

# **Antioxidační kapacita v plodech rakytníku, dužnatých růží a muchovníku**

Bc. Alena Brabcová

---

Diplomová práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Alena BRABCOVÁ**  
Osobní číslo: **T090209**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Antioxidační kapacita v plodech rakytníku,  
dužnatých růží a muchovníku**

Zásady pro vypracování:

1. V literární části se zaměřte na chemické složení ovoce a dále podrobně popište – rakytník, růži, muchovník.
2. Proveďte sklizeň plodů vybraných odrůd – rakytník, růže, muchovník.
3. V biologickém materiálu změřte obsah polyfenolických látek a antioxidační kapacitu.
4. Získané výsledky vyhodnotte a diskutujte s literaturou.



Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] DLOUHÁ J., RICHTER M., VALÍČEK P., Ovoce. Praha, Aventinum 1995. [2] VALÍČEK P., HAVELKA E.V., Rakytník řešetlákový ? Rostlina budoucnosti. Benešov, Start 2008. [3] RUSHFORTH, K., Trees of Britain and Europe. London, Collins 1999. [4] PHIPPS, J. B., ROBERTSON, K. R., SMITH, P. G., & ROHRER, J. R. (1990). A checklist of the subfamily Maloideae (Rosaceae). Canad. J. Bot. 68: 2209-2269.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Otakar Rop, Ph.D.**

Ústav technologie a mikrobiologie potravin


Datum zadání diplomové práce:

**25. února 2011**

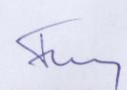
Termín odevzdání diplomové práce:

**20. května 2011**

Ve Zlíně dne 21. března 2011

  
doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



  
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: .....

Obor: .....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské 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 <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou 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/bakalářské 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/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské 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 .....

.....

<sup>1)</sup> 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 nevydávalečně 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.

<sup>2)</sup> 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).

<sup>3)</sup> 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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá obsahem antioxidantů a polyfenolů ve vybraných odrůdách rakytníku, muchovníku a dužnatých růží. Teoretická část obsahuje stručnou charakteristiku jádrového ovoce. Popis rakytníku, muchovníku a dužnaté růže, chemické složení a význam těchto léčivých rostlin ve výživě člověka. V praktické části jsou pak vyhodnoceny výsledky laboratorních analýz a srovnány s literaturou. Na základě měření byl zjištěn obsah antioxidantů a polyfenolů ve vybraných odrůdách rakytníku, muchovníku a růže dužnoplodé.

Klíčová slova: rakytník, muchovník, růže dužnoplodá, antioxidační kapacita, antioxidanty, polyfenoly

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the content of antioxidants and polyphenols in selected cultivars of sea buckthorn, saskatoon berry and roses. The theoretical part contains the description of pome fruit, particularly saskatoon berry, sea buckthorn and rose-flesh fruit. The theoretical part contains a brief description of pome fruit. Description of sea buckthorn, saskatoon berry and appel rose, chemical composition and importance of medicinal plants in human nutrition. In addition, the determination of results of laboratory analysis and comparison with literature are described in the practical part. On the basis of measurements the content of antioxidants and polyphenols was found out in selected cultivars of sea buckthorn, saskatoon berry and roses.

Keywords: sea buckthorn, saskatoon berry, appel rose, antioxidant capacity, antioxidants, polyphenols



Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Otakaru Ropovi, PhD. za odborné vedení a za ochotu, poskytnutou při vypracování této práce. Také děkuji prof. Ing. Vojtěchu Řezníčkovy CSc. za poskytnutí vzorků rakytníku, muchovníku a dužnaté růže pro moji diplomovou práci.

Poděkování, motto a čestné prohlášení, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická, nahraná do IS/STAG jsou totožné ve znění:

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně.....Podpis studenta

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 BOTANICKÉ ZAŘAZENÍ OVOCNÝCH DRUHŮ</b> .....	<b>11</b>
<b>1.2. CHEMICKÉ SLOŽENÍ JÁDROVÉHO OVOCE</b> .....	<b>13</b>
1.2.1. Voda .....	13
1.2.2. Sacharidy .....	13
1.2.3. Organické kyseliny .....	14
1.2.4. Třísloviny .....	14
1.2.5. Aromatické látky .....	15
1.2.6. Minerální látky .....	15
1.2.7. Vitamíny .....	16
1.2.8. Rostlinné fenoly .....	18
<b>1.3. JÁDROVÉ OVOCE</b> .....	<b>20</b>
1.4. SPOTŘEBA OVOCE .....	20
<b>1.5. RAKYTNÍK ŘEŠETLÁKOVÝ</b> .....	<b>21</b>
1.5.1. FYZIOLOGICKY ÚČINNÉ LÁTKY V RAKYTNÍKU .....	22
1.5.2. POZITIVNÍ ÚČINKY RAKYTNÍKU NA LIDSKÝ ORGANISMUS .....	22
1.6. ZPŮSOBY UŽITÍ RAKYTNÍKU .....	23
1.6.1. Vnitřní užití .....	23
1.6.2. Vnější užití .....	23
1.6.2.1. Rakytníkový olej .....	24
<b>1.7. RŮŽE DUŽNOPLODÁ</b> .....	<b>25</b>
1.7.1. CHARAKTERISTIKA RŮŽE DUŽNOPLODÉ .....	25
1.7.2. NÁROKY NA PĚSTOVÁNÍ .....	26
1.7.3. ŠÍPKY – ZDROJ VITAMINŮ .....	27
<b>1.8. MUCHOVNÍK</b> .....	<b>28</b>
1.8.1. VYBRANÉ DRUHY .....	28
1.8.2. OBECNÁ CHARAKTERISTIKA .....	29
1.8.3. BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA MUCHOVNÍKU .....	29
1.8.4. CHEMICKÉ SLOŽENÍ MUCHOVNÍKU .....	30
1.8.5. ROZMNOŽOVÁNÍ.....	30
1.8.6. PĚSTOVÁNÍ .....	30
1.8.7. EKOLOGIE.....	31
1.8.8. VÝSKYT.....	31
1.8.9. POUŽITÍ .....	31
1.8.10. CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH DRUHŮ MUCHOVNÍKŮ .....	32
1.8.11. <i>Amelanchier ovalis</i> - Muchovník oválný (vejčítý).....	32
1.8.12. <i>Amelanchier laevis</i> - Muchovník hladký.....	32



1.8.13.	<i>Amelanchier lamarckii</i> – Muchovník velkokvětý.....	33
1.8.14.	<i>Amelanchier canadensis</i> - Muchovník kanadský.....	33
1.8.15.	<i>Amelanchier alnifolia</i> - Muchovník olšolistý.....	34
<b>1.9.</b>	<b>ANTIOXIDAČNÍ KAPACITA .....</b>	<b>35</b>
1.9.1.	Polyfenoly .....	36
1.9.1.1.	Fenolické kyseliny .....	37
1.9.1.2.	Flavonoidy .....	38
1.9.1.3.	Stilbeny .....	40
1.9.2.	Antioxidační účinky polyfenolů.....	40
1.10.	STANOVENÍ CELKOVÉ ANTIOXIDAČNÍ KAPACITY.....	41
1.11.	METODY STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY PŘÍRODNÍCH LÁTEK A POTRAVIN .....	42
1.11.1.	Druhy metod hodnotící schopnost eliminovat radikály: .....	42
1.11.2.	Metody založené na hodnocení redoxních vlastností látek.....	44
1.12.	STANOVENÍ OBSAHU POLYFENOLICKÝCH LÁTEK.....	45
<b>1</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>46</b>
<b>2</b>	<b>CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE.....</b>	<b>47</b>
<b>3</b>	<b>MATERIÁL A METODIKA .....</b>	<b>48</b>
3.1	POKUSNÁ LOKALITA .....	48
3.2	SBĚR VZORKŮ.....	48
3.3	CHEMICKÉ ANALÝZY .....	49
3.3.1	Příprava vzorků ovoce pro stanovení antioxidační kapacity a pro zjištění obsahu polyfenolických látek .....	49
3.3.2	Stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH .....	49
3.4	STANOVENÍ POLYFENOLŮ SPEKTROFOTOMETRICKOU FOLLINOVOU METODOU.....	50
<b>4</b>	<b>VÝSLEDKY.....</b>	<b>51</b>
4.1	OBSAH POLYFENOLŮ .....	51
4.2	OBSAH ANTIOXIDANTŮ.....	53
<b>5</b>	<b>DISKUSE .....</b>	<b>59</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>77</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>78</b>

## ÚVOD

Ovoce má v racionální výživě člověka nenahraditelnou roli. Jeho význam je zdravotní a dietický. Nejen že je ovoce významným zdrojem vitamínů, minerálních látek, organických kyselin a aromatických a chuťových látek, ale především obsahuje antioxidanty. Ty mají pro lidský organismus převážně pozitivní účinky. Mezi nejdůležitější se řadí fenoly, flavonoidy, karotenoidy, vitamín A, třísloviny, tokoferoly, kyselina askorbová a mnoho dalších.

