej nemôžu zúčastniť reťazových reakcií (Velíšek, 1999).

Svojím obsahom je nevyhnutný pre reprodukčný a kardiovaskulárny systém a svalstvo, zvyšuje odolnosť organizmu proti baktériám a vírusom a zároveň pomáha predlžovať životaschopnosť červených krviniek (Mikulajová a Brindzová, 2005).

Obr. č. 3 Chemická štruktúra vitamínu E



Vitamín E sa v potravinách rastlinného pôvodu vyskytuje vo veľkom zastúpení. Jeho výskyt je hlavne v rastlinných olejoch a semenách, ako napríklad slnečnicový a olivový olej, mandle, sója a orechy. Doporučený denný príjem sa uvádza 10 mg pre mužov a 8 mg pre ženy (Pamplona Roger, 1995).

Karotenoidy

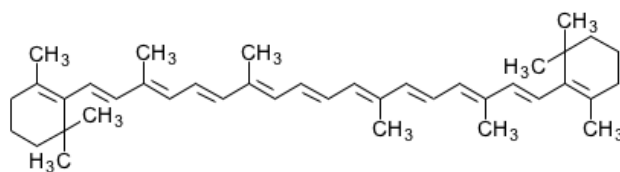
Karotenoidy sú významné a najrozšírenejšie žlté a oranžové, výnimočne žlto-zelené a červené, prevažne lipofilné pigmenty ovocia, zeleniny, húb, rias a MO. Dnes je známych takmer 700 prirodzene sa vyskytujúcich karotenoidných pigmentov. Z toho asi 50 zlúčenín vykazuje aktivitu vitamínu A, preto sa označujú ako retinoidy (Velíšek, 1999).

Všetky karotenoidy sa vstrebávajú. K 6 najznámejším karotenoidom sa radí beta-karotén, lykopen, luteín, zeaxantín, alfa-karotén a beta-kryptoxantín (Pratt a Matthewsová, 2005).

Karotenoidy sa delia na dve hlavné skupiny :

- uhľovodíky nazývané karotény (lykopen, β -karotén, α -karotén),
- kyslíkaté zlúčeniny (alkoholy, ketóny) odvodené od karoténov, ktoré sa nazývajú xantofyly (zeaxanthin, luteín, β -kryptoxantin).

Obr. č. 4 Chemická štruktúra β -karoténu



Kvalitatívne a kvantitatívne zloženie karotenoidov závisí na mnohých faktoroch, ako je druh a odroda rastliny, sezóna, stupeň zrelosti, spôsob spracovania a pod. (Velíšek, 1999).

Karotenoidy viazané v rastlinných pletivách sú stabilné, prežívajú i agresívne procesy a intenzívne osvetlenie s minimálnou stratou. Ale ako náhle dôjde k ich uvoľneniu z tkanív, sú náchylné k degradácii teplom, svetlom či atmosférickým kyslíkom. Potraviny bohaté na karotenoidy pôsobia preventívne proti chorobám a znižujú riziko rôznych druhov rakoviny, a to rakovina pľúc, hrubého čreva, močového mechúra, pľúsok a kože. Karotenoidy taktiež znižujú riziko srdcových chorôb.

Lykopen je stále vo väčšej miere považovaný za látku s protirakovinovými účinkami. Chráni pred poškodením pokožky voľnými radikálmi a samotný alebo v kombinácii zvyšuje v koži ochranný faktor proti slnečnému žiareniu. Niektorí vedci považujú lykopen za silnejší antioxidant než β -karotén, s ktorým je chemicky príbuzný.

Najrozšírenejším zdrojom s vysokou koncentráciou lykopénu sú paradajky a vodný melón. Paradajky obsahujú 3,1 mg lykopénu na 100 g, vodný melón 4,1 mg. Lykopen je látka, ktorá dáva týmto rastlinám červenú farbu. Malé množstvo lykopénu je prítomného i v marhuliach. Doporučená denná dávka lykopénu je 22 mg (Pratt a Matthewsová, 2005).

Štruktúra s β -iónovým cyklom sa nazýva β -karotén, ktorý slúži ako prekurzor vitamínu A. β -karotén je oranžové farbivo, spojované s prevenciou srdcových infarktov, nepravidelného srdcového rytmu, mŕtvice a rakoviny, zvlášť však rakoviny pľúc. Nachádza sa

v oranžovom (marhule), zelenom (brokolica a kapusta), červenom (mrkva) a žltom (dyňa, melóny) ovocí a zelenine. Zlepšuje imunitné funkcie a ničí singletové voľné kyslíkové radikály. Pacienti s rakovinou majú často nízku hladinu β -karoténov v krvi, čo je dôsledkom jeho nízkeho prísunu v strave. Nadmerné užívanie β -karoténu, pokiaľ nie sú v tele prítomné v určitom množstve ďalšie antioxidanty, môže údajne redoxné deje v organizme posilniť. Odporúčaná denná dávka β -karoténu je 6 mg.

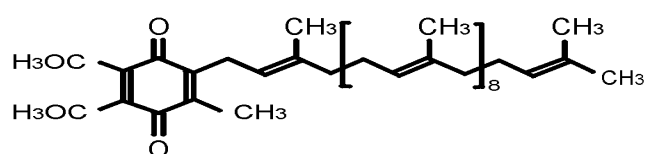
α -karotén v súčasnosti s inými látkami spomaľuje biologické starnutie a chráni proti niekoľkými druhmi rakoviny a kataraktu. Odporúčaná denný príjem je 2,4 mg (Pratt a Matthewsová, 2005).

Koenzým Q₁₀ (ubichinón)

Koenzým Q₁₀ je antioxidant a látka nutná pre tvorbu a využitie energie v organizme. Chemicky sa jedná o derivát benzochinolu, ktorý obsahuje desať izoprenoidných jednotiek.

Je zatiaľ jediný známy vnútorne syntetizovaný antioxidant rozpustný v tukoch. Fosforyluje sa však na metabolit rozpustný vo vode, ktorý odchádza z tela obličkami, pokiaľ ho telo nevyužije, podobne ako vitamíny rozpustné vo vode. Účinkom Q₁₀, sa zvyšuje odolnosť DNA voči oxidácii, takže Q₁₀ účinne bráni génovým mutáciám a poškodeniu genetickej informácie voľnými radikálmi. Q₁₀ ako dôležitý antioxidant lapá peroxylové a alkoxylové voľné radikály, čím chráni organizmus, predovšetkým bunkové membrány, pred oxidačným stresom. Má schopnosť regenerovať lipofilný antioxidant tokoferol, inhibuje oxidáciu LDL a preventívne pôsobí proti ateroskleróze (Mach, 2006).

Obr. č. 5 Chemická štruktúra koenzýmu Q₁₀



Koenzým Q₁₀ ovplyvňuje aktivitu vitamínu E, tým že ho redukuje. Pôsobí predovšetkým v bunkách nervov uložených v srdci a mozgu. Mimoriadnu aktivitu dosahuje v pečeni, kde pomáha pri tvorbe enzýmov a hormónov a ďalej pri rozklade jedovatých látok (Ursellová, 2004).

Vhodné je doplňovanie koenzýmu Q₁₀ v priebehu starnutia organizmu, nakoľko sa jeho hladina v tkanivách znižuje, najmä ak je nedostatočný pohyb (Zachar, 2004).

Ako antioxidant výrazne bráni peroxidácií cholesterolu, čím bráni usadzovaniu častíc LDL v stenách ciev a rozvoju aterosklerózy. Užívanie antioxidantov môže byť prospešné i pri už existujúcej ateroskleróze. Medzi ďalšie účinky sa mu pripisujú pri krvácaní ďasien, paradontóze a pri únave. Prirodzeným významným zdrojom sú potraviny rastlinného pôvodu ako špenát, arašidy, orechy, rastlinné oleje a rôzne druhy zeleniny (Mach, 2006).

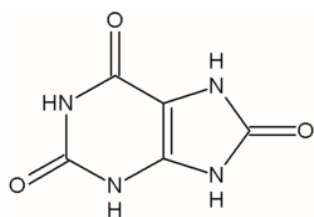
Kyselina močová

Kyselina močová vzniká pri rozpade energetických zlúčenín – ATP, predstavuje 35 až 65 % celkovej antioxidačnej kapacity plazmy. V úzkej väzbe pôsobí s kyselinou askorbovou, ktorá spolu s vitamínom A a E, glutatiónom a stopovým prvkom selénom patrí medzi ďalšie významné antioxidanty (Härtlová et al., 2005).

Patrí do skupiny fyziologicky významných antioxidantov. Svoju antioxidačnú schopnosť môže vykonávať dvomi mechanizmami:

1. priamou reakciou s niektorými voľnými radikálmi,
2. chelatačnou schopnosťou, ktorou viaže ióny prechodných kovov z prostredia, čím ich vyraduje z ich katalytickej činnosti v reakciách fentonového typu (Pecháň, 1995).

Obr. č. 6 Chemická štruktúra kyseliny močovej



U človeka je kyselina močová konečným produktom metabolizmu purínov, syntetizuje sa v pečeni energeticky náročným spôsobom a cirkuluje ako urát bez väzby na proteíny vo voľnej forme v tekutom stave v krvi. Klinicky a experimentálne sa dokázala vysoká antioxidačná kapacita urátov. *In vitro* sa dokázalo, že urát je účinný „vychytávač“ (scavenger) reaktívnych kyslíkových radikálov. U zdravých osôb predstavujú uráty až 60 % celkovej antioxidačnej kapacity.

Koncentrácia kyseliny močovej sa môže pokladať aj za jedného z indikátorov metabolickej kompenzácie, resp. indikátora rizika kardiovaskulárnych komplikácií, či

progresie chronického obličkového poškodenia. Urát pôsobí ako dočasný „nárazník“ (pufer) reaktívnych radikálov *in vivo*. Urát tu spolupracuje s L -askorbátom redukovaným NADPH a tokoferolmi. Jeho pôsobenie možno označiť ako elektrónovú stoku. Tým sa na jednej strane zvyrazňuje úloha L -askorbátu a tokoferolov pri zvládnutí symptomatickej hyperurikémie, a na druhej strane sa podčiarkuje úloha hyperurikémie ako rizikového faktora aterosklerózy (Bošmansky a Pullmann, 2006).

Polyfenoly

Polyfenolové zlúčeniny predstavujú významnú časť sekundárnych rastlinných metabolitov, ktoré sa bežne vyskytujú vo vyšších rastlinách. Polyfenoly sú v rastlinách na úrovni pletív, celulárnych a subcelulárnych jednotiek nerovnomerne rozmiestnené. Chránia rastliny pred oxidačným stresom, UV žiarením a patogénmi, taníny sú odolné voči predátorom požieraním bylinožravcami. Lignany tvoria mechanickú výplň rastlinného tela a ostatné polyfenoly môžu fungovať ako signálne molekuly. V ľudskom organizme vykazujú polyfenoly širokú škálu biologických účinkov (Rechner et al, 2002).

