

Antioxidační aktivita vybraných druhů kdoulí

Bc. Magdaléna Zavadilová

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Magdaléna ZAVADILOVÁ**
Osobní číslo: **T080497**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Antioxidační aktivita vybraných odrůd kdoulí**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakteristika kdouloně.
2. Přehled metod pro stanovení antioxidační aktivity.
3. Ovlivnění antioxidační aktivity kulinářskou přípravou potravin.

II. Praktická část

1. Stanovit celkový obsah polyfenolů a antioxidační kapacitu u vybraných druhů kdoulí.



Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] PURVES, W. et al. The Science of Biology. Sinauer Associates, Sunderland, 2004. 1121 p.

[2] VELÍŠEK, J. Chemie potravin I, II, III. OSSIS, Tábor, 1999, 352 s.

[3] RACEK, J. Oxidacní stres a možnosti jeho ovlivnění, vydalo nakl. Galén, 2003.

[4] RICE-ENANS C., MILLER N.J., BOLWLL, P.G.: Free Radical Res. 22, 1995, 375 s.

[5] ŠTÍPEK, S. a kol. Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a v nemoci 1. vydání, Praha. 2000.

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Monika Černá

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

4. ledna 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

19. května 2010

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Zavadilová Magdaléna

Obor: Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá vlivem odrůdové skladby a tepelné úpravy na obsah celkových polyfenolů a antioxidační aktivity ve vybraných odrůdách kdoulí. Teoretická část obsahuje stručnou charakteristiku zkoumaných odrůd, jejich chemické a morfologické znaky, podmínky a význam pěstování. Součástí je také přehled metod používaných pro stanovení antioxidantů a vliv úpravy potravin na jejich aktivitu. V praktické části jsou pak vyhodnoceny výsledky laboratorních analýz. Na základě měření bylo zjištěno, že odrůda i tepelná úprava významně ovlivňují obsah polyfenolů i antioxidační aktivitu.

Klíčová slova: antioxidanty, polyfenoly, antioxidační aktivita, kdoule

ABSTRACT

This thesis deals with the influence of varietal and heat treatment on the total polyphenol content and antioxidant activity in selected varieties of quince. The theoretical part contains a brief description of the varieties studied, their chemical and morphological characters, and the importance of growing conditions. Also included is an overview of methods used for determination of antioxidants and the effect of food treatment on their activity. The practical part will evaluate the results of laboratory analysis. Based on the measurements it was found that the variety and heat treatment significantly affect the polyphenol content and antioxidant activity.

Keywords: antioxidants, polyphenols, antioxidant activity, quince

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat svojí vedoucí diplomové práce Mgr. Monice Černé za obětavou pomoc, odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnovala při vypracovávání mé diplomové práce, jak části teoretické, tak i praktické. Dále bych chtěla poděkovat všem pracovníkům Ústavu technologie a mikrobiologie potravin za pomoc v laboratořích.

Ráda bych také poděkovala celé své rodině, za všestrannou podporu po celou dobu mého studia. Zvláštní dík patří především mému manželovi, který se podílel i na přípravě vzorků pro diplomovou práci.

Motto:

„Vzdělání je sladký plod hořkého kořene.“

Ísokratés

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka. Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 CHARAKTERISTIKA KDOULONĚ.....	13
1.1 HISTORIE A ROZŠÍŘENÍ.....	13
1.1.1 Pěstování v České republice.....	17
1.2 BOTANICKÉ ZAŘAZENÍ.....	17
1.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ A NUTRIČNÍ HODNOTA KDOULÍ.....	18
1.4 MORFOLOGICKÉ ZNAKY	20
1.4.1 Vzhled stromů, listů, květů a plodů	20
1.4.2 Sklizeň a skladování.....	20
1.5 POŽADAVKY NA PĚSTOVÁNÍ	21
1.5.1 Nároky na klima	21
1.5.2 Nároky na stanoviště	21
1.5.3 Nároky na půdu	21
1.6 VÝZNAM PĚSTOVÁNÍ	22
1.6.1 Využití v potravinářství.....	22
1.6.2 Využití v kuchyni	22
1.6.3 Využití v zahradnictví	24
1.6.4 Využití v lékařství a kosmetice	25
1.6.5 Jiné využití kdouloně	25
1.7 ŠKŮDCI A CHOROBY	26
1.7.1 Choroby	26
1.7.1.1 Moniliová hniloba (<i>Monilinia laxa</i>).....	26
1.7.1.2 Chloróza.....	27
1.7.1.3 Bakteriální (<i>Erwina amylovora</i>).....	27
1.7.1.4 Padlí jabloňové (<i>Podosphaera leucotricha</i>)	27
1.7.1.5 Hnědá skvrnitost listů (<i>Diplocarpon saraueri</i>)	27
1.7.2 Škůdci.....	28
1.7.2.1 Obaleč jablečný (<i>Cydia pomonella</i>).....	28
1.7.2.2 Květopas jabloňový (<i>Anthonomus pomorum</i>).....	29
1.8 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH VYBRANÝCH ODRŮD KDOULÍ.....	29
1.8.1 Angerská.....	29
1.8.2 Bereckého.....	30
1.8.3 Hemus II.	30
1.8.4 Hruškovitá	30
1.8.5 Champion	30
1.8.6 Leskovačka.....	31
1.8.7 Mir.....	31
1.8.8 Morava	31
1.8.9 Portugalská.....	31
1.8.10 Pražská	31
1.8.11 Smyrna	32

1.8.12	Triumph.....	32
1.8.13	Vranja (synonymum Bereczcki).....	32
1.8.14	Úspěch.....	32
2	PŘEHLED METOD PRO STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY.....	33
2.1	METODY ZALOŽENÉ NA ELIMINACI RADIKÁLŮ.....	33
2.1.1	Metody hodnotící eliminaci syntetických radikálů.....	33
2.1.1.1	Metoda používající ABTS (metoda TEAC).....	33
2.1.1.2	Metoda používající DPPH.....	34
2.1.1.3	Metoda používající galvinoxyl.....	35
2.1.1.4	Pro využití jiných stabilních radikálů.....	35
2.1.2	Metody hodnotící eliminaci kyslíkových radikálů.....	35
2.1.2.1	Metoda ORAC.....	35
2.1.2.2	Metody založené na vychytávání OH-radikálů.....	36
2.1.2.3	Metody založené na vychytávání superoxidového anion-radikálu.....	36
2.1.3	Metody hodnotící eliminaci lipidové peroxidace.....	37
2.2	METODY ZALOŽENÉ NA HODNOCENÍ REDOXNÍCH VLASTNOSTÍ LÁTEK.....	38
2.2.1	Metody chemické.....	38
2.2.1.1	Metoda FRAP.....	38
2.2.2	Metody elektrochemické.....	38
2.2.2.1	Cyklická voltametrie.....	38
2.2.2.2	HPLC metoda s elektrochemickou detekcí.....	39
3	OVLIVNĚNÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY KULINÁŘSKOU ÚPRAVOU.....	40
3.1	ANTIOXIDANTY A JEJICH ROZDĚLENÍ.....	40
3.1.1	Rozdělení antioxidantů podle funkce.....	40
3.1.2	Rozdělení antioxidantů podle zdroje.....	41
3.1.3	Faktory ovlivňující rozsah tvorby antioxidantů.....	42
3.1.4	Potravinářské procesy vyvolávající změnu antioxidační aktivity.....	43
3.2	POLYFENOLY.....	44
3.2.1	Flavonoidy.....	45
3.2.1.1	Flavony.....	45
3.2.1.2	Flavonoly.....	45
	Kvercetin.....	45
3.2.1.3	Flavanoly.....	46
3.2.1.4	Flavanony.....	47
3.2.1.5	Izoflavony.....	48
3.2.1.6	Antokyany.....	49
3.2.2	Fenolové kyseliny.....	50
3.2.3	Stilbeny.....	51
3.2.4	Lignany.....	51
3.3	ZMĚNY POLYFENOLŮ PŘI SKLADOVÁNÍ A ÚPRAVĚ POTRAVIN.....	52
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	54
4	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	55
5	METODIKA PRÁCE.....	56

5.1	CHARAKTERISTIKA ANALYZOVANÝCH VZORKŮ	56
5.1.1	Popis lokality pěstování kdoulí	56
5.1.2	Příprava syrových kdoulí.....	57
5.1.3	Tepelná úprava vzorků	57
5.2	CHEMICKÁ ANALÝZA.....	58
5.2.1	Stanovení vlhkosti	58
5.2.1.1	Příprava misek	58
5.2.1.2	Předsoušení	58
5.2.1.3	Sušení.....	59
5.2.1.4	Vyhodnocení	59
	Sušení bez předsoušení	59
	Sušení s předsoušením	59
5.2.2	Stanovení celkových polyfenolů (CP).....	60
5.2.3	Stanovení antioxidační antiradikálové aktivity (AA).....	61
6	VÝSLEDKY A DISKUZE	63
6.1	OBSAH VLHKOSTI	63
6.2	OBSAH CELKOVÝCH POLYFENOLŮ	66
6.3	ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA KDOULÍ.....	71
	ZÁVĚR	75
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	78
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	89
	SEZNAM OBRÁZKŮ	91
	SEZNAM TABULEK.....	92
	SEZNAM GRAFŮ	93
	SEZNAM PŘÍLOH.....	94

ÚVOD

Ovoce společně se zeleninou hraje ve výživě člověka nenahraditelnou roli. Optimální spotřeba ovoce by se měla pohybovat v rozmezích 80 až 100 kg na osobu za rok. V české republice to v roce 2009 podle Českého statistického úřadu bylo 89,1 kg na osobu za rok, což bylo meziročně o 4,3 % více. Na tomto zvýšení se podílela zejména vyšší spotřeba jablek, vinných hroznů a jižního ovoce. I když cena ovoce na našem trhu patří k těm vyšším, lidé si uvědomují, že zvýšená konzumace tohoto sortimentu slouží jako přirozená prevence různých onemocnění.

Ovoce je důležitým zdrojem nejen vitaminů, ale především antioxidantů. Mezi nejdůležitější antioxidanty patří fenoly, flavonoidy, třísloviny, karotenoidy, vitamin A, tokoferoly, kyselina askorbová. Tyto látky slouží jako obranný systém vůči účinkům volných radikálů na lidský organismus. Volné radikály spouštějí řetězové reakce, které působí na biologicky významné sloučeniny, především lipidy, bílkoviny a nukleové kyseliny, pozměňují jejich strukturu a tím modifikují jejich funkci. Vlivem reakcí dochází k následným změnám ve struktuře buněk, k poškození celých orgánů a důležitých funkcí v organismu. Důsledkem může být předčasné stárnutí, kardiovaskulární onemocnění, porucha imunitního systému, které mohou vést k vyvolání rakovinového onemocnění s následkem smrti. Antioxidanty reagují s volnými radikály a zastavují tuto řetězovou reakci a brání organismus proti volným radikálům.

Doporučuje se proto, aby příjem ovoce a zeleniny byl co nejpestřejší, čímž se dává prostor i pro méně známé a používané druhy, mezi které se řadí také kdoule. Jelikož v syrovém stavu mají trpkou chuť, spočívá jejich hlavní využití v konzervářenském průmyslu jako surovina pro výrobu kompotu, marmelád a džemů.

Diplomová práce se zabývá změnou celkového obsahu polyfenolů a antioxidační kapacity vlivem odrůdové skladby a kulinářské úpravy.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA KDOULONĚ

Kdouloň obecná (*Cydonia oblonga*) je řazena mezi nejstarší kulturní rostliny. Od pradávna pěstované stromy a keře, nesou chutné a voňavé ovoce nazývané kdoule. Je to ovocná dřevina vysoké užitkové a okrasné hodnoty [1].



Obr. 1. Kdouloň obecná [2].

1.1 Historie a rozšíření

Před milióny let se jídelníček našich dávných předků, sběračů a lovců, jistě skládal z širokého spektra semen, plodů, ořechů, kořínků, listů a všeho živého, co dokázali ulovit. A protože většinou žili v teplých oblastech, musely zřejmě převažující složkou jejich celoroční stravy být právě plody. Spolu s migrací nejstarších lidských populací se šířila po světě i řada rostlin, které lidé využívali [3].

Za panování Římanů ovšem následovalo dlouhé období relativního klidu, a právě v té době se již mohli lidé těšit z většiny dnešních běžných plodů. Znali jablka, hrušky i kdoule, broskve, švestky, třešně a mandle; na římských tržištích se prodávaly moruše a hrozny vedle fíků, datlí, oliv a exotických plodů z celého Středomoří i severní Afriky.

K nejstarším zahradníkům patřili také Arabové. Své zbožňované stromy i květiny pěstovali v zahradách, zásobených vodou z oáz a chráněných stinnými zdmi. Jejich vliv zasáhl celý

Střední Východ a Středomoří a prostřednictvím obchodníků pronikl i do Říma. Výstřední arabské zahrady v té době soupeřily o prvenství se zahradami Římanů [4].

Staří Řekové nazývali kdolouň „kydonijské jablko“, protože plody dováželi z oblasti Kydonie na Krétě. Odtud se odvozuje dnešní rodové jméno Cydonia [5]. V Řecku byla kdolouň nejen symbolem lásky a štěstí, ale také symbolem plodnosti. U Římanů musely být tyto plody nedílnou součástí obětí při svatebních obřadech, protože právě toto ovoce věnoval Paris Afroditě jako symbol její neskonalé lásky k ní. Kdoule měly jíst těhotné Římanky, aby porodily chytré až geniální děti [4].

Původní formy kdouloní pocházejí z Kavkazu, Turkestánu a ze severního Íránu [1]. Postupem času kdolouň zdomácněla v Malé Asii, Sýrii, severní Africe a jihovýchodní Evropě [3]. Dále v Persii a Arménii.

Kdoule hrála důležitou roli v antické mytologii. Nejvíce byla spojována s uctíváním bohyně Venuše. Motiv reliéfu dvou medvědů nesoucích v předních tlapách kdoule ve vykopávkách v Pompejích zatím nebyl objasněn [3].

Ve středověku se kdolouň nejdříve pěstovala v klášteřích jako okrasná dřevina. Její plody začala využívat abatyše Hildegarda z Bergenu, proslavená jako znalkyně léčivých rostlin, která z nich připravovala lék proti revmatismu. Každý revmatik by měl na podzim využít příležitost na kdoulovou kúru [6].

Také významný francouzský matematik a astrolog Nostradamus doporučoval konzum plodů, jelikož sám pociťoval blahodárné účinky na životní vitalitu svého organismu. Nejenom dužnina, ale i semena sloužily jako lék, která se i v dnešní době používají v léčebné kosmetice.

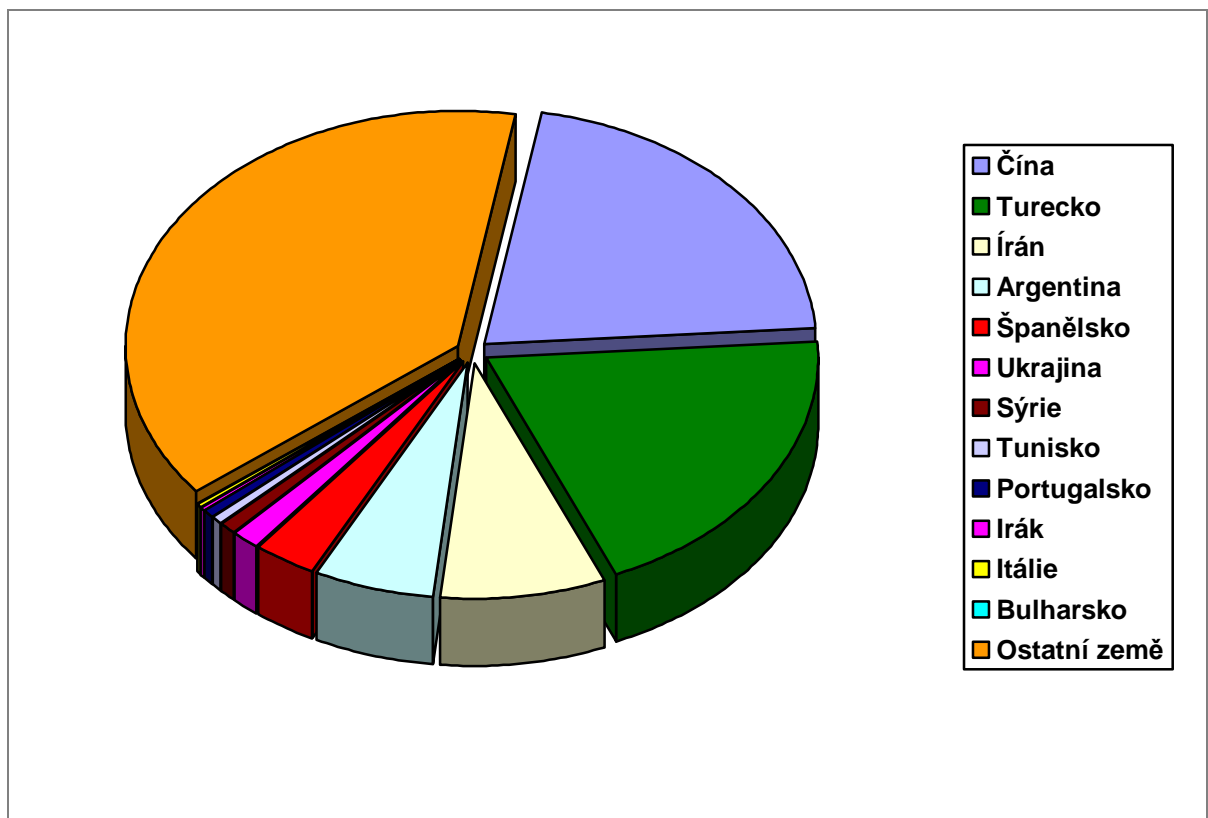
Dříve se kdouloně vysazovali častěji než dnes [1]. Přesto jsou dnešní kdouloně rozšířené téměř po celém světě, především v Íránu, Iráku, Číně, Sýrii, Turecku, Tunisku, Portugalsku, Španělsku, Itálii, Ukrajině, Argentině a Bulharsku. Produkce kdoulí jednotlivých oblastí se liší.

V roce 2008 činila světová produkce kdoulí 480 456 t [7]. Například Argentina produkuje 20 000 tun kdoulí ročně [3]. Přehled výše uvedených zemí je v Tab. 1 a pro přehlednost i v Grafu 1.

Tab. 1. Statistika světové produkce kdoulí v jednotlivých státech [8].

Státy	Produkce v roce 2008 [t]	Produkce v roce 2008 [%]
Čína	101 000	21,02
Turecko	95 395	19,86
Írán	39 000	8,12
Argentina	27 000	5,62
Španělsko	15 000	3,12
Ukrajina	8 000	1,47
Sýrie	4 100	0,85
Tunisko	2 500	0,52
Portugalsko	2 500	0,52
Irák	1 500	0,31
Itálie	725	0,15
Bulharsko	260	0,05

Graf 1. Podíl kdoulí na světové produkci

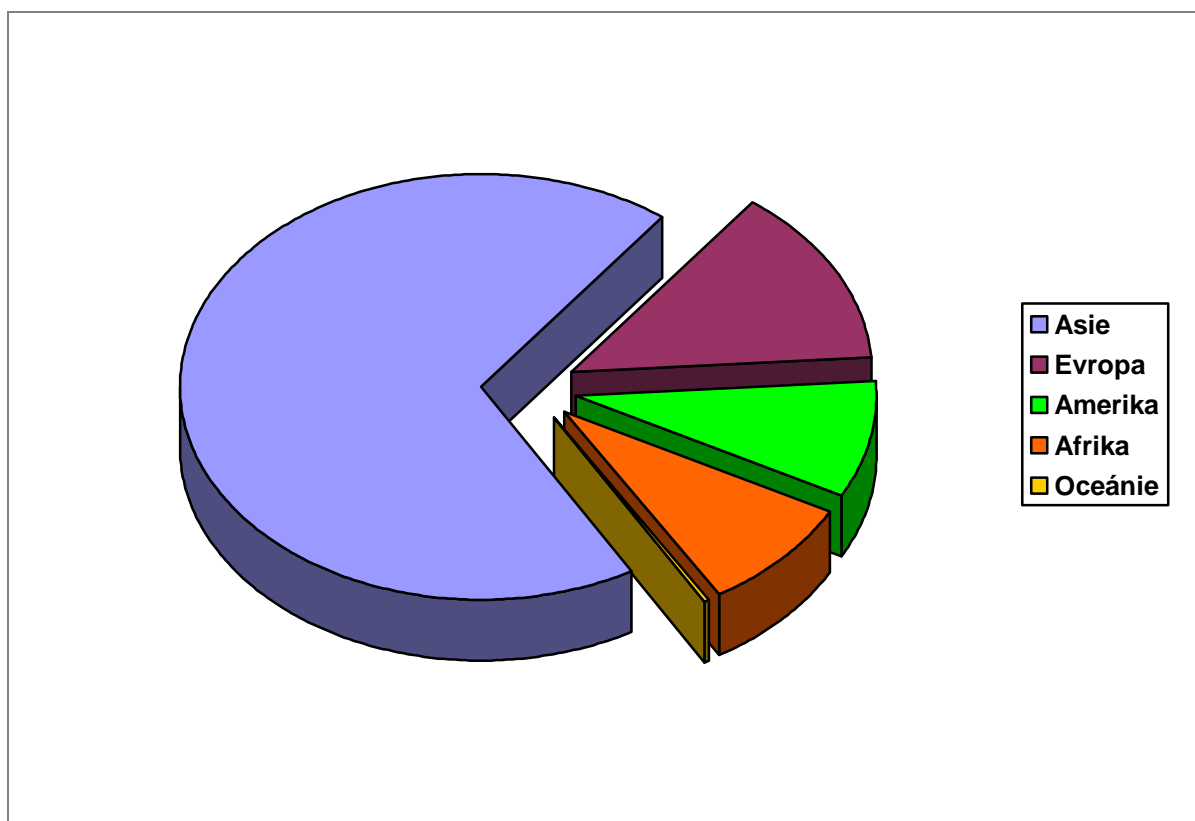


Plantáže se nacházejí na všech kontinentech, ale jejich produkce je velmi rozdílná. Jednotlivý přehled je zapsán v následující Tab. 2 a znázorněn v Grafu 2.

Tab. 2. Statistika světové produkce na jednotlivých kontinentech [8].

Kontinent	Produkce v roce 2008 [t]	Produkce v roce 2008 [%]
Asie	329 703	68,62
Evropa	65 075	13,54
Amerika	42 847	8,92
Afrika	41 831	8,71
Oceánie	1 000	0,21

Graf 2. Podíl kdoulí na světové produkci v jednotlivých kontinentech



1.1.1 Pěstování v České republice

Akademik Bohumil Němec v Dějinách ovocnictví uvádí, že kdouloň byla v Čechách známa již v 12. století. Zmínka o kdouloni je ve slovníku Glossarium maior (1355–1374) od mistra Bartoloměje Klareta. Tadeáš Hájek z Hájku (1525–1600) v překladu Matthioliho herbáře roku 1562 uvádí druhý, snad starší český název pro kdouloň a to „kutny“ a „kutnový strom“ [3].

U nás je kdouloň nejčastěji pěstována v teplejších oblastech jižní Moravy a středních Čech. Většinou se pěstuje na zahradách a to jak k okrasným účelům, tak i k hospodářskému využití plodů. Dodnes ji nalézáme společně s teplomilnými druhy (meruňkami, broskvoněmi, mandloněmi a révou vinnou).

1.2 Botanické zařazení

Kdoulouň obecná (*Cydonia oblonga* Mill.) patří do čeledi růžovité (*Rosaceae*) a podčeledi jabloňovité (*Maloideae*) [4].

Podle [8] je druh *Cydonia oblonga* Mill. rozdělován do dvou poddruhů:

- a) subsp. *oblonga*
- b) subsp. *integerrima*

ada) subsp. *oblonga*

var. *plano-cyclocarpa* Lobacz. (ploše okrouhlá)

var. *maliformis* Mill. Schneid. (jablkovitá okrouhlá)

var. *ovalis* Lobacz. (oválná)

var. *oblonga* (obecná, hruškovitá)

var. *obpyriformis* Lobacz. (opakhruškovitá)

adb) subsp. *integerrima* Lobacz.

var. *orbiculato-complanata* Lobacz. (okrouhle plochá)

var. *pomiformis* Lobacz. (jablkovitá okrouhlá)

var. *ovalicarpa* Lobacz. (oválnoplodá)

var. *urceolata* Lobacz. (protáhlá, na konci zúžená)

var. *integerrima* (hruškovitá)

var. *obpyricapa* Lobacz. (opakhruškovitá).

Podle vzhledu plodů jsou kdouloně děleny do dvou skupin, a sice na skupinu s plody připomínajícími jablka (kdolouň obecná jablkovitá, *Cydonia oblonga* subsp. *maliformis*) a na skupinu s plody podobnými hruškám (kdolouň obecná hruškovitá, *Cydonia oblonga* subsp. *pyriformis*) [5].



Obr. 2. Kdolouň obecná hruškovitá [2].



Obr. 3. Kdolouň obecná jablkovitá [9].

1.3 Chemické složení a nutriční hodnota kdoulí

Kdoule obsahuje přibližně 5,6–6,6 % fruktózy, 2,0–2,4 % glukózy, 0,4–1,6 % sacharózy, tedy celkem 8,0–11,0 % cukrů [10].

Podle Kopce a Crawforda [11, 12] je látkové složení kdoule následující:

Tab. 3. Látkové složení kdoulí

	Kopec [11]	Crawford [12]
Energie:	1600 kJ.kg ⁻¹	*
Základní složky:	v g.kg ⁻¹	v g.kg ⁻¹
Voda	860,0	838,0
Sušina	140,0	*
Bílkoviny	4,0	4,0
Lipidy	4,2	4,1
Sacharidy	124,0	153,0
Popeloviny	3,7	*
Vláknina	16,0	*
Minerální látky:	v mg.kg ⁻¹	v mg.kg ⁻¹
Ca – vápník	86,0	11,0
Fe – železo	10,0	7,0
Na – sodík	102,0	40,0
Mg – hořčík	73,0	*
P – fosfor	129,0	170,0
Cl – chlor	20,0	*
K – draslík	2010,0	1970,0
Zn – zinek	0,2	*
Vitamíny:	v mg.kg ⁻¹	v mg.kg ⁻¹
A – karoten	0,28	*
B1 – thiamin	0,38	0,20
B2 – riboflavin	0,33	0,30
B6 – pyridoxin	0,50	*
PP – niacin	1,70	*
B9 – folacin (kys. listová)	0,50	*
C – kys. askorbová	100,00	150,00–200,00

* Výsledky nepublikovány

1.4 Morfologické znaky

1.4.1 Vzhled stromů, listů, květů a plodů

Kdouloně rostou přirozeně jako keře a po naštěpování na vhodnou podnož je lze pěstovat jako stromy [4], které se vysazují od listopadu do března [13]. Dosahují výšky 2–7 m [6]. Mladé dřevo je šedohnědé, kmen starších stromů je často zakroucený, rýhovaný a šupinovitě se odlupuje [1]. Životnost kdouloně je vysoká, snadno regeneruje, dosahuje stáří 20 až 25 roků, na dobrém stanovišti i déle.