Přírodní antioxidanty obsažené v potravinách v poslední době vyvolávají velký zájem vzhledem k jejich potenciálním nutričním a terapeutickým účinkům. Spotřebitelé jim dávají přednost před antioxidanty syntetickými, neboť jsou považovány za bezpečnější a přirozené.

Antioxidanty slouží jako obranný systém proti účinkům volných radikálů na lidský organismus. Právě volné radikály spouštějí řetězové reakce, které ovlivňují biologicky významné sloučeniny, hlavně lipidy, proteiny, nukleové kyseliny a mění tak jejich strukturu a tím modifikují jejich funkce. V důsledku těchto reakcí dochází k následným změnám ve struktuře buněk, poté k poškození důležitých funkcí v organismu a nebo k poškození celých orgánů. Důsledkem těchto reakcí může být předčasné stárnutí, poruchy imunitního systému, které mohou vyvolat rakovinové onemocnění a mnoho dalších. Antioxidanty právě svou reakcí s volnými radikály tyto reakce zastavují a brání tak lidský organismus proti volným radikálům. Proto se doporučuje, aby byl příjem ovoce ve výživě člověka co nejpestřejší a tím se začínají objevovat další méně známé a používané druhy.

Ve své diplomové práci jsem se zaměřila na rakytník, muchovník a dužnatou růži, protože právě tyto druhy netradičního ovoce se vyznačují velkou antioxidační kapacitou, významným obsahem polyfenolů a jsou významným zdrojem vitamínů a dalších zdraví prospěšných složek.

Cílem mé práce bylo charakterizovat výše uvedené druhy ovoce a stanovit jejich antioxidační aktivitu a obsah polyfenolů.

## 1 BOTANICKÉ ZAŘAZENÍ OVOCNÝCH DRUHŮ

Ovocem jsou zpravidla označovány sladké jedlé plody, plodenství nebo semena víceletých semenných rostlin, nejčastěji dřevin. Věda, která se zabývá posuzováním jednotlivých odrůd ovoce se nazývá *pomologie*. Ovoce se nejčastěji dělí na ovoce mírného pásu, tropické a subtropické ovoce a netradiční druhy ovoce [1].

**OVOCE MÍRNÉHO PÁSU** se podle vyhlášky č. 157/2003 Sb dělí na:

Jádroviny: jabloň domácí (*Malus domestica*), hrušeň obecná (*Pyrus communis*), kdouloň obecná (*Cydonia japonica*), mišpule (*Mespilus*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), aronie (*Aronia*), oskeruše (*Sorbum*), hloh obecný (*Crataegus laevigata*)

- patří do čeledi růžovitých (*Rosaceae*)
- užitkovou částí je nepravý plod (malvice) [2].

Peckoviny: broskvoň (*Prunus persica*), meruňka (*Prunus armeniaca*), švestka (*Prunus domestica*), pološvestka, slíva, mirabelka (*Prunus domestica* var. *insititia*), renklóda (*Prunus domestica* var. *italica*), třešeň (*Prunus avium*), višněň (*Prunus cerasus*) [3].

- patří rovněž do čeledi růžovitých. Užitkovou částí je jednosemenný plod ( peckovice ) [4].

Bobuloviny: rybíz (*Ribes*), angrešt (*Crossularia uvacerispa*), kříženec mezi rybízem a angreštem *Ribes x nidigrolaria*, borůvka, brusinka, maliník, ostružiník, malinoostružiník).

- užitkovou částí je buď bobule (rybíz, angrešt, meruzalka plodová, kříženec mezi rybízem a angreštem *Ribes x nidigrolaria*, borůvka (*Vaccinium*), brusinka (*Rhodococcus*), nebo souplodí peckoviček – maliník (*Rubus idaeus*), ostružiník (*Rubus*), malinoostružiník, jahodník (*Fragaria*), morušovník (*Morus*).
- jednotlivé druhy patří do následujících čeledí: lomikamenovité (*Saxifragaceae*), vřesovcovité (*Ericaceae*), růžovité (*Rosaceae*) [7].

Suché skořápkové ovoce: mandloň (*Amygdalus*), broskvomandloň, ořešák (*Juglans*), líska (*Corylus*), kaštanovník (*Castanea*), pistácie (*Pistacia*)

- užitkovou částí jsou velmi výživná olejnatá semena, které kromě tuku obsahují cenné bílkoviny
- plody jsou buď peckovice např. mandloň z čeledi růžovitých, ořešák královský z čeledi ořešákovitých (*Juglandaceae*), nebo oříšky např. líska z čeledi břízovitých (*Betulaceae*), pistácie z čeledi ledvinovnickovitých (*Anacardiaceae*) a kaštanovník z čeledi bukovitých (*Fagaceae*) [5].

### TROPICKÉ A SUBTROPICKÉ OVOCE

- tato skupina zahrnuje druhy pocházející z tropických a subtropických oblastí, které obohacují a rozšiřují sortiment tradičního ovoce mírného pásu
- některé jsou cenným zdrojem různých vitamínů, jiné bioflavonoidů či minerálních látek [1].

### NETRADIČNÍ OVOCE

- do této skupiny zahrnujeme druhy zavedené do ovocnářství teprve nedávno
- patří sem aktinidie *A. kolomikta* a aktinidie význačná (*A. arhata*) z čeledi aktinidiovitých (*Actinidiaceae*), bez černý a zimolez kamčatský z čeledi zimolezovitých (*Caprifoliaceae*), dřín z čeledi dřínovitých (*Cornaceae*), rakytník řešetlákový z čeledi hlošínovitých (*Elaeagnaceae*) a růže dužnoplodá z čeledi růžovitých (*Rosaceae*) a mnoho dalších.
- jsou to druhy bohaté na vitamín C nebo provitamin A, obsah polyfenolů a antioxidantů [7]

## 1.2. CHEMICKÉ SLOŽENÍ JÁDROVÉHO OVOCE

Ovoce obsahuje přibližně 90 % vody, zbytek tvoří sušina, která je tvořena především sacharidy, organickými, aromatickými, minerálními látkami a vitamíny. Proteinů a lipidů obsahují nejméně [8].

### 1.2.1. Voda

U ovoce plní voda především funkci zprostředkovatele transportu živin v organismu [9]. Je to rozpouštědlo, ve kterém jsou rozpuštěny složky rostlinné hmoty, je reakčním prostředím, ve kterém probíhají v živých buňkách složité chemické děje [11]. Vyskytuje se ve formě volné a vázané. Volná je ve šťávě buněk ovoce a jsou v ní rozpuštěny ostatní látky, které šťávy obsahují, například cukr, kyseliny a další látky [12]. Voda vázaná na koloidy, vytváří kolem nich hydratační obal, který je jejich neoddělitelnou součástí [13].

### 1.2.2. Sacharidy

Sacharidy jsou v ovoci obsaženy v průměru v koncentraci 5 – 15 % [38]. V plodech jsou nejčastěji obsaženy monosacharidy ve formě glukózy (cukr hroznový), fruktózy (cukr ovocný) a disacharidu sacharózy (cukr třtinový, řepný) [8]. Ve zralém ovoci převládá glukóza a fruktóza [1]. V jádrovém ovoci převládá fruktóza nad glukózou [12]. V peckovém ovoci je obsaženo více glukózy než fruktózy a na sacharózu je bohatší než jádrové ovoce [15]. U bobulového ovoce kolísá obsah sacharózy mezi 0,13 – 0,83 %, avšak u některých druhů ovoce tento disacharid chybí úplně. Obsah monosacharidů se zvyšuje v době zrání a na jejich množství mají značný vliv podmínky posklizňového skladování a zpracování [16]. Dále jsou v ovoci obsaženy cukerné alkoholy zvané alditoly, manit a sorbit. Sorbit vzniká redukcí glukózy a redukcí fruktózy vzniká směs manitu a sorbitu. Tyto polyhydroxyalkoholy mají sladkou chuť [12]. Sorbit je obsažen jak v jádrovém, tak v peckovém ovoci, zatímco u bobulového téměř chybí [8].

Z polysacharidů se ve zelených, nezralých plodech v hojném množství vyskytuje škrob. Během zrání se jeho množství zvětšuje a v době uzrání klesá a přechází v sacharózu, která se vlivem *invertasy* invertuje na glukózu a fruktózu [12].