Existuje viac než 8000 druhov fenolických štruktúr na základe chemickej štruktúry, ktorá je veľmi rôznorodá a pohybuje sa od jednoduchých zlúčenín tvorených jedným aromatickým kruhom až po vysoko polymérnu štruktúru tanínu (Bravo, 1998).

Základné rozdelenie polyfenolov

Možno ich rozdeliť do 10 tried polyfenolov, na základe ich štruktúry. Polyfenoly vznikajú biogeneticky z dvoch hlavných syntetických ciest podľa (Pennyho et al., 2002) :

- šikimátové
- acetátové

Polyfenolické zlúčeniny sa rozdeľujú do niekoľkých skupín v závislosti od počtu aromatických kruhov a spôsobu väzby medzi jednotlivými aromatickými kruhmi.

Rozlišujeme štyri skupiny:

- fenolové kyseliny
- flavonoidy
- stilbény
- lignany

V rastlinách sa vyskytujú štruktúrne veľmi rôzne fenolové zlúčeniny. Bežnými polyfenolmi sú: flavonoidy, fenolové kyseliny a lignany. Tieto látky chránia lipoproteíny s nízkou hustotou pred oxidačnou modifikáciou a zásadný význam majú pri rozvoji aterosklerózy, znižujú riziko infarktu myokardu, prevencia tvorby krvných zrazenín a taktiež sa uvažuje o ich možnom antikarcinogénom účinku (Roeding – Penam a Gordon, 1997).

Z celkového príjmu polyfenolov v strave tvoria asi dve tretiny flavonoidy. Flavonoidy majú spoločnú základnú štruktúru a medzi ne patria: katechíny, leukoanthokyanidíny, flavanóny, flavanonoly, flavóny, flavonoly, anthokyanidíny, chalkóny a dihydrochalkóny, auróny a izoflavonoidy. Táto skupina látok má široké uplatnenie v antioxidačnom systéme. Zlepšujú vstrebávanie minerálov a vitamínov, znižujú tvorbu oxidovaných lipoproteínov a lipidov, ničia voľné radikály, môžu viazať a inaktivovať niektoré prooxidačné kovové ióny (Chen et al., 2001).

K polyfenolom patria i triesloviny a farbivá, ktoré sú hlavnou zložkou ovocia. Trieslovín v ovocí ubúda pri dozrievaní plodu. Ovocie je obvykle bohatšie na polyfenoly než zelenina. Celkový obsah polyfenolov býva okolo 10 – 20 g. kg⁻¹ čerstvého ovocia. V nezrelých jablkách môžu tvoriť až 8 % sušiny. Počas dozrievania ich obsah klesá na tretinu až štvrtinu, pritom i v zrelom štádiu ich má muštové ovocie omnoho viac než sladké ovocie stolné. Bohatá na triesloviny je predovšetkým šťava z jablák, hrušiek, dulí, čučoriedok a arónie. Intenzívne zafarbené šťavy čučoriedok, čiernych ríbezlí, višni a arónie obsahujú značnú časť anthokyanových farbív (Lehmann, 1990).

1.4 Jadrové ovocie

Jadroviny patria do čeľade ružovitých (*Rosaceae*). Úžitkovou časťou je nepravý plod malvica, ktorý má šťavnatú dužinu, silnú šupku a semená uložené v blanitom púzdre v jadrovníku. Majú 5 početné kvety usporiadané v chocholíkoch. Plody dozrievajú podľa druhu a odrody v odlišnej dobe (Hrabě et al., 2006).

Do skupiny jadrového ovocia sa zaraďuje jablň (*Malus Mill.*), hruška (*Pyrus L.*), dula podlhovastá (*Cynodia oblonga*), mišpuľa obecná (*Mespilus germania*), arónia čiernoplodá (*Aronia melanocarpa*) a hloh obyčajný (*Crataegus oxycantha*) (Ivičič et al. 1985).

1.4.1 Jablň domáca (*Mallus domestica* Mill.)

Domovom jablka je stredná Ázia. Postupne sa jeho pestovanie rozšírilo do Európy a na všetky kontinenty, pričom sa plody prispôbili klimatickým podmienkam a vznikajú stále nové kultivary. Celosvetové meradlo zahŕňa okolo 6000 kultivarov, z toho 30 druhov tohto rodu. V našej zemepisnej šírke je sortiment jabloní v porovnaní s ostatnými ovocnými druhmi najrozšírenejší a najpestovanejší ovocný strom (Ivičič et al., 1985).

Základné členenie jablone sa delí podľa odrody, doby zrenia, zbernej zrelosti a konzumnej zrelosti na:

- letné odrody – konzumná zrelosť nastáva súčasne so zbernou zrelosťou
- podzimné odrody – konzumná zrelosť nastáva po 2 – 8 týždňoch po zbere
- zimné odrody – konzumná zrelosť nastáva za 8 – 12 týždňov po zbere, pri neskorozimných odrôd až po 12 – 24 týždňoch (Hričovský et al., 2003).

1.4.1.1 Zloženie a liečivé účinky jablka

Konzumácia jablka v čerstvom stave kladne vplyva na zvýšenie odolnosti organizmu proti rozličným ochoreniam a zároveň je významnou surovinou vo výžive človeka. Bielkoviny takmer neobsahujú, majú však vysoký obsah vody, málo sacharidov a v šupke nepatrné množstvo tukov a éterických olejov (Oberteil a Lentzová, 2005).

Z dietetického hľadiska je zaujímavá nutričná hodnota dužiny. Dôležitá je chuť a obsah organických i minerálnych látok v dužine. Mimoriadne bohaté sú na vitamíny a stopové prvky. Obsahujú 82 – 86 % vody. Obsah sacharidov je v rozmedzí 10 – 15 %. Najviac je zastúpený škrob, ktorý sa pri dozrievaní štiepi na glukózu a fruktózu. Jablká obsahujú vlákninu a celulózu, ktorej obsah sa pohybuje okolo 1,3 %. Obsah kyselín závisí na odrode a pohybuje sa v rozmedzí 0,2 - 1,6 %. Najvýznamnejší podiel má kyselina jablčná a citrónová. Množstvo kyselín má vplyv na kyslosť plodu – pH, ktoré sa pohybuje od 2,5 do 5,0. Mierne trpkú chuť môžu spôsobovať triesloviny, ktorých obsah býva 0,02 – 0,3 %. Obsah dusíkatých látok je približne 0,8 %. Z fenolových látok sú v jablkách prítomné deriváty hydroxyškoricových kyselín a niektoré flavonoidné látky, v odrodách s červenou šupkou antokyany. Koncentrácia fenolových látok dozrievaním plodov klesá. Lipidy a látky im príbuzné sa vyskytujú v jablkách len v nepatrnom množstve (Šrot, 1998).

Pri dozrievaní plodu na strome sa v plode hromadí veľké množstvo vitamínov zastúpené v skupinách A, B₁, B₂, β-karotén, a najvýznamnejší vitamín C. Obsah vitamínu C sa pohybuje od 5 do 46 mg podľa odrôd a spôsobu a dĺžky skladovania. Vitamín C má v jablku mimoriadne vhodné prostredie, pretože flavonoidy a iné rastlinné látky ho v ňom chránia pred predčasnou oxidáciou. Svojimi účinkami prispieva k liečeniu rán, popálenín, napomáha tvorbe červených krviniek, prevencii vzniku mozgovej príhody a pomáha telu bojovať proti bakteriálnym infekciám. Význam vitamínu A spočíva v napomáhaní rastu a obnovy tkaniva, udržiavaní zdravej pokožky ale pôsobí mechanicky najmä na náš chrup, pomáha budovať silné kosti, formovať zdravé krvné bunky a udržiavať dobrý zrak (Michálek et al., 2003).

1.4.1.2 Jablká ako zdroj antioxidačných látok

Hlavné zložky jablák charakterizované ako biologicky významné sekundárne metabolity zodpovedné za pozitívne účinky na ľudské zdravie sú polyfenoly. Tak ako ostatné sekundárne metabolity rastlín sú aj polyfenoly produkované počas bežného vývoja a v odozve na stresové podmienky.

Polyfenolové látky obsiahnuté v jablkách možno funkčne rozdeliť do dvoch veľkých skupín, a to skupina fenolových kyselín a skupina flavonoidov (Ondrejovič et al., 2009).

Fenolové kyseliny patria do skupiny fenolových antioxidantov bežne sa vyskytujúcich v rastlinnej ríši. Štruktúrne sa odlišujú od formálneho zloženia flavonoidov, s ohľadom na ich biochemickú príbuznosť a častý spoločný výskyt sa zaraďujú medzi polyfenolické látky. Ako uvádza (Liu, 2004) v rastlinách sa nachádzajú buď vo forme voľnej, rozpustnej konjugovanej alebo viazanej.

Z hľadiska chemickej štruktúry sa fenolové kyseliny delia na dve triedy:

- deriváty kyseliny benzoovej (kyselina ellagová, protokatechuová, galová)
- deriváty kyseliny škoricovej (kys. p-kumarová, kávová, chlorogénová, ferulová a kumaroylchinónová)

Deriváty kyseliny benzoovej sa v rastlinách vyskytujú len veľmi zriedkavo a ich obsah je veľmi nízky. Výnimkou sú niektoré druhy lesného ovocia, reďkovky a cibule, ktoré

obsahujú niekoľko desiatok miligramov na kilogram natívnej rastlinnej hmoty. V prírode sú prítomné prevažne viazané so sacharidmi alebo organickými kyselinami. V jablkách sa nachádzajú hlavne dva deriváty kyseliny benzoovej, a to kyselina protokatechová a kyseliny galová vyskytujúca sa vo forme hydrolyzovateľných tanínov, galotaníny a elagitaníny. Biologické vlastnosti týchto látok nie sú síce doposiaľ dostatočne preskúmané, no napriek tomu už boli publikované antioxidačné, protizápalové účinky galotanínu inhibíciou expresie chymikínov a cytokínov na molekulovej i molekulárno-biologickej úrovni, antikancerogénne a hypolipidemické účinky inhibíciou skvalénovej dráhy v mieste syntézy farnezylu. (Ondrejovič et al., 2009).

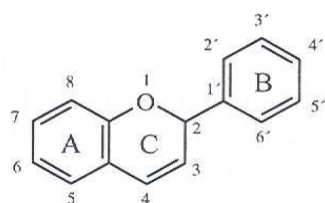
Skupina derivátov kyseliny škoricovej sa častejšie vyskytuje ako deriváty kyseliny benzoovej. V natívnom rastlinnom materiáli sa len ojedinele nachádzajú vo voľnej forme, zväčša sú naviazané na sacharidovú časť alebo sú viazané esterovou väzbou s kyselinou chinovou, šikimovou a tartarovou. Ich uvoľnenie zo spomínaných foriem nastáva počas mrazenia, sterilizácie alebo fermentácie daného rastlinného materiálu. Jablká spolu s čučoriedkami, slivkami a čerešňami patria medzi ovocie s najvyššími koncentraciami derivátov kyseliny škoricovej, medzi ktoré zaraďujeme hlavne kyselinu kumárovú, ferulovú, kumaroylchinónovú, kávovú a kyselinu chlorogénovú, ktorej koncentrácia v jablkách sa pohybuje v rozsahu 0,5 - 2 g. kg⁻¹ čerstvej hmoty. (Manach et al., 2004).