Kdouloň raší časně zjara. Zpočátku není snadné rozlišit listové a květní pupeny, ale listové pupeny se rozvinují mnohem dříve než pupeny květní [3]. Pupeny však mohou být poškozeny velmi tuhými zimními mrazíky [5]. Listy jsou vejčité až široce elipčité, 10 cm dlouhé a 7,5 cm široké [4], různého tvaru a velikosti. V červnu rozkvétají atraktivní bílé až světle růžové květy, 4–5 cm v průměru [13]. Opylovací poměry nejsou dosud dostatečně známy, ale v zahradě lze počítat s tím, že se květy opylují i vlastním pylem. Květy se opylují větrem a hmyzem [1].

Plody jsou žluté a zpočátku plstnaté. S postupující zralostí plstnatosti ubývá, ale před zpracováním plodů se doporučuje zbytky plsti ještě setřít [3]. Plody jsou velké 12–15 cm [13]. Hmotnost plodu bývá zpravidla dle odrůdy a stupně agrotechniky, a to od 250 do 800 g, vzácností není i 1000 g [14]. Syrový plod není k jídlu, protože má tvrdou, hrubě zrnitou, kámenčitou dužninu. I když intenzivně a krásně voní, jeho chuť je trpká. Plody ve tvaru jablka jsou tvrdší a aromatictější nežli hruškovité plody, ty jsou zase šťavnatější. Obsah pektinu a kyselin je vysoký [1].

1.4.2 Sklizeň a skladování

Plody se sklízí v říjnu, před příchodem prvních mrazů je nutné je skladovat na dobře větraném a tmavém místě. Za 4–8 týdnů kdoule zežloutnou [13]. Ze stromu lze sklídit 40 kg a více plodů [1].

Dobře uskladněné plody v chladnu vydrží až do jara. Poškození nízkou teplotou nebylo pozorováno [14].

1.5 Požadavky na pěstování

1.5.1 Nároky na klima

Pro pěstování kdouloní jsou vhodné nížiny, nadmořská výška do 250 metrů nad mořem, průměrná roční teplota 8 až 9 °C, roční srážky v rozmezí přibližně 500–700 mm [15]. Dřevo zpravidla může namrznout při teplotách –18 °C [3]. Rostlina poškozená mrazem však dobře regeneruje [1]. Kdouloňové stromy jsou obecně odolné k teplotám –15 až –25 °C [13].

1.5.2 Nároky na stanoviště

Při výsadbě je třeba počítat s plochou 9–25 m² [1]. Stromky je vhodné vysazovat na vzdálenost 4–5 m [16]. Strom vyžaduje dostatek místa, větve se rozrůstají a do 3,5 m [13]. K výsadbě jsou používány dvouletí štěpovanci, které nabízejí školky. Z takového materiálu lze pěstovat zákrsy s dutou nebo široce pyramidální korunou ze tří až čtyř základních větví a s výškou kmene 0,5 až 0,6 m [5]. Během několika prvních let po výsadbě je vhodné v zimě zkracovat kosterní větve o polovinu přírůstku z minulého roku. Je doporučováno dbát na to, aby střed stromu zůstal otevřený. Řez plně vyvinutých stromů je minimální, s příležitostným zimním probráním odumřelých a zahoustlých větví [13]. Kdouloň dobře snáší silný zpětný řez, protože intenzivně roste pouze v prvních letech; s nástupem plodnosti se růst sám od sebe rychle zpomaluje [5].

1.5.3 Nároky na půdu

Nejvhodnějším prostředím je slunné místo s humózní kyselější půdou [16]. Půda s dostatečným obsahem živin by neměla být příliš těžká, stromy vysloveně nesnášejí vysokou hladinu podzemní (stagnující vody) [4]. Aby se nepoškodily kořeny podnože, které rostou blízko pod povrchem, má se půda obdělávat pouze mělce. Dobře se osvědčuje přikrytí půdy organickým materiálem. Hnojí se jen při zjištěném nedostatku hlavních živin. Zálivka je nejučinnější v době nejsilnějšího vývinu plodů, tedy od srpna do poloviny září [1]. Je možné pěstovat kdouloně i v květináčích, které ovšem musíme při nižších teplotách přenášet do budov [17].

Kdolouň je poměrně náročná na ekologické podmínky. Vyžadují půdy vzdušné, záhřevné, středně těžké, humózní, písčito-hlinité, přiměřeně vlhké a bohaté na živiny [19], jejichž pH

nemá být vyšší než 7. Nesnáší vyšší obsah CaCO_3 . V půdách s obsahem CaCO_3 nad 10 % se objevuje kalcioza [18]. Optimální hodnoty na 100 g půdy: 15–25 mg K_2O , 15–20 mg P_2O_5 , 12 mg MgO , 8 mg B [19].

1.6 Význam pěstování

1.6.1 Využití v potravinářství

Plody kdoulí jsou natolik tuhé a kyselé, že se nedají konzumovat čerstvé [13]. Kdoule mají vysokou rosolovací schopnost díky pektinu, který je obsažen v dužině a slupce, proto se plody využívají k výrobě kompotů, marmelád, želé a rosolů.

Kdoule se kompotují až po delším odležení po sklizni, když jsou plody zralé [20]. Známa „marmeláda“ převzala své jméno z portugalského názvu pro kdoule – marmalo [13]. V některých zemích je velmi oblíbené kdoulové želé, které se ve Španělsku nazývá „membrillo“.

Vyrábějí se také mošty, vína, ale plody kdoulí se mohou i sušit [21]. Ve Velké Británii bylo v 19. století oblíbené kdoulové víno a mošt [12]. Z plodů kdoulí se také dá připravit aromatický destilát [22].

Znám je také jejich antioxidační účinek [23], který je způsoben celou řadou polyfenolických látek [24], jako např. flavonoidy kvercetinem, rutinem, kempferolem apod. [25].

V dřívějších dobách se z kdoulí vyrábělo chutné a trvanlivé pečivo s typickou a nenapodobitelnou vůní a příchutí [26].

1.6.2 Využití v kuchyni

Důvody, proč se ještě dnes v našich domácnostech ovoce upravuje, především konzervuje, se značně liší od těch, které byly před několika málo lety. Dříve se ovoce konzervovalo a uchovávalo asi ze třech hlavních důvodů. Jedním bylo zpracování přebytku své vlastní produkce ze zahrádek a sadu. Druhým byla možnost zpestření jídelníčku v průběhu celého ročního období. Třetí, neméně významný důvod byl a je zdravotní, kdy se v domácnostech připravovaly pokrmy ze surovin, které byly co nejméně chemicky konzervované, na rozdíl od kupovaných kompotu, džemu, marmelád, šťáv atd., které byly a jsou běžně k dostání

v naší obchodní síti. V dnešní době, kdy čerstvé ovoce (i cizokrajné) koupíme téměř po celý rok, je zpestření jídelníčku běžně konzervovaným ovocem asi bezpředmětné, nebo málo významné. Naopak dnes vystupuje do popředí ta možnost zpestření jídelníčku, kdy použijeme netradiční suroviny a potraviny, které nejsou v naší obchodní síti často ani dostupné. Zde se právě vytváří prostor pro domácí zpracování ovoce [27].

Kdoulový kompot

Zralé plody se omyjí, oloupou, rozkrájí na osminky a odstraní se jádřinec. Vloží se do vařící okyselené vody a předvařují do poloměka. Ihned se zchladí ve studené vodě, nechají okapat a plní do připravených sklenic. Zalijí se teplým nálevem, zavíčkují a sterilizují [28].

Kdoulové želé

Kdoule se nejprve odšťavní, nejlépe v parním odšťavovači. Šťáva se nalije do hrnce, vmíchá se cukr a přidá koření. Uvede se do varu a nechá 2 minuty vařit. Pak se koření vyjme a želé naplní do sklenic a pevně uzavře [29].

Kdoulový sýr

Kdoule se rozkrájí na hrubé kousky, přidá se jemně rozkrájený pomeranč. Obojí se vaří s trochou vody, dokud kdoule nezměknou. Poté se hmota propasíruje přes cedník a přidá se stejné množství cukru. Přivede se k varu a na mírném ohni vaří necelé dvě hodiny. Přidá se pomerančová esence a nalije se směs do sklenic. Pečlivě uzavřené sklenice se nechají zrát nejméně 3 měsíce. Lze servírovat s vařeným masem nebo jako lahodná chuťovka [30].

Kdoulový chlebiček

Kdoule se osuší utěrkou, pak se omyjí a nakrájí na kousky. Svaří se s vodou, šťávou a ostrouhanou kůrou citronu a nechají se asi 30 minut povařit, až se dužina plodů rozpadne. Hmota se propasíruje a s cukrem lehce za stálého míchání se povaří dalších asi 30–60 min., až začne hmota červenat a houstnout. Takto získaná hmota se nechá vychladnout a pak se rozetře ve vrstvě 3 cm silné na plech potřený olejem. Následně se suší v troubě při 50 °C. Po usušení se uvolní z plechu, nakrájí na kosočtverce a posypou cukrem. Nechají se vychladnout a uskladní se v dóze [29].

Kdoulový likér

Zralé, uleželé a silně aromatické kdoule se rozemelou, rozstrouhají nebo rozdrtí. Drtě se nechají den naležet a nakvasit. Po naležení drtě se směs vylisuje a šťáva se nechá vyčeřit sedimentací. Na 1 litr čiré šťávy se přidá 0,5 litru vody a stejného množství cukerného sirupu a 1 litr lihu. Do tohoto roztoku se ponoří v plátěném sáčku rozdrcené hořké mandle, skořici a hřebíček. Po 10 dnech se koření vyjme, sáček se mírným tlakem vymačká a likér se nechá několik dní v uzavřené nádobě stát, aby chuťově a aromaticky vyzrál [26].

1.6.3 Využití v zahradnictví

Velké narůžovělé květy, objevující se koncem května až začátkem června, i plody v pozdním létě a na podzim zdobí tuto dřevinu, a proto je právem považována za okrasnou [4]. Kdouloň pro okrasné účely lze pěstovat ve tvaru stromku nebo stříhaného živého plotu [31].

Kdouloň je významná i z pohledu ovocnářské praxe, kde vegetativně množené typy kdouloní slouží jako zákrskové podnože především pro odrůdy hrušní [26]. Podnože se pěstují ze semen planých kdoulí, ale většinou z vegetativních oddělků získaných z matečných rostlin [21].



Obr. 4. Kvetoucí kdouloň [32].

1.6.4 Využití v lékařství a kosmetice

Již ve starověku používal Hippokrates kdoule proti průjmům a horečkám. Ve Velké Británii bylo v 19. století obzvláště kdoulové víno užíváno proti astmatu [12]. Především při žaludečních potížích doporučuje Freundeskreis [33] syrové, vařené a v medu naložené kdoule nebo i oslazené kdoulové víno.

Při nechutenství je doporučováno podávat před každým jídlem 2 až 3 polévkové lžíce kdoulové marmelády nebo želé. Oboje velice podporuje chuť k jídlu [26].

I dnes je v lékařství celá řada možností použití plodů kdoule např. při obtížích s dásněmi, žaludečních potížích, při zánětu v krku, při alergických nebo při problémech s nespavostí [34]. Časté podávání spařených, vařených nebo sušených kdoulí je velmi dobrou prevencí různých forem revmatismu, už od počátečních příznaků, obvykle začínajících rostoucím zahleněním nosu, hrtanu a průdušek, přes bolesti jednotlivých kloubů a svalů, až k typickým projevům onemocnění [5].

I dnes se jádra kdoule s úspěchem používají na tenké vlasy. Toto tužidlo zlepšuje trvanlivost účesu. [35].

V osemeni se nachází asi 22 % slizu, který se používá na onemocnění žaludku, střev a také jako prostředek zmírňující kašel [22]. Dále pak se přidává místo arabské gumy do leštících přípravků [12]. Sliz, který uvolňuje semena, se používá zevně na pokrytí sliznic jako ochrana před zánětem [36].

V kosmetice se používá slizovitý nálev ze semene, který se využívá při léčení zánětů nebo k odstranění otoků. Přidává se do pleťových krémů. Osvědčuje se i při léčení oparů, popraskaných rtů či prsních bradavek, opruzenin a popálenin. Pleťová maska z kdoulí je výborná na rozšířené póry.

Malých vřidků na citlivé ústní sliznici je možné se zbavit pomocí kdoulových jadérek louhovaných 15 minut ve vroucí vodě [35].

1.6.5 Jiné využití kdouloně

Kdouloň má význam i ekologický, kdy květy poskytují potravu hmyzu a plody konzumují ptáci, když už jsou jablka i hrušně sklizeny [37].

Je známa příjemně osvěžující vůně jejich plodů, které se dříve ukládaly do prádelníku, aby na několik měsíců provoněly prádlo [5].

1.7 Škůdci a choroby

Kdouloně netrpí chorobami ani škůdci, pouze v mimořádně vlhkém podzimu se může na plodech objevit monilióza [38]. Plody příležitostně napadá obaleč jablečný a molovka jablečná. Hluchý *et al.* [39] uvádějí, že mohou být kdouloně poškozovány květopasem jabloňovým. Dále Schirmer [19] ve své práci zmiňuje, že kdouloně příležitostně trpí chlorózou, bakteriální spálou růžovitých rostlin, padlím jabloňovým a hnědou skvrnitostí listů.

1.7.1 Choroby

1.7.1.1 Moniliová hniloba (*Monilinia laxa*)

Mikrobiální hniloba patří mezi houbové choroby. Napadá především plody, na kterých vznikají hnědé skvrny, dužina hnědne a postupně celý plod podlehne hnilobě. Napadené plody opadávají nebo zůstávají v komůrkách stromů, kde mumifikují. K infekci dochází především při poranění plodu krupobitím nebo nabodávání škůdci. Na povrchu se vytvářejí svazečky konidioforů v podobě bílých polštářků, které tvoří koncentrické kruhy. Postupně se mění do žluté až hnědé barvy. Za nepřístupu světla při skladování napadené plody zčernají a kruhy konidioforů se nevytvářejí [10].



Obr. 5. Napadení moniliovou hnilobou [40].

1.7.1.2 Chloróza

Chloróza je to fyziologická porucha, která způsobuje barevné změny listů a zasychání jejich okrajů. Při velmi silném postižení stromů a keřů dochází k zasychání vrcholů letorostů. Uvedené příznaky mohou být vyvolány řadou příčin – suchem, nebo naopak dlouhodobějším přemokřením substrátu, nedostatkem světla a různými deficity ve výživě. Často jde o nadbytečnou zásobu vápníku, který zvyšuje alkalitu půdy, což činí některé živiny (mj. železo) pro rostlinu nedostupnými. Chloróza vyvolaná nadbytkem vápníku je označována jako kalcioza [41].

1.7.1.3 Padlí jabloňové (*Podosphaera leucotricha*)

Padlí jabloňové patří mezi houbové choroby. Choroba vytváří bělavé povlaky na listech, květech, letorostech a mladých plodech. Silněji napadené části hnědnou a zasychají. Na plodech je kromě toho i příčinou mramorovité korkovitosti (rzivosti). Při dlouhodobějším zanedbání ochrany dochází k tvorbě malých listů, redukci přírůstků, zmenšení velikosti plodů, k silnému zasychání větví a postupnému chřadnutí úplně celých stromů [43].



Obr. 6. Napadení listů a květů padlím jabloňovým [40].

1.7.1.4 Bakteriální (*Erwina amylovora*)

Bakteriální spála patří mezi bakteriální choroby. Při napadení plody tmavnou a vodnatí. Postupně se zvětšují skvrny, postižená místa zavadají a zasychají. Části větví nad místem

napadení usychají, listy hnědnou a zůstávají viset na stromě [42]. K infekci dochází především v teplém a vlhkém počasí. Suché počasí toto šíření onemocnění zastavuje.

1.7.1.5 Hnědá skvrnitost listů (*Diplocarpon saraueri*)

Hnědá skvrnitost listů patří mezi houbové choroby. Na listech se vytvářejí tmavohnědé ostře ohraničené skvrny. Skvrny jsou koncentrické (střídají se světlejší a tmavší oblasti v podobě letokruhů). Na hlízách způsobuje suché, vpadlé a tmavě zbarvené skvrny, které jsou umístěny především na povrchu hlízy. Vyskytuje se při vyšších teplotách a nižší vlhkosti vzduchu [44].

1.7.2 Škůdci

1.7.2.1 Obaleč jablečný (*Cydia pomonella*)

Housenky nejprve krátkodobě a prakticky neznatelně okusují listy. U jádrovin se pak prokusují dovnitř plodů směrem k jádřincům, v nichž někdy poškozují i semena. Vstupní otvory do plodů jsou vyplněny trusem, kterým jsou někdy přilepeny k plodům i nejbližší listy. Plody poškozené obalečem bývají druhotně napadány moniliovou hnilobou [45].



Obr. 7. Napadení plodu obalečem jablečným [46].

1.7.2.2 Květopas jabloňový (*Anthonomus pomorum*)

Brzy na jaře dospělí brouci svým žírem citelně poškozují rašící pupeny (vykusují v nich otvory). Větší škody však způsobují jejich žlutavé, rohlíčkovitě zahnuté larvy s tmavou hlavou, které vyžírají vnitřky pupat, především jejich generativní orgány, později i vnitřní části květních plátků. Následkem toho se pupata nerozvíjí, hnědnou a zasychají. Nejvíce jsou poškozovány stromy rostoucí v blízkosti lesů nebo parků, kde brouci nacházejí dostatek úkrytů [7].



Obr. 8. Květopas jabloňový [47].

1.8 Charakteristika jednotlivých vybraných odrůd kdoulí

1.8.1 Angerská

Angerská odrůda patří mezi starší odrůdy francouzského původu. Odrůda má jablkovitý tvar plodů, které jsou středně velké až menší, u kalichu hrbolaté, výrazně aromatické. Slupka se po dozrání zbarvuje dožluta. Keřovitá forma má do dosažení plodnosti vzpřímený růst, potom se mění na rozložitý. Odrůda má dobrou schopnost vegetativního rozmnožování kořenovými oddělky. To se využívá pro produkci podnoží pro nízké tvary hrušní. Vyžaduje teplé stanoviště a dostatek živin. Odrůda je samosprašná, vytváří plody i bez oplození. Sklízí se v říjnu, plody jsou uchovatelné asi dva měsíce [38].

1.8.2 Bereckého

Bereckého odrůdu poprvé popsal pomolog Mate Bereczki v roce 1883. Je maďarského původu, roste vzpřímeně a bujně, vytváří velké keře. Plody mají hruškovitý tvar, jsou hnědě plstnaté a žlutě zbarvené. Jsou velmi sladké a aromatické, dužina se při vaření zbarvuje do červena. V teplých chráněných polohách je vysoká a pravidelná sklizeň. Plody dozrávají koncem září až začátkem října a jsou uchovatelné až do ledna. Jejich hmotnost se pohybuje v rozmezí od 150–1000 g [48].

1.8.3 Hemus II.

Odrůda Hemus II. pochází z Bulharska. Kvetě raně až středně raně. Korunu má úzce pyramidální, která je mírně zhuštěná polokosterními větvemi. Odrůda je středně růstná, má široce vzpřímený růst. Květy jsou růžové. Plod má hruškovitý tvar a jeho hmotnost se pohybuje od 220–280 g. Jejich slupka je žlutá, lesklá, hladká a mírně plstnatá. Dužina má nažloutlou barvu, tuhou konzistenci a nakyslou svíravou chuť. Plody dozrávají v polovině října, plodnost je vysoká a pravidelná. Plod vydrží až do ledna [19].

1.8.4 Hruškovitá

Hruškovitá má korunu úzce pyramidální s řídkým dlouhým obrostem. Celkový růst je slabý. Plod má hruškovitý tvar. Jejich slupka je hladká, lesklá, žlutá. Dužina má žlutou barvu, je šťavnatá a má tuhou konzistenci. Její chuť je navinule sladká [49].

1.8.5 Champion

Odrůda Champion byla zapsána do Listiny povolených odrůd v roce 1945. Stromy rostou pomalu a tvoří široce rozložené kulovité až oválné koruny. Květy jsou narůžovělé. Plody jsou středně velké až velké. Průměrná hmotnost 140–400 g. Tvar je mírně nepravidelný, široce lahvicovitý a baňatý. Slupka je nažloutlá, pak zelená a pokrytá šedou plstí. Dužina je tuhá, zelenožlutá, později běložlutá. Chuť má trpkou, ale bohatou na pektiny. Kvetě později, proto i plodnost je pozdější. Sklizeň je na konci října. Plody dozrávají ve skladech v prosinci a vydrží až do dubna [19].

1.8.6 Leskovačka

Leskovačka je odrůda, která pochází ze Srbska z roku 1890. Má střední vzrůst, který je polovzpřímený. Plody jsou velké, hruškovitého varu, zelenavě žluté. Průměrná hmotnost je od 150 do 500 g. Dužnina je světle žlutá, šťavnatá. Rašení a kvetení je rané. Dozrává během října. Uvařeně plody mají kořenitou vůni a jemně nakyslou chuť [50].

1.8.7 Mir

Mir je odrůda s kulovitou korunou s řídkým krátkým obrostem. Vyznačuje se slabým růstem. Plod kulovitý tvar s protáhlou stopečnou částí, která je mírně vystouplá. Slupka plodu je zelenavě žlutá, hladká, lesklá a jemně plstnatá. Dužnina má světložlutou barvu, je šťavnatá a má tuhou konzistenci. Její chuť je navinule sladká [51].

1.8.8 Morava

Odrůda Morava je nedávný jugoslávský kultivar s velkými plody vážícími až 335 g. Je to vysoce kvalitní odrůda s vysokou užitkovostí až 15 kg na strom. Koruna stromu je kulovitá s početným krátkým a plodným obrostem. Vyznačuje se středním růstem a zhuštěnější korunou. Tvar plodu je kulovitý, nepravidelný. Slupka je zelenožlutá, hladká, lesklá, tečkovaná a mírně plstnatá, jde snadno loupat. Dužnina je žlutozelená, šťavnatá a hrubozrná. Má kyselou chuť bez tříslovin [52].

1.8.9 Portugalská

Portugalská je velmi stará odrůda, popsána v roce 1611. Je slabšího vzrůstu, ale velmi úrodná. Plody jsou velké, mají hruškovitý tvar a jsou slabě ochmýřené. Průměrná hmotnost plodů je 400 g a více. Má běložlutou dužinu, šťavnatou. Při vaření je tmavě rudá. Plody dozrávají koncem října. Nejvíce se pěstují pro svoji dobrou chuť a pravidelnou plodnost [19].

1.8.10 Pražská

Koruna kultivaru Pražská je úzce pyramidální s řídkým, dlouhým obrostem. Plod má hruškovitý tvar. Slupka plodu je hladká, lesklá, žlutá a mírně plstnatá. Dužnina je žlutozelená, šťavnatá a má tuhou konzistenci. Její chuť je navinule sladká [49].

1.8.11 Smyrna

Smyrna je řecká odrůda, která původem pochází ze Smyrny, dnes tureckého města. Keře jsou silně rozložité s malými výnosy. Listy jsou neobvykle velké. Plody mají hruškovitý tvar, jsou velké s bledě citrónovou barvou a jsou velmi aromatické. Dužina je světle žlutá, jemná, měkká a excelentní kvality. Čerstvé nebo uvařené plody jsou velmi jemné a výborné chuti. Odrůda zraje středně raně a vydrží několik měsíců. Je dobře skladovatelná a pěstuje se jen v zahraničí [12].

1.8.12 Triumph

Odrůda Triumph pochází z Bulharska. Má střední, vzpřímený růst. Její koruna je úzce pyramidální až válcovitá, poměrně řídká se středně dlouhým až dlouhým plodným obrostem. Má tendenci k vytahování větví. Kvete středně raně růžovými květy. Plody mají kulovitý až hruškovitý tvar. Jejich slupka je zelenavě žlutá, pruhovaná, lesklá a na povrchu plstnatá. Dužina je žlutozelená, šťavnatá, tuhé konzistence se sladce navinulou chutí. Průměrná hmotnost plodů se pohybuje od 300 do 600 g. Plody vydrží do poloviny ledna [19].

1.8.13 Vranja (synonymum Bereczcki)

Tento kultivar má původ v blízkosti Vranje v jižním Srbsku. Koruna stromu má kulovitý tvar s dlouhým plodným obrostem a je středně hustá. Vytváří početné množství polokosterních větví a jednoleté přírůstky jsou bez rozvětvení. Má velmi velké a voňavé plody hruškovitého tvaru, které jsou jasně leskle zlaté. Ovoce nese v raném věku (4–6 let). Je to velmi výnosná odrůda, která se dobře přizpůsobuje pěstební podmínkám, má velmi mohutný a vzpřímený růst [53].

1.8.14 Úspěch

Odrůda Úspěch má kulovitou korunu s početnými krátkými plodnými obrosty, která má tendenci k zhušťování. Je slabě rostoucím typem. Plod má kulovitý až soudkovitý tvar. Slupka má zelenožlutou barvu, je masná a plstnatá. Dužina je žlutozelená s hrubozrnnou konzistencí. Chuť je nakyslá s výraznějším obsahem tříslovin [50].

2 PŘEHLED METOD PRO STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY

V literatuře lze nalézt velký počet metod používaných ke stanovení antioxidační aktivity. Jejich rozmanitost vyplývá ze skutečnosti, že nízkomolekulární antioxidanty mohou působit různými mechanismy. Nejčastěji jde o přímou reakci s radikály (zhášení, vychytávání) nebo reakci s přechodnými kovy. Přesnější chemické vymezení mechanismu jejich účinku je však často problematické. Proto také postupy hodnotící míru antioxidačního působení jsou založeny na různých principech. Obecně mohou být kategorizovány do dvou skupin – na metody hodnotící schopnost eliminovat radikály a dále na metody posuzující redoxní vlastnosti látek.

2.1 Metody založené na eliminaci radikálů

Metody spočívají v hodnocení schopnosti vzorku vychytávat volné radikály. Radikály mohou být v reakční směsi generovány nebo jsou do reakční směsi přidávány. Z hlediska chemického jde o radikály kyslíkové (hydroxyl, peroxy, superoxidový anion-radikál) nebo syntetické stabilní radikály (DPPH, ABTS^{•+}, galvinoxyl). Zvláštní skupinu tvoří metody testující schopnost inhibovat nebo zpomalovat lipidovou peroxidaci.

2.1.1 Metody hodnotící eliminaci syntetických radikálů

2.1.1.1 Metoda používající ABTS (metoda TEAC)

Je jednou ze základních a nejpoužívanějších metod pro stanovení celkové antioxidační aktivity TAA. Testuje schopnost vzorku či látek zhášet kation-radikál ABTS^{•+} (2,2'-azinobis (3-ethyl-2,3-dihydrobenzothiazol-6-sulfonát)). Je také označována jako metoda TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity, vzhledem k tomu, že výsledná antiradikálová aktivita vzorku je srovnávána s antiradikálovou aktivitou syntetické látky Troloxu (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2- karboxylová kyselina).

Zhášení radikálu ABTS^{•+} antioxidanty, které se chovají jako donory vodíku, se sleduje spektrofotometricky na základě změn absorpčního spektra ABTS^{•+} (nejčastěji se měří absorbance při 734 nm). V reakční směsi se kation-radikál ABTS^{•+} generuje oxidací ABTS. Převážně je používán systém ABTS/H₂O₂/peroxidasa nebo ABTS / methmyoglobin/H₂O₂.