Neméně důležitou funkci mají pektinové látky, které se působením enzymů například při posklizňovém dozrání nebo kyselou hydrolýzou štěpí na celulózu a protopektiny,

kteřé se týmiž činiteli dále štěpí na vlastní pektiny a doprovodné sacharidy (arabany, galaktóza). Vlastní pektiny jsou lineární makromolekulární koloidy složené z molekul kyseliny D – galaktouronové, které jsou více či méně esterifikované metanolem [17]. Ve vodě nerozpustný nativní pektin se během zrání ovoce hydrolyzuje na rozpustný a to má za následek měknutí plodů [8]. Pektiny mají schopnost poutat na sebe toxické látky v trávicím ústrojí, čímž přispívají ke zdraví člověka [18].

### 1.2.3. Organické kyseliny

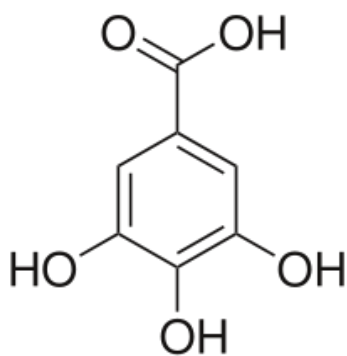
Organické kyseliny, jinak zvané kyselinami ovocnými, se v ovoci vyskytují jednak ve formě volné, tak ve formě vázané. Volné ovlivňují chuť ovoce a určují pH, které se pohybuje v rozmezí 3,0 – 4,0 [19]. Organické kyseliny jsou v našem ovoci nejvíce zastoupeny kyselinou jablečnou, vinnou u hroznů, citronovou. V některých plodech hrušek převládá kyselina citronová nad kyselinou jablečnou. Z dalších organických kyselin mohou být přítomny: jantarová, šťavelová, mléčná, benzoová a další [8]. Během zrání ovoce organické kyseliny ubývají a přibývají cukry [20]. Ovoce v méně zralém stavu obsahuje větší množství kyselin a jejich koncentrace s postupem zrání klesá. U jádrového ovoce jednoznačně převládá kyselina jablečná, u peckového takéž, u drobného kyselina citronová a u bobulového se v největším množství vyskytuje citronová společně s jablečnou [21].

### 1.2.4. Třísloviny

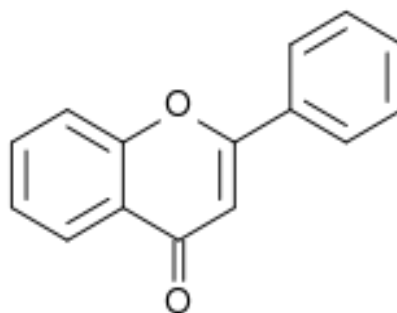
Třísloviny jsou polyhydroxyfenoly, které se mezi sebou liší svými vlastnostmi, tak velikostí molekul. Způsobují svíravou, trpkou a hořkou chuť ovoce a sráží proteiny [22]. Vlastní chuť plodu je olivněna vzájemným poměrem množstvím cukru, kyselin a tříslovin. Vyšší obsah tříslovin má brusinka, dřín a jeřáb.

Z chemického hlediska se dělí na:

- hydrolyzovatelné – monomer: kyselina gallová
- kondenzované – monomer: flavon [23]



Obr. 1 Kyselina gallová [24]



Obr. 2 Flavon [22]

Hydrolyzovatelné taniny se skládají z cukru, na který je pomocí esterifikace navázáno několik monomerních skupin kyseliny gallové. Kondenzované taniny jsou polymery flavonových jednotek [24].

### 1.2.5. Aromatické látky

Aromatické látky se ovlivňují senzoričnou vlastností potravin - dávají plodům chuť a vůni. Jsou to estery kyselin, aldehydy a silice uložené v listech, plodech, květech a dalších částech rostlin [52].<sup>i</sup> Nejvíce vonných látek má maliník [18].

### 1.2.6. Minerální látky

Minerální látky jsou nezbytnou součástí pro výživu člověka. Jsou v různém zastoupení přítomny ve všech druzích ovoce. Nejde jen o množství jednotlivých přijímaných minerálních látek, ale také o jejich vzájemný poměr. Podmiňují stálý osmotický tlak v tělesných tekutinách, regulují, aktivují a kontrolují metabolické pochody a jsou důležité pro vedení nervových vzruchů [26]. Uplatňují se jako aktivátory nebo součásti hormonů a enzymů. Jsou důležité pro život buňky tím, že umožňují udržovat rovnováhu iontů a acidobazickou a osmotickou rovnováhu v lidském organismu [27]. Jejich obsah kolísá podle druhů a odrůd [19]. Nejvíce jsou zastoupeny ionty prvků draslíku, sodíku, hořčíku, vápníku, chlór, síry, fosforu a křemíku. Ze stopových prvků jsou nejvíce obsaženy měď, mangan, a bór [8]. Do rostlin mohou z průmyslové činnosti pronikat zdraví škodlivé prvky (rtuť, olovo, kadmium). Při vyšší konzumaci potravin, které obsahují pektiny, napomáhají tyto látky vyloučit [9].



### 1.2.7. Vitamíny

Vitamíny jsou obsaženy v jednotlivých druzích ovoce různě. Jejich obsah závisí na odrůdě, na klimatických, půdních a agrotechnických podmínkách, na stupni zralosti a velikosti plodů, na roční době, na způsobu uskladnění a zpracování a také i tepelná úprava [28].

Podle jejich rozpustnosti se vitamíny dělí na:

- hydrofilní – B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub>, B<sub>12</sub>, kyselina lipoová, biotin (dříve nazývaný vit.H), bioflavonoidy (dříve nazývané jako vitamín P), C (kyselina L – askorbová a L – dehydroaskorbová)
- lipofilní – A, D, E, K, F [29]

Nejvíce vitamínu B<sub>1</sub>, thiamin, je v rostlinném organismu obsaženo v lískových a vlašských ořeších, mandlích, kaštanech, šípčích, pomerančích, meruňkách, květák, brokolice, aj. [30]. Jeho nedostatek způsobuje nemoc beri – beri. Náleží k nejméně stálým vitamínům [29].

Vitamín B<sub>2</sub>, riboflavin, se vyskytuje v šípkách, avokádu, meruňkách, v listech rostlin, banánech, atd. [31]. Riboflavin přijatý z rostlinné stravy je hůře než přijatý ze stravy živočišné, protože v rostlinných tkáních převládají kovalentně vázané formy, obtížně štěpitelné *proteasami*. Jeho nedostatek se u člověka projevuje zánětlivými změnami sliznice a kůže a některými očními nebo nervovými poruchami [29].

Vitamín B<sub>3</sub>, kyselina nikotinová a její amid, obě tyto látky jsou biologicky stejně účinné [32]. Je obsažen v avokádu, v plodech mučenky a opět v šípkách aj. Nedostatek tohoto vitamínu vyvolává nemoc pelagru, která se projevuje kožními a nervovými poruchami [29].

Vitamín B<sub>5</sub>, kyselina pantotenová, se nejčastěji nalézá v potravinách živočišného původu. Z rostlinných zdrojů je v určitém množství obsažen v pšeničných klíčcích, ve slupkách z obilí, v ořechách, slunečnicových semenech, aj.[33].

Vitamín B<sub>6</sub>, pyridoxin, je v rostlinných potravinách nejvíce rozšířen v lískových a vlašských ořeších a méně pak v jahodách, třešních, citronech a pomerančích, banánech, avoká-

du. Jeho nedostatek se projevuje poruchou cév, kůže a nervů. Ovlivňuje také dobrý stav zubů a správnou funkci jater [61].

Vitamín B<sub>9</sub>, kyselina listová, je mimo živočišných potravin, obsažena také v listové zelenině a to zejména ve špenátu, brokolici, kapustě, aj. [62]. Člověk ji pomocí střevní mikroflóry dokáže syntetizovat. Kladně působí na trávicí ústrojí a dobrý zdravotní stav sliznice úst a jazyka [63].

Vitamín B<sub>12</sub>, kobalamin, se vyskytuje pouze v mikroorganismech a potravinách živočišného původu. To znamená, že vegetariánská strava je o tento vitamín ochuzena. Lidský organizmus není schopen vitamín B<sub>12</sub> využít, takže je nezbytné přijímat ho ve stravě [64].

Vitamínu C, kyseliny askorbové, je nejvýznamnějším antioxidantem. Nejvíce ho je obsaženo v černém rybízu a jahodách, malinách, šípkách, z tropického ovoce kvajáva a citrusy, dále pak kiwi, mango, liči. aj. [66]. Význačným zdrojem tohoto vitamínu je rakytník, aktinidie, dřín, růže dužnoplodá, dále pak lesní plody jako například ostružiny a brusinky a mnoho dalších [67]. Poměrně malé množství je obsažené v jablkách, aj. Avitaminosa se projevuje chorobou nazývanou skorbut (kurděje) [65].