Enzymovej oxidácií podlieha kyselina chlorogénová a stáva sa tak substrátom pre oxidačné hnednutie zemiakov a jabĺk (Kim et al., 2006).

Z biologických účinkov derivátov kyseliny škoricovej je asi najznámejšia protinádorová aktivita. Okrem nej je známy tiež imunosupresívny účinok, inhibičná aktivita voči skupine enzýmov trypsínovej rodiny, trombínu, plazmínu, hemokoagulačných faktorov, faktorom komplementu pri autoimúnných ochoreniach a dokonca voči niektorým derivátom schopným zasahovať do hormonálnych procesov prostredníctvom interakcie s príslušnými receptormi (Chang et al., 2003).

Flavonoidy predstavujú najvýznamnejšiu samostatnú skupinu polyfenolov. Flavanový skelet sa skladá z dvoch benzénových jadier A a B spojených trojuholníkovým reťazcom, ktorý je kondenzovaný do formy pyránu, kruh C. Tvoria jednu z najpočetnejších skupín rastlinných pätnásť uhlíkových polyfenolických látok s formálnym zložením C6-C3-C6. Svojimi vlastnosťami sa líšia od ostatných polyfenolických zlúčenín. Dodnes je známych viac ako 4000 flavonoidných látok a stále sú objavované nové (Beecher, 2003).

Obr. č. 7 Chemická štruktúra flavonoidov



U väčšiny flavonoidov je C3 reťazec súčasťou heterocyklického kruhu a flavonoidy sú tak odvodené od heterocyklickej zlúčeniny 2H-chromenu, substituovaného v polohe C-2 fenylovou skupinou, ktorý sa nazýva flavan. Bežne sú všetky 3 kruhy substituované methoxy- či hydroxyskupinami, ich deriváty sa líšia stupňom oxidácie či substitúcie. Flavonoidy sa najčastejšie vyskytujú ako glykozidy alebo menej bežné ako voľné látky (Velíšek, 1999).

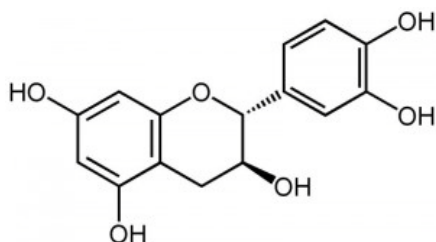
Podľa stupňa oxidácie kyslíkového heterocyklu rozoznávame šesť podtried flavonoidov (Manach et al., 2004):

- 1) flavonoly
- 2) flavony
- 3) isoflavony
- 4) flavanony
- 5) anthokyanidiny
- 6) flavanoly (katechiny a proanthokyanidiny)

Skupina flavonoidov v jablkách pozostáva zo skupín:

- flavonolov (kvercetín, izoramnetín a ich glykozidy),
- flavan-3-olov (katechín, epikatechín, prokyanidíny),
- dihydrochalkónov (floreín a jeho glykozidy)
- antokyanínov (kyanidín a jeho glykozidy) (Ondrejovič et al., 2009).

Obr. č. 8 Epikatechín



Flavonoly sú prítomné takmer v 80 % vyšších rastlín. Keďže ich biosyntéza je stimulovaná svetlom, nachádzajú sa vo vonkajších obalových pletivách. Sfarbenie flavonolov sa pohybuje od slonovinovej až po žltú. V jablkách sú flavonoly zastúpené hlavne kvercetínom a izoramnetínom (Harborne, 1967).

Kvercetín je jeden z hlavných flavonoidov prítomných v ovocí a zelenine. V rastlinách sa vyskytuje hlavne v listoch. Ten istý flavonol sa často v ovocí vyskytuje viazaný na molekulu sacharidu a často vytvára farebnú paletu 5 až 10 rôznych glykozidov (Manach et al., 2004). Vhodným príkladom tohto tvrdenia sú i jablká. Alonso-Salces (2004) zistil, že vzorka testovaných jabĺk obsahovala šesť rôznych glykozidov kvercetínu a šesť rôznych glykozidov izoramnetínu. Pozoruhodné množstvo izokvercetínu sa však vyskytuje v jablčnej a hruškovej šupke (Formica a Regelson, 1995).

Vďaka svojej chemickej štruktúre sú jeho antioxidačné schopnosti mimoriadne vzácne a zároveň je účinnejším antioxidantom než vitamíny C a E. Zároveň znižuje riziko kardiovaskulárnych ochorení a predovšetkým je jednou z najsilnejších protirakovinových látok (Dadáková et al., 2003).

Kvercetín a izoramnetín sú známe aj svojou inhibičnou aktivitou voči špecifickým enzýmom, ktoré sú označované ako efektory zápalových a nádorových ochorení. Vykazujú taktiež i inhibičnú účinnosť voči HIV integrázy, reverznej transkriptázy, HIV proteínázy. Kvercetín pôsobí tiež ako inhibítor oxidácie LDL, pri imunologických odpovediach rôzneho typu a spolu s ostatnými flavonoidmi je účinný proti širokému spektru civilizačných ochorení (Mamani Matsuda et al, 2004).

Flavan-3-oly sa vyskytujú vo voľnej alebo polymérnej forme. Výrazným znakom tejto skupiny flavonoidov je to, že netvoria glykozidy. Katechíny sa nachádzajú v rôznych druhoch ovocia (Manach et al., 2004).

Ich koncentrácia v jablkách sa pohybuje od 2,6 do 9,6 mg.g⁻¹ sušiny. Vyskytujú sa tu prevažne epiméry katechín a epikatechín. Ich funkcia je pravdepodobne nasmerovaná na ochranu rastliny, pretože katechín i epikatechín vykazujú antioxidačnú, antibakteriálnu a antivírusovú aktivitu (Bais et al, 2002).

Vo farmaceutickom výskume bola zistená ich antialergická, protinádorová, hepato- a gastroprotektívna a antikoagulačná aktivita. V kontraste s glykozylovanými flavonolmi sú flavan-3-oly veľmi dobrým substrátom pre polyfenoloxidázu (Conte et al., 2003).

Prokyanidíny predstavujú dimérne, oligomérne a polymérne štruktúry katechínových jednotiek pospájaných C4 a C8, prípadne C6 väzbami. V jablčnom mušte sa stupeň polymerizácie týchto látok pohybuje od 4 do 11 jednotiek (Manach et al., 2004).

Taníny vďaka schopnosti tvoriť komplexné zlúčeniny s proteínmi nachádzajúcimi sa v slinách sú zodpovedné za horkastú chuť jabĺk a jablčných štiav. Vykazujú predovšetkým antioxidačnú aktivitu a schopnosť vychytávať reaktívne formy kyslíka a dusíka. Známe sú taktiež ich imunomodulačné funkcie (Hammerstone et al., 2000).

Floretín je dihydrochalkón, ktorý sa predovšetkým vyskytuje v jablkách, a to prevažne vo forme glukozidu, presnejšie 5-*O*-glukozidu floretínu. Obsah floridzínu je predovšetkým v semenách, stonkách, listoch a v menšom percentálnom množstve je v šupke či dužine. Za najväčší biologický účinok floridzínu je inhibícia sorbcie glukózy v intestinálnom trakte prostredníctvom kotransportéru 1-D-glukózy. Táto vlastnosť klasifikuje floridzín ako antidiabetické činidlo (Ondrejovič et al., 2009).

Antokyaníny dodávajú rastlinám ich charakteristické sfarbenie a to od ružovej, oranžovej, červenej, modrej a fialovej. Sú vo vode rozpustné pigmenty, bohato zastúpené v kvetoch, listoch a plodoch. Antokyaníny sa vyskytujú v rovnováhe štyroch molekulárnych foriem: červený flavilínový kation, bezfarebná pseudobáza, bezfarebný chalkón a modrá chinoidná báza (Clifford, 2000).

Ich farebný tón je značne závislý od pH prostredia. Čím dlhšie si antokyanín ponecháva farbu pri neutrálnom pH, tým je stabilnejší. Sú charakteristické svojou nestálosťou a rozkladajú sa predovšetkým až pri vyšších teplotách (Kochanová a Hudec, 2009).

Najčastejšie sa vyskytujú v glykozidovej forme, prípadne stabilizované esterovou väzbou s rôznymi alifatickými či aromatickými kyselinami, čím vzrastá ich tolerancia k svetlu, pH a podmienkam oxidačného stresu. Jednou z ďalších možností stabilizácie je tvorba komplexov s inými flavonoidmi. V jablkách sa vyskytuje kyanidín v koncentrácii približne 2 - 4 g. kg⁻¹ natívnej hmoty (Ondrejovič et al., 2009).

Svoje stále čoraz väčšie uplatnenie nachádzajú v medicíne, kde sa využívajú v oftalmológii na zlepšovanie ostrosti zraku a pri liečbe krvného obehu. Pozitívne vplyvajú na pružnosť krvných kapilár, spevňujú cievne steny a podporujú vstrebávanie vitamínu C (Kochanová a Hudec, 2009).

Strava bohatá na antokyaníny zlepšuje nervové funkcie, pôsobí proti srdcovo-cievnyim ochoreniam a podporuje mozgovú činnosť. Spomaľujú oxidačnú degradáciu lipidov, zohrávajú preventívnu úlohu vo vývoji rakoviny, znižujú oxidáciu LDL cholesterolu a zároveň majú antimutagénne účinky (Pekárková, 1992).

Farbivá a triesloviny patria k stálym zložkám štiav z plodov, predovšetkým z ovocia. Bezprostredne po poškodení pletiva buniek, podliehajú polyfenoly okamžitým zmenám, pričom prebiehajú chemické aj enzýmové pochody.

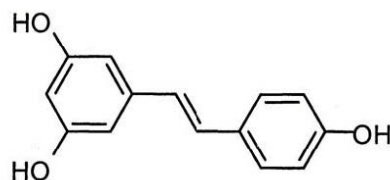
Polyfenoly s charakterom farbív sú viazané na vysokomolekulárny pektín a sú uvoľňované pektolytickými enzýmami pri enzýmovom spracovaní drte. Napríklad v čerstvo vylisovanej hroznovej šťave je obsah polyfenolov 0,05 % až 0,23 %, enzýmovým spracovaním stúpne o 10 %.

Brzí sa oxidácia polyfenolov, čím sa získava svetlejšia jablčná šťava, ktorá je ale náchylnejšia k tvorbe dodatočných zákalov. Polyfenoloxidáza je v ovocnej šťave viazaná na čiastočky ovocného pletiva. Preto by mal byť zákal čo najrýchlejšie odstránený, ale dôraz by sa mal klásť na zachovanie polyfenolov (Lehmann, 1990).