Jsou také uváděny i možnosti chemické oxidace ABTS, např. peroxidisíranem draselným nebo oxidem manganičitým. Při vlastním experimentálním měření se užívají dva postupy. V prvním se antioxidant přidává do reakční směsi, ve které byl již vytvořen radikál $ABTS^{*+}$, při druhém postupu je antioxidant v reakční směsi přítomen při generování radikálu $ABTS^{*+}$. Častěji se užívá uspořádání, při němž se antioxidant přidává k radikálu $ABTS^{*+}$ již vyprodukovanému pomocí peroxidasy. Stanovení celkové antioxidační aktivity je možno provádět i komerčně vyráběnými sety (např. Randox Laboratories Ltd). Používá se i sériově na mikrotitračních destičkách.

TAA vzorků se hodnotí parametrem TEAC. Označuje antioxidační kapacitu vzorku ekvivalentní definovanému množství syntetického derivátu Troloxu. Pro čisté látky je TEAC definována jako milimolární koncentrace Troloxu vykazující stejnou antioxidační aktivitu jako testovaná látka při koncentraci 1 mmol.l^{-1} . Pro směsi TEAC udává koncentraci Troloxu (mmol.l^{-1}), která je rovná antioxidační aktivitě vzorku.

Pro spektrofotometrickou metodu stanovení celkové antioxidační aktivity s ABTS jsou popsány aplikace měření v hydrofilním i lipofilním prostředí. Byla rovněž vypracována metoda kombinující HPLC separaci látek s následnou detekcí radikálových zhášečů na základě reakce s $ABTS^{*+}$.

Metoda stanovení TAA vzorků pomocí ABTS je jednoduchá, rychlá v provedení a má široké uplatnění, od hodnocení antioxidační aktivity látek různého původu až po směsné vzorky [54].

2.1.1.2 Metoda používající DPPH

Tato metoda je považována za jednu ze základních metodik pro posouzení antiradikálové aktivity čistých látek i různých směsných vzorků. Spočívá v reakci testované látky se stabilním radikálem difenylpikrylhydrazylem - $DPPH^{\bullet}$ (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl) hydrazyl). Při reakci dochází k redukci radikálu za vzniku $DPPH-H$ (difenylpikrylhydrazin). Reakce je nejčastěji sledována spektrofotometricky. Pokles absorbance při 517 nm se měří buď po uplynutí určitého konstantního času nebo se pracuje v kinetickém režimu. Reakci je možno sledovat i metodou elektronové spinové rezonance (ESR) nebo HPLC. U barevných vzorků je výhodné využít HPLC, při které je hodnocen pík radikálu $DPPH^{\bullet}$, na rozdíl od spektrofotometrie je zde zabarvení vzorku eliminováno. U směsných vzorků se radikálová aktivita někdy vyjadřuje v ekvivalentech askorbové

kyseliny nebo v jednotkách standardu Troloxu. Jsou používány aplikace na TLC, vhodné pro screening radikálové zhašecí aktivity směsných vzorků. Podobou modifikací je kombinace testu se separací látek ze směsi metodou HPLC, kdy látky rozdělené na koloně reagují kontinuálně s DPPH^{*} a spektrofotometricky se detekuje pík radikálu.

2.1.1.3 Metoda používající galvinoxyl

K metodám využívajícím reakci antioxidantu se stabilními radikály patří také test s galvinoxylem (2,6-di-*terc*-butyl-4-[(3,5-di-*terc*-butyl-4-oxocyklohexa-2,5-dien-1-yliden)methyl]fe-noxyl). Princip metody spočívá v redukcí stabilního radikálu galvinoxylu látkami poskytujícími vodík podobně jako při testu DPPH. Reakce se sleduje spektrofotometricky při vlnové délce 428 nm nebo na základě ESR (elektronové spinové rezonance).

2.1.1.4 Pro využití jiných stabilních radikálů

Pro hodnocení schopnosti látek zpokutovat vodíkový atom nebo elektron se používá také syntetický volný radikál Fremyho sůl (nitrosodisulfonan draselný), detekce a hodnocení reakce se provádí pomocí ESR [55].

2.1.2 Metody hodnotící eliminaci kyslíkových radikálů

2.1.2.1 Metoda ORAC

Při použití metody ORAC (oxygen radical absorbance capacity) se v testovaném systému generují kyslíkové radikály a hodnotí se schopnost testované látky zpomalit nebo zastavit radikálovou reakci. Detekce je založena na sledování úbytku fluorescence β -fykoerytrinu (β -PE) po ataku radikály. Pro generaci peroxylových radikálů se používá AAPH (2,2'-azobis(isobutyrimidamid)-dihydrochlorid), při generaci hydroxylových radikálů pak systém $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cu}^{2+}$. Vzhledem k vysoké reaktivitě těchto radikálů patří test ORAC k důležitým parametrům charakterizujícím antioxidanty. Originální metoda ORAC, která používá jako sondu β -PE (ORAC_{PE}), má široké využití a poskytuje významné informace o antioxidační kapacitě vzorků různého typu. Při stanovení antioxidační kapacity polyfenolů však byla popsána některá omezení, která se týkají vlastností β -PE (např. omezená fotostabilita). Zavedením jiného typu fluorescenční sondy fluoresceinu

se metodika ($ORAC_{FL}$) zpřesňuje. Uvádí se, že metoda $ORAC_{FL}$ je exaktnější v důsledku přesného a jednoduchého reakčního mechanismu, který spočívá v klasickém přenosu vodíku.

2.1.2.2 Metody založené na vychytávání OH-radikálů

Při metodách založených na vychytávání OH-radikál jsou tyto generovány různými postupy (Fejtonovou reakcí, UV fotolýzou peroxidu vodíku, fotolýzou syntetických derivátů).

Detekce je založena na vychytávání radikálu látkami, jejichž reakční produkty lze snadno stanovit. Antioxidanty vychytávající OH^\bullet snižují tvorbu těchto produktů. Jedním z možných postupů je vychytávání OH^\bullet salicylovou kyselinou. Vznikají hydroxylované produkty salicylové kyseliny, jejichž detekce a kvantifikace se provádí metodou HPLC s UV detekcí [56]. Jiným postupem je použití 2,2-dimethyl-2H-pyrrol-1-oxidu (DMPO) jako lapače OH^\bullet . Adukt DMPO-OH může být kvantifikován pomocí ESR nebo HPLC-ECD. Další možností je vychytávání OH^\bullet deoxyribosou, jejíž degradační produkty jsou stanovovány reakcí s tgiobarbiturovou kyselinou (TBA). Výhodou tohoto postupu je možnost stanovit jak antioxidační, tak i prooxidační vlastnosti látek. Vychytávání OH^\bullet radikálů lze rovněž sledovat specifickou chemiluminiscenční sondou indoxyl- β -glukuronidem (IBG).

2.1.2.3 Metody založené na vychytávání superoxidového anion-radikálu

K produkci je užívána např. neenzymová reakce 5-methylfenazinium-methyl-sulfátu a NADH nebo systém xanthin/xanthinoxidasa. Vzniklý radikál redukuje nitrotetrazoliovou modř, detekce se provádí spektrofotometricky při 550-560 nm. V testech UV může být nitrotetrazoliová modř nahrazena syntetickým formazanovým barvivem WST-1, které je vzhledem k dobré rozpustnosti vhodnější pro provádění testu na mikrotitračních destičkách. Je rovněž možná detekce metodou ESR na základě reakce superoxidového anion-radikálu s DMPO. Další postup, který se používá, je kombinace HPLC a chemiluminiscence. Měří se inhibice chemiluminiscence luminolu látkami separovanými při HPLC. Jelikož luminol je schopen reagovat s různými reaktivními kyslíkovými radikály, postihuje tato metoda široké spektrum antioxidační aktivity látek [57].

2.1.3 Metody hodnotící eliminaci lipidové peroxidace

Lipidová peroxidace vyvolaná volnými radikály je jedním z nejvýznamnějších patologických pochodů v organismu. Při studiu látek s antiradikálovými účinky se proto řada metod zaměřuje přímo na testování inhibičních účinků na lipidovou peroxidaci. Látky potlačující lipidovou peroxidaci mohou eliminovat jak iniciační kyslíkové radikály (OH^\bullet), tak sekundárně vznikající radikálové meziprodukty (peroxyl, alkoxyl) a mohou též působit jako látky chelatuující ionty přechodných kovů. Navíc je účinek antioxidantu *in vivo* ovlivněn jeho lipofilností. Bylo vyvinuto mnoho metod hodnotících vliv antioxidantů na lipidovou peroxidaci, od nejjednodušších, které jsou prováděny s jednoduchými lipidy v jednoduchých fázových systémech, až po složitější biologické modely simulující situace *in vivo* a využívající biologické membrány jako matrici. Častým postupem je užití fosfolipidových liposomů. Další modifikací je sledování lipidové peroxidace na tkáňových homogenátech, mitochondriích nebo LDL-částicích (low-density lipoproteins) [58].

K nejjednodušším testům patří metody založené na detekci produktů peroxidace linolové kyseliny. Reakci iniciuje nejčastěji AAPH, produkty peroxidace jsou sledovány spektrofotometricky při 234 nm. Metoda má řadu modifikací, které se liší ve způsobu přípravy lipidové fáze a způsobu detekce. Často je užíván postup využívající zpraženou oxidaci β -karotenu a linolové kyseliny vzdušným kyslíkem. Antioxidační účinek látek je hodnocen spektrofotometricky při vlnové délce 470 nm podle spotřeby β -karotenu, přičemž provedení je možné i na mikrotitračních destičkách. Stanovení se také provádí v modifikaci na TLC. Metoda s β -karotenem se užívá pro stanovení vzorků TAA, je vhodná i pro screening směsných vzorků.

Jednou z nejužívanějších metod k hodnocení schopnosti látek eliminovat lipidovou peroxidaci je metoda TBA-MDA. Je založena na stanovení jednoho ze sekundárních produktů lipidové peroxidace malondialdehydu (MDA) na základě jeho barevné reakce s kyselinou thiobarbiturovou (TBA), měří se absorbance při 532 nm. Spektrofotometrické stanovení vzniklých TBA-MDA je jednoduché, citlivé, avšak nespecifické, zahrnuje stanovení všech látek reagujících s TBA. Výhodou je, že test lze realizovat i na mikrotitračních destičkách. Specifičtější vyhodnocením kvantity TBA-MDA je metoda HPLC [59].

2.2 Metody založené na hodnocení redoxních vlastností látek

Neenzymové antioxidanty mohou být charakterizovány jako redukční činidla, která reagují s oxidanty, redukují je a tím je inaktivují. Z tohoto pohledu lze antioxidační aktivitu posuzovat na základě redukční schopnosti látky.

2.2.1 Metody chemické

2.2.1.1 Metoda FRAP

Na principu redoxní reakce je založena metoda FRAP (ferric reducing antioxidant potential). Při této metodě redukují antioxidanty ze vzorku komplex Fe^{3+} -2,4,6-tri(2-pyridil-1,3,5-triazin) (Fe^{3+} -TPTZ). Nenanášení absorbance při 593 nm odpovídající množství komplexu Fe^{2+} -TPTZ je mírou antioxidační aktivity vzorku. Metoda má své limity spočívající v tom, že měření probíhá při nefyziologicky nízké hodnotě pH (3,6), nejsou zachyceny s komplexem pomalu reagující polyfenolické látky a thioly, navíc vznikající Fe^{2+} je *in vivo* jedním z reaktantů Fentonovy reakce. Metoda FRAP tak odráží pouze schopnost látek redukovat ion Fe^{3+} a s celkovou antioxidační aktivitou vzorku nemusí pozitivně korelovat [60].

2.2.2 Metody elektrochemické

2.2.2.1 Cyklická voltametrie

Redoxní vlastnosti látek je možno hodnotit cyklickou voltametrií, která indikuje schopnost látek odštěpovat elektrony. Při této metodě se na pracovní elektrodu vkládá potenciálový pulz s určitou rychlostí polarizace a současně se sledují proudové odezvy v roztoku studované látky. Výsledkem je křivka, tzv. cyklický voltamogram. Redukční schopnost látek se vyhodnocuje dvěma parametry, a to z potenciálu anodického oxidačního píku E_A a jeho anodického proudu I_A . Čím je nižší hodnota E_A , tím látka snadněji odevzdává elektrony a může být lepším antioxidantem. Z hodnoty výšky proudu anodického píku I_A je možné určit koncentraci látek. Cyklická voltametrie je vhodná pro získání informace, zda látka je schopna snadno odevzdávat elektrony a poté je možné zvolit určitou metodu na stanovení antioxidační kapacity. Je prokázáno, že v řadě případů hodnoty E_A korelují s antioxidační aktivitou látek určenou jinými metodami, např. s lipoperoxidací, DPPH [61].

2.2.2.2 HPLC metoda s elektrochemickou detekcí

Elektroaktivní látky je možno velmi přesně a citlivě detekovat použitím amperometrických nebo coulochemických detektorů při analýze HPLC (HPLC-ECD). Při HPLC-ECD se na pracovní elektrodu detektoru vkládá určitý kladný potenciál. Pík látky se projeví pouze tehdy, je-li látka při tomto potenciálu oxidována. Látku je tak možno charakterizovat nejen retenčním časem, ale také potenciálem, při kterém se oxiduje. To umožňuje analyzovat komplexní směsi a identifikovat v nich jednotlivé účinné antioxidační komponenty na základě hodnoty potenciálu aplikovaného na elektrodu. Při analýze neruší zbarvení směsí, ale je nutné dodržet vysokou čistotu reagentů v mobilní fázi (včetně snížení koncentrace stopových prvků). Hodnocení antioxidačních vlastností látek pomocí HPLC-ECD koreluje s různými jinými metodami na testování celkové antioxidační aktivity látek, např. s metodou DPPH [62]. HPLC je vhodná jak pro materiály živočišného, tak i rostlinného původu [63,64].

3 OVLIVNĚNÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY KULINÁŘSKOU ÚPRAVOU

3.1 Antioxidanty a jejich rozdělení

Jako antioxidanty jsou označovány sloučeniny, jejichž molekuly omezují aktivitu kyslíkatých radikálů, tím zabraňují nebo přerušují řetězové reakce, které byly vyvolány oxidačními procesy. Oxidovatelným substrátem může být téměř vše obsažené v potravinách a živých tkáních např. proteiny, lipidy, sacharidy a DNA. Podle vyhlášky č. 4/2008 Sb. § 3 písmene a) jsou antioxidanty považovány za přídatné látky, které prodlužují údržnost potravin a chrání je proti zkáze způsobené oxidací, jejímiž projevy jsou např. žluknutí tuků a barevné změny potravin [65].

Jako ochrana proti kažení potravin způsobené oxidací slouží jednak nativní a jednak přídatné antioxidanty. Dosud není známo, zda antioxidanty působí samostatně, či jejich klíčová role v ochraně spočívá v souhře všech antioxidantů obsažených v potravinách [66].

3.1.1 Rozdělení antioxidantů podle funkce

- Primární antioxidanty (fenolické sloučeniny – tokoferoly, butylhydroxyanisol, butylhydroxytoluen, polyhydroxyfenoly aj.) ukončují řetězovou reakci volných radikálů tím, že jim dodávají vodík nebo elektrony, čímž vznikají stabilnější produkty
- Sloučeniny reagující s kyslíkem přímo (kyselina askorbová, její sodná sůl, askorbylpalmitát) a odstraňují ho v uzavřeném systému
- Sekundární antioxidanty, rozkládající hydroperoxydy ve stabilní produkty (dilaurylthiopropionáty, thiopropionová kyselina)
- Enzymatické antioxidanty (glutathionperoxidasa, katalasa, seperoxididmutasa, peroxidasa)
- Chelatující a maskující činidla (kyselina fosforečná, fosfáty, kyselina citronová, aminokyseliny, EDTA)

3.1.2 Rozdělení antioxidantů podle zdroje

- Přírodní antioxidanty se vyskytující ve všech vyšších rostlinách. Získávají se potravou, hlavně z ovoce, zeleniny, obilovin a nápojů. Jejich antioxidační aktivita může být mírná až velmi vysoká. Antioxidanty jsou obsaženy ve všech částech rostlin, v květech, semenech, listech, stoncích, dřevu, kůře i kořenech. Mezi významné zástupce této skupiny patří fenoly, flavonoidy, třísloviny, karotenoidy, vitamin A, tokoferoly, kyseliny askorbové. Četné výzkumy naznačují, že široká škála fenolů a karotenoidů je schopna zabránit nebo zpomalit oxidační stres, který vyvolává poškození vedoucí k rakovině [65]. Výhodou přírodních antioxidantů jejich přirozené vnímání lidským organismem, nevýhodou je jejich vysoká cena.
- Syntetické antioxidanty se pro stabilizaci potravin používají častěji, jelikož přirozené nemají většinou konstantní složení a pro jejich cenu jsou méně dostupné. Nejvýznamněji se uplatňují v potravinářském průmyslu jako konzervační prostředky. K nejvýznamnějším zástupcům patří málo polární BHA (butylhydroxyanisol), BHT (butylhydroxytoulén), THBQ (terciární butylhydrochinon), k polárnějším pak patří estery kyseliny galové, z nichž neúčinnější jsou propylester a dodecylester, dále pak NDGA (nordihydroguajaretová kyselina).

Podávání antioxidantů u chorob a stavů s předpokládanou nadprodukcí volných radikálů má své teoretické opodstatnění, pokud směřuje k obnovení narušené rovnováhy mezi prooxidačními a antioxidačními ději. Je třeba vždy mít na mysli, že jakýkoliv neuvážený zásah do homeostázy může mít spíše negativní, než příznivé účinky. Nadměrné potlačení produkce volných radikálů by mohlo ovlivnit i jejich potřebné účinky, ke kterým patří např. likvidace fagocytovaných mikroorganismů či signální působení. Naproti tomu nedostatečné dávkování antioxidantů, zejména při jejich prokazatelné depleci, je neúčinné. Je třeba varovat před neuváženým užíváním různých multivitaminových preparátů, jejichž složení je mnohdy nevyvážené a za nimiž lze vidět spíše firemní ekonomické zájmy než skutečnou účinnost [67].

Poslední výzkumy ukazují, že minimálně u některých antioxidantů dochází při dlouhodobém užívání v čistém stavu k tzv. zvratu antioxidantu, kdy se jeho antioxidační účinek změní v prooxidační (tj. vysoce nežádoucí). Tato vlastnost, jejíž

mechanismus je dosud nepochopen, byla pozorována u β -karotenů (provitaminu A), vitaminu E, vitaminu C a flavonoidů. U antioxidantů přijímaných přirozenou cestou žádný zvrát zaznamenán nebyl [65].

Vznik látek s antioxidační účinností je vedle vzniku zbarvení a aroma jedním z významných projevů reakcí neenzymového hnědnutí. K významným chemickým procesům tohoto druhu, které probíhají během výroby, skladování a zpracování potravin, patří Maillardova reakce, která snižují nutriční hodnotu potravin [64], jelikož probíhá transformace redukujících sacharidů a jiných karbonylových látek v přítomnosti aminosloučenin. Na vzniku antioxidační aktivity se podílejí jak vysokomolekulární melanoidy tak nízkomolekulární produkty [68].

Zpracování potravin, především jejich tepelná úprava, je občasně považováno za jednu z hlavních příčin ztrát přírodních antioxidantů. Za jistých podmínek však může v průběhu zpracování potravin dojít také ke tvorbě sloučenin s antioxidační aktivitou. Při aplikaci mnohých technologických a kulinárních postupů tak často dochází k zásadním změnám v množství a charakteru přítomných antioxidantů, a to v důsledku četných transformačních reakcí samotných antioxidantů nebo jiných přítomných látek [69].

3.1.3 Faktory ovlivňující rozsah tvorby antioxidantů

Antioxidační vlastnosti produktů Maillardovy reakce jsou silně závislé na fyzikálně-chemických vlastnostech reakčního systému. Mezi hlavní faktory ovlivňující antioxidační aktivitu patří na jedné straně druh, poměr a koncentrace reaktanů, a na straně druhé počáteční hodnota pH a aktivita vody reakčního prostředí, teplota a doba zahřívání. Nejvyšší antioxidační aktivitu vykazují sloučeniny vzniklé z produktů fragmentace sacharidů jako je například 1,3-dihydroxyaceton, glyceraldehyd, glyoxal, methylglyoxal nebo biacetyl. Z pentos vznikající produkty mají vyšší antioxidační aktivitu než produkty hexos. Při porovnání aldóz a ketóz vykazují lepší antioxidační vlastnosti Maillardovy produkty vzniklé v systému glukóza-lysin než produkty vzniklé z fruktózy a lysinu. Vysledovat jasný trend vlivu struktury aminokyseliny na antioxidační aktivitu vznikajících produktů není jednoduché, protože ve spojení s různými karbonylovými sloučeninami se účinek aminokyselin liší. Obvykle je však pozorován nárůst antioxidační aktivity reakčních systémů s cukry v řadě kyselá < neutrální < basické kyseliny. Podmínky, za kterých dochází k Maillardově reakci, mají rovněž významný vliv na vznik

produktů s antioxidačními vlastnostmi. Antioxidační aktivita obecně roste se stoupajícím pH prostředí (optimum v mírně alkalické až neutrální oblasti), s rostoucí teplotou (do 150–180 °C) a dobou reakce, a naopak klesající hodnotou a_w (do 0,4–0,2). Z těchto skutečností je zřejmé, že vznik látek s antioxidační aktivitou lze očekávat při mnoha tepelně zabarvených a sušících potravinářských technologiích [66].

3.1.4 Potravinářské procesy vyvolávající změnu antioxidační aktivity

K navýšení antioxidační aktivity potravin prostřednictvím produktů Maillardovy reakce může dojít několika způsoby. Jednou z možností je aplikace Maillardovy reakce vhodných vlastností z připravených reakčních směsí, další je přidavek vhodných prekurzorů do potravin (surovin) a jinou pak použití vhodných technologických a kulinárních postupů. První dva přístupy s sebou nesou řadu praktických omezení, jako je změna jiných vlastností výrobku, problém implementace, resp. změna receptury. Přesto je z praxe známa řada pokusů o tyto typy aplikací – kulér na povrchu potravin, přidavek různých reakčních směsí (např. Lys, His, kaseiny x Glc, Lac nebo předželatinizovaný škrob) k tukům a masům, náhrada sacharózy redukujícími sacharidy v pekařských výrobcích, atd. Kromě těchto funkčních potravin však lze nalézt značný počet tradičních potravin, při jejichž přípravě dochází k výrazné indukci Maillardovy reakce s antioxidační aktivitou [70].

Během zpracování potravin dochází nejprve ke ztrátě přirozeně se vyskytujících antioxidantů, která pak může být v závislosti na podmínkách kompenzována a překonána indukcí nových aktivních látek nebo zvýšenou biologickou dostupností přirozeně se vyskytujících antioxidantů. K poklesu aktivity mohou někdy přispívat i indukované prooxidanty, prokázány je např. vznik pyrazinových radikálů v raných fázích Maillardovy reakce [71].

V případech, jako je např. pražení kávy nebo fermentace čaje, nestačí vznik indukovaných antioxidantů zdaleka pokrýt masivní degradaci vysokých koncentrací původních fenolových antioxidantů, a tak dochází k jednoznačnému snížení antioxidační aktivity. U sušených potravin jsou antioxidační vlastnosti silně ovlivněny použitou kombinací teploty a času. U sušených těstovin dochází ke kompenzaci úbytku přirozených antioxidantů pouze při vysokoteplotním sušení až na 4% vlhkost [72].

Švestky sušené komerčně při 60 °C dosahují původní hladiny antioxidační aktivity po 12–15 h, zatímco postupy využívající při sušení vyšší teploty indukují až trojnásobně

vyšší aktivitu. Vznik nových antioxidantů, který svým rozsahem původně výrazně předčil antioxidační aktivitu suroviny, byl pozorován zejména u cereálních a bramborových výrobků, a obecně v potravinách smažených nebo pečených. Množstvím antioxidantů např. stoupá v řadě brambory syrové – vařené – pečené – hranolky – lupínky, podobně jako v případě některých tepelně indukovaných kontaminantů. Množství antioxidantů dobře koreluje i se zbarvením smažené cibule. Až řadové navýšení antioxidační aktivity oproti surovinám lze očekávat při výrobě některých speciálních sladů a kávovinových náhražek. K významnému navýšení aktivity oproti moukám dochází při přípravě jíšek. Pečení chleba, perníku, toastů aj. cereálních výrobků. Z větší části jsou za nárůst antioxidační aktivity zodpovědné nízkomolekulární látky, zejména reduktony [73].

3.2 Polyfenoly

Ovoce je obvykle bohatší na polyfenoly než zelenina. Celkový obsah polyfenolů bývá okolo 10 – 20 g.kg⁻¹ čerstvého ovoce. Jsou zastoupeny hlavně proanthokyanidiny (jablka, švestky, hrozny) a anthokyaniny (třešně a další červené ovoce), které se běžně nenacházejí v zelenině. Konzumace výrobků z obilovin pak přispívá k příjmu fenolových kyselin pouze, pokud jsou pro výrobu použita celá zrna. Neméně důležitým zdrojem polyfenolů v lidské výživě jsou nápoje. Lidem, kteří konzumují pravidelně čaj, kávu, víno a ovocné džusy, poskytují tyto nápoje hlavní přísun polyfenolů. Jsou to sekundární metabolity rostlin a jsou obvykle zapojeny do obrany proti ultrafialovému záření nebo agresivním patogenům. Tyto sloučeniny mohou být zařazeny do různých skupin v závislosti na počtu fenolových kruhů, které obsahují konstrukční prvky vázané na tyto kruhy jako např. hydroxylové skupiny. Rozdíl je tedy mezi fenolovými kyselinami, flavonoidy, stilbeny a lignany. Flavonoidy mají společnou základní strukturu a mezi ně patří: flavonoly, flavony, isoflavony, flavanony, anthocyanidiny a flavanoly [74].

Polyfenoly jsou částečně zodpovědné za sensorické a nutriční vlastnosti rostlinné stravy. Podílejí se na svíravé a hořké chuti. Oxidace polyfenolů během zpracování či skladování může ovlivňovat prospěšné či nežádoucí charakteristiky v potravních produktech. Oxidativní změny, např. hnědnutí kakaa během zpracování či oxidativní polymerace polyfenolů čaje během výroby černého čaje, mají za následek vývoj význačných a žádoucích organoleptických vlastností. Naproti tomu enzymatické hnědnutí

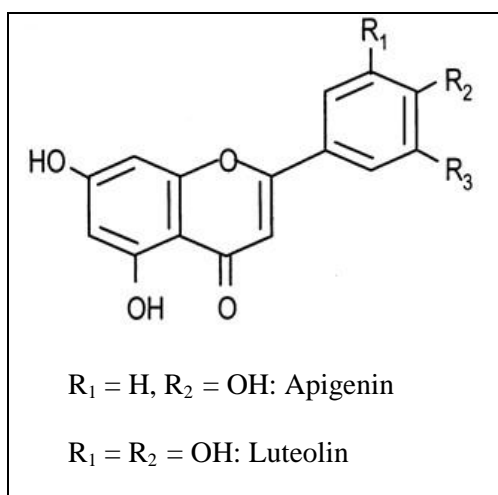
polyfenolických sloučenin a neenzymové hnědnutí jsou zodpovědné za tvorbu nežádoucí barvy a chuti ovoce a zeleniny [75].

3.2.1 Flavonoidy

Flavonoidy jsou velká skupina látek, které obsahují flavanový skelet. Flavanový skelet se sestává ze dvou benzenových jader (krajní) a prostředního pyranového cyklu. Značení kruhů je zleva doprava. Prostřední pyranový cyklus s kyslíkem je zodpovědný za typické reakce flavonoidů. Podle stupně oxidace pyranosového cyklu flavonoidů existují podskupiny [76].