Vitamín A, retinol, a jeho provitamíny  $\alpha$  -,  $\beta$  -,  $\gamma$ - karoteny,  $\beta$  – kryptoxanthin, lutein, zeaxanthin, astaxanthin, neoxanthin, violaxanthin a citraxanthin [68]. V ovoci a všeobecně v rostlinách se vitamín A vyskytuje ve formě karotenů. Nejvíce jich obsahují jeřabiny, meruňky, šípky, černý rybíz, aj. [69].  $\beta$  – karoten je v přírodě nejrozšířenějším provitaminem vitamínu A. Nedostatek vitamínu A způsobuje šeroslepost a má vliv na kožní onemocnění. Nejvyšší obsah karotenu (provitaminu A) mají meruňky a broskve, z tropického mango a papája [68].

Vitamín D, jinak také antirachitický vitamín, je souhrnný název pro steroidní hormonální prekurzory, souhrnně označované jako kalciferoly [70]. Nejvýznamnějšími je ergokalciferol (vitamín D<sub>2</sub>) a cholekalciferol (vitamín D<sub>3</sub>). Mimo živočišných zdrojů, jsou obsaženy i v rostlinných zdrojích, jako jsou houby a kokosové máslo. Nedostatek toho vita-

mínu se u dětí projevuje onemocněním zvaným rachitis a u dospělých osteomalacie (řidnutí kostí), kdy dochází k poruše metabolismu Ca a P [69].

Vitamín E, tokoferoly, jsou v přírodě rozšířeny zejména v rostlinných olejích, ořechách, kukuřici, ovesné mouce a samozřejmě též v živočišných potravinách. Tento vitamín působí jako silný antioxidant [70].

Významný je rovněž obsah vitamínu K a niacinu (dříve zvaný vitamín PP). Přirozeně se vyskytují 2 formy tohoto vitamínu a to je K<sub>1</sub> (fyllochinon) a K<sub>2</sub> (farnochinon). Dále jsou již známy některé syntetické látky s účinky vitamínu K jako je například K<sub>3</sub> a K<sub>4</sub>. Vitamín K se hojně vykytuje v sytě zelené zelenině, kvěťáku, hrachu a dalších [71].

### 1.2.8. Rostlinné fenoly

Nejdůležitější místo ve skupině fenolických látek zaujímají flavonoidní látky.

Dělení rostlinných fenolů:

- Hydroxybenzoové a hydroxyskořicové kyseliny – broskve, jablka
- Hydroxykumariny – v kůře jírovce maďalu, skopolamin v kořenech rostliny *Scopolia japonica*, meruňky, aj.
- Katechiny
- Leukoanthokyaniny
- Flavony a flavonoly – citrusové plody,
- Isoflavony - luštěniny
- Chalkony a aurony – okvětní části rostlin

Flavony a flavonoly, isoflavony, chalkony a aurony se někdy společně označují jako anthoxanthiny. Flavonoidní látky ovlivňují hlavně chuť ovoce a zeleniny, polyfenoly které mají molekulovou hmotnost 500 – 3000, způsobují svíravost, citrusové flavonoidy hořkost a dihydrochalkony sladkost [70].

Technologicky nejdůležitější přírodní bezdusíkatá barviva jsou anthokyaniny karotenoidy a flavonoidy.

Bílkovin je v ovoci málo. Nejvíce bílkovin obsahuje drobné ovoce (cca 1%), neméně jablka a hrušky (cca 0,4 %). Obsah tuků je v ovoci nepatrný, zpravidla nepřesahuje 0,5%. Pouze vlašské, lískové a pistáciové ořechy a mandle obsahují 50 – 67% tuků [31].

### 1.3. JÁDROVÉ OVOCE

Jádrovým ovocem jsou označovány stromy a keře, které plodí plody zvané malvice. Vyznačují se velkými rozměry, šťavnatou a chruplavou dužninou, se silnou slupkou a jádřincem, který obsahuje vlastní semena nebo-li jádra. Malvice je druh nepukavého dužnatého plodu rostlin obsahující více než jedno semeno [32]. Vzniká z korunních a kališních lístků a báze tyčinek [33]. Jsou typickým plodem některých rodů čeledi růžovitých. Hlavními zástupci je jabloň domácí, hrušeň obecná, kdouloň, mišpule, jeřáb a mnoho dalších [34]. Obsahují především vitamín C, pektin, barviva a aromatické látky [35].

Ve své práci jsem se zaměřila na rakytník řešetlákový, muchovník a růži dužnoplo-  
dou.

### 1.4. SPOTŘEBA OVOCE

Rozmanitost druhů ovoce je v dnešní době nesčetné množství [36]. Podle celosvětového měřítka se konzumuje výrazně méně ovoce než je minimální doporučené množství, stanovené Světovou zdravotnickou organizací, tj. 400 g na osobu za den [37].

V ČR se zkonsumuje přibližně 85 – 85 kg ovoce na osobu, včetně marmelád, kompotů, šťáv, apod. [38].<sup>9</sup> To je ale nedostačující. Řada evropských států, a to především jižní a střední Evropa, překračují průměr 100 kg na osobu ročně [37].

## 1.5. RAKYTNÍK ŘEŠETLÁKOVÝ

Rakytník řešetlákový je v ovocnářství jednou z nejmladších kultur. Pochází ze sibiřské formy *Hippophae rhamnoides*, která se od evropských variet *maritima* a *fluviatilis* liší některými morfologickými znaky a užitkovými vlastnostmi. Sibiřská forma se sytě zelenými listy vytváří nižší keř a je více mrazuvzdorná ve dřevě. V evropských podmínkách dříve kvete a zraje. První kulturní formy vznikly na Sibiři kolem roku 1934 [30]. V současné době jsou největší kolekce odrůd a forem rakytníku řešetlákového soustředěny na vědeckých pracovištích a v botanických zahradách ve Štrasburgu, Toulouse, Petrohradě, v Turecku a ve Finsku. Produkční plantáže byly založeny na Altaji, v Povolží a v severovýchodním Německu. U nás se rakytník pěstuje jen ojediněle – nutriční hodnota jeho plodů zůstává nedocenená. Nemá zvláštní nároky na půdní a klimatické podmínky, snáší i zakouřené prostředí průmyslových oblastí. Je to vhodná dřevina pro rekultivaci náspů, odvalů, hald, k ozelenění sídlišť a společných prostor zahrádkářských [14].

Užitkovou částí je v ovocnářství plod, ve farmacii list a semeno. Ze semen se získává olej, který je velmi účinnou složkou léčiv v kožním a očním lékařství. Pro potravinářské účely se plody zpracovávají na želé, džemy a sirupy. Ze sušených plodů se připravují dietetické čaje – k těmto účelům se plody sklízají v plné zralosti. Plody je třeba rychle zpracovat nebo zmrazit, protože se snadno kazí. Obsahují 130 – 150 mg vitamínu C, 9 – 12 mg provitaminu A, vitaminy skupiny B, sacharidy, organické kyseliny, trísloviny a jiné účinné látky [31].



Obr. 3 Rakytník řešetlákový – plod [31]

### 1.5.1. Fyziologicky účinné látky v rakytníku

Plody rakytníku obsahují asi 7% oleje, 4% sacharidů, organické kyseliny, pektiny, třísloviny, dále zasluhují zvláštní pozornost právě díky obsahu vitaminů C (10x víc než pomeranč), a P a díky znásobení jejich účinků [40]. Vitamin P nejenom posiluje kapiláry cév, ale také svojí přítomností zabraňuje rozkladu vitamínu C a zvyšuje jeho působení. Touto skutečností se vysvětluje vysoká odolnost vitamínu C v plodech rakytníku. Vedle toho obsahuje nepřehledné množství vitamínu B, flavonoidy, vitaminy A, D, E, K, F (obsahem tohoto vitamínu zaujímá rakytník první místo mezi všemi plodovými rostlinami), z minerálních látek hlavně K, Fe, B, Mn, dále pak aminokyseliny, silice, nenasycené mastné kyseliny (kyselina linolová a kyselina linoleová) jsou též obsaženy v hojné míře [13]. Ve větvích a listech rakytníku je obsaženo asi 10% tříslovin, v kůře větví serotonin a listy obsahují flavonoidy, antioxidant lykopen, vitamin P a až 70 mg vitamínu C [14].

Oranžově červené zbarvení plodů je podmíněno obsahem karotenoidů – vitaminů skupiny A rozpustných v tucích, kterých obsahuje až 40 mg ve 100g hmoty než v mrkvi a tykvi. Nejvíce ho obsahují plody červených odrůd v plné zralosti, mražením se jeho obsah snižuje. Proto je rakytník považován za možnou průmyslovou surovinu pro výrobu karotenu [13].