Stilbény sú štruktúrne podobné flavonoidom, v ľudskej výžive sú zastúpené len v malom množstve. Vyskytujú sa vo voľnej forme alebo viazané na glykozidy. Niektoré z nich preukazujú antimikrobiálne vlastnosti, a preto sa radia medzi fytoalexíny, čo sú sekundárne metabolity rastlín, ktoré sa tvoria ako odpoveď na stres (Vallejo et al., 2003).

Do tejto skupiny patrí známy resveratrol a jeho glukozid piceol. Resveratrolu sa pripisuje významná úloha, vykazuje biologickú aktivitu, ktorá sa prejavuje výraznými antikoagulačnými a antioxidantnými vlastnosťami, inhibuje oxidáciu lipoproteidov s nízkou hustotou (LDL) a prudko zvyšuje podiel lipoproteidov s vysokou hustotou (HDL), čím znižuje riziko kardiovaskulárnych ochorení (Kochanová a Hudec, 2009).

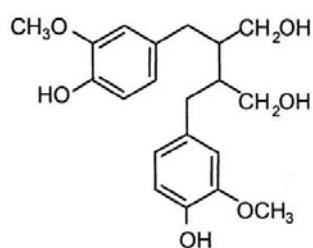
Obr. č. 9 Chemická štruktúra stilbénu - Resveratrol



Pomerne bohatým zdrojom sú predovšetkým bobule modrých odrôd vinnej révy. Dozrievaním sa jeho obsah zvyšuje až do 20 mg. kg⁻¹. V menších množstvách sa nachádza taktiež vo vínach. V jednom litri je obsah resveratrolu približne 0,3 – 2 mg, viac v červenom než v bielom víne (Kopec, 1998).

Ďalšou významnou skupinou antioxidantov jablák sú **lignany**, ktoré pre svoju estrogénnu aktivitu bývajú tiež zaraďované do skupiny fytoestrogénov. Môžu prechádzať metabolickými zmenami za vzniku zlúčenín analogických hormónom a môžu potom vykazovať afinitu estrogénnym receptorom. Ich biologická aktivita môže zasahovať až do oblastí protinádorových, protivírusových či bakteriostatických vlastností (Kochanová a Hudec, 2009).

Obr. č. 10 Chemická štruktúra lignanu



Pri technologickom spracovaní dochádza k odstráneniu lignanov so šupkami spoločne s vlákninou a preto je ľudská strava na tieto látky celkom chudobná. Lignany sa nachádzajú predovšetkým v rôznych druhoch semien, v celých zrnách, v ovocí a zelenine. Najbohatším zdrojom lignanu je predovšetkým ľanové semienko, ľanový olej a celozrnné pečivo. Ľanové semienko obsahuje sekoisolariciresinol v množstve až 3,7 g. kg⁻¹ sušiny a malé množstvo matairesinolu. Lignany sú metabolizované črevnou mikroflórou na enterodiol a enterolakton (Manach et al., 2004).

1.4.2 Hruška obyčajná (*Pyrus communis* L.)

Pôvodným miestom výskytu kultúrnych odrôd je Čína a Kaukaz, odkiaľ sa dostala do Európy. Rod zahŕňa asi 40 druhov a v súčasnosti sa pestuje asi 5000 kultivarov. Na tvorbe dnešných kultivarov sa z nich zúčastnili hruška obyčajná, hruška ussurijská a iné (Ivičič et al., 1985).

Podobne ako plané jablone rastú u nás v menšom množstve aj plané hrušky. Sú to mohutné stromy s pyramídovou korunou dosahujúce výšku 10 – 20 m. Niektoré druhy majú sto rokov a viac. Majú hlbokú koreňovú sústavu. Nepravým plodom je malvica, ktorá má typický hruškovitý tvar zúžený k stopke (Peiker a Kyncl, 1973).

1.4.2.1 Zloženie a liečivé účinky hrušiek

Liečivé účinky hrušiek spočívajú hlavne vo vysokom obsahu vody, ktorý zaistí rýchly prísun uvoľnených živín do čriev. Hrušky tak prečisťujú črevá, odstraňujú zápchu a iné poruchy trávenia. Vďaka dokonale vyváženému zloženiu sú vitamíny, bielkoviny a minerálne látky v dužine aj v šupke optimálne fyziologicky využité pri látkovej premene. Obsahuje vápnik, fosfor a ľahkostráviteľné cukry. Hruška je jednou z najvhodnejších potravín pri chelátovej terapii, keď treba naviazať, zneutralizovať a vylúčiť z organizmu ťažké kovy a jedy ako olovo, ortuť, kadmium či konzervačné prísady. Majú antibakteriálny, močopudný a posilňujúci účinok, najmä v kombinácii s ovsenými vločkami. Ich plody alebo šťava sa používajú v ľudovom liečiteľstve pri obezite, močových kameňoch, vysokom krvnom tlaku. Varené a pečené sa používajú proti kašľu a záduchu, odvar zo sušených hrušiek proti hnačkám. Niektoré odrody obsahujú v dužine drobné zrníčka, ktoré ľuďom s citlivými črevami a poruchami žľníka, ak sa konzumujú v surovom stave spôsobujú ťažkosti. Plané hrušky majú liečivejšie vlastnosti ako hrušky ušľachtilé (Oberteil a Lentzová, 2005).

Hrušky sú veľmi bohaté na kyselinu chlórogeňovú, kávovú, prokyanidiny a flavonoly. Zároveň majú vysoký obsah kyseliny listovej, draslíka a vitamínu C (Schieber et al., 2001).

1.4.3 Arónia čiernoplodá (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Ell.)

Ľudovo nazývaná jarabina čierna pochádza z východnej časti Severnej Ameriky. U nás je pomerne málo rozšírený ovocný druh. Je odolná voči suchu, hmyzu, znečisteniu a chorobám. Úspešne ju môžeme pestovať aj v drsnejších podmienkach, kde iné ovocné dreviny dávajú len malé a menej kvalitné úrody. Na pestovateľské stanovisko nie je náročná (Dolejší et al., 1991).

Arónia prirodzene rastie ako ker do výšky 2 – 2,5 m. Listy má jednoduché lesklé, kožovité, tmavo zelené a na jeseň sa zafarbujú do červena. Kvety sú biele a kvitnú začiatkom apríla. Jednotlivé malvičky sú veľké, okrúhle a takmer čierne a ojedinele s pevnou šupkou. Dužina je tmavo fialovo čierna, kyslosladkej chuti s výrazným náznakom trpkosti. Vhodné je zberať ich až po prvých mrazoch (Kutina et al., 1992).

1.4.3.1 Zloženie a liečivé účinky arónie čiernoplodej

Hodnota arónie spočíva vo vysokom obsahu rôznych fyziologicky aktívnych látok v plodoch. A to sú predovšetkým fenolové zlúčeniny: antokyany, leukoantokyany, katechíny, flavonoly, fenolové kyseliny. Celkový obsah uvedených látok často dosahuje 5 až 6 %. Plody obsahujú organické kyseliny, cukry, vitamíny skupiny C, P, B2, B6, triesloviny, pektínové látky a okrem toho obsahujú protiplesňové a protibakteriálne látky (Sus et al., 1992).

Plody sú taktiež bohaté na minerálne prvky – bór, jód, fluór, železo, meď, mangan, molybdén, kobalt a ďalší (Šapiro et al., 1988).

Celkový obsah flavonolov je v množstve viac ako 71 mg.100 g⁻¹ čerstvej hmoty. Charakteristické pre toto ovocie sú taktiež fenolické kyseliny, karotenoidy ako xantofyly, β-karotén a vláknina. Ovocie je bohaté na lipidy ako sú triglyceridy, kyselina linolová a kyselina linolénová (Sueiro et al., 2006).

Vedecké výsledky ukazujú že šťava podporuje znižovať obsah cholesterolu v krvi u chorých na arterosklerózu. Používa sa ako náhrada cukru pre cukrovkárov. Zvyšuje sa rýchlosť prúdenia krvi, čo je pozitívne pri liečbe hypertenzie. Bohatý obsah antioxidantov môže byť prospešný na zníženie rizika ochorenia spôsobené oxidačným stresom. Výhody antokyanov v plodoch arónie, ktoré pôsobia na kardiovaskulárne choroby, poruchy žalúdočnej sliznice, zápal oka a zlyhania pečene. Bioflavonoidy podporujú pôsobenie vitamínu C a pôsobia s ním často synergicky. Prírodná šťava a plody sa odporúčajú ako liečebný prostriedok pri, vysokom krvnom tlaku a acídnych gastritídach. Arónia pomáha pri poruchách štítnej žľazy, pomáha znižovať vysoký krvný tlak, aj očný tlak, priaznivo ovplyvňuje pružnosť a pevnosť ciev, pomáha pri kŕčovách žilách, má protisklerotický účinok, je žlčopudná, má protizápalový účinok, zvyšuje vylučovanie nežiaducich solí z organizmu, doporučuje sa pri doliečovaní žltacky, je vhodná na detoxikáciu organizmu, pri podpore pečeneňových a ľadvinových funkcií (Šapiro et al., 1988).

Plody sa konzumujú v čerstvom stave. Čerstvé, kompótované alebo sušené plody môžeme využiť ako prímes čajov a destilátov. Používajú sa na výrobu štiav, vín, marmelád, na zaváranie, sušenie, mrazenie a kandizovanie. Bobule sa tiež používa ako príchuť alebo farbivo do nápojov, jogurtov a tiež ako bylinný čaj (Glasa, 1999).

Výrobky obsahujúce aróniu prejavujú aktivitu pri spevňovaní kapilár. Zistilo sa, že pôsobením plodov a šťavy sa vyrovnávajú procesy vzruchu a útlmu v mozgu a znižuje sa emocionálna nerovnováha (Kochanová a Hudec, 2009).

1.4.4 Dula podlhovastá (*Cydonia oblonga* Mill.)

Dula podlhovastá patrí k jednej z najstarších kultúrnych rastlín. Pochádza z teplých oblastí juhozápadnej Ázie, z ktorej sa rozšírila do Európy a ostatných kontinentov. Rozšírená je hlavne v Iraku, Iráne, Afganistane, Sýrii, Tunisku, Francúzsku a Portugalsku (Řezníček a Salaš, 2002).

V našich podmienkach je málo pestovaným ovocným druhom. Väčší význam má u nás dula ako vegetatívne rozmnožovaný podpník pre hrušky, pretože spomaľuje ich rast a núti ich bohatšie rodiť (Peiker a Kyncl, 1973).

Kultúrne formy vznikli z jedného druhu - *Cydonia oblonga* Mill. V súlade s botanickým členením sa odrody pomologicky delia na plody, ktoré sa podobajú hruškám - var. *piryformis* alebo jablkám - var. *maliformis*. Obidva druhy sú rovnakej chuti (Dolejší et al., 1991).