3.2.1.1 Flavony

Struktura flavonu je nejjednodušší ze všech flavonoidů, jelikož neobsahuje žádné postraní hydroxilové skupiny (Obr. 9.). V posledních letech, vědecký i veřejný zájem o flavony enormně vzrostl díky jejich prospěšnému účinku proti aterosklerose, osteoporose, cukrovce a některých druhů karcinogenních onemocnění [77].



Obr. 9. Struktura flavonu [78].

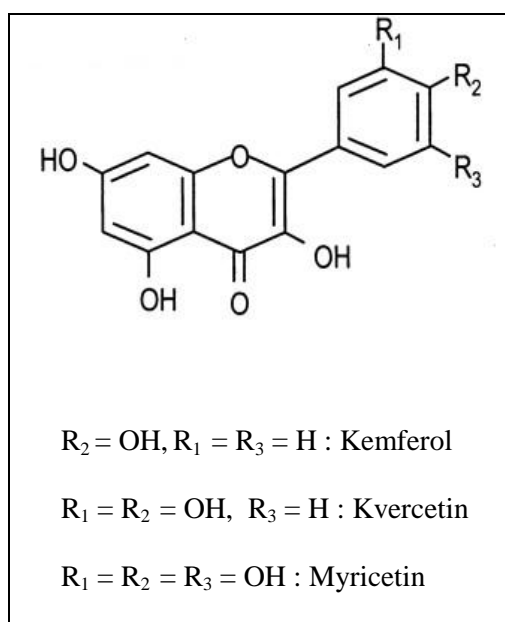
3.2.1.2 Flavonoly

Kvercetin

Struktura kvercetinu je podobná struktuře flavonu, ale na některých uhlících jsou navázány hydroxidové skupiny (Obr. 10.). Kvercetin je jedním z nejsilnějších biologicky aktivních

látek flavonolu a nachází se v ovoci i zelenině. Zabraňuje poškození buněčné DNA a působení enzymů, které podněcují růst nádoru. Kvercetin působí i proti zánětům, bakteriálním, myotickým a virovým infekcím. Účinkuje i tak, že pomocí modulace imunitního systému tlumí alergické reakce (potlačuje uvolnění histaminu z buněk). Kvercetin je chemicky podobný Cromolynu, antialergickému léku, který blokuje histamin. Kvercetin působí proti trombóze tím, že pomáhá bránit vzniku krevní sraženiny [79].

Kvercetin usnadňuje absorpci a udržení hladiny vitamínu C, zvyšuje sílu kapilár, reguluje jejich prostupnost, předchází krvácení a protržení kapilár, pojivové tkáně, posiluje cévní oblast oka [80]. Hlavní zdroje kvercetinu jsou žlutá a červená cibule (ne však cibule bílá), červené hrozny (ne však hrozny bílé), brokolice a italská žlutá tykev. Česnek, blízký příbuzný cibule, kvercetin neobsahuje. Kvercetin se tepelnou přípravou nebo mražením neničí [79].



Obr. 10. Struktura flavonolu [81]

3.2.1.3 Flavanoly

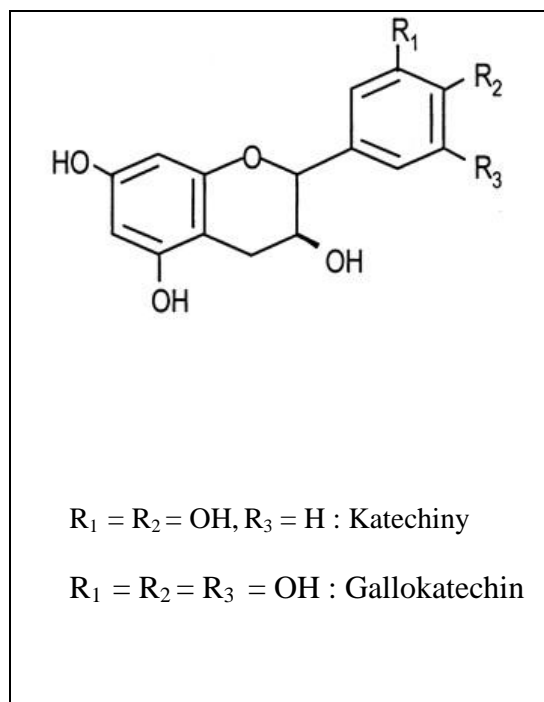
Do této skupiny patří katechin, procyanidin (polymerní flavanol). Zatím toho není moc známo o polyfenolech v čokoládě, ale jsou známé jiné zdroje katechinu a procyanidinu jako např. zelený a černý čaj nebo červené víno. Nejvíce flavanolů obsahuje kůra stromu *Pinus maritima* [82].

Katechin a epikatechin

Katechiny (Obr. 11.) jsou hlavní antioxidační složkou čaje. Proto se o nich mluví jako o čajových flavonoidech. Čaj účinkuje svými katechiny protektivně proti kardiovaskulárním nemocím, proti karcinogennímu onemocnění [83], snížení poškození DNA způsobené zářením a chemoterapií. Studie rovněž ukazují, že zelený čaj může pomoci předcházet osteoporóze, je prospěšný kůži a má silné protizánětlivé vlastnosti [85].

Na základě experimentů *in vitro* a na zvířatech vykazuje příznivý vliv na imunitní systém, na shlukování destiček a na některé enzymové systémy [84]. Katechiny spolu s proantocyanidy brzdí oxidaci LDL cholesterolu a tím budoucí vznik aterosklerosy [86].

Typy katechinů v čaji a čokoládě jsou trochu odlišné. Čokoláda má pouze (+)-katechin a (-)-epikatechin, zatímco v čaji je spektrum katechinů širší [84].

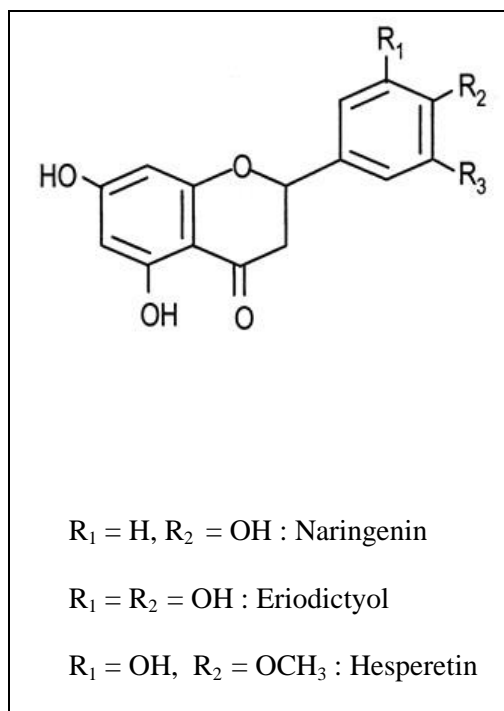


Obr. 11. Struktura flavanolu [87]

3.2.1.4 Flavanony

Struktura flavanonu je podobná flavonu, ale na některých uhlících jsou napojeny různé skupiny (Obr. 12.). Flavanony jsou bezbarvé až světle žluté pigmenty a v potravinách jsou rozšířeny poměrně málo a jako barviva nemají téměř žádný význam.

Ve vyšších koncentracích se nacházejí pouze v citrusovém ovoci. Obsah flavonoidních glykosidů v rostlinných plodech narůstá v průběhu zrání [76].



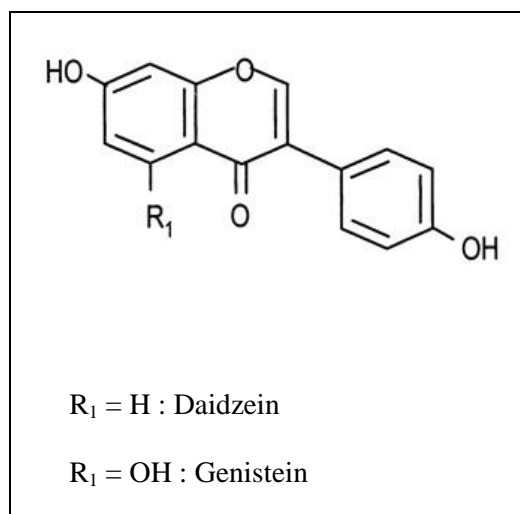
Obr. 12. Struktura flavanonu [88]

3.2.1.5 Izoflavony

Izoflavony patří do skupiny fytoestrogenů [89] vyskytují se např. červeném jeteli nebo v plodech sóji. Izoflavony (Obr. 13.) jsou strukturně podobné ženskému pohlavnímu hormonu estrogeneru. Vzhledem k této podobné struktuře, mohou zasahovat do činnosti estrogeneru např. vázat se na stejné estrogenerové receptory na buňkách a tím regulovat množství estrogeneru a snižovat příznaky menopauzy [90].

Estrogenerové receptory: α -receptory se nacházejí převážně v prsní a děložní tkáni, varlatech a játrech. β -receptory mají příznivý vliv na zdraví, lze je nalézt v krvinkách, plících, prostatě a kostech. Tady izoflavony snižují hladinu estrogenerů tím, že se naváží na jejich místo [89].

Tyto polyfenoly mají antioxidační účinky, které zastavují růst rakovinných buněk prostřednictvím inhibice replikace DNA a snížením aktivity různých enzymů. Dále pomáhají vytvořit nové kosti a tím bojují proti osteoporose [90].



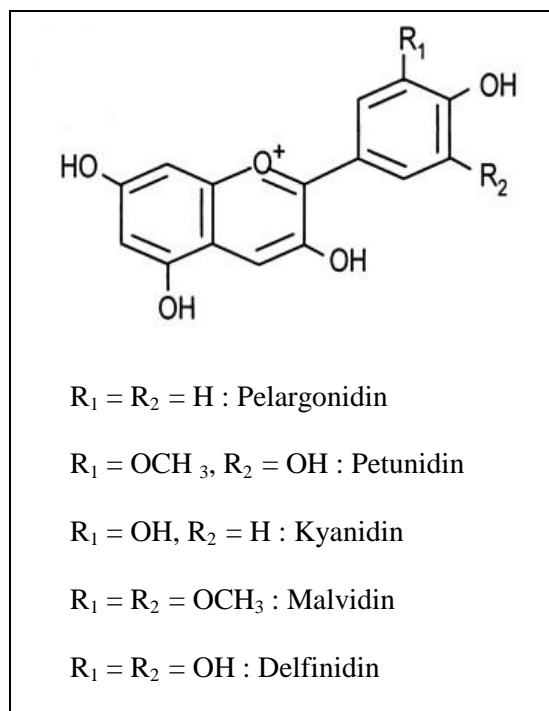
Obr. 13. Struktura izoflavonu [91]

3.2.1.6 Antokyany

Během kvašení kakaových bobů jsou antokyany hydrolyzovány na antokyanidiny a ty spolu s katechiny vytváří složité taniny [92]. Jsou to ve vodě rozpustné pigmenty obsažené v buněčné šťávě vakuol. Zbarvují květy a listy rostlin podle reakce buněčné šťávy vakuol, tj. její kyselosti či zásaditosti. Mění se barva antokyanů, kyselé roztoky antokyanů bývají červené, neutrální fialové a zásadité modré [93].

Antokyany se vyskytují v čaji, medu, vínu, ovoci, zelenině, ořechách, olivovém oleji, kakau či obilovinách. Často jsou označovány jako bioflavonoidy, protože mají příznivý vliv na lidské zdraví. Antokyany (Obr. 14.) v potravinách jsou obvykle požití jako součásti komplexních směsí flavonoidů. Bioaktivní vlastnosti antokyanů jsou závislé na chemické struktuře (poloze, počtu a typu substituentu). Denní příjem se odhaduje od 500 mg až 1 g, ale může být až několik g za den, pokud jsou užívány doplňky s flavonoidy (Ginkgo biloba nebo pycnogenol). Antokyanidy mohou poskytovat ochranu před štěpením DNA, ovlivňovat estrogenní činnosti (vývoje hormonů), enzymové inhibice, zvyšovat produkci cytokinů (regulují imunitní reakce), mají protizánětlivé účinky, snižují kapilární propustnost a křehkost [92]. Antokyany dále zlepšují noční vidění. Snižují rakovinné buněčné proliferace a inhibují nádorového bujení. Strava bohatá na antokyany zlepšuje nervové a behaviorální funkce (paměť a motorické funkce). Dále bylo zjištěno, že antokyany jsou vysoce aktivní v endoteliálních buňkách, které hrají roli v prevenci

aterosklerosy. Antokyany včetně prevence tvorby volných radikálů, snižují oxidaci LDL cholesterolu, otok slinivky břišní a také hladinu cukru v moči a krevním séru [93].



Obr. 14. Struktura anthocyanidinu [94]

3.2.2 Fenolové kyseliny

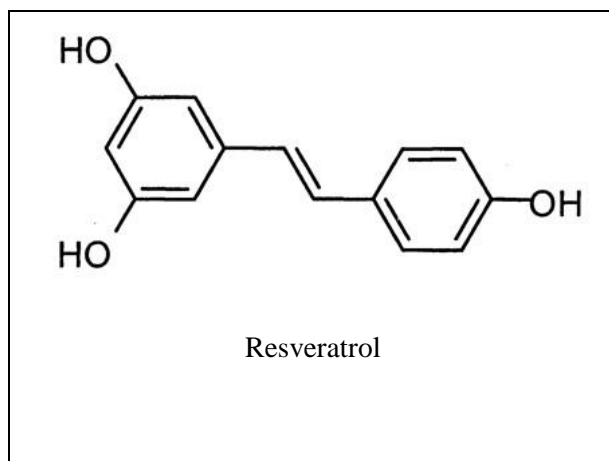
Fenolové kyseliny lze rozdělit do dvou tříd, a to na *deriváty kyseliny benzoové* (např. gallová) a *deriváty kyseliny skořicové* [74]. Vyskytují se nejčastěji ve formě esterů, v nichž se váží karboxylem na hydroxylové skupiny organických kyselin nebo sacharidů [85]. Obsah hydroxybenzoových kyselin je v jedlých částech rostlin obecně velmi nízký, s výjimkou červeného ovoce, černé ředkve a cibule, které mohou obsahovat až několik desítek $mg \cdot kg^{-1}$. Důležitým zdrojem kyseliny gallové je čaj (listy obsahují $4,5 g \cdot kg^{-1}$ čerstvé hmoty). Hydroxybenzoové kyseliny jsou součástí komplexních struktur, jako jsou hydrolyzovatelné tanniny. Mnohem běžnější než hydroxybenzoové jsou kyseliny hydroxyskořicové: *p*-kumarová, kávová, ferulová, sinapová. Druhy ovoce s nejvyšším obsahem (borůvky, kiwi, švestky, třešně, jablka) obsahují 0,5–2 g hydroxyskořicových kyselin na kg čerstvé hmoty. U většiny ovoce představuje 75–100 % celkového obsahu těchto kyselin kyselina kávová. Ferulová kyselina je nejhojněji obsažena v cereáliích, hlavně ve vnějších částech zrna (98 % ferulové kyseliny), významným

zdrojem jsou pšeničné otruby (5 mg. g^{-1}). Právě ve vnějších částech obilného zrna se kyselina ferulová nachází také v *trans* formě, která je esterovými vazbami vázána na hemicelulosity [74].

3.2.3 Stilbeny

Stilbeny (Obr. 15.), strukturně podobné flavonoidům, jsou v lidské výživě zastoupeny pouze v malém množství. Vyskytují se ve volné formě nebo vázané jako glykosidy. Některé z nich prokazují antimikrobní vlastnosti, a proto se řadí mezi fytoalexiny, což jsou sekundární metabolity rostlin, které se tvoří jako odpověď na stres [95].

Do této skupiny patří známý resveratrol a jeho glukosid piceol. Resveratrolu se připisuje významná úloha v prevenci kardiovaskulárních nemocí, vykazuje antiaterogenní, protizánětlivé a antioxidační účinky. V posledních letech jsou zkoumány jeho možné antikarcinogenní účinky [96]. Nalézá se především ve slupkách bobulí modrých odrůd révy vinné. Zráním se jeho obsah zvyšuje (až do 20 mg. kg^{-1}) [11]. V menším množství se nalézá také ve vínech. V jednom litru je obsaženo přibližně $0,3 - 2 \text{ mg}$ resveratrolu, více v červeném než bílém [97].

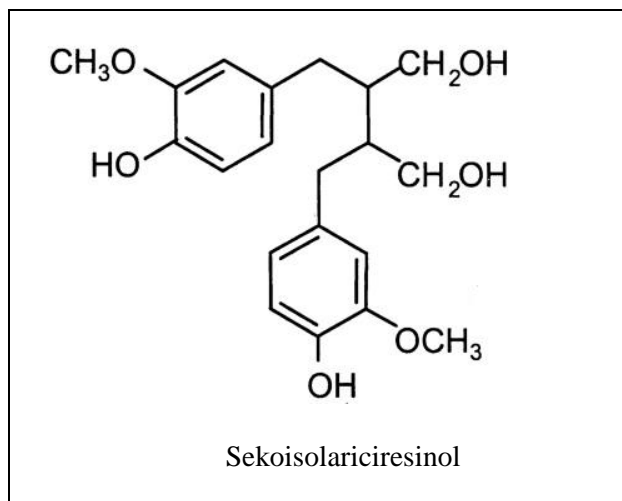


Obr. 15. Struktura stilbenu [98]

3.2.4 Lignany

Pro svoji estrogenní aktivitu bývají lignany (Obr. 16.) také řazeny do skupiny fytoestrogenů. Lignany se nacházejí především v různých druzích semen, v celých zrnech, luscích zeleniny a také v ovoci. Při technologickém zpracování však dochází k odstranění

lignanů se slupkami společně s vlákninou a proto je lidská strava na tyto látky celkem chudá. Nejbohatším zdrojem lignanů tak zůstává lněné semínko, lněný olej a celozrnné žitné pečivo. Lněné semínko obsahuje sekoisolariciresinol (až 3,7 g. kg⁻¹ sušiny) a malé množství matairesinolu. Lignany jsou metabolizovány střevní mikroflórou na enterodiol a enterolakton [74].



Obr. 16. Struktura lignanu [99]

3.3 Změny polyfenolů při skladování a úpravě potravin

Polyfenoly jsou sloučeniny snadno oxidovatelné, proto se jejich obsah v potravinách může měnit již během skladování. Oxidační reakce vedou k tvorbě více či méně polymerizovaných sloučenin, které zapříčiňují změny kvality potravin, hlavně organoleptických vlastností a barvy [100].

V rostlinných pletivech nejsou polyfenoly zastoupeny rovnoměrně, proto může během zpracování potravin docházet ke snižování či nárůstu obsahu některých polyfenolů. Běžné loupání ovoce a zeleniny může eliminovat významnou část polyfenolů, protože ty jsou často přítomny právě v nejvyšších koncentracích ve vnějších částech. Např. po oloupaní jablka nezůstanou v ovoci žádné flavonoly, kvercetin je obsažen pouze ve slupce. Podobně je tomu také při výrobě mouky, kdy dochází ke ztrátám polyfenolů obsažených ve vnějších vrstvách obilných zrn. Na druhou stranu např. lisováním ovoce při výrobě džusů se polyfenoly uvolňují i z částí běžně nekonzumovaných [101]. Macerační operace usnadňují difúzi polyfenolů ve šťávách, což se objevuje při výrobě červeného vína.

V červeném víně je obsah polyfenolů 10x vyšší než v bílém a rovněž než v hroznovém moštu [102].

Značný vliv na obsah polyfenolů v potravinách mají způsoby kulinární úpravy. Po 15 minutách vaření ztrácí cibule a rajčata 75–80 % obsahu kvercetinu, po vaření v mikrovlnné troubě 65 % a 30 % během smažení. K největším ztrátám dochází hlavně díky výluhu do vody, proto je nejvhodnější metodou příprava v páře [74].

Minimální ztráty obsahu polyfenolů při přípravě v páře zaznamenali i Vallejo *et al.* [95]. Zjišťovali kapalinovou chromatografií obsahy flavonoidů a derivátů kyselin sinapové a kaffeoyl-chinonové v čerstvé brokolici před a po uvaření. Po mikrovlnné úpravě byly ztráty flavonoidů 97 % a derivátů hydroxyskořicových kyselin 74–87 %. Vaření za běžných podmínek vedlo ke ztrátě 66 % flavonoidů, zatímco při vysokém tlaku se do vody vyluhovalo 47 % derivátů kyseliny kaffeoyl-chinonové. Minimální vliv na ztráty jak flavonoidů, tak derivátů kyselin mělo vaření v páře [103].

Podle Presera *et al.* [104] zůstalo v brokolici vařené 15 minut 18 % původního obsahu celkových polyfenolů.

Zhang & Hamazu [105] srovnali obsah polyfenolů fotometrickou metodou s činidlem Folin-Ciocalteu ve stonku a v růžici čerstvé a vařené brokolice. V růžici brokolice zaznamenali 7,7krát vyšší obsah polyfenolů než ve stonku (34,5 mg vs. 4,5 mg na 100 g⁻¹). Po 5 minutách vaření došlo ke ztrátám 71,9 % a 42,2 % celkového obsahu polyfenolů v růžici a ve stonku.

Existuje poměrně mnoho studií dokazujících antioxidační působení polyfenolů [106]. Čaj vykazuje antioxidační vlastnosti, přičemž zelený čaj je účinnější než čaj černý. Antioxidační účinek čaje spočívá ve zvýšení aktivity glutathionperoxidázy a katalázy [107].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo sledovat vliv odrůdy a tepelného záhřevu na obsah celkových polyfenolů a celkové antioxidační aktivity ve vybraných odrůdách kdoulí. Pro naplnění stanoveného cíle byla vypracována rešerše týkající se obecné charakteristiky kdouloní a možnosti ovlivnění jednotlivých zkoumaných parametrů. Poté byla provedena laboratorní měření a výsledky byly statisticky vyhodnoceny a diskutovány s dostupnými vědeckými poznatky.

5 METODIKA PRÁCE

5.1 Charakteristika analyzovaných vzorků

5.1.1 Popis lokality pěstování kdoulí

Pokusné geofondové plochy Mendelovi univerzity v Brně se nacházejí na katastrálním území Žabčic, které jsou vzdáleny cca 20 km od Brna. Nadmožská výška je zde 184 m. Průměrná roční teplota 9 °C (ve vegetačním období 15,6 °C). Úhrn srážek činil v roce 2009 v průměru 553 mm, ve vegetačním období 356 mm. Půdy patří geneticky k nivním půdám glejovým, vytvořených na holocenních, vápenitých nivních uloženinách s výraznou akumulací organických látek. Z hlediska zrnitosti je ornice hlinitá a pod ornici potom jílovitohlinitá.

Sklizeň proběhla dne 8. 10. 2009. Vždy bylo sklizeno 5 plodů ze 3 stromů, tzn. 15 kdoulí. Kdoule byly uchovány do 11. 1. 2010 ve skladu při 4 °C s 85 % vlhkostí, s automatickým ovládáním obsahu CO₂. Poté byly umístěny do skladu s vlhkostí 90 % a konstantní teplotou 3 °C. Konzumní zralost u těchto odrůd není publikována, proto byla určována podle trhající se plstě na povrchu, jak je uvedeno v [108].

Pro příslušné analýzy byly použity vzorky osmi odrůd kdoulí. Charakteristiky jednotlivých odrůd jsou uvedeny v Tab. 4.

Tab. 4. Charakteristiky jednotlivých odrůd

Odrůda	Označení *	Typ plodu **
Hemus II.	He	H
Hruškoivtá	Hr	H
Mir	Mi	J
Morava	Mo	J
Pražská	Pr	H
Triumph	Tr	H
Vranja	Vr	H
Úspěch	Us	J

* označení odrůd bylo použito v celé praktické části diplomové práce

** typ plodu H – hruškovitá, J – jablečovitá, byly popsány v kapitole 1.8.

Pro následné chemické analýzy byly použity vzorky kdoulí, které byly:

- a) tepelně neupravené (syrové)
- b) tepelně upravené

5.1.2 Příprava syrových kdoulí

Každý plod byl vždy před samotnou přípravou zvážen na předvázkách (Kern, model EG 620-3 NM), posléze byl vyfotografován s příslušným označením. Potom byl plod podélně rozříznut a byla změřena délka a šířka. Průměrné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 4. Fotografie označených odrůd, jak plodu celého, tak i rozpůleného byly vloženy do přílohy I–IX.

U čerstvých kdoulí byly nejprve odstraněny nečistoty omytím povrchu jednotlivých kdoulí. Následně byla oddělena slupka keramickým nožem a to v šířce cca 1 mm. Z dužiny byly odstraněny jádřince, stopky a okvěť. Po těchto úpravách následovalo nastrouhání dužiny na skleněném struhadle a rozkrájení slupky pomocí keramického nože na malé části. Vše bylo prováděno tak, aby se zamezilo kontaktu vzorku se světlem.

5.1.3 Tepelná úprava vzorků

Pro přípravu bylo postupováno stejně jako při přípravě syrových plodů s tím rozdílem, že oloupané slupky nebyly již rozkrájovány na části, ale byly vloženy do sklenic OMNIA (BRIKOL M s.r.o., Valtice) o obsahu 0,3 l, uzavřeny víčky OMNIA (výrobce: SONIX – Luboš Jandejsek) a zavařeny při teplotě 85 °C po dobu 30 min [109]. Oloupané kdoule byly zbaveny jádřinců, stopek a oplodí a byly rozkrájeny keramickým nožem na čtvrtky. Tyto díly byly vloženy do sklenic OMNIA o obsahu 0,7 l, dále byly uzavřeny víčky OMNIA a zavařeny při teplotě 85 °C po dobu 40 min. [110]. Při tepelné úpravě vzorků nebyl do sklenic přidáván nálev ani cukr z důvodu možné interakce chemických látek přítomných v kdoulích s těmito přísadami či možného vylouhování polyfenolů do nálevu.

5.2 Chemická analýza

Pro všechny chemické analýzy byly použity vzorky, jejichž označení je uvedeno v Tab. 5.

Tab. 5. Označení analyzovaných vzorků

Vzorky	Označení
Dužina syrových kdoulí	DS
Slupka syrových kdoulí	SS
Dužina tepelně upravených kdoulí	DT
Slupka tepelně upravených kdoulí	ST

5.2.1 Stanovení vlhkosti

5.2.1.1 Příprava misek

Hliníkové misky s víčkem byly omyty a vysušeny v sušárně při 103 °C. Po vysušení byly umístěny do exsikátoru. Po vychladnutí na pokojovou teplotu byly komplety tvořené z hliníkové misky a víčka zváženy s přesností na 0,0001 g.

5.2.1.2 Předsoušení

Do předem vysušených a zvážených hliníkových misek s víčkem bylo naváženo přibližně 20 g nastrouhaných kdoulí, od každé odrůdy zvlášť slupka a dužina, a to s přesností na 0,0001 g. Vzorky byly rovnoměrně rozprostřeny do vrstvy asi 10 mm. Následovně byly misky se vzorkem a odklopeným víčkem umístěny do laboratorní sušárny (Vential, BMT., a.s.) předehřáté na teplotu 58±2 °C. Předsoušení vzorků probíhalo do požadovaného snížení obsahu vlhkosti po dobu 24 hodin, potom byly misky vyjmuty ze sušárny a volně na vzduchu ponechány asi 12 hodin za účelem vyrovnání vlhkosti s okolní atmosférou (kondicionace). Vzorky byly chráněny před rozptýlením a zaprášením. Následně byly misky s víčkem a vzorkem zváženy [111]. Po zvážení byly vzorky rozemlety a prosity přes síto s normovanými otvory 1mm.