### 1.5.2. Pozitivní účinky rakytníku na lidský organismus

Rakytník posiluje imunitu - má protibakteriální a protivirové účinky (ničí stafylokoky, salmonelózy, bakterie způsobující břišní tyfus, dyzentérie), bojuje s nachlazením (rýma, kašel, chřipka), pomocí inhalace léčí záněty horních cest dýchacích, má pozitivní vliv na kardiovaskulární systém (funguje proti skleróze, posiluje cévní systém, zlepšuje krevní oběh, snižuje srážlivost krve, podporuje tvorbu erytrocytů, zlepšuje kvalitu hemoglobinu, zabraňuje měštnání krve, bojuje se zánětem žil) a zklidňuje onemocnění zažívacího traktu (napomáhá v hojení žaludečních a jícnových vředů, zvyšuje funkci žaludku, jater a sleziny, léčí hemeroidy) [41]. Jako další pozitivum je, že léčí kloubní aparát (revma, dna), snižuje bolest, působí detoxikačně (odbourává škodlivé a toxické látky, blokuje tvorbu volných oxiradikálů v organismu), je vhodný pro léčbu zánětu močových cest, pohlavního ústrojí nebo změn na děložním hrdle, pomáhá odbourávat stres, dodává potřebnou energii po fyzické či psychické námaze, podporuje hojení (popáleniny, omrzliny, proleženiny, opruže-



niny, bércové vředy, akné, ekzémy, poškozené tkáně, zabraňuje vzniku velkých jizev), zabraňuje vypadávání vlasů [31].

Spektrum léčivého účinku rakytníku je opravdu veliké. Pro svůj pozitivní účinek je přidáván také do kosmetických výrobků. Kontraindikace či nežádoucí účinky nebyly doposud objeveny, jen ojediněle se po požití rakytníkového oleje může objevit pálení žáhy [13].

## 1.6. Způsoby užití rakytníku

### 1.6.1. Vnitřní užití

Rakytník stimuluje zvýšení krevní cirkulace, snižuje kouagulaci krve, brání krevnímu městnání a zvyšuje pružnost cévních stěn, jako přírodní biostimulátor napomáhá zlepšovat fyziologickou funkci jater, srdce, žaludku, sleziny a ledvin, napomáhá odbourávat toxické a škodlivé látky z těla. Používá se také při kloubních potížích, zejména léčí revma a dnu. Svými antioxidačními účinky blokuje tvorbu volných oxiradikálů v těle, které způsobují poškození živé buňky, spolupodílí se na likvidaci následků civilizačního stresu [72].

- rakytníkový olej - nejznámější, lze zakoupit v prodejnách zdravé výživy
- rakytníková tinktura
- rakytníkový sirup
- rakytníková šťáva
- rakytníková marmeláda [42]

### 1.6.2. Vnější užití

Urychluje granulaci a epitelizaci poškozených tkání, urychluje zhojení poškozené tkáně po laserovém zásahu, je velmi vhodný při hojení popálenin, ale i jiných zranění. Zabraňuje tvorbě jizev a zmírňuje bolesti při hojení. Rakytník také brání vypadávání vlasů, má léčebný vliv na ekzémy, suchou pokožku, podporuje proces látkové výměny v pokožce a zlepšuje stav kloubů při revmatismu [72].

- rakytníkový olej
- rakytníková mast
- rakytníkový balzám
- pleťové mléko s rakytníkem[42]

Všechny výše uvedené výrobky mají obrovský význam pro lidské zdraví, ovšem nejvýznamnější je rakytníkový olej.

### *1.6.2.1. Rakytníkový olej*

Zvláštní význam má rakytníkový olej – tmavě oranžová tekutina s charakteristickou chutí i vůní. Jde v podstatě o přírodní koncentrát vitaminů A, E, P, K, F atd. Je v něm obsaženo 250 mg karotenoidů, až 300 mg vitaminu E (zejména olej vyrobený z plodů tmavého zbarvení), 50mg kyseliny olejové a 15 mg kyseliny linolové. Ze semen byla izolována důležitá surovina, která se používá k výrobě významného antioxidantu oligoprokvaninu (OPC) jako složky doplňků stravy a kosmetiky [13].

Olej výborně regeneruje epitel při popáleninách a omrzlinách a je velmi efektivní v léčení řady kožních onemocněních. Působí jako biogenní stimulátor, tlumí bolesti, podporuje hojení ran, vnitřně léčí žaludeční vředy a má protisklerotické působení. Účinná je i léčba střevních zánětů a vředů pomocí klyzmatu s přídavkem rakytníkového oleje [41].

I ostatní části rakytníku jsou přirozeně léčivé. Léčí plicní, zažívací, jaterní a kloubní potíže, hojí sliznice, rozpouští hleny, regulují krevní systém a působí jako všeobecné tonikum. Pod vlivem drogy se zvyšuje odolnost organismu proti stresu a droga působí rovněž jako faktor netoxikující, ať již při likvidaci vnějších vlivů například z potravy, tak při detoxikaci vnitřní, kdy napomáhá odbourávání škodlivých zplodin vlastní látkové přeměny, např. při chorobách revmatických [40].

## 1.7. RŮŽE DUŽNOPLODÁ

*Rosa villosa*, syn. *R. pomifera* (růže dužnoplodá neboli jablečná). Jedná se o zcela nenáročný druh původem z hor Evropy a Orientu. Tvoří hustě větvený keř, 1,5 až 2 m vysoký, často výběžkatý. Šedozelené a chlupaté, na rubu plstnaté a žláznaté listy slabě voní po pryskyřici. Růžové květy po jednom až třech, dosahují velikosti až 5 cm, příjemně voní po jablkách. Začíná kvést již koncem května, v červnu až červenci. U nás je zaregistrována mezi ovocnými druhy odrůda 'Karpatia', která byla vyselektována na Slovensku [14]. Šípky má kulovitě podlouhlé, až 2,5 cm široké, temně červené, štětinaté, konzumní a vhodné ke zpracování. Sklízají se ve druhé polovině srpna, neopadávají ani při dozrávání. Mají vysoký podíl dužniny, užitková část plodu obsahuje 24,5% sušiny, 6,4% sacharidů a průměrně 1200 mg vitamínu C, tedy dvakrát více než šípky růže šípkové [74]. Plody obsahují provitamin A, vitamíny C, B, K, cukry, pektiny, rostlinná barviva, silici, třísloviny a mnoho minerálních látek [44].

Zahrnuje přibližně 100 druhů se značnou náchylností k vzájemnému křížení. Růže se nejvíce pěstují pro produkci řezaných květů nebo jako okrasné rostliny. Některé druhy se používají ve farmaceutickém průmyslu, v parfumerii a potravinářství. Šípky po dozrání neopadávají, ale při deštivém počasí praskají a hnijí, proto se musejí sklízet včas. Pro stejné účely se používají šípky růže svraskalé (*R. rugosa*), skořicové (*R. cinnamomea*) a růže Moyesov (*R. moyesii*) [43].

### 1.7.1. Charakteristika růže dužnoplodé

Odrůda 'Karpatia' je nejvíce rozšířená a dostupná pro výsadby. Keře rostou bujně, vzpřímeně, v období plodnosti se mírně rozkládají. Letorosty jsou silné, dlouhé, vínově červené, řídce ostnitě. Květy se objevují koncem května, jsou velké, o průměru pět centimetrů, jednoduché, růžové. V době květu je růže odolná proti pozdním jarním mrazíkům, je samosprašná [43].

Šípek je velký, kulatě válcovitý až mírně hruškovitý, jasně červené barvy, řídce posetý chloupky. Jsou ve shlucích po dvou až třech, s krátkou stopkou a malým množstvím semen. Plodnost keře je velmi dobrá. Plody dozrávají podle klimatických podmínek od poloviny srpna do začátku září. Je nutno hlídat zralost, období vhodné sklizně trvá kolem 10 dnů, při

opožděné sklizni plody měknou a klesá obsah vitamínu C. Plody po přezrání neopadávají. Z pětiletého keře v dobré kondici můžeme sklídit až 5 kg plodů [44].



Obr. 4: Růže dužnoplodá – plod [44]

### 1.7.2. Nároky na pěstování

Nároky na půdu a polohu má růže dužnoplodá stejné jako *Rosa canina* nebo *Rosa rugosa*. Nejlépe se jí daří v hlinitých, dostatečně vlhkých půdách a na slunném místě. Nejčastěji se očkuje v srpnu nebo roubuje na jaře na planou růži. Lze ji množit i semenem, které je nutno do jarního výsevu stratifikovat. Dobře se množí i vegetativně kořenovými oddělky. Kdo ale nechce experimentovat, zapátrá v nabídce zahradnictví. Nejspíše uspěje tam, kde se na netradiční ovocné druhy specializují. Odolnost rostliny proti nízkým teplotám ve dřevě i květu je vysoká [45].