Dula podlhovastá je vzrastom malý opadavý strom dekoratívneho vzhľadu dorastajúci do výšky 3 - 5 m. Listy sú kožovité, vajcovitého tvaru a tmavo zeleného sfarbenia. Kvety sú veľké biele až ružové, postavené jednotlivo. Plodom dule je malvica tvarom podobná jablkám alebo hruškám a sú pokryté šedivo bielou plst'ou. Plody dosahujú veľkosť 12 – 15 cm. Surový plod nie je na priamy konzum, pretože má tvrdú a hrubo zrnitú dužinu. Aj napriek tomu že intenzívne a krásne vonia, jeho chuť je trpká (Bärtels et al., 2000). Po dozretí sú jasne zlato-žlté, hruškovitého tvaru. Najčastejšie pestované odrody sú Champion a Portugalská (Brickell et al., 1992). Dužina plodu obsahuje cenný polysacharid pektín. Zberná zrelosť nastáva v druhej polovici októbra. Konzumná zrelosť v decembri a vydrží až do apríla (Rop et al., 2005).

1.4.4.1 Zloženie a liečivé účinky dule podlhovastej

Plod dule sa skladá z dužiny, ktorej je 91,6 – 96,9 % , šupky (2,9 %) a jadrinca so semenami, ktoré tvoria 0,3 – 2,5 %. Dužina obsahuje 81,9 % vody, 8 – 10 % sacharidov, 1,2 - 1,8 % pektínov, 0,7 - 1,2 % organických kyselín, 0,6 % trieslovín, 1,5 - 2,0 % vlákniny. Obsah minerálnych látok sa pohybuje v rozmedzí od 0,3 do 0,6 %. Významný je obsah vitamínu C, ktorý je 10 – 40 mg na 100 g. Dule obsahujú z vitamínov i tiamin, riboflavin, pyridoxin a kyselinu listovú. Semená obsahujú i slizovité látky, ktorých obsah býva až 22 % (Řezníček a Salaš, 2002).

Plody sú natoľko tuhé a kyslé, že sa nedajú konzumovať čerstvé. Dule majú vysokú rôsolovitú schopnosť vďaka pektínu, ktorý je obsiahnutý v dužine a šupke, preto sa plody využívajú k výrobe kompótov, marmelád, želé a rôsolov. Dule sa zavárajú až po dlhšom odležaní (Balaščík, 2001). V niektorých krajinách je veľmi obľúbené dulové želé, ktoré sa v Španielsku nazýva „membrillo“. Vyrábajú sa taktiež mušty, vína, ale plody sa môžu taktiež i sušiť (Dlouhá et al., 1997). Z plodov dulí sa dá pripraviť aromatický destilát. Známy je ich antioxidačný účinok, ktorý je spôsobený celou radou polyfenolických látok, ako napr. flavonoidy kvercetinom, rutinom, kempferolom a pod. (Silva et al., 2002). V dávnych dobách ľudia z dulí vyrábali chutné a trvanlivé pečivo s typickou a nenapodobiteľnou vôňou a príchuťou (Dolejší et al., 1991).

2 Cieľ práce

Cieľom diplomovej práce bolo:

1. Spracovať prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky z dostupných vedeckých a odborných zdrojov domácej i zahraničnej literatúry.
2. Pomocou DPPH metódy zistiť antioxidačnú aktivitu a celkový obsah polyfenolov vo vybraných odrodách jabĺk, hrušiek, arónie a dule.

3 Materiál a metodika práce

3.1 Materiál práce

Na stanovenie antiradikálovej aktivity a obsahu polyfenolových látok sme použili vybrané odrody jablone domácej, hrušky obyčajnej, dule podlhovastej a arónie čiernoplodej. Plody pochádzali z demonštračnej záhrady Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Odrody jablák

1. Melodie
2. Dalila
3. Alkmene
4. Jonathan
5. Prima
6. Akane
7. Jolana
8. Denár

Odrody hrušiek

9. Dielova
10. Grosdemange
11. Dekora
12. Erika
13. Konferenca
14. Dekanka

Dula podlhovastá

Arónia čiernoplodá

3.1.1 Charakteristika analyzovaných odrôd jablák a hrušiek

1. Melodie

Plody sú stredne veľké, guľovité až guľovito kužeľovité. Tenkú, pevnú, žltú šupku plodu neskôršie prekryva intenzívna červeň. Krémová, veľmi šťavnatá sladkokyslá až kyslá dužina je vhodná pre diabetikov (Hričovský et al., 2003).

2. Dalila

Skorá zimná odroda konzumne vydrží do konca januára až začiatku februára. Plody dozrievajú v strede až koncom septembra. Povrch plodu je hladký, je stredne veľký až veľký, stredne rebernatý, guľovito kužeľovitého tvaru až nesúmerný. Šupka plodu je masťná, stredne tlstá, zelenožltá, prekrytá červenou farbou vo forme mramorovania. Na šupke sú stredne veľké lenticely a veľmi nízke zastúpenie hrdze. Dužina plodu je krémová, stredne silná, rozplývavá, šťavnatá a kyslo sladká. Hnednutie dužiny u tejto odrody je stredné. Prednosťou odrody je veľmi pekný a atraktívny tvar plodov s červeným líčkom (Michálek et al., 2003).

3. Alkmene

Tvar plodu je guľovitý až tupo guľovitý, pravidelný a vyrovnaný. Strednej až menšej veľkosti. Šupka je hladká, krehká, suchá, neskôr slabo masťná. Základná farba je zeleno žltá, neskôr žltá s červenooranžovým mramorovaním. Dužina je žltej farby, stredne zrnitá, krehká, stredne šťavnatá a sladkej chuti. Plody sú slabo aromatické (Dvořák et al., 1976).

4. Jonathan

Dozrieva koncom septembra, začiatkom októbra. Plody sú stredne veľké, niekedy tupo hranaté. Šupka je hladká, voskovo lesklá a pevná (Schuchman et al., 1986).

Základná farba je žltozelená, v dobe konzumnej zrelosti svetložltá, z väčšej časti prekrytá červenou s výrazným líčkom. Červená farba je rozmytá alebo mramorovaná a často vytvára ostré prechody od základnej žltej farby do sýto červenej. Na mnoho plodoch často presvítajú tmavé až čierne škvrny typické pre túto odrodu (Dvořák et al., 1976).

Dužina je jasnožltá, pod šupkou s ružovým odtieňom, jemná, krehká, veľmi šťavnatá a voňavá, príjemne vínovosladkej chuti, s výbornou typickou jonathanovou príchťou. Chuťovo je veľmi dobrá až dobrá (Pochyba et al., 1963).

5. Prima

Je to jesenná americká odroda dozrievajúca v septembri. Stredne veľké až väčšie plody sú plocho až široko guľovité. Pevnejšiu masnú zelenú až žltú šupku z troch štvrtín až celistvo pokrýva rozmytá tmavočervená farba. Stredne jemná a šťavnatá dužina s veľmi dobrou konzistenciou má veľmi dobrú sladkastú chuť (Dvořák et al., 1976).

6. Akane

Táto japonská skorá jesenná odroda konzumne vydrží do konca októbra. Stredne veľké plody sú guľovité až plocho guľovité, pravidelné, súmerne a tvarovo vyrovnané. Šupka plodu je hladká, pololesklá, stredne hrubá a pevná. Základnú zelenožltú farbu po celom povrchu plodu prekrýva intenzívne červené krycie sfarbenie (Hričovský et al., 2003).

Dužina plodu je bielej farby. Konzistencia dužiny je dobrá, stredne zrnitá, šťavnatá a aromatická. Je málo náchylná na otláčenie (Michálek et al., 2003).

7. Jolana

Plody sú menšie až stredne veľké, tmavočerveno farby, s vyšším obsahom ovocnej šťavy, so silnejšou šupkou. Sú vhodné na priamy konzum a predovšetkým na spracovanie. Rodivosť odrody je skorá, stredná až vysoká, pravidelná. Plody sú citlivé na predčasné opadávanie. Zber plodov sa vykonáva v 3. dekáde septembra až začiatkom októbra, konzumnú zrelosť plody dosahujú v XI. – III (Hričovský et al., 2003).

8. Denár

Skorá zimná odroda, zberá sa začiatkom septembra, konzumne vydrží do konca decembra až polovice januára. Plody sú stredne veľké až veľké, guľovito kužeľovitého tvaru. Povrch plodu je hladký. Šupka plodu je stredne silná, suchá, zelenožltá až žltá s nepatrným svetločerveným líčkom. Na šupke sú výrazné svetlohonzavé lenticely. Dužina plodu je krémová až mierne nažltlá, stredne silná, šťavnatá a mierne sladká. Plody sú náchylné na otláčenie (Michálek et al., 2003).

9. Dielova

Plody sú veľké až veľmi veľké. Tvar sa mení podľa veľkosti, väčšinou je typicky hruškovitý, oblý alebo tupo hranatý. Veľmi veľké plody mávajú jednu polovicu väčšiu a sú hranatejšie. Sfarbenie plodu je jasnozelenej až zlatožltej farby bez červene. Po celom plode je

mnoho hnedých bodiek a škvŕn, ktoré povrch šupky slabo zdrsnujú. Šupka je hrubšia a bez lesku. Dužina je bielej farby, jemná, šťavnatá, úplne rozplývavá výborne korenistej chuti (Pochyba et al., 1963).

10. Grosdemange

Skorá zimná odroda je charakteristická veľkým plodom fľaškového trochu zhrnateľného tvaru s hnedočerveným líčkom. Belavá dužina je jemná, sladká a šťavnatá, slabo korenistá. Nie je citlivá na otlačenie a pravidelná rodivosť. Zber sa vykonáva asi v polovici októbra, konzumne dozrieva v decembri až januári, skladovateľnosť do marca (Hričovský et al., 2003).

11. Dekora

Žltozelené veľké plody prekryté červeným líčkom, hruškového tvaru (270 - 320g), dužina je nažltlá, jemne zrnitá až maslová, v konzumnej zrelosti silno šťavnatá s aromatickou chuťou, do rodivosti nastupuje už v treťom - štvrtom roku po výsadbe, bohato rodí na krátkom plodonosnom obraste, zberá sa začiatkom októbra, konzumne dozrieva od polovice decembra, pri dobrom skladovaní vydrží až do marca (Hričovský et al., 2003).

12. Erika

Česká zimná stolová odroda. Stredne veľké žltozelené plody sú široko kužeľovité. Pevná a hladká šupka plodu je žltozelená, ojedinele so slabým červenkastým líčkom. Žltobiela dužina je jemná, šťavnatá veľmi dobrej sladkej chuti a výrazne aromatická. Zreje koncom septembra, konzumne dozrieva v decembri, pri dobrom skladovaní vydrží do marca, rodivosť je pravidelná s kvalitnými plodmi (Hričovský et al., 2003).

13. Konferencia

Staršia anglická jesenná odroda s žltozelenými stredne veľkými až veľkými plodmi. Dužina nažltlej farby je jemná, šťavnatá, rozplývavá, jemne korenistá, výborná. Sklon ku kamienkovitosti a hnednutiu dužiny je malý. Rodivosť je veľmi vysoká a pravidelná. Zberá sa v druhej polovici septembra (Hričovský et al., 2003).