5.2.1.3 Sušení

Do předem vysušených a zvážených hliníkových misek bylo naváženo přibližně 5 g předsušených vzorků, a to s přesností na 0,0001 g. Misky se vzorky byly vloženy do sušárny předem vyhřáté na teplotu 103 ± 2 °C a od okamžiku, kdy vnitřní prostor sušárny dosáhl výše uvedené teploty, byly sušeny do konstantního úbytku hmotnosti. Po zchladnutí v exsikátoru byly misky i se vzorkem zváženy s přesností na 0,001 g. Po odvážení misky byl proveden kontrolní test tak, že byla miska se vzorkem vložena opět do sušárny vyhřáté na (103 ± 2) °C a sušena s odkrytým víčkem další 2 hodiny. Po vyjmutí ze sušárny a ochlazení v exsikátoru byla opět zvážena s výše uvedenou přesností. Jestliže rozdíl mezi předešlým a tímto vážením nepřestavoval více, než odpovídá obsahu vlhkosti 0,2 %, stanovení vlhkosti, sušení bylo ukončeno. Jako konečná hmotnost byla vzata hmotnost v prvním vážení. Byl-li rozdíl mezi oběma váženími vyšší než výše uvedená hodnota, bylo provedeno další sušení do konstantního úbytku hmotnosti [111].

5.2.1.4 Vyhodnocení

Obsah vlhkosti (X) jako procento vzorku byla vypočítána podle vzorce:

Sušení bez předsoušení

$$X = \frac{(m - m_0)}{m} \times 100 \quad (1)$$

kde:

m = počáteční hmotnost zkoušeného vzorku v gramech

m_0 = hmotnost sušeného zkoušeného vzorku v gramech

Sušení s předsoušením

$$X_p = \left[\frac{(m_2 - m_0) \times m_1}{m_2} + m - m_1 \right] \times \frac{100}{m} = 100 \times \left(1 - \frac{m_1 \times m_0}{m \times m_2} \right) \quad (2)$$

kde:

m = počáteční hmotnost zkoušeného vzorku v gramech

m_1 = hmotnost zkoušeného vzorku po předsoušení v gramech

m_2 = hmotnost sušeného zkoušeného vzorku po rozemletí nebo rozmělnění v gramech

m_0 = hmotnost sušeného zkoušeného vzorku v gramech

Vypočtené hodnoty jsou vyjádřeny v [%]

Obsah sušiny v % (Y) se vypočítá podle vzorce:

$$Y = 100 - X \quad (3)$$

Výsledkem stanovení byl aritmetický průměr výsledků tří souběžně provedených stanovení, která splňovala podmínku opakovatelnosti (rozdíl mezi výsledky dvou paralelních stanovení obsahu vlhkosti provedených na stejném vzorku nepřekročil absolutní hodnotu vlhkosti 0,2 %) [77].

5.2.2 Stanovení celkových polyfenolů (CP)

Pro stanovení obsahu celkových polyfenolů byla použita modifikovaná fotometrická metoda s Folin-Ciocaltauovým činidlem (FC) a standardem kyseliny gallové [112]. Principem této metody je oxidace nebo redukce fenolových látek při reakci s FC činidlem, které se skládá z wolframu sodného, kyseliny orthofosforečné, kyseliny chlorovodíkové, molybdenanu sodného, síranu lithného a bromu.

V experimentu byl zjišťován vliv odrůdové skladby, částí plodu a tepelné úpravy na obsah celkových polyfenolů v kdoulích. Stanovení obsahu celkových polyfenolů bylo provedeno u všech odrůd v pěti opakováních.

1. Extrakce

Při samotném stanovení byl nejprve připraven extrakt ze sušených syrových a tepelně upravených vzorků. Po vysušení a stabilizaci vzorků v exsikátoru byly vzorky rozemlety na prášek v mlýnku (Bosch, Německo). 1,5 g takto připraveného vzorku bylo extrahováno v centrifugační zkumavce 80% vodným roztokem CH₃OH (koncentrovaný, p.a., distribuce Lukeš Petr) s kapkou 0,01% HCl (37% p.a., distribuce Lukeš Petr) po dobu 24 hodin. K usnadnění extrakce byl vzorek na dobu 15 minut ponořen do ultrazvukové lázně. Poté

byla provedena centrifugace (EBA 21, Schoeller) po dobu 10 min při 3000 otáčkách, a to při pokojové teplotě. Supernatant byl zfiltrován přes papírový filtr s porézností 8 μm . Zbylý pelet byl extrahován opět stejným způsobem s tím rozdílem, že doba extrakce byla 2 hod. Tento proces byl ještě jednou opakován. Filtráty byly spojeny a roztok byl zahuštěn na vakuové odparce (RVO 400a, Ingos, ČR), kvantitativně převeden do 50 ml odměrné baňky a doplněn 80% vodným roztokem metanolu. Extrakt byl uchován při $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vše bylo prováděno tak, aby se co nejvíce zamezilo kontaktu vzorku se světlem.

2. Standardní roztoky a kalibrace

Ze zásobního roztoku kyseliny gallové (Merk, Německo) o koncentraci $5\text{ mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ byla vytvořena kalibrační řada o koncentracích $0,5\text{--}5\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Do 50 ml odměrné baňky bylo pipetováno 0,5 ml vzorku dané koncentrace a bylo přidáno cca 5 ml destilované vody pro zředění a 2,5 ml FC činidla. Po 3 minutách stání při laboratorní teplotě bylo do každé odměrné baňky přidáno 20 ml 20% roztoku Na_2CO_3 (bezvodý, p.a., distribuce Lukeš Petr) a doplněno po rysku do objemu 50 ml destilovanou vodou. Po 90 minutách stání při laboratorní teplotě byla změřena absorbance na spektrofotometru (Biochrom Libra S6, Fischer Scientific, skleněná kyveta) při vlnové délce 750 nm proti slepému pokusu. Slepý pokus obsahoval destilovanou vodu, FC činidlo a 20% roztok Na_2CO_3 .

3. Stanovení CP ve vzorcích

Ke stanovení CP ve vzorcích byl použit extrakt a měření probíhalo stejným způsobem jako měření standardních roztoků kyseliny gallové. Výsledky byly vyjádřeny jako ekvivalenty gallové kyseliny ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}\cdot 100\%$ sušiny). Průměrné hodnoty byly získány z pěti paralelních stanovení.

5.2.3 Stanovení antioxidační antiradikálové aktivity (AA)

Pro stanovení antioxidační aktivity byla vybrána metoda, jejíž principem je reakce volného radikálu DPPH• (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl) s antioxidanty obsaženými ve vzorku. Reakce je provázena změnou barvy a úbytkem absorbance. Změna absorbance je sledována při 515 nm po uplynutí pětiminutového časového intervalu.

Pro měření AA byly využity extrakty připravené způsobem uvedeným v kapitole 5.2.2. Pro stanovení AA byl připraven čerstvý metanolový roztok DPPH• (Calbiochem, U.S. and Canada) o koncentraci $25\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Kalibrační řada byla vytvořena ze zásobního roztoku

vitaminu C (p.a., Fluka Chemica) o koncentraci $5 \text{ mg}\cdot\text{ml}^{-1}$. Za účele, vytvoření kalibrační křivky byly vytvořeny roztoky o koncentracích $0,05\text{--}1 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$.

Do skleněné kyvety ($1,5 \text{ cm} \times 1,3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$) byl pipetován 1 ml roztoku DPPH•, následně byla změřena absorbance A_{t_0} proti slepému vzorku (metanol, koncentrovaný p.a., distribuce Lukeš Petr) na přístroji SPEKOLL 11 (Carl Zeiss, Jena). Poté bylo k roztoku přidáno $50 \text{ }\mu\text{l}$ vzorku (při vytvoření kalibrační řady stejné množství jednotlivých kalibračních roztoků) a byla změřena absorbance A_{t_5} po pěti minutách. Procento nedeaktivovaného radikálu DPPH• bylo vypočteno podle vztahu:

$$\% \textit{inaktivace} = 100 - [(A_{t_5} / A_{t_0}) \times 100] \quad (4)$$

Průměrné výsledky byly získány z pěti paralelních stanovení a přepočteny na koncentraci standardu vitaminu C ($\text{mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ 100% sušiny), který by poskytl stejnou inaktivaci jako studovaný vzorek [84].

Statistické vyhodnocení

Všechny výsledky byly vyhodnoceny statistickým programem QC.Expert 2.5 (TriloByte Ltd., ČR) na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Pro posouzení vlivu daného faktoru byla použita jednofaktorová analýza rozptylu. Pro výpočet vhodného matematického modelu závislosti, limity detekce a dalších kalibračních mezí pomocí platných doporučení byl použit modul kalibrace.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Základní parametry, které byly stanoveny u všech 15 plodů každé odrůdy, jsou uvedeny v Tab. 6.

Tab. 6. Základní parametry jednotlivých odrůd

Odrůda	Aritmetický průměr ± směrodatná odchylka (n=15)		
	Váha plodu [g]	Výška plodu [cm]	Šířka plodu [cm]
He	253±0,6	8,0±0,2	7,7±0,6
Hr	265±1,2	9,3±1,3	7,7±0,8
Mi	322±0,9	8,6±0,6	8,7±0,3
Mo	223±2,3	7,5±0,8	7,2±0,6
Pr	235±1,3	9,5±1,6	7,5±0,9
Tr	189±3,8	7,6±1,3	6,8±1,1
Vr	331±0,8	10,0±0,7	8,6±0,4
Us	281±1,7	8,8±0,2	8,3±0,6

Z Tab. 6. vyplývá, že nejvyšší hodnoty ve všech parametrech vykazovaly plody odrůdy Vranja, nejnižší váha a šířka plodu byla naměřena u kdoulí odrůdy Triumph, nejnižší hodnota výšky plodu u odrůdy Morava. Vencová [113] uvádí u odrůdy Triumphu váhu 596,7g, šířku 11,9 cm a výšku 11,3 cm. U odrůdy Morava udává také mnohem vyšší hodnoty, a to váhu plodu 483,4 g, šířku plodu 10,45 cm a výšku plodu 9,1 cm. Naproti tomu Schirmer [19] uvádí, že průměrná váha u odrůdy Triumph se pohybuje v rozmezí od 300–600g, což odpovídá naměřeným hodnotám. Tyto odchylky jsou především způsobeny povětrnostními podmínkami, srážkovými úhrny v daném roce a počtem plodů na jednom stromě [4].

6.1 Obsah vlhkosti

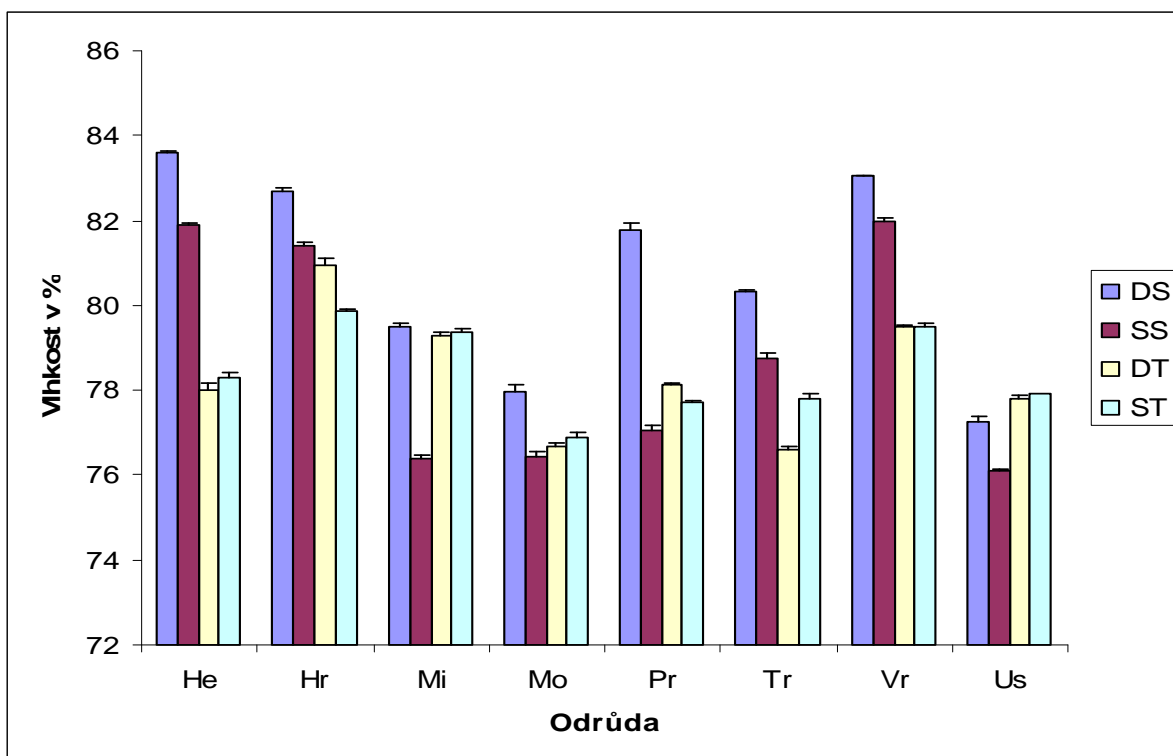
Podle vzorce (1) byl vypočítán obsah vlhkosti. Průměrné hodnoty vlhkosti jsou uvedeny v Tab. 7. Z těchto údajů byly pro názornost vyhotoveny grafy č. 3–5, kde byly porovnány jednotlivé vlivy u všech zkoumaných vzorků. Grafy 3–4 byly vloženy do přílohy XI–XII.

Tab. 7. Obsah vlhkosti v jednotlivých odrůdách (v %)

Aritmetický průměr ± směrodatná odchylka (n=3)				
Odrůda	DS	SS	DT	ST
He	83,60±0,03	81,91±0,05	78,01±0,16	78,28±0,18
Hr	82,67±0,11	81,41±0,08	80,93±0,17	79,89±0,15
Mi	79,51±0,07	76,39±0,07	79,31±0,05	79,38±0,02
Mo	77,96±0,19	76,42±0,15	76,66±0,09	76,90±0,09
Pr	81,79±0,14	77,05±0,12	78,11±0,08	77,72±0,13
Tr	80,32±0,06	78,77±0,11	76,61±0,08	77,78±0,03
Vr	83,04±0,02	81,97±0,09	79,49±0,03	79,51±0,14
Us	77,25±0,15	76,11±0,06	77,78±0,12	77,93±0,07

DS – dužina syrových kدولئ; SS – slupka syrových kدولئ, DT – dužina tepelně upravených kدولئ; ST – slupka tepelně upravených kدولئ

Graf 5. Vliv odrůdové skladby kدولئ na vlhkost v syrové a tepelně upravené dužině a slupce (v %)



DS – dužina syrových kدولئ; SS – slupka syrových kدولئ, DT – dužina tepelně upravených kدولئ; ST – slupka tepelně upravených kدولئ

Z Tab. 7. vyplývá, že průměrný obsah vlhkosti se u vybraných odrůd kdoulí pohyboval v syrové dužině v rozmezí od 77,25–83,60 %, v syrové slupce v rozmezí do 76,11–81,97 %, v tepelně upravené dužině v rozmezí do 76,61–80,93 % a v tepelně upravené slupce v rozmezí do 76,90–79,89 %. Jak je z výsledků patrné, nejvyšší obsah vlhkosti byl zjištěn v syrové dužině a to u odrůdy Hemus II, nejnižší hodnoty byly stanoveny v syrové slupce a to u odrůdy Morava.

Testem významnosti celkového vlivu odrůdy, při použití jednofaktorové analýzy rozptylu, bylo zjištěno, že odrůda ovlivňuje obsah vlhkosti v dužině i ve slupce a to jak syrových, tak i tepelně upravených kdoulí.

Při párovém porovnávání dvojic úrovní Scheffého metodou na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ bylo stanoveno, že na obsah vlhkosti měla tepelná úprava statisticky významný vliv u všech odrůd jak ve slupce, tak i v dužině. Nevýznamný vliv tepelného záhřevu na obsah vlhkosti byl zjištěn pouze v dužině u odrůdy Mir.

Je mnoho faktorů, které ovlivňují celkový stav skladovaného ovoce. Jedním z hlavních faktorů je teplota, která by se měla pohybovat v rozmezí od 1 do 4 °C. Při teplotě nad 4 °C se zvyšuje intenzita dýchání a dochází k vysokým ztrátám na výživné hodnotě i kvalitě. Podle Kopce [11] dosahují ztráty po 6 měsících skladování při 1 °C 1,1 %, při 4 °C 1,9 % a při 10 °C již 2,7 % vlhkosti. Při dalším skladování ovoce se postupně zvyšuje obsah acetaldehydu a alkoholu. Je to vlastně počátek stárnutí ovoce, a to v období, jak se mění barva plodů při dozrávání. Snižuje se obsah vody v ovoci, která se postupně a pozvolna odpařuje. Při těchto pochodech a biochemických změnách dochází ke snižování činnosti (aktivity) enzymů a tím vlastně plod odumírá. Plody stárnou, moučnatí, snižuje se obsah cukrů a vitaminů, vysychají, sevrkávají se „babšečkovatí“ [114].

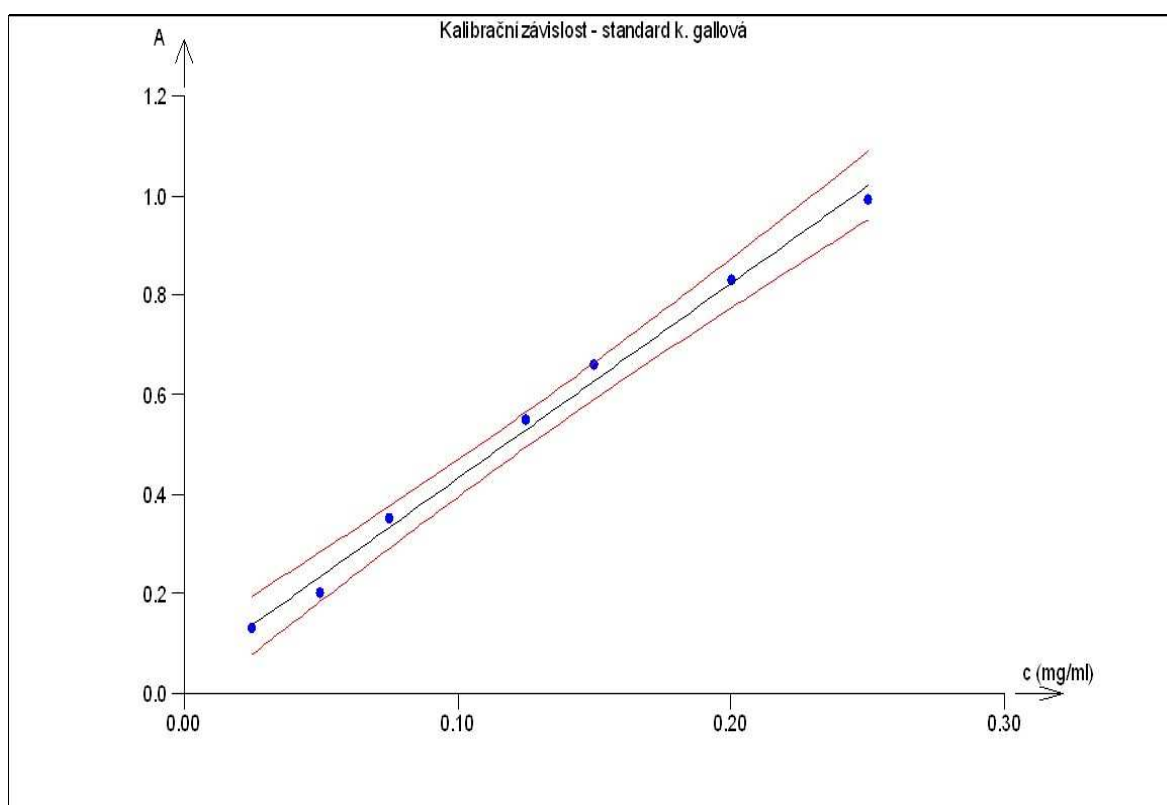
Podle Klinemkové [7] je optimální teplota pro skladování 0 °C s relativní vlhkostí vzduchu 90–92 %. Hrušovský a kol. [13] doporučují skladovací teplotu v rozmezí 1–4 °C s relativní vlhkostí vzduchu 90–93 %, do konce března 3 °C, do konce dubna 4 °C. přístupu světla.

6.2 Obsah celkových polyfenolů

Obsah celkových polyfenolů byl stanovován spektrofotometricky s použitím FC činidla. Byl zjišťován vliv odrůdové skladby a tepelného záhřevu na obsah CP a to jak v dužnině, tak i ve slupkách kdoulí.

Ze zásobního roztoku kyseliny gallové o koncentraci 5 mg.ml^{-1} byla vytvořena kalibrační řada o koncentraci $0,1\text{--}1,0 \text{ } \mu\text{g. ml}^{-1}$. Kalibrační graf a parametry kal. modelu jsou uvedeny v Grafu 6 a Tab. 8.

Graf 6. Kalibrační křivka kyseliny gallové s vyznačeným pásem spolehlivosti



Tab. 8. Regresní model a kalibrační meze

Regresní rovnice	Kalibrační meze	
	Kritická úroveň	Limita detekce
$A = 3,9223 \pm 0,1409 \cdot c + 0,0394 \pm 0,0206$	$y_c = 0,1077$ $x_c = 0,0174$	$y_d = 0,1692$ $x_d = 0,0331$
Korelační koeficient		
$R^2 = 0,9968$		

Stanovení obsahu celkových polyfenolů u všech odrůd bylo provedeno spektrofotometricky (viz kapitola 5.2.2). Průměrný obsah celkových polyfenolů je uveden v Tab. 9. Z těchto údajů byly pro názornost vyhotoveny Grafy 7–9, kde byly porovnány jednotlivé vlivy u všech zkoumaných vzorků. Grafy 7–8 byly vloženy do příloh XIII–XIV.

Tab. 9. Vliv odrůdové skladby kdoulí na obsah celkových polyfenolů v syrové a tepelně upravené dužině a slupce (mg EAG.100 g⁻¹ 100% sušiny)

Odrůda	Aritmetický průměr ± směrodatná odchylka (n=5)			
	DS	SS	DT	ST
He	139,53±2,03	447,16±7,05	603,67±8,26	821,17±8,05
Hr	152,04±9,25	548,25±2,28	449,02±6,67	898,03±2,11
Mi	139,02±5,37	250,28±2,07	573,03±5,05	660,44±6,22
Mo	193,04±6,12	471,32±4,35	687,41±8,29	781,22±4,49
Pr	167,69±7,94	502,22±6,02	600,50±4,18	732,86±2,09
Tr	233,00±8,56	327,46±7,01	710,03±8,08	802,69±7,63
Vr	120,66±6,52	457,18±4,39	425,15±9,53	762,84±9,04
Us	192,89±6,28	484,55±5,96	474,51±4,52	767,83±7,57

DS – dužina syrových kdoulí; SS – slupka syrových kdoulí, DT – dužina tepelně upravených kdoulí; ST – slupka tepelně upravených kdoulí

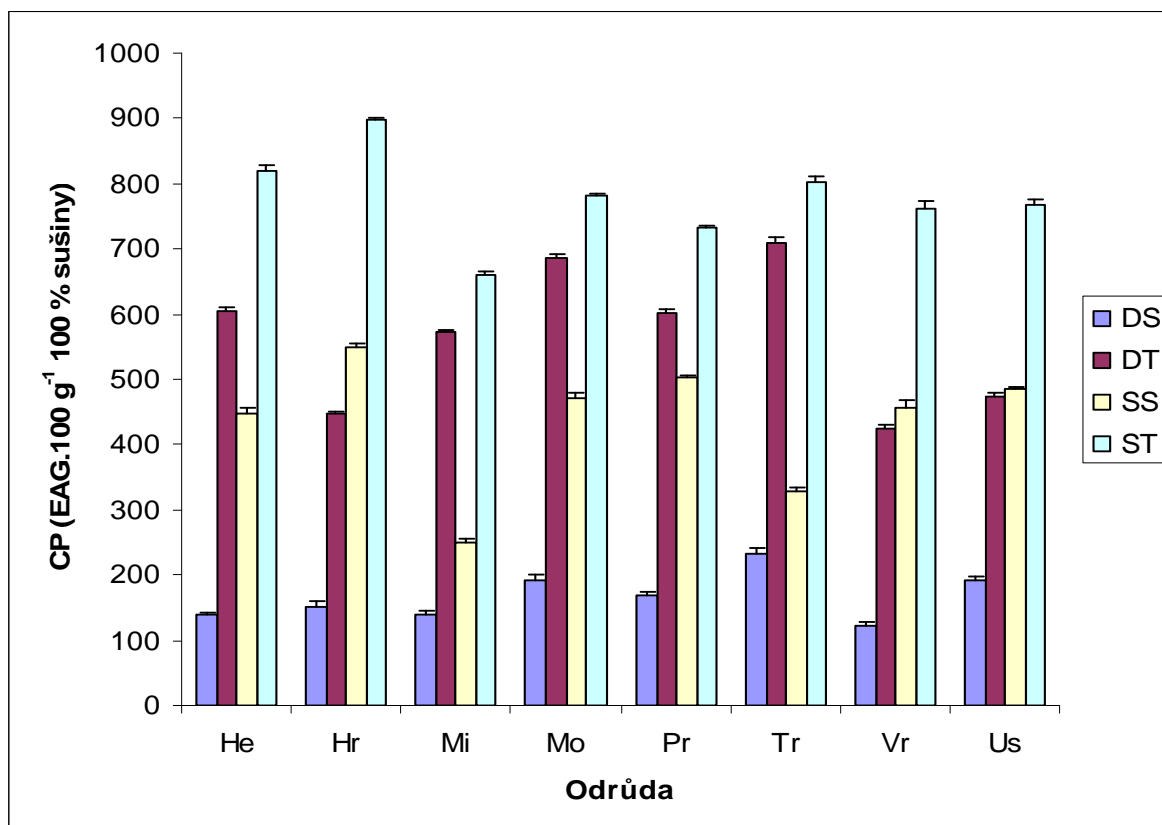
EAG – ekvivalent kyseliny gallové

Z Tab. 9. je zřejmé, že při stanovení obsahu CP v syrové a tepelně upravené dužině a slupce byly zjištěny rozdíly u zkoumaných odrůd. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v tepelně upravených slupkách u všech odrůd. Jednoznačně nejvyšší obsah CP byl naměřen u odrůdy Hruškovitá. Oproti tomu nejnižší hodnoty byly zjištěny v syrové dužině opět u všech odrůd, s tím rozdílem, že nejnižší hodnota byla nalezena u odrůdy Vranja. Tyto rozdíly mohou být zapříčiněny především vlivem odrůdy a stupněm zralosti.

Jak vyplývá z Tab. 9., kde jsou zaznamenány hodnoty obsahu CP, mezi syrovou dužninou a slupkou bylo dále zjištěno, že naměřené hodnoty se od sebe výrazně liší. Ve slupce odrůdy Hruškovitá byl nalezen obsah CP o 260 % vyšší než v dřeni. Nejnižší rozdíl mezi slukou a dužninou (40 %) byl detekován u odrůdy Triumph. Rozdíly v obsahu CP mezi slupkou a dužninou v případě tepelné úpravy nebyly tak výrazné jako u syrových kdoulí.