V době dešťů mohou plody pukát a jsou napadány plísní šedou. Chorobami ani škůdci netrpí. Kromě základního řezu po výsadbě nevyžaduje v dalších letech řez. Zmlazení snáší dobře. Pro svůj zajímavý vzrůst, dekorativní listy a velké barevné květy se jí využívá také v sadovnických úpravách, ostudu neudělá ani v našich zahradách. Lze ji využít jako solitéru i na nestříhané živé ploty. Většinou ji vysazujeme po dvou nebo třech keřích do okrasné nebo i užitkové zahrádky. Vzdálenost výsadby volíme 2 x 3 m. Nejvhodnější doba pro výsadbu je podzim, protože na jaře keříky brzy raší [73].

### 1.7.3. Šípky – zdroj vitaminů

Cenné hodnoty šípků znali lidé již v dávné minulosti, kdy je sbírali a upravovali. Čerstvé plody (šípky) obsahují provitamin A, vitaminy B, C, K, cukry, třísloviny, pektiny, rostlinná barviva, silici. Obsahují také mnoho minerálních látek a stopové prvky. Užitková část plodu obsahuje 24,5 % sušiny, 6,4 % sacharidů a průměrně 1200 mg vitamínu C [73].

Využití plodů je velmi široké. Mohou se sušit pro přípravu čaje, vyrábět z nich marmelády, pasty, šťávy, sirupy i vína. V zahraničí se ze semen lisuje olej, který se používá pro léčebné účely [45].

## 1.8. MUCHOVNÍK

Muchovník se řadí do čeledi *Rosaceae* - růžovitých [75]. V posledním desetiletí se zvýšil zájem o užívání této malvice jako jedinečného ovocného druhu [76]. V dnešní době existuje více než 1200 ha plochy, na které se pěstují muchovníky. Tyto plochy se nacházejí na kanadských prériích, Manitobě, Albertě, Saskatchewanu [77].

Stále velmi málo známá skupina krásných keřů a menších stromů. Jsou nejen hezké, ale zároveň užitečné svými jedlými plody. Zde je uvedeno několik z těch, které si zaslouží větší pozornost při plánování zahrad [52].

### 1.8.1. Vybrané druhy

- *Amelanchier alnifolia* – Muchovník olšolistý
- *Amelanchier arborea* – Muchovník stromovitý
- *Amelanchier asiatica* – Muchovník asijský
- *Amelanchier bartramiana* – Muchovník Bertramův
- *Amelanchier canadensis* – Muchovník kanadský
- *Amelanchier cusickii* – Muchovník Cusického
- *Amelanchier florida* – Muchovník květnatý
- *Amelanchier grandiflora* – Muchovník velkokvětý
- *Amelanchier laevis* – Muchovník hladký
- *Amelanchier neglecta* – Muchovník přehlížený
- *Amelanchier obovalis* – Muchovník opakvejčitý
- *Amelanchier ovalis* – M. vejčitý
- *Amelanchier sanguinea* – M. krvavý
- *Amelanchier spicata* – M. klasnatý Thicket shadbush, amélanhier en épis
- *Amelanchier utahensis* – M. utažský, Utah serviceberry

Plody muchovníků jsou jedlé, je možné je přidávat do kompotů nebo sušené do čajových směsí. Mnoho druhů pochází ze Severní Ameriky, kde jejich plody hojně využívali indiáni, například k přípravě kaší nebo směsi ze sušeného soleného masa („Pemmican“), kterému tyto plody dodávaly chuť a zesilovaly konzervující účinek soli. Tento dříve při-

pravovaný pokrm byl ze sušeného masa, například z bizona nebo jelena, který byl rozmixován, a smíchán s určitým množstvím rozpuštěného tuku. V neposlední řadě byl přidán muchovník [78]. Dnes se některé odrůdy muchovníku v Americe komerčně pěstují a jsou známy jako „juneberries“ – červené bobule. Plody kromě ovocných cukrů, pektinů, vitaminů C a B<sub>2</sub> obsahují i železo a měď [28]. Obsahují také kondenzované taniny, které mají antioxidační, antikarcinogenní a protizánětlivé účinky [79].

### 1.8.2. Obecná charakteristika

Muchovník obecný (*Amelanchier ovalis*) pochází z Evropy, daří se mu na nejrůznějších půdách, včetně skal a vápence. Plody velikosti hrášku jsou černé, bíle ojíněné. Keř zapáchá po rybách. Plody má jedlé, chutnají sladce, ale ne vždy příjemně. Dobře snáší zimní mrazy i letní sucha. Na jaře má krásné bílé květy, začátkem léta plodí velké množství chutných plodů a na podzim do měděna zbarvené listy. Na keři se po několika letech od výsadby objevují na konci června bobulky připomínající tvarem, barvou a chutí, borůvky [55].

Vysazené rostliny začnou plodit již 3. rok a to každoročně po dobu 40 - 50 let. Keř je samosprašný. Na zahradě stačí i jen jedna rostlina a dobře plodí. Průměrná úrodnost z jednoho keře je 8 – 12 kg oválných tmavofialových bobulí s vysokým ojíněním. Bobule podle vzhledu snadno zaměníte s velkoplodými borůvkami. Bobule jsou šťavnaté, sladké příjemné chuti a barva šťávy je nádherně karmínová. Muchovník patří k nejranějším medonosným rostlinám. Rozkvétá v dubnu a květy snesou jarní mrazíky až do – 5 i do – 7 °C. Plody dozrávají od poloviny června do poloviny července. Muchovník roste dobře a zdravě v každé půdě a téměř není napadán chorobami a škůdci [55].

### 1.8.3. Botanická charakteristika muchovníku

Vzpřímený keř až malý strom (do 10 m výšky). Borka hnědá, šedohnědá nebo světle hnědá. Pupeny vejcovité, špičaté, tmavě vínově červené. Listy již za květu vyvinuté, lysé nebo kožovité, zelené až modrozelené. Květenství hroznovitá, 3–5,5 cm dlouhá se 7–11 květy, vzpřímená, hustá a kompaktní. Květy 1,5–2 cm velké, vonící po květech hrušně. Kvete od dubna do května, plody dozrávají od druhé půlky června do července [4].

Kůra je šedá nebo méně často hnědá, hladká nebo popraskaná u starších stromů. Listy jsou opadavé. Na podzim se výrazně barví do červena, nebo oranžova. Květenství je sestavené ve vzpřímených, nebo převislých hroznech, s 1–20 květy, a to buď v seskupení jednoho až



čtyř květů, nebo hroznu s 4–20 květy. Květy některých druhů se objevují na začátku jara, v březnu, další kvetou ještě v červnu. Letní kvetení je cenné, protože jde o období, kdy kvete jen málo keřů. Plodem je malvice, v barvě od červené přes fialovou až po téměř černou, 5–15 mm velká, ve škále chutí od nasládlé, šťavnaté po suchou a mdlou. Zraje v létě. Chuť plodů je v popisech zkreslována [29].

#### 1.8.4. Chemické složení muchovníku

Plody obsahují 8 - 12% cukru, organické kyseliny, třísloviny, až 1% pektinů, vit. C, B<sub>2</sub> a právě muchovník je bohatý na antokyany (178 mg/ 100 g), které jsou nově poznány jako aktivní činitelé v prevenci celé řady chorob a hlavně rakoviny [84]. Celkově mají 452 mg na 100g fenolů, 61 mg na 100 g flavonolů. Byly též objeveny polyfenoly: kvercetin, kyani-  
din, delphinidin, pelargonidin, petunidin, peonidin, malvidin a další [82].

Dužina plodů je šťavnatá. Pro vyšší výtěžnost šťávy je výhodné, pokud se plody nechají po sklizni ještě asi 7 dnů přezrát. Pak se vylisuje až 80% šťávy. Šťáva má nádhernou karmínovou barvu a v kombinaci s rakytníkem vytváří podle zastoupení celou barevnou škálu pro míchané nápoje. Z plodů může být zavařenina i kompot. Za svou barvu vděčí anthokyanovým barvivům. Anthokyany patří mezi význačné antioxidanty, které odbourávají škodlivé volné radikály [82]. Připisuje se jim účinek v prevenci zejména rakovinných onemocnění a doporučuje se dbát na jejich pravidelný přísun potravou [25].