14. Dekanka

Odroda pôvodom z Belgicka. Ovocie dozrieva v zime, oberá sa čo najneskoršie, a to koncom októbra. Plody sú stredne veľké až veľké, dosť nepravidelné, vajcovité, valcovité až kužeľovité, takže dobre vyvinuté plody niekedy robia dojem, akoby šlo o inú sortu. Šupka je zelenej farby, v plnej zrelosti žltozelená, na slnečnej strane zastretá hnedočerveným nádychom. Po celom plode sú roztrúsené hrdzavé bodky a škvrny. Dužina je typicky žltobiela, maslovitá, šľavnatá, sladkej muškátovej chuti (Pochyba et al., 1963).

3.2 Metodika práce

Antioxidačnú aktivitu a celkový obsah polyfenolov sme zisťovali v čerstvej vylisovanej šťave z plodov vybraných odrôd spektrofotometricky na spektrofotometri JENWAY na Katedre skladovania a spracovania rastlinných produktov.

3.2.1 Stanovenie antioxidačnej aktivity pomocou DPPH metódy

Princíp metódy:

Na zistenie antiradikálovej aktivity extraktov bola použitá metóda založená na reakcii antioxidantov so stabilným radikálom 2,2- diphenyl- 1- picrylhydrazilom (DPPH) v metanolovom roztoku. Pokles absorbancie časom pri príslušnej vlnovej dĺžke je dôkazom reakcie antioxidantov z extraktov s DPPH t.j. dôkazom prejavu antiradikálovej aktivity spočívajúcej vo viazaní voľných radikálov. Redukcia voľného DPPH v prítomnosti radikálov sa prejavuje znížením absorbancie pri 515,6 nm (Brand- Williams et al. (1995) a Sánchez- Moreno et al. (1998)). Obsah radikálov sa vypočíta zo vzťahu:

$$\% \text{ inhibície} = [(A_0 - A_t) / A_0] \cdot 100$$

A_0 - absorbancia kontroly v čase $t = 0$ minút (roztok DPPH)

A_t - absorbancia v prítomnosti šťavy v čase $t = 10$ minút

Prístroje a chemikálie:

- Spektrofotometer
- Roztok DPPH

Pracovný postup:

K 3,9 ml metanolickeho roztoku DPPH (25 mg.l^{-1}) sme pridali 0,1 ml vzorky. Eliminácia radikálov DPPH sa prejavuje znížením absorbancie pri 515,0 nm. Pokles absorbancie sme zaznamenávali v časových intervaloch od jednej sekundy až do ustálenia stavu na spektrofotometri.

3.2.2 Stanovenie celkového obsahu polyfenolov

Princíp metódy:

Vzorka reaguje s Folin–Ciocalteuovým činidlom za vzniku modrého komplexu. Intenzita modrého sfarbenia je úmerná obsahu polyfenolov. Zmena zafarbenia je sledovaná spektrofotometricky. Ako štandard slúži tanín o koncentrácii 6 mol.l^{-1} (Singleton et al., 1999).

Prístroje a chemikálie:

- Folin-Ciocalteuovo činidlo
- Na_2CO_3
- Spektrofotometer

Pracovný postup:

Vzorka o objeme 0,5 ml ovocnej šťavy sa odpipetovala do 50 ml odmernej banky a následne sa pridalo 0,5 ml Folin-Ciocalteuovho činidla. Po 3 minútach sa pridalo 5ml 20% roztoku Na_2CO_3 a destilovanou vodou sa doplnil objem na 50 ml. Po dôkladnom premiešaní sa po 15 minútach zmeria absorbancia sfarbených roztokov pri 700 nm oproti slepému pokusu (namiesto vzorky sa pipetuje $0,5 \text{ cm}^3$ destilovanej vody). Absorbancia musí byť v rozsahu 0,2 až 1,0. Ak je absorbancia vyššia, riedi sa pôvodná vzorka. Obsah polyfenolov vyjadrený ako tanín v mg. dm^{-3} sa vypočíta z kalibračnej krivky.

Výpočet:

$$(A_{700} + 0,00157) \cdot r$$

$$\text{Obsah polyfenolov vyjadrených ako tanín} = \frac{\text{---}}{0,00089}$$

A_{700} – absorbancia pri 700 nm

r – riedenie vzorky

Výsledky meraní boli štatisticky vyhodnotené jednofaktorovou analýzou rozptylu, mnohonásobné porovnanie skupín bolo hodnotené Tukeyovým testom (SPSS 13.0).

4 Výsledky práce a diskusia

4.1 Hodnotenie celkového obsahu polyfenolov

Celkový obsah polyfenolov sa v sledovaných vzorkách jabĺk pohyboval rozmedzí od 529,6 mg.kg⁻¹ po 1081,4 mg.kg⁻¹. Na základe analýz sme stanovili nasledovné poradie vzoriek podľa obsahu polyfenolov vo vzorkách jabĺk Akane > Alkmene > Melodie > Jonathan > Prima > Jolana > Denár > Dalila. Jednofaktorovou analýzou (Tabuľka č. 2) sme zistili, že medzi hodnotenými vzorkami je rozdiel v obsahu polyfenolov na hladine štatistickej významnosti $\alpha < 0,01$.

Mnohonásobným porovnaním Tukeyho testom bolo spolu testovaných 28 párov jabĺk na celkový obsah polyfenolov, z toho 25 testovaných párov zaznamenalo štatisticky významné rozdiely ($\alpha < 0,05$), štatisticky nevýznamné rozdiely ($\alpha > 0,05$) boli zaznamenané len medzi tromi testovanými párami jabĺk Dalila-Denár, Denár-Jolana a Jolana-Prima (Tabuľka 3).

Bončíková et al. (2010) uvádzajú, že celkový obsah polyfenolov v odrode jablka Jonagored Spura je až 3880 mg.kg⁻¹, zatiaľ čo v odrode Golden Delicious je to len 562,6 mg.kg⁻¹, čo bolo v súlade aj s našimi výsledkami.

Nikniaz (2009) uvádza, že obsah polyfenolov v červených odrodách jabĺk je vyšší ako v odrodách svetlých jabĺk. V ovocí so svetlou farbou obsah polyfenolov neustále klesá s dozrievaním, zatiaľ čo v červených odrodách sa obsah polyfenolov zvyšuje počas posledných fáz dozrievania vzhľadom k maximálnej akumulácii antokyanínov a flavonolov (**Marinova et al., 2005**).

Obsah polyfenolov v čerstvej a priemyselne vyrábanej jablkovej šťave sledovali **Ivanišová et al. (2010)**. V svojej práci poukazujú na vyššie hodnoty polyfenolov v čerstvo vylisovanej jablkovej šťave a v šťavách s prívlastkom bio oproti klasickým komerčným šťavam.

Tab. 2

[Jednofaktorová ANOVA pre celkový obsah polyfenolov jablák]

Celkový obsah polyfenolov				
Zdroj variability	Suma štvorcov	df	Priemerné štvorce	F
Odroda	487994	7	69713,4	327,7**
Chyba	1701,79	8	212,723	

** štatistická významnosť $\alpha < 0,01$; df - stupne voľnosti

Tab. 3

[Priemerné hodnoty celkového obsahu polyfenolov v jablkách]

Odrody	Celkový obsah polyfenolov (mg.kg ⁻¹)	
Dalila	529,6	a
Denár	562,6	ab
Jolana	568,4	bc
Prima	598,9	c
Jonathan	636,7	d
Melodie	750,9	e
Alkmene	829,4	f
Akane	1081,4	g
Priemer	694,7	

Medzi priemernými hodnotami označenými rovnakým písmenom nie sú štatisticky významné rozdiely $\alpha < 0,05$

Celkový obsah polyfenolov sa v sledovaných odrodách hrušiek pohyboval rozmedzí od 318,8 mg.kg⁻¹ po 924,5 mg.kg⁻¹. Na základe analýz sme stanovili nasledovné poradie vzoriek podľa obsahu polyfenolov vo vzorkách hrušiek Dielova > Grosdemange > Dekanka > Konferencia > Erika > Dekora. **Bončíková et al. (2010)** uvádza vysoký obsah polyfenolov v odrode hrušky Bohemica a to až 1361,822 mg.kg⁻¹. **Tanriöven (2005)** však udáva nižšie hodnoty celkového obsahu polyfenolov v hruškách (196,457 mg.kg⁻¹) ako sme zistili v našej práci. Jednofaktorovou analýzou sme zistili, že medzi sledovanými odrodami hrušiek sú rozdiely na hladine štatistickej významnosti $\alpha < 0,01$ (Tabuľka č. 4).

Mnohonásobným porovnaním Tukeyho testom bolo spolu testovaných 15 párov hrušiek na celkový obsah polyfenolov, z toho 14 testovaných párov zaznamenalo štatisticky významné rozdiely ($\alpha < 0,05$), štatisticky nevýznamné rozdiely ($\alpha > 0,05$) boli zaznamenané len medzi odrodou Dekanka a Grosdemange (Tabuľka č.5).

Tab. 4

[Jednofaktorová ANOVA pre celkový obsah polyfenolov hrušiek]

Celkový obsah polyfenolov				
Zdroj variability	Suma štvorcov	df	Priemerné štvorce	F
Odroda	533459	5	106692	866,8**
Chyba	738,544	6	123,091	

** štatistická významnosť $\alpha < 0,01$; df - stupne voľnosti

Tab. 5

[Priemerné hodnoty celkového obsahu polyfenolov v hruškách]

Odrody	Celkový obsah polyfenolov (mg.kg⁻¹)	
Dekora	318,8	a
Erika	361,6	b
Konferencia	427,4	c
Dekanka	655,8	d
Grosdemange	657,8	d
Dielova	924,5	e
Priemer	557,7	

Medzi priemernými hodnotami označenými rovnakým písmenom nie sú štatisticky významné rozdiely $\alpha < 0,05$

Celkový obsah polyfenolov vo vzorke arónie čiernoplodej bol 1435,4 mg.kg⁻¹ a vo vzorke duli bol obsah 1255,5 mg.kg⁻¹. Meraním sme zistili, že tieto hodnoty boli vyššie ako vo vzorkách tradičných jadrovín – jablák a hrušiek. Najvýraznejší rozdiel bol v porovnaní s odrodami hrušiek Dekora a Erika a to až zhruba trojnásobný.

4.2 Hodnotenie antioxidačnej aktivity DPPH metódou

Výsledky stanovenia antioxidačnej aktivity DPPH metódou sa vo vzorkách jablák pohybovali v rozmedzí od 33,3 po 96,9 %. Číslo nám udáva ako % DPPH radikálu, ktorý bola daná vzorka schopná v časovom intervale 10 minút zneutralizovať. Na základe meraní sme stanovili nasledovné poradie vzoriek podľa schopnosti inhibície DPPH radikálu: Denár > Akane > Melodie > Jolana > Alkmene > Prima > Dalila > Jonathan. Najnižšiu hodnotu antioxidačnej aktivity dosahovala odroda Jonathan (33,3 %). Naproti tomu odroda Denár dosahovala schopnosť neutralizovať DPPH radikál až 96,9 %. Na základe výsledkov jednofaktorovej analýzy rozptylu sme zistili štatisticky významný vplyv ($p < 0,01$) odrody na antioxidačnú aktivitu jablák (Tabuľka č. 6).