Nejnižší rozdíly (13 %) byly zjištěny u odrůdy Triumph. U této odrůdy byly nalezeny nejnižší rozdíly také v případě syrových vzorků. Nejmarkantnější rozdíly byly zjištěny u odrůd Vranja (79 %) a Hruškovitá o (99%).

Graf 9. Vliv odrůdové skladby kdoulí na obsah celkových polyfenolů v syrové a tepelně upravené dužině a slupce



Při vyhodnocení naměřených hodnot (Tab. 9.) mezi syrovou a tepelně upravenou dužninou lze konstatovat, že obsah CP v tepelně upravených vzorcích byl průměru o 238 %. Nejvyšší hodnoty CP byly nalezeny u odrůdy Hemus II., naopak nejnižší byly detekovány u odrůdy Úspěch. Při srovnání naměřených hodnot mezi syrovou a tepelně upravenou slupkou byl zaznamenán výrazný rozdíl, který se pohyboval mezi 45 – 163 %. Přičemž nejmenší rozdíl byl pozorován u odrůdy Pražská a největší u odrůdy Mir. Vliv tepelné úpravy byl zaznamenán jako významný.

Při porovnání hodnot CP v syrové a tepelně upravené dužnině u jednotlivých odrůd (Graf. 7 a 9) lze konstatovat, že tepelně upravená dužina obsahuje větší množství CP, a to 3–4x více. Dále bylo z Grafu 9 zjištěno, že obsah CP v syrové slupce je vyšší než v syrové dužině, a to v průměru 2 – 3x vyšší. V tepelně upravené dužině je zase ve všech

vzorcích nižší obsah CP než v tepelně upravené slupce, a to v průměru 1,5–2x nižší. Největší výkyvy v obsahu CP byly naměřeny u syrové dužiny a tepelně upravené slupce.

Ze všech naměřených hodnot bylo zjištěno, že pro získání vyššího obsahu CP by bylo lépe kdoule tepelně upravovat a při této úpravě se nezbavovat slupky, ale ponechat kdoule neloupané. Autoři Manach *et al.* [74] došli ve své studii k závěru, že vyšší obsah látek s antioxidační aktivitou je obsažen ve slupce a v oblastech těsně pod slupkou, proto právě vzorky dužiny vykazovaly nižší hodnoty obsahu CP v porovnání se slupkou.

Tzanakis *et al.* [117] analyzovali obsah CP v kdoulích, které po extrakci hydrolyzovali s 25 ml 2N HCl po dobu 24 hodin. Úbytek absorpance sledovali v průběhu času a zjistili, že kdoule nehydrolyzované obsahují CP 2x méně než hydrolyzované.

Silva *et al.* [118] zjišťovali, zda džemy vyrobené v Portugalsku z kdoulí neobsahují i příměsi jiných druhů ovoce. Nejprve provedli analýzu jednotlivých fenolů přítomných v kdoulích a následně stejným způsobem analyzovali džemy. Výsledky ukázaly na přítomnost arbutinu, což prokázalo, že džemy obsahovaly i stopy dužiny z hrušek.

Obsah CP ve své práci zkoumali i Marinová *et al.* [115]. Ve své práci se zaměřili na porovnání obsahu CP v loupaném a neloupaném ovoci. Vyšší hodnoty byly vždy naměřeny u ovoce neloupaného. Např. u neloupané hrušky činil obsah CP 623,5 mg.100 g⁻¹ sušiny, u loupané 455 mg.100 g⁻¹ sušiny, u vzorků neloupaného červeného jablka činil obsah CP 627 mg.100 g⁻¹ sušiny, u neloupaného 521,5 mg.100 g⁻¹ sušiny. Tyto informace se shodují se závěry Manach *et al.* [74], kteří také zjistili, že vyšší obsah látek s antioxidační aktivitou je obsažen ve slupce a v oblastech těsně pod ní.

Nižší naměřené hodnoty obsahu CP v diplomové práci v porovnání s výsledky jiných vědců mohlo zapříčinit použití sušených vzorků kdoulí. Jako nejlepší matrice bývá označován lyofilizát.

Lachman *et al.* [112] ve své práci zjišťovali obsah CP, v jablkách a v jablečném džusu. Zjistili, že jablka obsahují CP v průměru 380–671 mg.100 g⁻¹ sušiny a jablečný džus pouze 165–298 mg.100 g⁻¹ sušiny. Hodnoty naměřené v džusu mohou být ovlivněny řadou faktorů, především jeho složením a způsobem výroby, při které mohlo dojít k oxidaci polyfenolů [75].

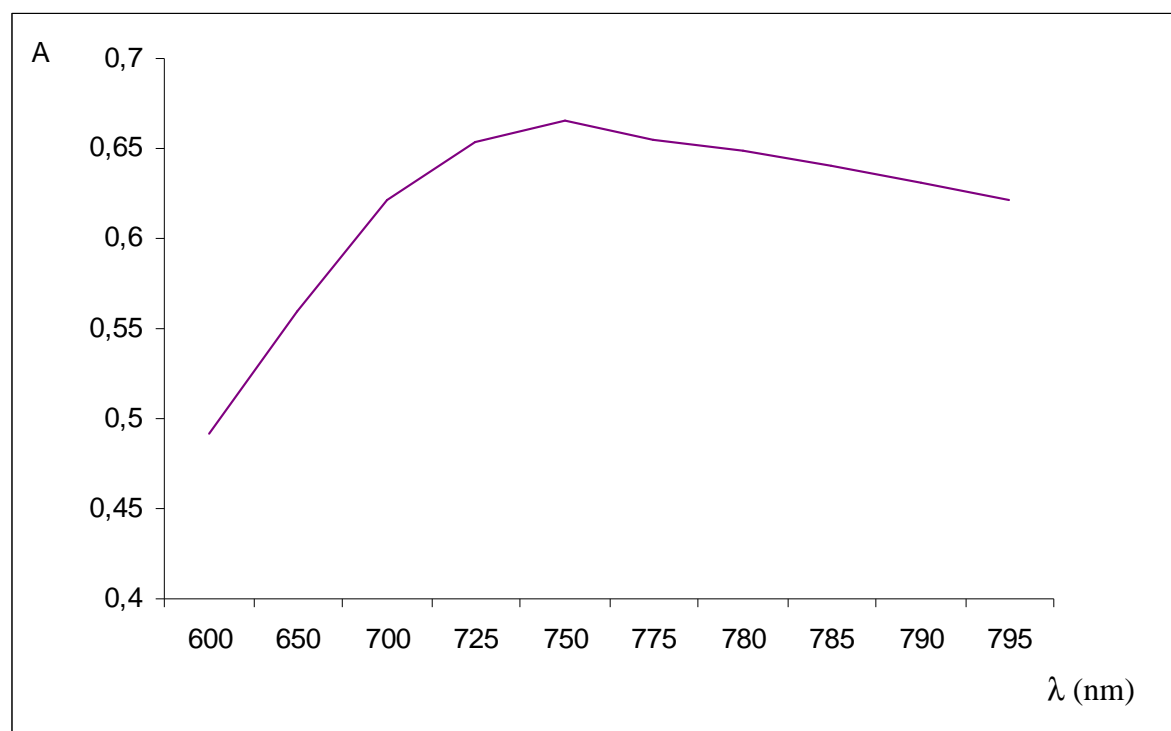
Obsah flavanolu v ovoci pomocí HPLC zjišťovali ve své práci García-Alonzo *et al.* [116]. Kdoule obsahovaly 22,6 mg.100 g⁻¹ sušiny a jablka 39–251 mg.100 g⁻¹ sušiny.

V diplomové práci bylo zjišťováno maximum absorpčního spektra. Hodnoty byly měřeny u odrůdy Mir v syrové slupce, naměřené hodnoty byly vloženy do Tab. 10. a Grafu 10. Jak je zřejmé z Grafu 10, absorpční maximum bylo zjištěno při 750 nm.

Tab. 10. Maximum absorpčního spektra

λ (nm)	Absorbance	
	Aritmetický průměr \pm směrodatná odchylka (n=5)	
	Surová dužina	
600	0,492 \pm 0,003	
650	0,559 \pm 0,005	
700	0,622 \pm 0,009	
725	0,654 \pm 0,010	
750	0,665 \pm 0,008	
775	0,655 \pm 0,009	
780	0,649 \pm 0,011	
785	0,640 \pm 0,010	
790	0,631 \pm 0,012	
795	0,621 \pm 0,008	
800	0,611 \pm 0,013	

Graf 10. Absorpční spektrum

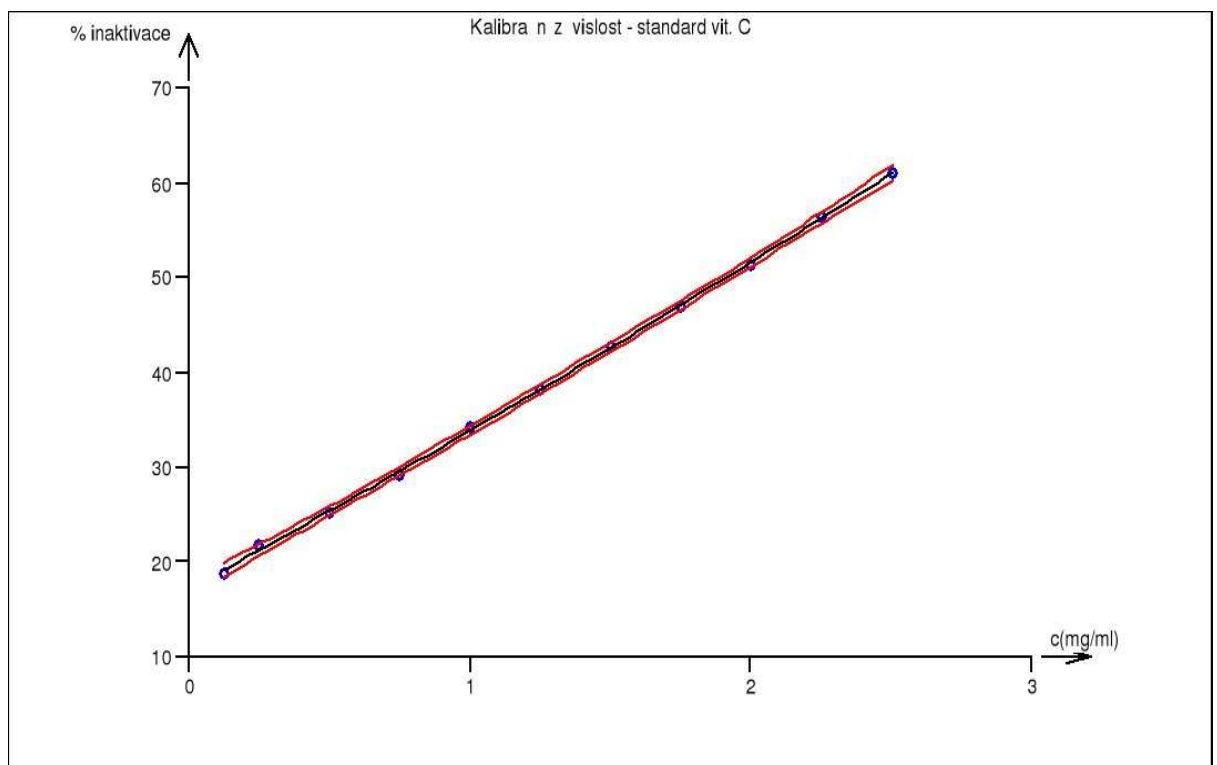


6.3 Antioxidační aktivita kdoulí

Antioxidační aktivita byla stanovena spektrofotometricky dle kapitoly 5.2.3. Byl zjišťován vliv odrůdové skladby a tepelného záhřevu na antioxidační kapacitu, a to jak v dužnině, tak i ve slupkách kdoulí.

Ze zásobního roztoku kyseliny askorbové (vitaminu C) o koncentraci $5 \text{ mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ byla vytvořena kalibrační řada o koncentraci $0,1\text{--}2,5 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Kalibrační graf a parametry kal. modelu jsou uvedeny v Grafu 11 a Tab. 11.

Graf 11. Kalibrační křivka kyseliny askorbové s vyznačeným pásem spolehlivosti



Tab. 11. Regresní model a kalibrační meze

Regresní rovnice	Kalibrační meze	
	Kritická úroveň	Limita detekce
$y = 17,1121 \pm 0,2854 \cdot x + 16,1279 \pm 0,5291$	$y_c = 18,0491$ $x_c = 0,05798$	$y_d = 18,9033$ $x_d = 0,1107$
Korelační koeficient		
$R^2 = 0,9968$		

Průměrné hodnoty antioxidační aktivity jsou uvedeny v Tab. 12. Z těchto údajů byly pro názornost vyhotoveny grafy č. 12–14, kde byly porovnány jednotlivé vlivy u všech zkoumaných vzorků. Grafy č. 12–13 byly vloženy do příloh XV–XVI.

Tab. 12. Vliv odrůdové skladby kdoulí na obsah celkových polyfenolů v syrové a tepelně upravené dužině a slupce (mg EAA.100 g⁻¹ 100% sušiny)

Odrůda	Aritmetický průměr ± směrodatná odchylka (n=5)			
	DS	SS	DT	ST
He	22,47±0,03	61,58±0,05	91,43±0,26	151,23±0,05
Hr	26,69±0,25	124,74±0,28	75,13±0,67	154,50±0,11
Mi	21,15±0,37	39,58±0,07	117,71±0,05	128,17±0,22
Mo	34,10±0,12	76,51±0,35	127,84±0,29	145,05±0,49
Pr	34,23±0,34	76,05±0,02	124,27±0,18	141,80±0,09
Tr	36,91±0,56	53,34±0,01	134,00±0,08	148,02±0,63
Vr	16,70±0,52	71,63±0,39	87,12±0,53	139,62±0,04
Us	36,16±0,28	73,22±0,26	73,90±0,52	144,13±0,57

DS – dužina syrových kdoulí; SS – slupka syrových kdoulí, DT – dužina tepelně upravených kdoulí; ST – slupka tepelně upravených kdoulí

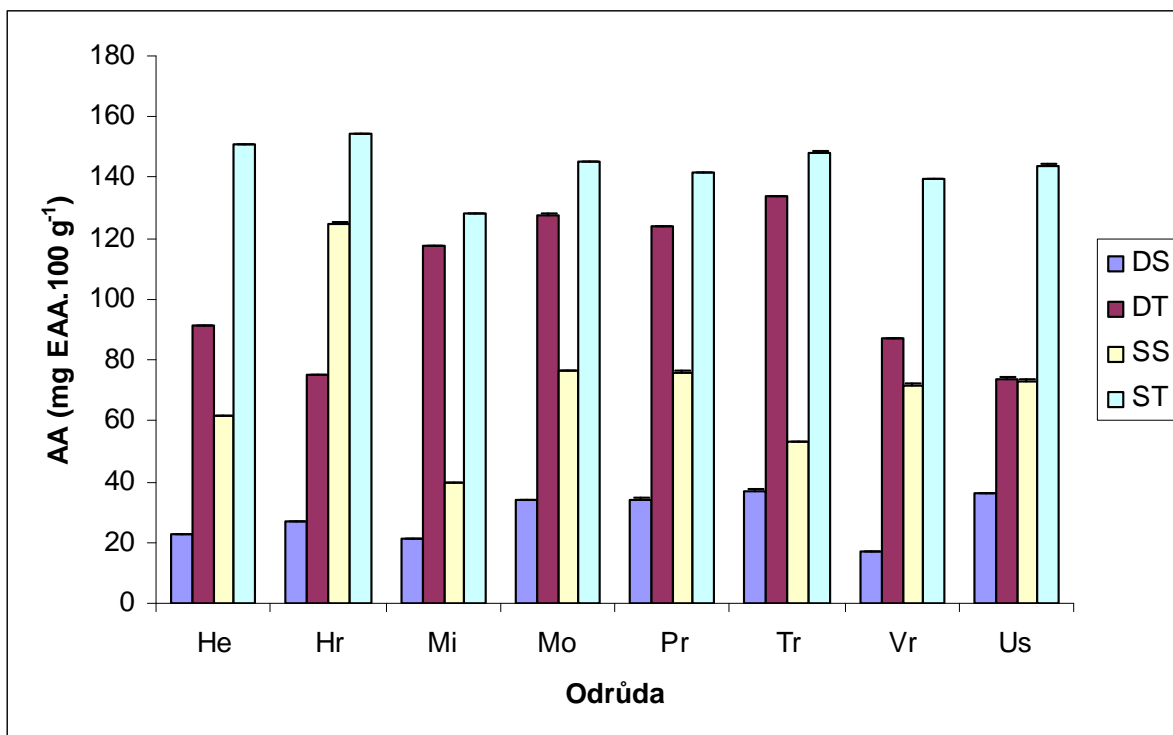
EAA – ekvivalent kyseliny askorbové

Z Tab. 12. vyplývá, že nejvyšší hodnoty AA byly naměřeny u odrůdy Hruškovitá, a to v tepelně upravené slupce. Oproti tomu nejnižší hodnoty byly detekovány u odrůdy Vranja, a to v syrové dužině.

Po porovnání výsledků AA v syrové a tepelně upravené dužině u jednotlivých odrůd vyplývá, že tepelně upravená dužina obsahuje větší obsah CP, a to 3–4x více. Rozdíly v hodnotách AA mezi syrovou a tepelně upravenou slupkou jsou pouze 1,5–2x vyšší, což znamená, že nárůst AA byl zhruba o 50 % větší v dužině než ve slupce.

K vyšším hodnotám AA v tepelně upravené dužině a slupce mohlo především dojít na základě Maillardovy reakce. I když v důsledku této reakce hladina přirozených antioxidantů klesá, vznikají díky ní nové produkty s antioxidačními vlastnostmi. Proto je zřejmé, že i v tomto případě došlo ke vzniku látek s antioxidační aktivitou.

Graf 14. Vliv odrůdové skladby kdoulí na antioxidační aktivitu v syrové a tepelně upravené dužině a slupce



DS – dužina syrových kdoulí; SS – slupka syrových kdoulí, DT – dužina tepelně upravených kdoulí; ST – slupka tepelně upravených kdoulí

EAA – ekvivalent kyseliny askorbové

Při párovém porovnávání dvojic úrovní Scheffého metodou na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ bylo zjištěno, že na hodnoty AA měla tepelná úprava statisticky významný vliv u všech odrůd jak ve slupce, tak i v dužině. Největší rozdíl byl zaznamenán mezi syrovou a tepelně upravenou dužinou odrůdy Mir (450 %), nejmenší rozdíl pak mezi syrovou a tepelně upravenou slupkou odrůdy Hruškovitá (24 %). Testem významnosti celkového vlivu odrůdy, při použití jednofaktorové analýzy rozptylu, bylo zjištěno, že odrůda značně ovlivňuje antioxidační aktivitu jak v dužině, tak i ve slupce syrových i tepelně upravených kdoulí.

Tzanakis *et al.* [117] analyzovali nejen obsah CP, ale i AA v kdoulích. Po extrakci následně vzorky hydrolyzovali s 25 ml 2N HCl po dobu 24 hodin. Úbytek absorbance sledovali v průběhu času a zjistili (v ekvivalentu kyseliny kávové), že kdoule hydrolyzované mají 65,63 mg k. kávové .100 g⁻¹.

Lachman *et al.* [112] ve své práci zjišťovali AA v jablkách a v jablečném džusu a u jablek detekovali 7,04–13,80 % inaktivaci a u jablečného džusu 2,7–13,50 %. Jak již bylo uvedeno v kapitole 6.2. naměřené hodnoty v džusu mohou být ovlivněny řadou faktorů, především jeho složením a způsobem výroby, při které mohlo dojít ke snížení AA vlivem oxidace polyfenolů [75].

Ve své práci se Silva *et al.* [119] zabývali studiem AA v plodech kdoulí (ve slupce, semenech a dužnině) a džemu a to v methanolovém extraktu. Extrakt byl dále rozdělen na dílčí frakce a analyzován pomocí HPLC-DAD a HPLC/UV. AA extraktu byla provedena pomocí DPPH. U fenolické frakce byla zjištěna velmi silná AA oproti celému methanolovému extraktu bez frakcionace. Organické kyseliny vykazovaly vždy nejslabší AA. Při porovnání AA methanolového extraktu došli k závěru, že nejvyšší AA vykazoval extrakt ze slupek kdoulí. V případě fenolického extraktu i frakce organických kyselin došli ke stejným závěrům. Hodnoty IC_{50} (z fenolické frakce) a to jak v případě slupek, dužniny, semen tak i v případě džemu vysoce korelovaly s obsahem CP. Co se týkalo frakce organických kyselin, hodnoty IC_{50} korelovaly s množstvím vitamínu C a kyselinou citrónovou.

Podobné výsledky korelace byly zjištěny v diplomové práci mezi obsahem celkových polyfenolů a antioxidační aktivitou a to zvláště v dužině a slupce a dále vzorcích celých kdoulí (dužina + slupka).

Mezi obsahem celkových polyfenolů a antioxidační aktivitou byla nalezena na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ vysoká lineární korelace ($R^2 = 0,954$). Nejvyšší lineární korelace byla pozorována u tepelně upravené slupky ($R^2 = 0,954$), nejnižší pak při společném průměru tepelně upravené dužiny a slupky ($R^2 = 0,7641$).

ZÁVĚR

Jako antioxidanty jsou označovány sloučeniny, jejichž molekuly omezují aktivitu kyslíkatých radikálů, tím zabraňují nebo přerušují řetězové reakce, které byly vyvolány oxidačními procesy. Lze je rozdělit podle funkce na primární, enzymatické a sloučeniny reagující s kyslíkem přímo. Dále podle zdroje na přirozeně se vyskytující a syntetické.

K přirozeně se vyskytujícím antioxidantům v potravinách rostlinného původu patří zejména polyfenoly. Ovoce je obvykle bohatší na polyfenoly než zelenina. Celkový obsah polyfenolů bývá okolo 10–20 g.kg⁻¹ čerstvého ovoce.

Polyfenoly jsou částečně zodpovědné za sensorické a nutriční vlastnosti rostlinné stravy. Podílejí se na svíravé a hořké chuti. Oxidace polyfenolů během zpracování či skladování může ovlivňovat prospěšné či nežádoucí charakteristiky v potravních produktech. Oxidativní změny mají za následek vývoj význačných a žádoucích organoleptických vlastností. Naproti tomu enzymatické hnědnutí polyfenolických sloučenin a neenzymové hnědnutí jsou zodpovědné za tvorbu nežádoucí barvy a chuti ovoce a zeleniny.

Vzhledem k tomu, že nízkomolekulární antioxidanty působí různými mechanismy, používá se pro jejich stanovení široká škála metod. Mezi tyto metody patří jednak metody založené a eliminaci volných radikálů (metody hodnotící eliminaci syntetických radikálů, kyslíkových radikálů a lipidové peroxidace) a metody založené na hodnocení redoxních vlastností látek (metody chemické, elektrochemické).

Metoda používající DPPH[•] patří mezi metody, které jsou založeny na eliminaci syntetických materiálů. Jejím principem je reakce volného radikálu DPPH[•] (1,1-difeny-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl) s antioxidanty obsaženými ve vzorku. Reakce je provázána změnou barvy a úbytkem absorbance. Změna absorbance je sledována při 515 nm po uplynutí pětiminutového časového intervalu.

Pro stanovení celkových polyfenolů bývá používána modifikovaná fotometrická metoda s Folin-Ciocalteuovým činidlem (FC) a standardem kyseliny gallové. Principem této metody je oxidace nebo redukce fenolových látek při reakci s FC činidlem, které se skládá s wolframu sodného, kyseliny orthofosforečné, kyseliny chlorovodíkové, molybdenanu sodného, síranu lithného a bromu.

Diplomová práce byla zaměřena na netradiční složku naší potravy – kdoule, a látky v nich obsažené, které jsou pro lidské zdraví velmi důležité – antioxidanty, kam jsou zařazovány polyfenoly. Byly stanoveny jejich obsahy v syrové dužině a slupce osmi vzorků kdoulí a byly sledovány změny v závislosti na jejich tepelné úpravě. Stanovení celkových polyfenolů bylo provedeno fotometrickou metodou s Folin-Ciocaltauovým činidlem (FC) a standardem kyseliny gallové, celkové antioxidanty reakcí s volným radikálem DPPH[•] (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl) a standardem kyseliny askorbové.

Obsah celkových polyfenolů (CP) se lišil v závislosti na odrůdě. V syrové dužině se obsah CP pohyboval v rozmezí od 120,66–233,00 mg EAG.100 g⁻¹ sušiny. Nejvyšší hodnota byla naměřena u odrůdy Triumph a nejnižší u odrůdy Vrnaja. V syrové slupce byl obsah CP naměřen v rozmezí od 250,28–548,25 mg EAG.100 g⁻¹ sušiny, z toho nejnižší hodnota byla naměřena u odrůdy Mir a nejvyšší u odrůdy Hruškovitá. Po tepelné úpravě byl nalezen vždy vyšší obsah CP u všech odrůd jak v dužině, tak i ve slupce. Rozmezí obsahu CP v tepelně upravené dužině se pohybovalo od 425,15–710,03 mg EAG.100 g⁻¹ sušiny, z toho nejnižší obsah CP byl zjištěn u odrůdy Vranja a nejvyšší u odrůdy Triumph. V tepelně upravené slupce se obsah CP pohyboval v rozmezí od 660,44–898,03 mg EAG.100 g⁻¹ sušiny. Nejvyšší hodnota obsahu CP byla zjištěna u odrůdy Hruškovitá a nejnižší u odrůdy Mir.

Trend růstu byl zaznamenán i v případě stanovení antioxidační aktivity (AA). Nejnižší a nejvyšší naměřené hodnoty CP a AA byly zaznamenány shodně u stejných vzorků ve stejných odrůdách s jediným rozdílem, a to u tepelně upravené dužiny nebyla nejnižší hodnota AA naměřena u odrůdy Vranja, ale u odrůdy Úspěch. Průměrné hodnoty AA v syrové dužině byly 28,55 mg EAA.100 g⁻¹ sušiny, v syrové slupce 72,08 mg EAA.100 g⁻¹ sušiny, v tepelně upravené dužině 103,93 mg EAA.100 g⁻¹ sušiny a v tepelně upravené slupce 144,01 mg EAA.100 g⁻¹ sušiny.

Na základě těchto získaných výsledků lze tepelnou úpravu doporučit jako vhodnější úpravu pro konzumaci kdoulí. Tento způsob úpravy lze doporučit i z důvodu, že plody kdoulí jsou natolik tuhé a kyselé, že se nedají konzumovat čerstvé. Dále by bylo vhodné při tepelné úpravě nezbavovat plod slupky, ale ponechávat kdoule neloupané.