#### 1.8.5. Rozmnožování

Rozmnožuje se výsevem na jaře, dělením a štěpováním. Muchovník se štěpuje snadno, roubování na další druhy, jako jsou hloh (*Crataegus*) a jeřabiny, jeřáb (*Sorbus*), jsou často úspěšné. Po naroubování pozorujeme po určité době slábnutí růstu. V současné době není známo, že by se vyskytoval ve volné přírodě, a je pravděpodobně hybridního původu, jako kříženec mezi *A. laevis*, a buď *A. arborea* nebo *A. canadensis* [25].

#### 1.8.6. Pěstování

Všechny muchovníky potřebují podobné podmínky. Pokud mají dobře růst, vyžadují zejména dobré osvětlení, ale všechny snášejí i polostín [80]. Důležitá je dobrá drenáž a proudění vzduchu (jinak trpí listovými chorobami). Snášejí zakouřené ovzduší. Většina druhů je v ČR mrazuvzdorná [81]. Muchovník olšolistý snáší mrazy až – 40 °C. Vhodná je

vláha během suchého období, ale snášejí dobře i sucho. Na zvláštní péči tedy náročné nejsou, můžeme je přihnojovat běžnými průmyslovými hnojivy, jejich vegetativní růst není po dosažení asi 1 m výšky i s přihnojováním nijak silný. Přijatelné půdní podmínky pro muchovníky jsou téměř všude mimo vlhká místa. Dřevo je hnědé, pevné a těžké. Vnitřní část je načervenalé - hnědá a dřevo je světlejší barvy. Může být použito pro výrobu rybářských prutů [4].

### 1.8.7. Ekologie

Mnoho hmyzu a chorob, které napadají ovocné stromy také napadají muchovníky, především rzi a houby. V letech, kdy se květ muchovníků kryje s květem divokých růží, mohou včely šířit bakteriální choroby. V ČR muchovníky významnými chorobami a škůdci netrpí [5].

### 1.8.8. Výskyt

Rod je původní v teplých oblastech severní polokoule, roste především v těchto oblastech na stanovištích, kde probíhá stadium rané sukcese. Nejvíce rozdílných druhů je v Severní Americe, obzvláště v USA a Kanadě. Jeden druh, muchovník oválný (*Amelanchier ovalis*), je původní v Evropě. Tento druh roste jako původní dřevina i v České republice. Dříve se vyskytoval jen na vápencích Karpat, nyní i díky pěstování v zahrádkách zplaňuje. V USA muchovník roste jako původní dřevina ve všech státech, kromě Havaje. Dva druhy muchovníku najdeme v Asii. Tyto rostliny jsou zahradnický cenné a jejich plody jsou důležité pro divoká zvířata. Lidem je ovoce muchovníku téměř neznámé, k jídlu jej průmyslově pěstují jen v některých lokalitách, dříve se sušené užívaly jako náhražka hrozinek. V dřívější době otázka jak zařadit muchovníky a na kolik druhů je rozčlenit dlouho znepokojovala i odborníky [4]. .

### 1.8.9. Použití

Ovoce z několika druhů je výborné syrové, chutná jako borůvky, ale popularita plodů mezi ptáky omezuje velikost sklizně. Ovoce se upravuje například do koláčů a na džem. Několikaletý strom poskytuje až dvanáct kilogramů plodů. Plody sbíráme podle dozrání až třikrát [55].

Plody muchovníku mají místo v lidovém léčitelství, obsahují velké množství vitamínu C a barviva (anthokyaniny, kterým se přisuzuje účinnost proti rakovinnému bujení) a zdraví prospěšné minerály. Plody celkově podporují odolnost organismu, působí preventivně proti žaludečním chorobám a při onkologických onemocněních je možné plody muchovníku podávat jako podpůrný doplněk stravy. Při žaludečních a střevních potížích může být podáván čaj ze sušených listů [3]. Kořeny také bránily před krvácením během těhotenství a před úplavicí. V Kanadě a USA se sklízí komerčně. Některé druhy muchovníků jsou velmi oblíbené okrasné keře, pěstované pro květy, kůru, a pro podzimní barevné listí [4].

### 1.8.10. Charakteristika vybraných druhů muchovníků

#### 1.8.11. *Amelanchier ovalis* - Muchovník oválný (vejčitý)

V květnu, kdy již vyrašily všechny oválné listy, se rozvíjejí hrozny bílých květů. Na podzim se z nich vytvářejí jedlé sladké malvice, které také rádi ozobávají ptáci. Roste na slunci i v polostínu, dorůstá 2 až 3 m. Je velmi dekorativní, zvláště podzimní oranžovo-červená barva listů a černomodré malvice. Je vhodný k použití jako živý netvarovaný plot. Je to jediný druh z celého rodu, který je původem z Evropy, ostatní pocházejí z Ameriky. Kultivar „Helvetia“ je více kompaktní a zakrslý, dorůstá jen 1-2 m. Kultivar „Edelweiss“ by měl mít chutnější plody [5].



Obr. 5 Muchovník oválný – květ [5] Obr. 6 Muchovník oválný – plod [5]

#### 1.8.12. *Amelanchier laevis* - Muchovník hladký

Bílé květy raší v dubnu ve stejnou dobu jako olivově zbarvené listy. Plody jsou fialové, velmi chutné a lze z nich připravovat i kompot. 4. Listy se na podzim (už v září) pestře vybarví do žluta s oranžovými skvrnami, a postupně tmavnou do syté červeně. Strom může tvořit okrasu i po opadu listů. Dorůstá až 5 m [5].



Obr. 7 Muchovník hladký – květ [5] Obr. 8 Muchovník hladký – plod [5]

### 1.8.13. *Amelanchier lamarckii* – Muchovník velkokvětý

Vzrůstem keř nebo i strom s podélně rozpukanou šedohnědou borkou. Květy jsou 2-3 cm velké, plody jedlé, kulovité, modročerné, 1 cm velké. Získává šarlatově červené zbarvení listů při rašení a před opadem.



Obr. 9 Muchovník velkokvětý – květ [5] Obr. 10 Muchovník velkokvětý – plod [5]

### 1.8.14. *Amelanchier canadensis* - Muchovník kanadský

Nízký strom, jehož podlouhlé oválné listy jsou na jaře na rubu lehce plstnaté, později olysávají. Sněhobílé květy pokrývají v dubnu celý strom, z nich se vyvinou purpurově červené plody velikosti rybízu. Listí se na podzim vybarvuje oranžově [55].



Obr. 11 Muchovník kanadský – květ [55] Obr. 12 Muchovník kanadský – plod [55]

#### 1.8.15. *Amelanchier alnifolia* - Muchovník olšolistý

Je to keř dorůstající až 4 m. Bílé květy jsou samosprašné a vykvétají v květnu. Plody dozrávají od června do července a jsou to sladké chutné černé malvice velké až 1,5 cm 2. Není náročný na půdu a roste i na suších místech. Jde o jeden z nejotužilejších druhů, který úspěšně roste i na severu Kanady a na Aljašce. Listy se na podzim zabarvují do žluta až do červena [55].



Obr. 13 Muchovník olšolistý – keř [55] Obr. 14 Muchovník olšolistý – plod [55]

## 1.9. ANTIOXIDAČNÍ KAPACITA

Ve své práci jsem se zaměřila na stanovení antioxidantů a polyfenolů, které jsem v této kapitole blíže popsala.

Antioxidantům v potravě se v přítomné době věnuje velká pozornost a to z hlediska jejich výskytu v různých druzích potravin i z hlediska jejich biologické účinnosti. Je tomu tak proto, že se považují za faktory eliminace nebo redukce oxidačních agens, látkových i enzymatických. Efektem této aktivity je ochrana struktur a funkcí mnohých biomolekul (polynenasycené mastné kyseliny v biomembránách, aminokyseliny v proteinech, sacharidy, různých nukleových kyselin aj.), udržování fyziologické rovnováhy mezi iniciátory oxidací (volné radikály, reaktivní formy kyslíku aj.) a systémem antioxidační ochrany organismy a stimulace tvorby a aktivity endogenních antioxidantů [48].

Jedná se o souhrnnou schopnost potravin či výživového doplňku vychytávat volné radikály a zamezovat tak jejich škodlivým účinkům. Volné radikály jsou velice reaktivní částice, které mohou atakovat biologické struktury. Vyskytují se všude kolem nás, i v lidském organismu, kde vznikají jako meziprodukty metabolických přeměn. Podstatnou vlastností volných radikálů je, že pokud reagují s molekulou, vznikne nový radikál. Zanikají až vzájemnou reakcí dvou radikálů nebo kontaktem s antioxidantem. Organismy jsou přirozeně vybaveny enzymy, které jim pomáhají vyrovnávat se s náparem radikálů. Zvýšené znečištění životního prostředí, ozonová díra, stres a kouření jsou jevy, které zvyšují koncentraci volných radikálů v organismu a stojí u zrodu mnoha civilizačních onemocnění [46].