Giovanelli a Buratti (2009) uvádzajú, že medzi látky zodpovedné za antioxidačnú schopnosť v jablkách patria vitamín C, vitamín E, karotenoidy, polyfenoly, vrátane fenolových kyselín, katechínov, flavonolov a antokyanínov.

Mnohonásobným porovnaním priemerov antioxidačnej aktivity Tukeyho testom medzi všetkými testovanými 28 párami jablák boli zaznamenané štatisticky významné rozdiely ($\alpha < 0,05$). Najvyšší štatisticky významný rozdiel ($< 0,05$) v antioxidačnej aktivite jablák bol zaznamenaný medzi odrodami Denár a Jonathan a to až 63,6 % (Tabuľka č. 7).

Tab.6

[Jednofaktorová ANOVA pre antioxidačnú aktivitu jablák]

Antioxidačná aktivita				
Zdroj variability	Suma štvorcov	df	Priemerné štvorce	F
Odroda	7728,71	7	1104,1	592,7**
Chyba	14,9031	8	1,86289	

** štatistická významnosť $\alpha < 0,01$; df - stupne voľnosti

Tab.7**[Priemerné hodnoty antioxidačnej aktivity jablák]**

Odrody	Antioxidačná aktivita (%)	
Jonathan	33,3	a
Dalila	40,1	b
Prima	52,3	c
Alkmene	56,3	d
Jolana	74,0	e
Melodie	82,7	f
Akane	89,4	g
Denár	96,9	h
Priemer	65,6	

Medzi priemernými hodnotami označenými rovnakým písmenom nie sú štatisticky významné rozdiely $\alpha < 0,05$

Antioxidačná aktivita v nami sledovaných odrodách hrušiek bola od 46,2 % do 92,6 %. Najnižšiu hodnotu antioxidačnej aktivity dosahovala odroda Dekora (45,19 %). Naproti tomu odroda Dielova dosahovala schopnosť neutralizovať DPPH radikál až 93,86 %.

Na základe výsledkov jednofaktorovej analýzy rozptylu sme zistili štatisticky významný vplyv ($p < 0,01$) odrody na celkovú o antioxidačnú aktivitu hrušiek (Tabuľka č. 8).

Mnohonásobným porovnaním priemerov antioxidačnej aktivity Tukeyho testom medzi testovanými 15 párami hrušiek boli zaznamenané štatisticky významné rozdiely ($\alpha < 0,05$) v 12 prípadoch, kedy sa štatisticky preukázal vplyv odrody na antioxidačnú aktivitu. Štatisticky preukazné rozdiely neboli zaznamenané v 3 kombináciách odrôd a to medzi odrodami Erika - Grosdemange, Erika - Dekanka, Grosdemange - Dekanka (Tabuľka č.9).

Tab. 8**[Jednofaktorová ANOVA pre antioxidačnú aktivitu hrušiek]**

Antioxidačná aktivita				
Zdroj variability	Suma štvorcov	df	Priemerné štvorce	F
Odroda	2399,81	5	479,963	148,0**
Chyba	19,453	6	3,24216	

** štatistická významnosť $\alpha < 0,01$; df - stupne voľnosti**Tab. 9****[Priemerné hodnoty antioxidačnej aktivity hrušiek]**

Odrody	Antioxidačná aktivita (%)	
Dekora	46,2	a
Erika	74,2	b
Grosdemange	75,3	b
Dekanka	75,7	b
Konferencia	83,0	c
Dielova	92,6	d
Priemer	74,5	

Medzi priemernými hodnotami označenými rovnakým písmenom nie sú štatisticky významné rozdiely $\alpha < 0,05$

Meraním celkovej antioxidačnej aktivity arónie čiernoplodej sme zistili až 81,7 % účinnosť redukovať DPPH radikál. Dula podlhovastá vykazovala celkovú antioxidačnú aktivitu 83,0 %. Rozdiely v celkovej antioxidačnej aktivite medzi menej známymi jadrovinami, ktoré reprezentovala dula podlhovastá a arónia čiernoplodá a tradične pestovanými jadrovinami – jablkami a hruškami už neboli také výrazné ako rozdiely v obsahu polyfenolov. Dokonca v prípade odrody hrušky Dielova a odrôd jablák Akane a Denár sme zistili vyššiu antioxidačnú aktivitu.

Záver

Cieľom diplomovej práce bolo stanoviť obsah celkových polyfenolov a antioxidačná aktivita viacerých odrôd jabloní, hrušiek, dule a arónie.

Jablká a hrušky majú významnú úlohu pri znižovaní rizika vzniku širokej škály chronických ochorení a to hlavne kardiovaskulárnych ochorení, onkologických ochorení ale i astmy a diabetu druhého typu. Na základe našich zistení môžeme skonštatovať, že obsah polyfenolov a antioxidačná aktivita sú faktory biologickej kvality plodov, ktoré sú výrazne podmienené odrodou. Jablká ale i hrušky podľa celkového množstva polyfenolov môžeme zaradiť medzi bohatšie zdroje týchto nutrične dôležitých zložiek. Vyšší obsah polyfenolov a tým aj vyššia antioxidačná aktivita bola zaznamenaná predovšetkým v červených odrodách zimných jablák (odroda Akane, Alkmene) a tiež v odrode Melodie, ktorú ovocinári vzhľadom na nižší obsah cukrov v dužine a vyšší obsah trieslovín a kyselín zaraďujú medzi odrody zvlášť vhodné pre diabetikov. Jablká a výrobky z nich tvoria približne 50 % všetkého konzumovaného ovocia ich význam z hľadiska ochrany zdravia je tým nepopierateľný.

Obsah polyfenolov bol najviac zastúpený z jablák v odrode Akane, kde dosahoval až $1081,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ a zároveň najnižší obsah zo všetkých stanovených odrôd vykazovala odroda Dalila s hodnotou $529,6 \text{ mg.kg}^{-1}$. U stanovených odrôd hrušiek bol nameraný najnižší obsah v odrode Dekora a to $318,8 \text{ mg.kg}^{-1}$ a zároveň ako najvyšší bol vyhodnotený v odrode Dielova $924,5 \text{ mg.kg}^{-1}$. V najvyšších hodnotách polyfenolov v porovnaní so všetkými vzorkami výrazne prevažovali arónia s obsahom $1435,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ a dula $1255,5 \text{ mg.kg}^{-1}$.

V týchto istých vzoriek bola zároveň stanovená antioxidačná aktivita. Najnižšiu hodnotu z jablák vykazovala vzorka Jonathan $33,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ a najvyšší nameraný obsah predstavovala odroda Denár 96,9 %. V prípade odrôd hrušiek bola stanovená najnižšia hodnota v odrode Dekora 46,2 % a zároveň najvyššie hodnoty boli namerané u odrody Dielova 92,6 %. Porovnaním hodnôt v plodoch arónie čiernoplodej a dule podlhovastej boli stanovené pomerne vysoké hodnoty antioxidačnej aktivity, keď arónia dosahovala 81,7 % a dula 83,0 % schopnosť neutralizovať DPPH radikál.

Zoznam použitej literatúry

ASPLUND, K. 2002. Antioxidant vitamins in the prevention of cardiovascular disease : a systematic review. In *Journal of International Medicine*, 2002, no. 251, p. 372-392.

BAIS, H. P. - WALKER, T. S. – STERMITZ, F. R. – HUFBAUER, R. A. – VIVANCO, J. M. 2002. In *Plant Physiol.* 128, 2002, 1173.

BALAŠTÍK, J. 2001. *Konzervování v domácnosti* 1. vyd. Uherské Hradiště: Ottobre 12. 2001. 229 s. ISBN: 80-86528-07-3.

BÄRTELS, A., et. al., 2000. *Bertelsmannův zahradní lexikon* 3.1. vyd. Praha: Euromedia roup k. s., 2000. 160 s. ISBN: 80-242-0303-0.

BEECHER, G. R. 2003. Overview of dietary flavonoids: nomenclature, occurrence and intake. In *Journal of Nutrition*, 133, 2003, p. 3248S-3254S.

BONČÍKOVÁ, D. - TOMÁŠ, J. - BYSTRICKÁ, J. - MARGITANOVÁ, E. - KRÍŽOVÁ, L. - TÓTH, J. 2010. Celkový obsah polyfenolov a antioxidačná aktivita vo vybraných odrodách hrušiek a jablák. In *Bezpečnosť a kontrola potravín : Zborník prác z medzinárodnej vedeckej konferencie*. Nitra : SPU, 2010, p. 215-219. ISSN978-80-552-0350-8.

BOŠMANSKY, K. – PULLMANN, R. 2006. Kyselina močova a jej význam v lekárskej praxi. In *Via practica*, roč. 3, 2006, č. 2, s. 95-97.

BRAND - WILLIAMS, W. - CUVELIE, M. E. - BERSSET, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. In *Lebensm. Wiss. – Technol.*, vol. 28, 1995, N.1, s. 25-30.

BRAVO, L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. In *Nutr. Rev.*, vol. 56, 1998, p. 317–333. ISSN: 1054-5476.

BRICKELL, Ch., et al. 1992. *The Royal Horticultural Society Encyclopedia of gardening*,

London: Dorling Kindersley Book, 1992.

CLIFFORD, M. N. 2000. In *J. Sci. Food Agric.* 80, 2000, 1063.

CONTE, A. – PELLEGRINI, S. – TAGLIAZUCCHI, D. 2003. In *Drugs Exp.Clin. Res.* 29, 2003, 243.

DADÁKOVÁ, E. VRCHOTOVÁ, N. – TŘÍSKA, J. et al. 2003. Stanovování volného a celkového kvercentinu v Moravských červených vínech. In *Chemické listy*, roč. 97, 2003, č. 4, s.558-581.

DARLEY - USMAR, V. - HALLIWELL, B. 1996. Blood radicals. Reactive nitrogen species, reactive oxygen species, transition metal ions and vascular system. In *Pharm. Res.*, 1996, no.13, p. 649-662.

DLOUHÁ, J. - RICHTER, M. - VALÍČEK, P. 1997. *Ovoce* 1 vyd. Praha: Aventinum. 1997. 223 s. ISBN: 80-7151-768-2.

DOLEJŠÍ, A. - KOTT, V. - ŠENK, L. 1991. *Méně známé ovoce*. 1. vyd. Praha: Brázda. 1991. 152 s. ISBN: 80-209-0188-4.

DVOŘÁK, A. – VONDRÁČEK, J. – KOHOUT, K. – BLAŽEK, J. 1976. *Jablka*. Praha : Academia, 1976. 588 s.

ŘURAČKOVÁ, Z. 1998. *Volné radikály a antioxidanty v medicíně I*. Bratislava : Slovak Academic Press, 1998. 285 s. ISBN 80-88908-11-06.

FORMICA, J. V. – REGELSON, W. 1995. In *Chem. Toxicol.* 1995, 33, 1061.