Dále byla zjišťována korelace mezi obsahem celkových polyfenolů a antioxidační aktivitou a to zvlášť v dužině a slupce a dále vzorcích celých kdoulí (dužina + slupka). Mezi

obsahem celkových polyfenolů a antioxidační aktivitou byla nalezena na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ vysoká lineární korelace ($R^2 = 0,954$). Nejvyšší lineární korelace byla pozorována u tepelně upravené slupky ($R^2 = 0,954$), nejnižší pak při společném průměru tepelně upravené dužiny a slupky ($R^2 = 0,7641$).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BÄRTELS, A., et. al. *Bertelsmannův zahradní lexikon* 3.1. vyd. Praha: Euromedia Group k. s., 2000. 160 s. ISBN: 80-242-0303-0.
- [2] PEŠEK, R.: *Staré odrůdy*. [on line]. [cit.2010-03-03]. Dostupný z WWW: <http://www.stareodrudy.org/img/photo/17.jpg>
- [3] TETERA, V., et al. *Ovoce Bílých Karpat*. Veselí nad Moravou: ZO ČSOP Bílé Karpaty. 2006. 310 s. ISBN: 80-903444-5-3.
- [4] BOLLINGER, M. *Keře: Průvodce přírodou* 2. vyd. Praha: Knižní klub, 2005. 288 s. ISBN: 80-242-1364-8.
- [5] HRIČOVSKÝ, I., ŘEZNÍČEK, V., SUS, J. *Jabloně a hrušně, kdouloně, mišpule*. 1. vyd. Bratislava: Příroda s.r.o., 2003. 104 s. ISBN: 80-07-11223-5.
- [6] ZENTRICH, J. A. *Bylinkářská poradna3 aneb příroda léčí revmatismus*. Olomouc: Fontána, 1992. 79 s. ISBN 80-900205-3-4.
- [7] FAO. 2009. Statistics Division. [online]. [Cit. 2010-01-02.] Available from: FAOSTAT. Web site: <<http://faostat.fao.org>>.
- [8] KLIMENKO, S. V. *Java obyknovennaja*. Kiev, Akademija nauk Ukrajiny, Griško: Centralnyj botanyčeskij sad N. N. 1993. 285 s. ISBN: 5-12-002702-4.
- [9] *Dr. Hauschka: Kdoule*: [on line]. [cit.2010-03-01]. Dostupný z WWW: http://www.drhauschka.cz/images/images_extra/kdoule1.jpg
- [10] BLAŽEK, J. *Ovocnictví*. 1 vyd. Praha: Květ. 1998. 384 s. ISBN: 80-85362-43-0.
- [11] KOPEC, K. *Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny*. 1. vyd. Praha: ÚZPI. 1998. 72 s. ISBN: 80-86153-64-9.
- [12] CRAWFORD, M.: *Quince: Cydonia* [online]. [cit.2010-02-10]. Dostupný z WWW: <http://www.agroforestry.co.uk/ansample.html>
- [13] HESSAYON, D. G. *Ovoce*. 1. vyd. Praha: BETA- Dobrovský a Ševčík, 1999. 128 s. ISBN: 80-86278-29-8.
- [14] SALAŠ, P. *Ovocnářství II*. Brno: MZLU, 2008. 91 s. ISBN: 978-80-7375-145-6.

- [15] NOVÁK, J. *Plody našich i cizokrajných rostlin*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 96 s. ISBN: 80-247-1251-2.
- [16] RICHTER, M., et al. *Velký atlas odrůd ovoce a révy*. 1. vyd. Lanškroun: TG TISK s.r.o., 2002. 158 s. ISBN: 80-238-9461-7.
- [17] FLOWERDEW, B. *Ovoce: Velká kniha plodů*. Praha: Volvo Globator, 1997. 256s. ISBN: 80-7207-052-5.
- [18] VÁCHŮN, Z. *Ovocnictví. Podnože ovocných dřevin*. 1. vyd. Brno: MZLU. 1996, 67 s. ISBN: 80-7157-217-9.
- [19] SCHIRMER, M. *Die Quitte: eine fast vergessene Obstart*. 1.vyd. Eching bei München: IGW-verlag, 2000. 413 s. ISBN: 3-930167-45-X.
- [20] BALAŠTÍK, J. *Konzervování v domácnosti* 1. vyd. Uherské Hradiště: Ottobre 12. 2001. 229 s. ISBN: 80-86528-07-3.
- [21] DLOUHÁ, J., RICHTER, M., VALÍČEK, P. *Ovoce* 1 vyd. Praha: Aventinum. 1997. 223 s. ISBN: 80-7151-768-2.
- [22] NAF, R., VELLUZ, A., DECORZANT, R., NAF, F. Structure and synthesis of two novel ionone-type compounds identified in quince brandy (*Cydonia oblonga* Mill.). *Tetrahedron Letters*. 1991, vol. 32, p. 753–756. ISSN: 0040-4039.
- [23] SILVA, B. M., ANDRADE, P. B., FERRERES, F., DOMINGUES, A. L., SEABRA, R. M. Phenolic profile of quince fruit (*Cydonia oblonga* Mill.) (pulp and peel). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, vol. 50, p. 4615–4618. ISSN: 1520-5118.
- [24] FATTOUCH, S., CABONI, P., COURONEA, V., TUBEROSO, C. I. G., ANGIONI, A., DESII, S., MARZOUKI, N., CABRAS, P. *Antimicrobial activity of Tunisian quince (Cydonia oblonga Mill.) pulp and peel phenolic extracts*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007, vol. 55, p. 963–969. ISSN: 1520-5118.
- [25] SILVA, B. M., ANDRADE, P. B., MARTINS, R. C., VALENTAO, P., FERRERES, F., SEABRA, R. M., FERREIRA, M. A. Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit characterization usány principál komponent analysis.

- Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2005, vol. 53, p. 111–122.
ISSN: 1520–5118.
- [26] DOLEJŠÍ, A., KOTT, V., ŠENK, L. *Méně známé ovoce*. 1. vyd. Praha: Brázda. 1991. 152 s. ISBN: 80-209-0188-4.
- [27] ANDRLE, P., SCHWARTZ, H., BORUVKOVÁ, V., ŠTĚPÁNKOVÁ, V. *Zbožíznařství – poživatiny – potraviny, pochutiny*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1996. 249 s. ISBN: 80-902110-3-8.
- [28] BREHMEN, A., et al. *Česká kuchařka bezmasá*. 1. vyd. Praha: Český literární klub. 1991. 320 s. ISBN: 80-85337-00-2.
- [29] CARROLL S., SMITH T. *Rodinná příručka zdravého života*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Quintet, 1993. 320 s. ISBN: 80-7085-533-5.
- [30] BIGGS, M., et al. *Velká kniha zeleniny, bylin a ovoce*. 1. vyd. Praha: Volvo Glabaor. 2004. 640 s. ISBN: 80-7207-537-3.
- [31] WALTER, V. *Rozmnožování okrasných stromů a keřů*. 2. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 1984. 384 s. ISBN: 07-013-8404-45.
- [32] *Fotky a obrázky – kdouloň*. [on line]. [cit.2010-03-03]. Dostupný z WWW: <http://pohodar.com/fotecky/kvitky/kdoulon.htm>
- [33] *Freundeskreis botanischer garten aachen e. V.: Cydonia oblonga* [on line]. [cit.2010-02-21]. Dostupný z WWW: <http://biozac.de/biozac/capvil/Cvcydon.htm>
- [34] BAYERISCHER, R.: *Rundfunk: Quitten* [on line]. [cit.2010-02-21]. Dostupný z WWW: <http://www.br-online.de/freizeit/querbeet/lexikon/quitten.html>
- [35] ARNSPERGER, I., et al. *Rady naší babičky*. 1. vyd. Praha: Readers Digest Výběr s.r.o. 2002. 416 s. ISBN: 80-86196-51-8.
- [36] JANČA, J., ZENTRICH, J. A. *Herbář léčivých rostlin 2. díl*. 1. vyd. Praha: Eminent. 1995. 288 s. ISBN: 80-85876-04-3.
- [37] FLOWERDEW, B. *Ovoce, velká kniha plodů*. Praha: Volvo Globator. 1995. 256 s. ISBN: 80-7207-052-5.

- [38] SUS, J. a kol. *Ovoce slovem i obrazem. Jádroviny, peckoviny, skořápkoviny, bobuloviny a netradiční druhy ovoce*. 2. vyd. Bratislava: Gora, 1992. 76 s. ISBN: 80-901173-0-9.
- [39] HLUCHÝ, M., ACKERMANN, P., ZACHARDA, M., JETMAROVÁ, E., VANĚK, G. *Obrazový atlas chorob a škůdců ovocných dřevin a révy vinné*. Brno: Biocont Laboratory s.r.o., 1997. 428 s. ISBN: 80-901874-2-1.
- [40] *AgroBio Opava: Karta – Padlí jabloňové*. [on line]. [cit.2010-02-20]. Dostupný z WWW: http://www.kraus-teplice.cz/atlas/detaily.htm?padli_jablonove1full.png.
- [41] *Referát metod ochrany rostlin Státní rostlinolékařské správy v Brně: Fyziologické poruchy* [on line]. [cit.2010-02-18]. Dostupný z WWW: <http://www.srs.cz/omor/app?service=external/Popisy&sp=SP&sp=SPoruchy>
- [42] KADZA, J. *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. 1 vyd. Praha: Farmář – Zemědělské listy. 1997. 116 s. ISBN 80-902413-0-1.
- [43] *Rostlino v Bulharsku: Kdoule* [on line]. [cit.2010-02-18]. Dostupný z WWW: <http://bulharsko.evropou.cz/fotky/kytky-stob-kdoule-6616.jpg>
- [44] *Chemicor: Hnědá skvrnitost listů - poradna* [on line]. [cit.2010-02-18]. Dostupný z WWW: <http://www.chemicor.cz/poradna/hneda-skvrnitost-listu>
- [45] *AgroBio Opava: Obaleč jablečný - poradna* [on line]. [cit.2010-02-20]. Dostupný z WWW: <http://www.agrobio.cz/poradna/26-obalec-jablecny.html>
- [46] KRAUS, J. *Chatař a chalupář: Ochrana ovocných keřů a stromů*. [on line]. [cit.2010-03-03]. Dostupný z WWW: <http://media.novinky.cz/427/124273-original-62iya.jpg>
- [47] *BioLip: Anthonomus pomorum*. [on line]. [cit.2010-03-16]. Dostupný z WWW: <http://www.biolib.cz/cz/image/dir802/id62307/>
- [48] ČERVENKA, K., et al. *Ovocnictví*. 3. vyd. Praha: Praha: SZN, 1972. 385 s.
- [49] NOVOTNÝ, F. *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd, I. díl – jednotné pracovní postupy*. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, 2000. 173 s. ISBN: 80-86051-70-6.

- [50] JANTRA, H.: *Ovocná zahrada*. 1. vyd. Ostrava: Blesk, 1996. 157 s. ISBN: 80-85606-74-7.
- [51] POKORNÝ, V.: *Zahradnický slovník naučný 3. CH–M*. 3. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. 1997. 559 s. ISBN: 80-85120 -62-3.
- [52] PEVNÁ, V.: *Zahradnictvo*. 3. vyd. Bratislava: Příroda, 1989. 617 s. ISBN: 80-07-00039-9.
- [53] POKORNÝ, V.: *Zahradnický slovník naučný 1. A–C*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. 1994. 440 s. ISBN: 80-85120 -51-8.
- [54] CANO, A., ACOSTA, M., ARNAO, M. B. A Method to Measure Antioxidant Activity in organic media: Application to lipophilic vitamins. *Redox Report*, 2000, vol. 5, p. 365–370. ISSN: 1743-2928.
- [55] RICE-ENANS, C., MILLER, N. J., BOLWELL, P. G. The Relative Antioxidant Activities of Plant-Derived Polyphenolic Flavonoids. *Free radical research*, 1995, vol. 22, p. 375–383. ISSN: 1029-2470.
- [56] CANO, A., ACOSTA, M., ARNAO, M. B. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1996, vol. 44, p. 3426–3431. ISSN: 1520-5118.
- [57] DAPKEVICIUS, A., VAN BEEK, T. A., NIEDERLÄNDER H. A. G. Evaluation and comparison of two improved techniques for the on-line detection of antioxidants in liquid chromatography eluates. *Journal of Chromatography A*, 2001, vol. 912, p. 73–82. ISSN: 0021-9673.
- [58] YAMANAKA, N., ODA, O., NAGAO, S. Prooxidant activity of caffeic acid, dietary non-flavonoid phenolic acid, on Cu²⁺-induced low density lipoprotein oxidation. *FEBS Letters*, 1997, vol. 405, p. 186–190. ISSN: 1873-3468.
- [59] VAN DER SLUIS, A. A., DEKKER, M., VERKERK, R., JONGEN, W. M. F. An improved, rapid in vitro method to measure antioxidant activity; application on selected flavonoids and apple juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2000, vol. 48, p. 4116–4122. ISSN: 1520-5118.
- [60] OU, B., HUANG, D., HAMPSCH-WOODILL, M., FLANAGAN, J. A. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical

- absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, vol. 50, p. 3122–3128. ISSN: 1520-5118.
- [61] RAPTA, P., MIŠÍK, V., STAŠKO, A., VRÁBEL, I. Redox intermediates of flavonoids and caffeic acid esters from propolis: an EPR spectroscopy and cyclic voltammetry study. *Free Radical Biology and Medicine*, 1995, vol. 18, p. 900–908. ISSN: 1873-4596.
- [62] NAKAMURA, T., NISHI, H., KOKUSENYA, Y., SATO, T. Antioxidative activity estimation of methanol extracts of crude drugs by electrochemical detection-high performance liquid chromatography (ECD-HPLC) and correlation with 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activities. *Chemical and pharmaceutical bulletin*. 1998, vol. 46, p. 1338–1392. ISSN: 0009-2363.
- [63] KRÁČMAR, S., GAJDUŠEK, S., JELÍNEK, P., ROUS, P. Changes in amino acid composition of rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) milk within the after parturition. *Czech Journal of Animal Science*. 2001, vol. 46, pp. 348-351. ISBN: 1212-1819.
- [64] BUŇKA, F., HRABĚ, J., KRÁČMAR, S. The effect of sterilisation on amino acid contents in processed cheese. *International Dairy Journal*. 2004, vol. 14, p. 829–831. ISSN: 0921-4488.
- [65] ALESIANI, D., CANINI, A., D'ABROSCA, B., DELLAGRECA, M., FIORENTINO, A., MASTELLONE, C., MONACO, P., PACIFICO, S. Antioxidant and antiproliferative activities of phytochemicals from Quince (*Cydonia vulgaris*) peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2010, vol. 118, p. 199–207. ISSN: 1520-5118.
- [66] ASPLUND, K. Antioxidant vitamins in the prevention of cardiovascular disease: a systematic review. *Journal of Internal Medicine*, 2002, vol. 251, p. 372–392. ISSN: 1365-2796.
- [67] RACEK, J. *Oxidační stres a možnosti jeho ovlivnění* 1. vyd. Praha: Galén. 2003. 89 s. ISBN: 80-7262-231-5.

- [68] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3.* 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. 368 s. ISBN: 80-86659-02-X.
- [69] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1.* 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. 331 s. ISBN: 80-86659-00-3.
- [70] BRAND–WILLIAMS, W., et al. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*. 1995, vol. 28, p. 25–30.
- [71] PRODANOV, M., SIERRA, I., VIDAL-VALVERDE, C. Influence of soaking and cooking on the thiamin, riboflavin and niacin contents of legumes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, vol. 84, p. 271–277. ISSN: 0021-8561.
- [72] RECHTOVÁ, Ch. *Zelenina pěstovaná biologicky bez chemického ošetření*. 1. vyd. Praha: Svojtka a Vašut, 1994. 111 s. ISBN: 80-85521-75-X.
- [73] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu pro kombinované studium*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 189 s. ISBN: 978-80-7318-520-6.
- [74] MANACH C., et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2004, vol. 79, p. 727–747. ISSN: 1555-8932.
- [75] BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev*, 1998, vol. 56, p. 317–333. ISSN: 1054-5476.
- [76] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983. 629 s. ISBN: 80-7080-329-0.
- [77] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2.* 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. 344 s. ISBN 80-86659-00-3.
- [78] *Leccos: Flavony*. [on line]. [cit.2010-04-24]. Dostupný z WWW: <http://leccos.com/index.php/clanky/flavony>
- [79] SMOTLACHA, M., HORÁČKOVÁ, J., NOSKOVÁ, B. *Zmrazené potraviny*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1988. 264 s. ISBN 08-059-88.

- [80] RYLEY J., KAJDA P. Vitamin retention in cooking and food processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1994, vol. 49, p. 119–129. ISSN: 0308-8146.
- [81] *Leccos: Flavonoly*. [on line]. [cit.2010-04-24]. Dostupný z WWW: <http://leccos.com/index.php/clanky/flavonoly>
- [82] MICHENER, W, ROZIN, P. Pharmacological versus sensory factors in the satiation of chocolate craving. *Elsevier*, 1994, vol. 56, p. 419–422. ISSN: 1235-0506.
- [83] BABA, S., NATSUME, M., YASUDA, A., NAKAMURA, Y., TAMURA, T., OSAKABE, N., KANEGAE, M., KONDO, K. Plasma LDL and HDL Cholesterol and Oxidized LDL Concentrations Are Altered in Normo- and Hypercholesterolemic Humans after Intake of Different Levels of Cocoa Powder. *American Society for Nutrition J. Nutr*, 2007, vol. 137, p.1436–1441.
- [84] CAO, G., SOFIC, E., PRIOR, R.L. Antioxidant and Prooxidant Behavior of Flavonoids: Structure-Activity Relationships. *Free Radical Biology and Medicine*, 1997, p. 749-760. ISSN: 0891-5849.
- [85] SLANINA, J., TÁBORSKÁ, E. Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. *Chemické listy*, 2004, vol. 98, p. 239–245. ISSN: 0009-2770.
- [86] URQUIAGA, I., LEIGHTON, F. Plant Polyphenol Antioxidants and Oxidative Stress. *Biol. Res*, 2000, vol.33, p. 55-64. ISSN: 0253-7613.
- [87] *Leccos: Flavanoly*. [on line]. [cit.2010-04-24]. Dostupný z WWW: <http://leccos.com/index.php/clanky/flavanoly>
- [88] *Leccos: Flavanony*. [on line]. [cit.2010-04-24]. Dostupný z WWW: <http://leccos.com/index.php/clanky/flavanony>
- [89] SCALBERT, A., WILLIAMSON, G. Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. *Journal of Nutrition*, 2000, vol. 130, p. 2073–2085. ISSN: 0022-3166
- [90] VALLEJO, F., TOMÁS-BARBERÁN, F.A., GARCÍA-VIGUERA, C. Phenolic compound contents in edible parts of broccoli inflorescences after domestic

- cooking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2003, Vol. 83, p. 1511–1516. ISSN: 0950-5423
- [91] *Leccos: Isoflavony*. [on line]. [cit.2010-04-24]. Dostupný z WWW: <http://leccos.com/index.php/clanky/isoflavony>
- [92] VALLEJO, F., TOMÁS-BARBERÁN, F., GARCÍA-VIGUERA, C. Glucosinolates and vitamin C content in edible parts of broccoli florets after domestic cooking. *European Food Research and Technology*, 2002, vol. 215, p. 310–316. ISSN: 1438-2377.
- [93] PEKÁRKOVÁ, E. *Pěstujeme zdravou zeleninu*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1992. 144 s. ISBN: 80-03-00664-3.
- [94] *Leccos: Anthocyanidiny*. [on line]. [cit.2010-04-24]. Dostupný z WWW: <http://leccos.com/index.php/clanky/anthocyanidiny>
- [95] VALLEJO, F., TOMÁS-BARBERÁN, F.A., GARCÍA-VIGUERA, C. Phenolic compound contents in edible parts of broccoli inflorescences after domestic cooking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2003, Vol. 83, p. 1511–1516.
- [96] ŠMIDRKAL, J., FILIP, V., MELZUCH, K., HANZLÍKOVÁ, I., BUCKIOVÁ, D., KŘÍSA, B. Resveratrol. *Food Chemistry*, 2001, vol. 95, p. 602–609.
- [97] SLANINA, J., TÁBORSKÁ, E. Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. *Food Chemistry*, 2004, vol. 98, p. 239–245. ISSN 0009-2770.
- [98] *Leccos: Stibeny*. [on line]. [cit.2010-04-24]. Dostupný z WWW: <http://leccos.com/index.php/clanky/stibeny>
- [99] *Leccos: Lignany*. [on line]. [cit.2010-04-24]. Dostupný z WWW: <http://leccos.com/index.php/clanky/lignany>
- [100] NOVÁK V., BUŇKA F. *Základy ekonomiky výživy*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2005. 119 s. ISBN: 80-7318-262-9.
- [101] BUŇKA F., NOVÁK V., KADIDLOVÁ H. *Ekonomika výživy a výživová politika I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2006. 159 s. ISBN: 80-7318-429-X.

- [102] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J.: *Základy výživy a výživová politika*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002. 219 s. ISBN: 80-7080-260-X.
- [103] SCALBERT, A., JOHNSON, I. T., SALTMARSH, M. Polyphenols: antioxidants and beyond. *Am J Clin Nutr*, 2005, vol. 81, p. 215–217. ISSN: 1554-0200.
- [104] PRESTERA, T., HOLTZCLAW, W.D., ZHANG, Y., TALALAY, P. Chemical and molecular regulation of enzymes that detoxify carcinogens. *Proceedings of the National Academy of Science*, 1993, vol. 90, p. 2965–2969.
- [105] ZHANG, D., HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*, 2004, vol. 88, p. 503–509.
- [106] ZHANG, S.M., HUNTER, D.J., ROSNER, B.A., GIOVANNUCCI, E.L., COLDITZ, G.A., SPEIZER, F.E., WILLETT, W.C. Intakes of fruits, vegetables, and related nutrients and the risk of non-Hodgkin's lymphoma among women. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 2000, vol. 9, p. 477–485.
- [107] ČERNÁ M. *Čaj a jeho chemopreventivní účinky*. DMEV, 2002, vol. 5, p. 178–182.
- [108] ČERMÁK, B, et al. *Výživa člověka*. 1. vyd. . České Budějovice: ZF JU, 2002. 224 s. ISBN: 80-7040-576-7.
- [109] SILBEREISEN, R., GÖTZR, G., HARTMANN, W. *Obstsorten - Atlas*. Stuttgart: Ulmer, 1996. 420 s. ISBN: 3-8001-5537-0.
- [110] KYZLINK, V. *Základy konzervace potravin*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1980. 550 s. ISBN: 04-815-80.
- [111] Nařízení komise (ES) č. 152/2009 ze dne 27. ledna 2009, kterým se stanoví metody odběrů vzorků a laboratorního zkoušení pro úřední kontrolu krmiv.
- [112] LACHMAN et al. Polyphenol content and antiradical activity in different apple varieties. *Czech Journal of Food Science*. 2006, vol. 33, p. 95–102.
- [113] VENCOVÁ, J. *Hodnocení vybraného souboru odrůd, genotypů kdouloní (Cydonia oblonga Mill.)*. MZLU: Brno, 2006. 67 s.

- [114] JÍLEK, J., *Učebnice zavařování a konzervace*. 1.vyd. Olomouc: Nakladatelství Fontána, 2001. 232 s. ISBN: 80-86179-67-2.
- [115] MARINOVA, D., RIBAROVA, F., ATANASSOVA, M. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. 2005, vol. 40, p. 255–260.
- [116] GARCÍA-ALONSO, M., PASCUAL-TERESA, S., SANTOS-BUELGA, J., RIVAS-GONZALO, J. C. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 200, vol. 84, p. 13–18. ISSN: 0308-8146
- [117] TZANAKIS, E., KALOGEROPOULOS, T., TZIMAS, S., CHATZILAZAROU, A. Phenols and antioxidant activity of apple, quince, pomegranate, bitter orange and almond-leaved pear methanolic extracts. *e-Journal of the Science of Food and Technology*. 2006, vol. 1, p. 16–28. ISSN: 1790-5613.
- [118] SILVA, B. M., ANDRADE, P. B., MENDES, G. C., VALENAO, R. M., SEABRA, R. M., FERREIRA, M. A. Analysis of Phenolic Compounds in the Evaluation of Commercial Quince Jam Authenticity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2000, vol. 48, p. 2853–2857. ISSN: 0021-8561.
- [119] SILVA, B. M., ANDRADE, P. B., VALENAO, FERRERES, F., SEABRA, R. M., FERREIRA, M. A. Quince (*Cydonia oblonga* Miller) Fruit (Pulp, Peel, and Seed) Jam: Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, vol. 52, p. 4705–4712.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AA	antioxidační aktivita
AAPH	2,2-azobis (2-amidinopropan) dichlorid
ABTS	2,2'-azinobis(3-ethyl-2,3-dihydrobenzothiazol-6-sulfonát)
BHA	butylhydroxyanisol
BHT	butylhydroxytoluen
CP	celkové polyfenoly
DMPO	2,2-dimethyl-2H-pyrrol-1-oxid
DPPH	1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl) hydrazyl
DS	dužina syrových kdoulí
DT	dužina tepelně upravených kdoulí
EAA	ekvivalent kyseliny askorbové
EAG	ekvivalent kyseliny gallové
ESR	elektronová spinová rezonance
H	tvar hruškovitý
HPLC	vysokoúčinná kapalinová chromatografie
He	odrůda Hemus II.
Hr	odrůda Hruškovitá
J	tvar jablkovitý
LDL	low density lipoproteins – lipoproteiny s nízkou hustotou
MDA	malondialdehyd
Mi	odrůda Mir
Mo	Odrůda Morava
NADH	nikotinamid adenin dinukleotid v redukované formě
ORAC	oxygen radical absorbance capacity, metoda stanovení antioxidační aktivity

Pr	odrůda Pražská
TBA	kyselina thiobarbiturová
TBHQ	terciární butylhydrochinon
Tr	odrůda Triumph
Us	odrůda Úspěch

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.	Kdouloň obecná	13
Obr. 2.	Kdouloň obecná hruškovitá	18
Obr. 3.	Kdouloň obecná jablkovitá	18
Obr. 4.	Kvetoucí kdouloň	24
Obr. 5.	Napadení plodu moniliovou hnilobou	26
Obr. 6.	Napadení listů a květů padlím jabloňovým	27
Obr. 7.	Napadení plodu obalečem jablečným	28
Obr. 8.	Květopas jabloňový	29
Obr. 9.	Struktura flavonu	46
Obr. 10.	Struktura flavonolu	47
Obr. 11.	Struktura flavanolu	48
Obr. 12.	Struktura flavanonu	49
Obr. 13.	Struktura isoflavonu	50
Obr. 14.	Struktura antokyanidinu	51
Obr. 15.	Struktura stilbenu	52
Obr. 16.	Struktura ligninu	53

SEZNAM TABULEK

Tab. 1.	Statistika světové produkce v jednotlivých státech	15
Tab. 2.	Statistika světové produkce na jednotlivých kontinentech	16
Tab. 3.	Látkové složení kdoulí	19
Tab. 4.	Charakteristika jednotlivých odrůd	57
Tab. 5.	Označení analyzovaných vzorků	59
Tab. 6.	Základní parametry jednotlivých odrůd	64
Tab. 7.	Obsah vlhkosti v jednotlivých odrůdách (v %)	65
Tab. 8.	Regresní model a kalibrační meze.....	67
Tab. 9.	Vliv odrůdové skladby kdoulí na obsah celkových polyfenolů v syrové a tepelně upravené dužině a slupce	68
Tab. 10.	Maximum absorpční spektra	71
Tab. 11.	Regresní model a kalibrační meze	72
Tab. 12.	Vliv odrůdové skladby kdoulí na obsah celkových polyfenolů v syrové a tepelně upravené dužině a slupce (mg EAA.100 g ⁻¹ 100% sušiny)	73