GIOVANELLI, G. - BURATTI S. 2009. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. In *Food Chemistry*, vol. 112, 2009, p. 903-908.

GLASA, M. 1999. Pestovanie arónie čiernoplodej. In *Záhradkár*, roč. 35, 1999, č. 11, s. 70-71.

HAMMERSTONE, J. F. – LAZARUS, S. A. – SCHMITZ, H. H. 2000. In *J.Nutr.* 130, 2000, 2086.

HARBORNE, J. B. 1967. *Comparative Biochemistry of The Flavonoids*. Academic Press, London 1967.

HÄRTLOVÁ, H. – FUČÍKOVÁ, A. – RAJMON, R. 2005. Oxidativní stres u sportovních koní. In *Krmivářství*, roč. 9, 2005, č. 6, s. 14.

HRABĚ, J. - ROP, O. - HOZA, I. 2006. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, ISBN: 80-7318-372-2.

HRIČOVSKÝ, I. – ŘEZNÍČEK, V. – SUS, J. 2003. *Jablone a hrušky, dule, mišpule*. Bratislava : Príroda, 2003. 104 s. ISBN 80-07-11222-7.

CHANG, H. K. – HSU, F. L. – LIU, I. M. – CHENG, J. T. 2003. In *J. Pharm. Pharmacol.* 55, 2003, 833.

CHEN, H. - ZUO, Y. - DENG, Y. 2001. Separation and determination of flavonoids and other phenolic compounds in cranberry juice by high-performance liquid chromatography. In *J. Chromatography A* 913, 2001. s. 387-395.

IVANIŠOVÁ, E. - FIKSELOVÁ, M. - ANTALÍK, P. 2010. Antioxidačná aktivita a celkový obsah polyfenolov jablčných štiav. In *Antioxidanty 2010*. [Zborník vedeckých prác na CD ROM]. Nitra : SPU, 2010, p. 74-76. ISSN 978-80-552-0401-7.

IVIČIČ, L. a kolektív. 1985. *Ovocinárstvo*. Bratislava : Príroda, 1985. 447 s.

KIM, K. H. – TSAO, R. – YANG, R. – CUI, S. W. 2006. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. In *Food Chemistry*, 95, 2006, p. 466 – 473.

KOCHANOVÁ, R. – HUDEC, J. 2009. *Regulácia antioxidantnej a antiradikálovej aktivity bobuľovín*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2009. 78 s. ISBN 978-80-552-0266-2.

KOPEC, K. 1998. *Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny*. 1. vyd. Praha: ÚZPI. 1998. 72 s. ISBN: 80-86153-64-9.

KUTINA, J. a kolektiv. 1992. *Pomologický atlas 2*, Praha : Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992. 304 s. ISBN 80-209-0192-2.

KYSELOVIČ, J. 2002. *Biochémia výživy*. Nitra : SPU, 2002. 121 s. ISBN 80-8069-096-0.

LEHMANN, H. 1990. *Číření ovocných šťáv*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1990. 189 s. ISBN 80-03-00300-8.

LIU, R. H. 2004. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. In *Journal of Nutrition*, 134, 2004, p. 3479S – 3485S.

MACH, I. 2006. Co přinesla Mezinárodní konference o koenzymu Q10 v Budapešti. In *Výživa a potraviny*, roč. 61, 2006, č.5, s. 119-120.

MAMANI – MATSUDA, M. – RAMBERT, J. - MALVY, D. – LEJOLY – BOISSEAU, H. – DAULOUÉDE, S. – THIOLAT, D. – COVES, S. – COURTOIS, P. – VINCENDEAU, P. – MOSSALAYI, M. D. 2004. In *Antimicrob. Agents Chemother.* 48, 2004, 924.

MANACH, C. et al. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 79, 2004, p. 727–747. ISSN: 1555-8932.

MARINOVA, D. - RIBAROVA, F. - ATANASSOVA, M. 2005. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. In *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, vol. 40, 2004, p. 255-260.

McCALL, MR. - FREI, B. 1999. Can antioxidant vitamins materially reduce oxidative damage in humans? In *Free Radical Biology and Medicine*, 1999, no. 26, p. 1034-1053.

MICHÁLEK, S. – PAULEN, O. – ONDREJIČKOVÁ, A. – GLASA, M. – BÁTOROVÁ, B. 2003. *Jabloň, biológia, pestovanie, využívanie*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2003. 218 s. ISBN 80-8069-300-5.

MIKULAJOVÁ, A. – BRINDZOVÁ, L. 2006. Fenolové kyseliny v našej strave. In *Výživa a zdravie*. roč. 50, 2006, č.1, s. 26.

NIK NiaZ, Z. - MAHDAVI ,R. - RAFRAF, M. A. 2009. Total phenols and vitamin C contents of Iranian fruits. In *Nutrition and Food Science*, vol. 39, 2009, p. 603.

OBERTEIL, K. – LENTZOVÁ, CH. 2005. *Ovocie a zelenina ako liek*. Bratislava : Fortuna Print, 2005. 294 s. ISBN 80-89144-46-2.

ONDREJOVIČ, M. – MALIAR, T. – POLÍVKA, Ľ. – ŠILHÁR, S. 2009. Polyfenoly jablák. In *Chem. Listy*, č. 103, 2009, s. 394-400.

PAMPLONA ROGER, J. D. 1995. *Vychutnej život*. 1. vyd. Praha: Advent-Orion, s. r. o., 1995. 215 s. ISBN 80-7172-144-1.

PECHÁŇ, I. 1995. Kyselina močová ako významný antioxidačný metabolit. In *Klin. Biochem. Metab.*, roč. 3 , 1995, č. 4, s. 207-210.

PEIKER, J. – KYNCL, F. 1973. *Ovocinárstvo*. Bratislava : Príroda, 1973. 528 s.

PEKÁRKOVÁ, E. 1992. *Pěstujeme zdravou zeleninu*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1992. 144 s. ISBN: 80-03-00664-3.

PENNY, M. - ETHEERTON, K. - HECHER, K. D. - BONANOME, A. 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. In *The American Journal of Med.*, 2002, roč. 113, č. 9B.

POCHYBA, D. a kolektiv. 1963. *Malá pomológia*. Bratislava : Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1963. 319 s.

POKORNÝ, J. 2005. Antioxidanty ve výživě moderního člověka. In *Chemické listy*, roč. 99, 2005, č. 7, s. 454.

POKORNÝ, J. – YANISHLIEVA, N. – GODRON, M. 2001. *Antioxidants in Food – Practical Applications*, Woodhead Publishing, 2001. 380 s. ISBN 1-85573-463-X.

PRATT, S. C. - MATTHEWSOVÁ, K. 2005. *Superpotraviny: 14 potravin, které změni váš život*. 1. vyd. Praha: Ikar, 2005. 304 s. ISBN 80-249-0473-X.

RACEK, J. 2003. *Oxidační stres a možnosti jeho ovlivnění*. 1. vyd. Praha: Galen, 2003. 90 s. ISBN 80-7262-231-5.

RECHNER, A. R. - KUHNLE, G. - BREMNER, P. - HUBBARD, G. P. - MOORE, K. P. - RICE-EVANS, C. A. 2002. The metabolic fate of dietary polyphenols in humans. In *Free Radic Biol Med.* 33, 2002, 220-35.

ROEDING - PENMAN, A. - GORDON, M. H. 1997. Antioxidants properties of catechins and green tea extracts in model food emulsions. In *J. Agric. Food. Chem* 45, 1997. s. 4267-4270.

ROP, O. - VALÁŠEK, P. - HOZA, I. 2005. *Teoretické princípy konzervácie potravin I.*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005. ISBN: 80-7318-339-0.

ŘEZNÍČEK, V. - SALAŠ, P. 2002. *Využití genofondu méně známých druhů ovocných dřevin*, Praha: Česká akademie zemědělských věd, 2002.

SANCHÉZ - MORENO, C. - LARRAURI, J. A. – SAURO - CALIXTO, F. 1998. A procedure to measure the antioxidant efficiency of polyphenols. In *J.Sci. Food Agric.*, vol. 76, 1998, s. 270- 276.

SCHIEBER, A. - KELLER, P. - CARLE, R. 2001. Determination of phenolic acids and flavonoids of apple and pear by high - performance liquid chromatography. In *Journal of Chrom. A*, 2001, roč. 910, s. 265 – 273.

SCHUCHMAN, O. a kolektív. 1986. *Ovocinárstvo*. Bratislava : Príroda, 1986. 297 s.

SILVA, B. M. - ANDRADE, P. B. - FERRERES, F. - DOMINGUES, A. L. - SEABRA, R. M. 2002. Phenolic profile of quince fruit (*Cydonia oblonga* Mill.) (pulp and peel). In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, vol. 50, p. 4615–4618. ISSN: 1520-5118.

SINGLETON, V. L. – ORTHOFER, R. – LAMUELA - RAVENTOS, R. M. 1999. Analysis of total polyphenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In *Methods in Enzymology*, vol. 299, 1999, s. 152-178.

SUEIRO, L. – YOUSEF, G. G. – SEIGLER, D. et al. 2006. Chemopreventive potential of flavonoid extracts from plantation-bred and wild *Aronia melanocarpa* fruits. In *J. Food Sci.*, vol. 71, 2006, no. 8, p. 480-488.

SUS, J. a kolektív. 1992. *Ovoce slovem i obrazem*, Gora vydavateľská a rejkamná agentura, Bratislava, 1992. 76 s. ISBN 80-901173-0-9.

ŠAPIRO, D. K. a kolektív. 1988. *Ovoce a zelenina ve výživě člověka*, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1988. 232 s. ISBN 5-7860-0431-7.

ŠROT, R. 1998. *Rady pro pěstitele ovoce*, Praha: Aventinum, 1998. ISBN: 80-7151-049-1.

ŠTÍPEK, S. et al. 2000. *Antioxidanty a volne radikaly ve zdraví a nemoci*, Praha: Grada Publishing, 2000, 295s.

TANRIÖVEN, D. 2005. Phenolic compounds in pear juice in different cultivars. In *Food Chemistry*, vol. 53, 2005, p. 89-93.

URSELLOVÁ, A. 2004. *Vitamíny a minerálne látky : prírodné doplnky pre dokonalé zdravie a vitalitu*. Bratislava : Noxi, 2004. 128 s. ISBN 80-89179-01-0.

VALLEJO, F. – TOMÁS - BARBERÁN, F.A. – GARCÍA - VIGUERA, C. 2003. Phenolic compound contents in edible parts of broccoli inflorescences after domestic cooking. In *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 83, 2003, p. 1511–1516.

VELÍŠEK, J. 1999. *Chemie potravin 2*. 1. vyd. Tábor: Osis, 1999. 328 s. ISBN 80-902391-4-5.

ZACHAR, D. 2004. *Humánna výživa II. Živiny*. Zvolen : TU vo Zvolene, 2004. 225 s. ISBN 80-228-1293-5.

ŽAMBOCH, J. 1996. *Vitamíny*. 1. vyd. Praha: Grada publishing, spol. s. r. o., 1996. 80 s. ISBN 80-7169-322-7.