SEZNAM GRAFŮ

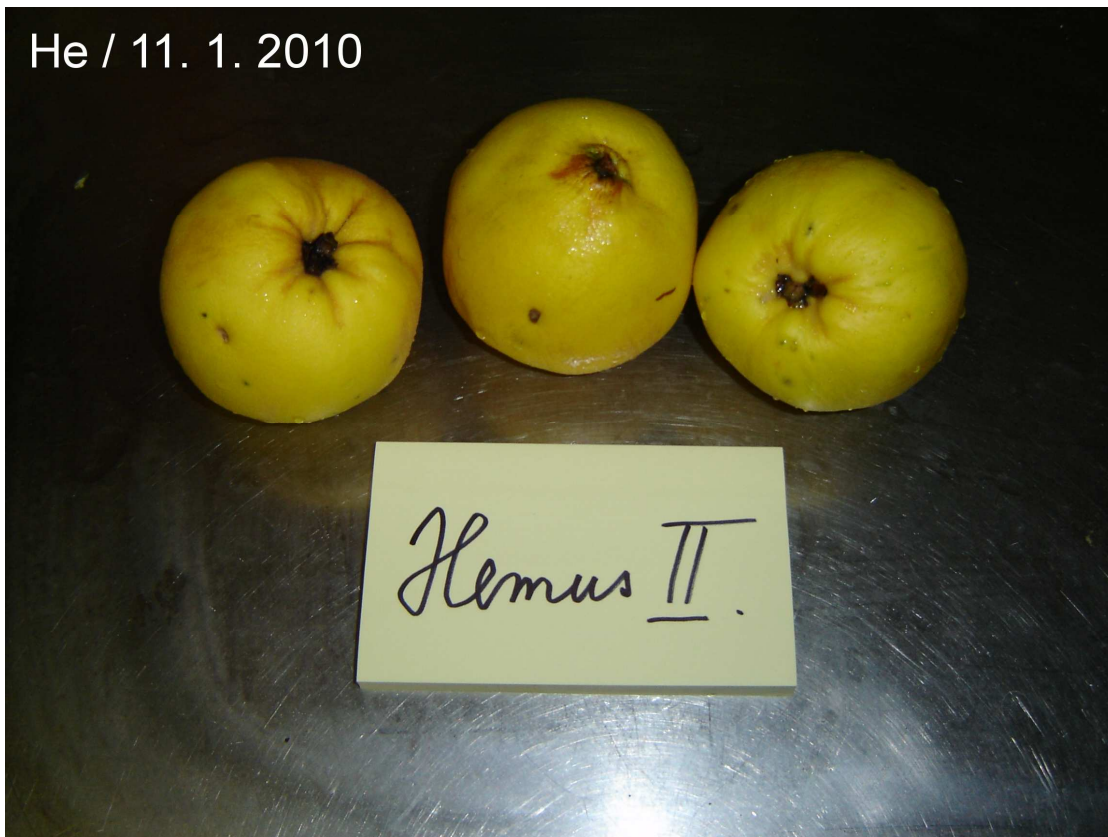
Graf 1.	Podíl na světové produkci kdoulí v jednotlivých státech	15
Graf 2.	Podíl na světové produkci kdoulí na jednotlivých kontinentech	16
Graf 5.	Vliv odrůdové skladby kdoulí na vlhkost v syrové a tepelně upravené dužině a slupce (v %)	65
Graf 6.	Kalibrační křivka kyseliny gallové s vyznačeným pásem spolehlivosti	67
Graf 9.	Vliv odrůdové skladby kdoulí na obsah celkových polyfenolů v syrové a tepelně upravené dužině a slupce	69
Graf 10.	Absorpční spektrum	71
Graf 11.	Kalibrační křivka kyseliny askorbové s vyznačeným pásem spolehlivosti	72
Graf 14.	Vliv odrůdové skladby kdoulí na antioxidační aktivitu v syrové a tepelně upravené dužině a slupce	74

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI:	FOTO – ODRŮDA HEMUS II
Příloha PII:	FOTO – ODRŮDA HRUŠKOVITÁ
Příloha PIII:	FOTO – ODRŮDA MIR
Příloha PIV:	FOTO – ODRŮDA MORAVA
Příloha PV:	FOTO – ODRŮDA PRAŽSKÁ
Příloha PVI:	FOTO – ODRŮDA TRIUMPH
Příloha PVII:	FOTO – ODRŮDA VRANJA
Příloha PVIII:	FOTO – ODRŮDA ÚSPĚCH
Příloha PIX:	FOTO – MISKY SE VZORKY V EXIKATORU
Příloha PX:	FOTO – FILTOVÁNÍ SUPERNATANTU
Příloha PXI:	GRAF 3. VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ NA OBSAH VLHKOSTI V SYROVÉ A TEPELNĚ UPRAVENÉ DUŽNINĚ (V %)
Příloha PXII:	GRAF 4. VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ NA OBSAH VLHKOSTI V SYROVÉ A TEPELNĚ UPRAVENÉ SLUPCE (V %)
Příloha PXIII:	GRAF 7. VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ NA OBSAH CELKOVÝCH POLYFENOLŮ V SYROVÉ A TEPELNĚ UPRAVENÉ DUŽINĚ
Příloha PXIV:	GRAF 8. – VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ NA OBSAH CELKOVÝCH POLYFENOLŮ V SYROVÉ A TEPELNĚ UPRAVENÉ SLUPCE
Příloha PXV:	GRAF 12. VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ NA ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITU V SYROVÉ A TEPELNĚ UPRAVENÉ DUŽINĚ
Příloha PXVI:	GRAF 13. VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ NA ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITU V SYROVÉ A TEPELNĚ UPRAVENÉ SLUPCE

PŘÍLOHA P I: FOTO – ODRŮDA HEMUS II.

He / 11. 1. 2010



He / 11. 1. 2010



PŘÍLOHA P II: FOTO – ODRŮDA HRUŠKOVITÁ

Hr / 11. 1. 2010



Hr / 11. 1. 2010



PŘÍLOHA P III: FOTO – ODRŮDA MIR

Mi / 11. 1. 2010



Mi / 11. 1. 2010

PŘÍLOHA P IV: FOTO – ODRŮDA MORAVA

Mo / 11. 1. 2010



Mo / 11. 1. 2010



PŘÍLOHA P V: FOTO – ODRŮDA PRAŽSKÁ

Pr / 11. 1. 2010



Pr / 11. 1. 2010



PŘÍLOHA P VI: FOTO – ODRŮDA TRIUMPH

Tr / 11. 1. 2010



Tr / 11. 1. 2010

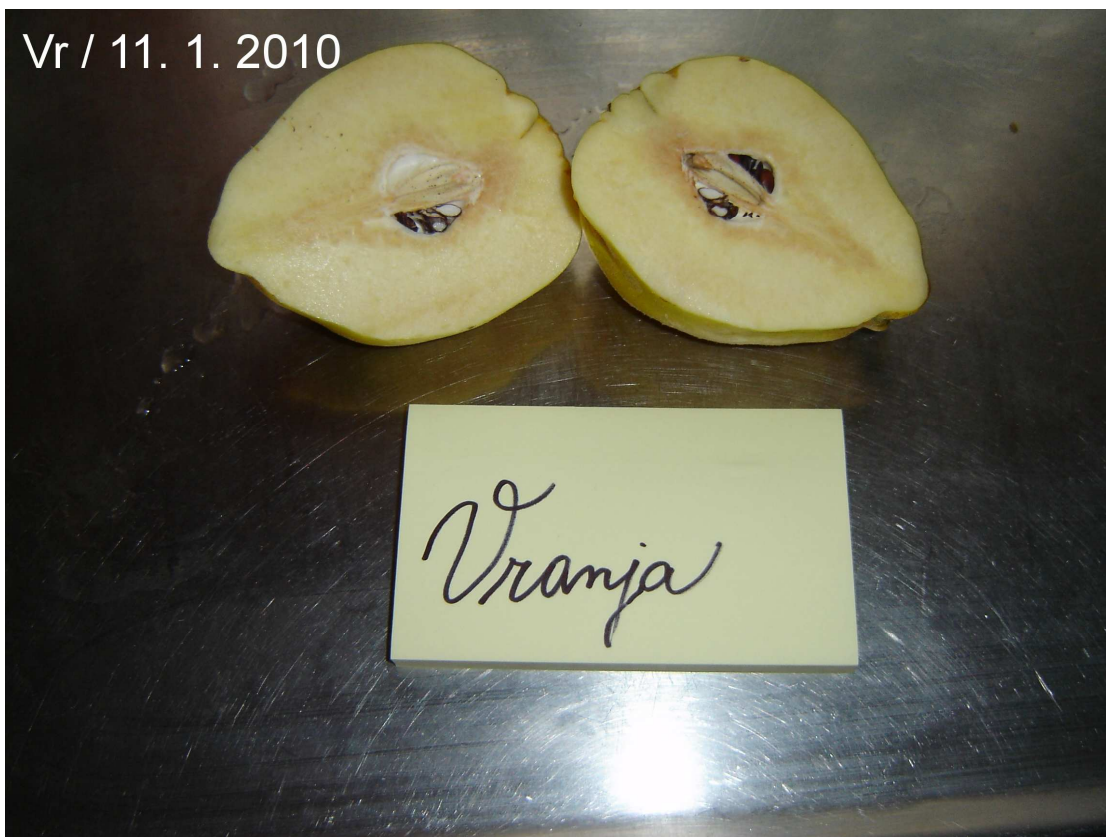


PŘÍLOHA P VII: FOTO – ODRŮDA VRANJA

Vr / 11. 1. 2010



Vr / 11. 1. 2010



PŘÍLOHA P VIII: FOTO – ODRŮDA ÚSPĚCH

Us / 11. 1. 2010



Us / 11. 1. 2010



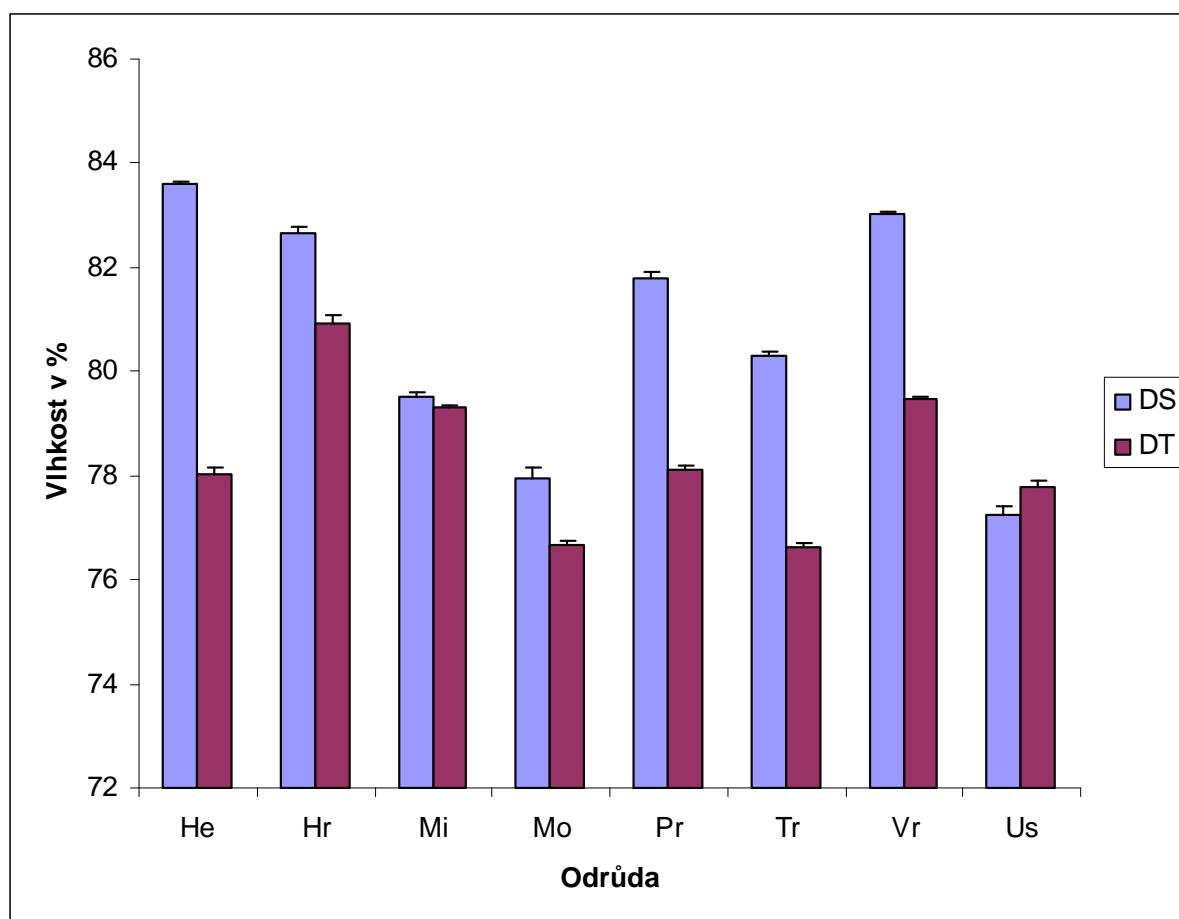
PŘÍLOHA P IX: FOTO – MISKY SE VZORKY V EXIKATORU



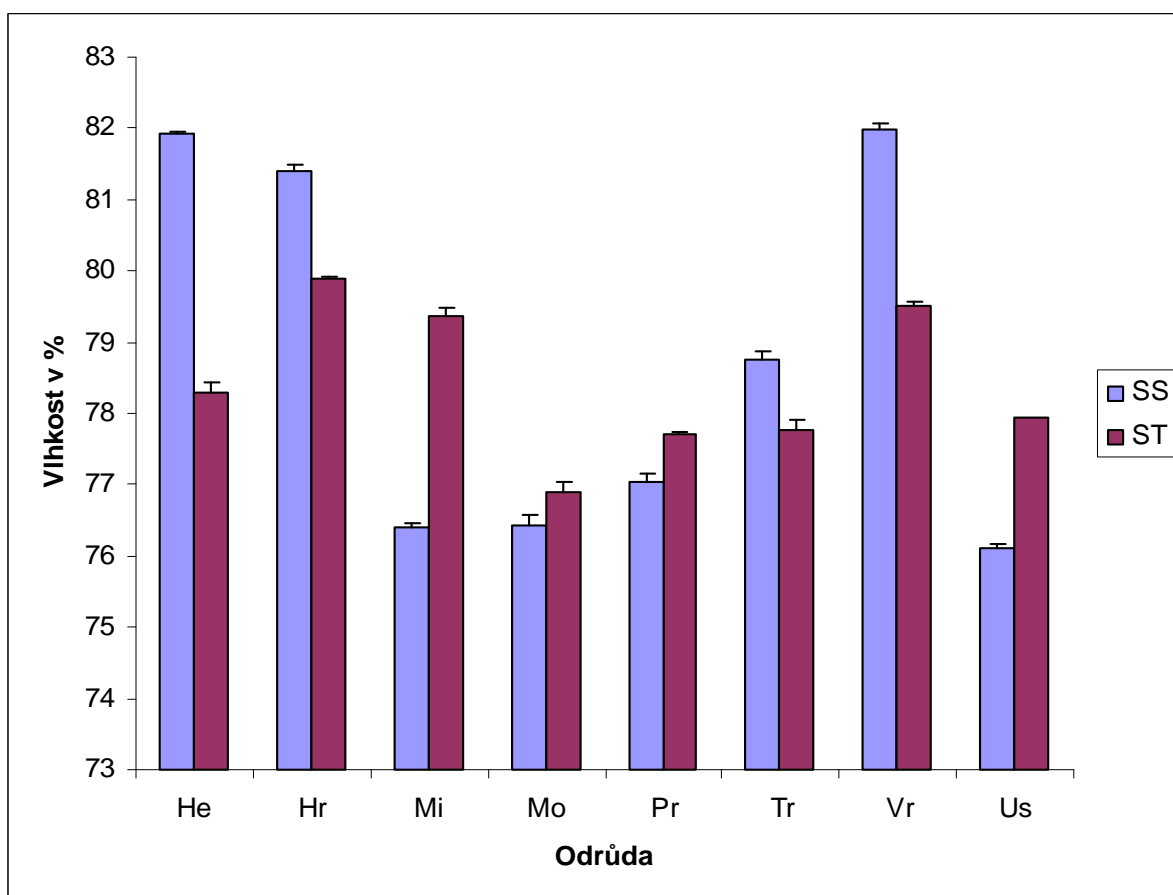
PŘÍLOHA P X: FOTO – FILTROVÁNÍ SUPERNATANTU



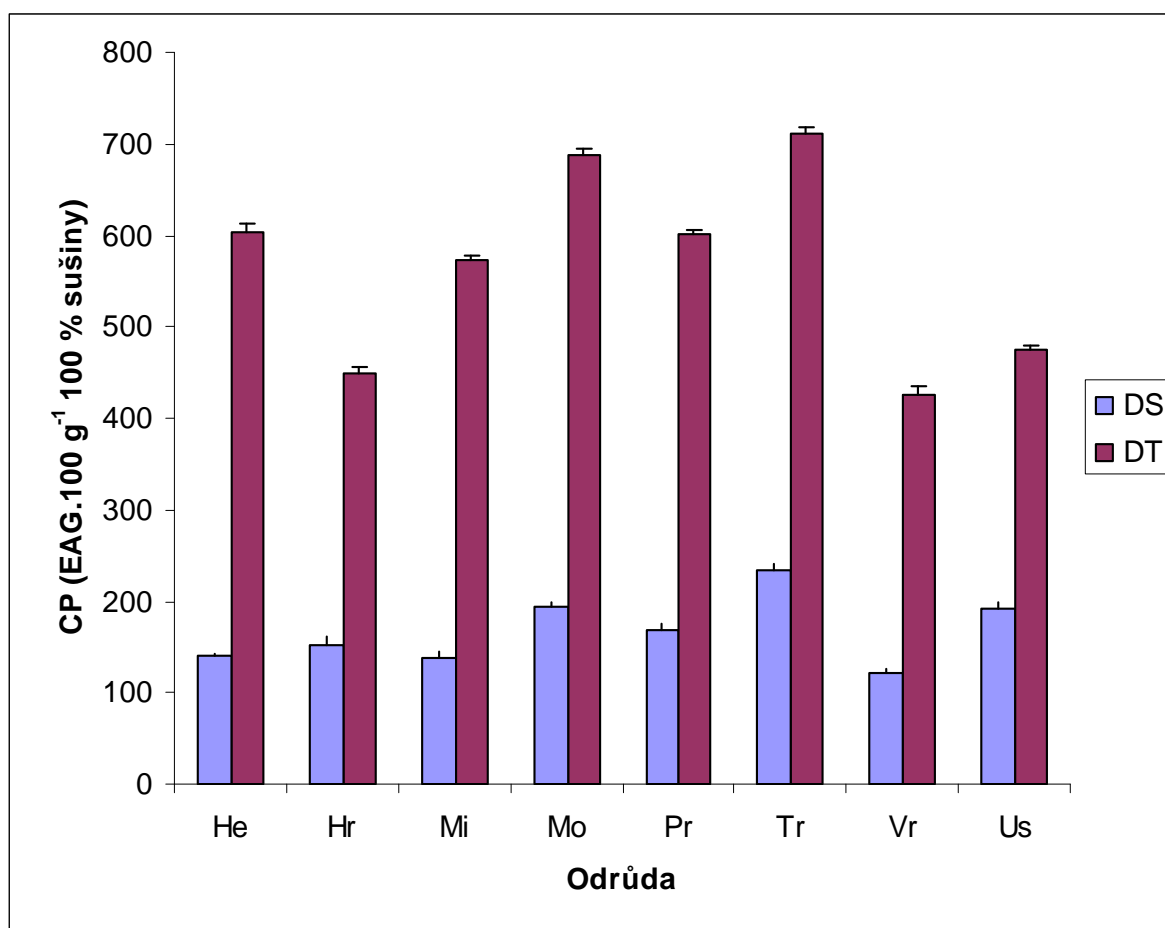
**PŘÍLOHA P XI: GRAF 3. VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ NA
OBSAH VLHKOSTI V SYROVÉ A TEPELNĚ UPRAVENÉ DUŽNINĚ
(V %)**



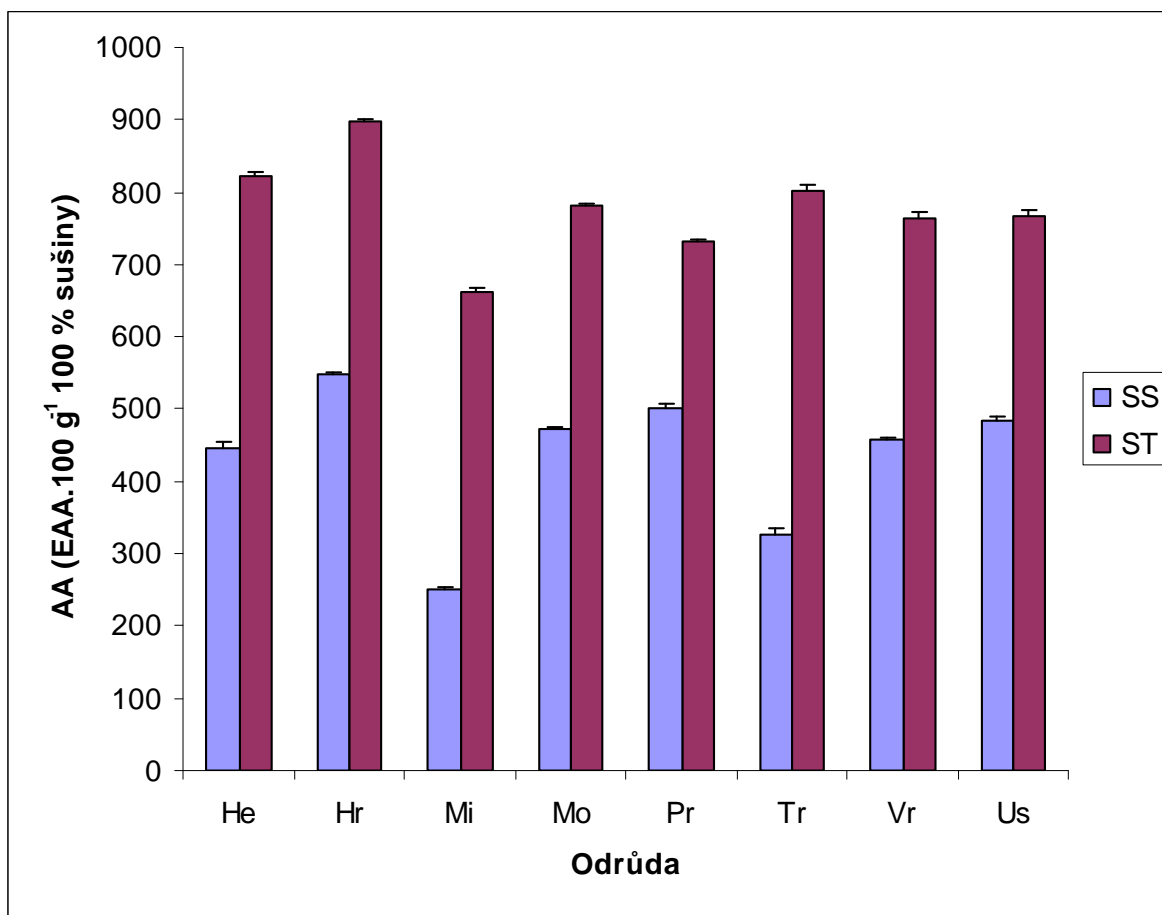
**PŘÍLOHA P XII: GRAF 4. VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ NA
OBSAH VLHKOSTI V SYROVÉ A TEPELNĚ UPRAVENÉ SLUUPCE
(V %)**



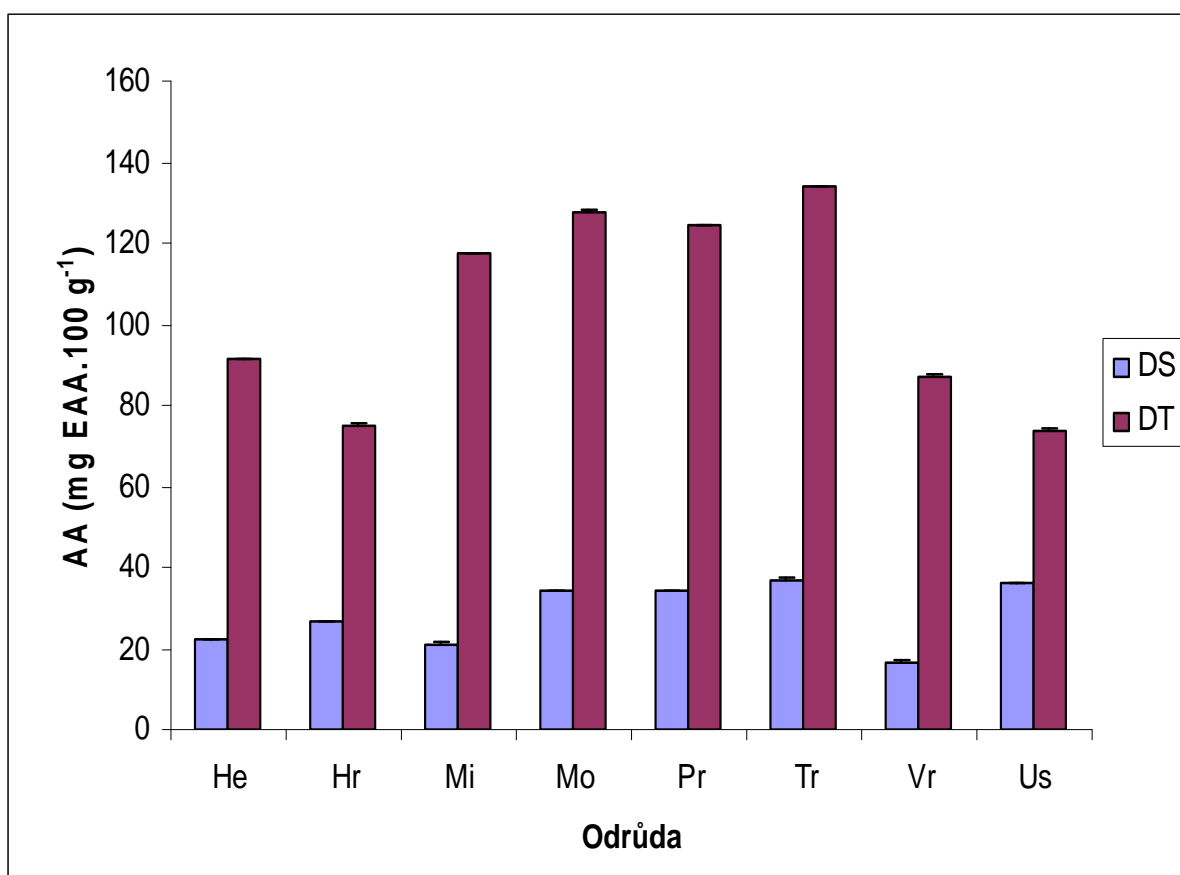
**PŘÍLOHA P XIII: GRAF 7. VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ
NA OBSAH CELKOVÝCH POLYFENOLŮ V SYROVÉ A TEPELNĚ
UPRAVENÉ DUŽINĚ**



**PŘÍLOHA P XIV: GRAF 8. VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ
NA OBSAH CELKOVÝCH POLYFENOLŮ V SYROVÉ A TEPELNĚ
UPRAVENÉ SLUPCE**



**PŘÍLOHA P XV: GRAF 12. VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ
NA ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITU V SYROVÉ A TEPELNĚ UPRAVENÉ
DUŽINĚ**



**PŘÍLOHA P XVI: GRAF 13. VLIV ODRŮDOVÉ SKLADBY KDOULÍ
NA ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITU V SYROVÉ A TEPELNĚ UPRAVENÉ
SLUPCE**