Potraviny jsou nositeli nejen „klasických“ antioxidantů esenciální povahy mezi něž patří vitamín C, vitamín E, flavonoidy, karotenoidy a stopové prvky jako selen, zinek, měď, foláty, ale také několik tisíc druhů přírodních látek, které v modelových systémech a po aplikaci živým objektům vykazují srovnatelné, v mnoha případech dokonce intenzivnější antioxidační účinky [85]. Tyto látky se mohou vyskytovat ve fyziologickém prostředí ve své redukované i oxidované formě a v závislosti na svém redukčním potenciálu a oxidačně - redukčních parametrech prostředí se mohou tyto formy – v interakci s jinými látkami - vzájemně přeměňovat. Oxidačně – redukční interakce mezi biomolekulami (lidskému organismu vlastními) nebo exogenními oxidanty na jedné straně a těmito látkami na straně druhé mohou mít různý charakter, obvykle vzájemné výměny elektronů, vodíkových atomů

resp. molekul kyslíku. Je známo, že analogické oxidačně – redukční reakce probíhají také v potravinách (žluknutí tuků a jeho blokování antioxidanty, enzymatické hnědnutí rostlinného materiálu) a také při jejich technologickém zpracování a skladování, ale rovněž v trávicím ústrojí savců [48].

Z poznatků vyplývá, že strava bohatá na ovoce a zeleninu zpomaluje stárnutí a pomáhá předcházet kardiovaskulárním chorobám a rakovině. Ačkoli se na trhu nabízí mnoho různých komplexních multivitaminových přípravků, pravdou zůstává, že přírodní zdroje jsou vždy lepší a ve vyspělých zemích mohou dostatečně pokrýt konzumentovu potřebu [46].

### **Antioxidanty se dělí:**

podle původu na :

- přírodní – tokoferoly, kyselina askorbová
- syntetické – BHA, BHT, galláty a další látky [86]

podle chemické struktury na:

- fenolového typu – tokoferoly, galláty a řada dalších sloučenin přítomných v potravinách, koření a jiných přírodních materiálech
- endiolového typu – zahrnují kyselinu askorbovou, potom její soli a jiné deriváty [58]

#### **1.9.1. Polyfenoly**

V rostlinách bylo identifikováno několik tisíc fenolických látek s obrovskou rozmanitostí struktur. Společným rysem je, že obsahují jedno nebo více aromatických jader substituovaných hydroxylovými skupinami. Mnoho těchto látek je zastoupeno v potravinách, zejména v ovoci, zelenině a některých nápojích. Celkový denní příjem polyfenolů byl odhadnut na 1 g a je tedy vyšší než příjem antioxidantních vitamínů [90].

Polyfenoly mají v naší stravě redukční účinky a hlavně mají pozitivní účinky na zdraví člověka [58]. Jsou to převážně látky organické, fenolického charakteru s více než jednou hydroxylovou skupinou v molekule [88].

Fenolické látky přijímané ve výživě člověka lze rozdělit do 3 základních skupiny:

1. Fenolické kyseliny



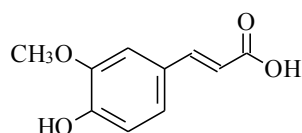
2. Flavonoidy
3. Skupina stilbenů a lignanů – méně častá [90]

#### 1.9.1.1. Fenolické kyseliny

Podle současných poznatků tvoří asi 1/3 polyfenolů v potravě. V naší stravě jsou fenolické kyseliny zastoupeny především hydroxyskořicovými kyselinami, hlavně ve formě esterů. Nejčastěji je to kyselina kávová a její estery a potom kyselina ferulová.

##### Kyselina ferulová

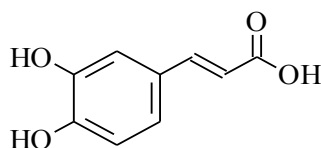
Obvykle je asociována s potravinovou vlákninou a je v ní esterovou vazbou vázána k hemicelulóze. Hlavní zdroj této kyseliny jsou např. pšeničné otruby [90].



Obr. 15: Kyselina ferulová [90]

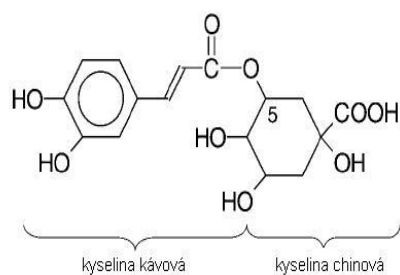
##### Kyselina kávová a její estery

Nejběžnějším esterem kyseliny kávové je kyselina chlorogenová (5 – caffeoylchinová kyselina), která je obsažena v ovoci, zelenině a kávě dále pak v bramborách jablkách, hruškách, meruňkách a broskví. Významný obsah chlorogenové kyseliny a jejich derivátů je též v artyčoku.



Obr. 16: Kyselina kávová [99]



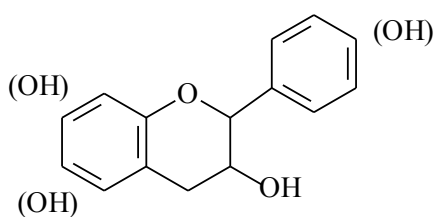


Obr. 17: Kyselina chlorogenová [99]

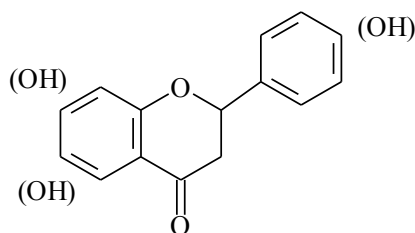
Další fenolické deriváty patřící do této skupiny jsou kondenzované taniny. Fenolické kyseliny jsou v nich esterifikovány polyhydroxysloučeninami, nejčastěji glukózou. Fenolickými kyselinami jsou jednak kyselina gallová v gallotaninech (mango), jednak ostatní fenolické kyseliny odvozené oxidací galoylových zbytků v ellagotaninech (borůvky, maliny, rybíz). Taniny všeobecně přispívají k antogenním vlastnostem ovoce [90].

### 1.9.1.2. Flavonoidy

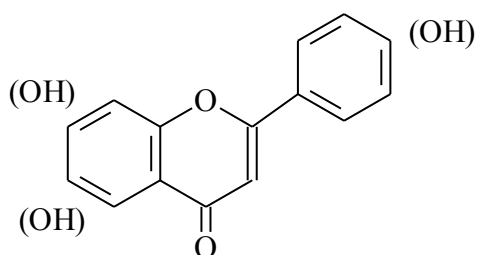
Nejčastěji se vyskytující polyfenoly v naší výživě jsou flavonoidy. Hlavními skupinami jsou: flavanoly, flavanony, flavony, flavonoly, proanthokyanidiny, kyanidiny a isoflavonoidy.



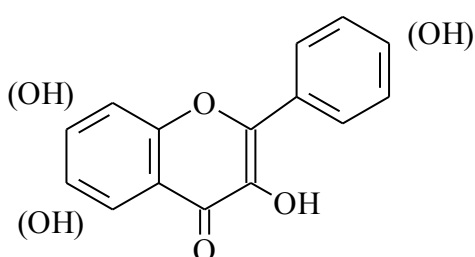
Obr. 18 Flavanoly [99]



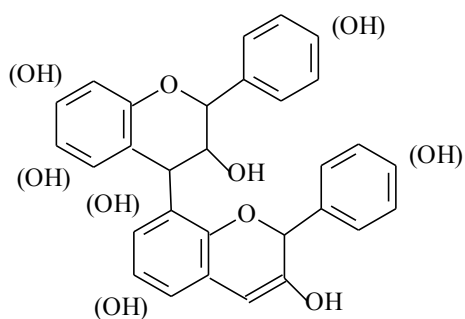
Obr. 19 Flavanony [99]



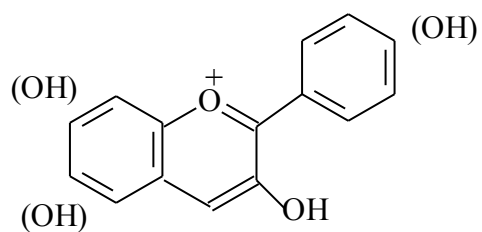
Obr. 20 Flavony [99]



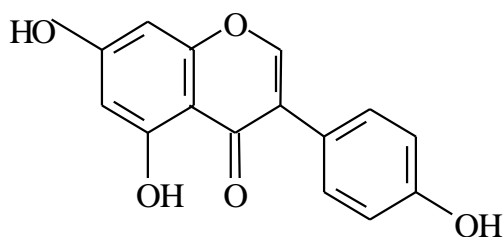
Obr. 21 Flavonoly [99]



Obr. 22 Proanthokyanidiny [99]

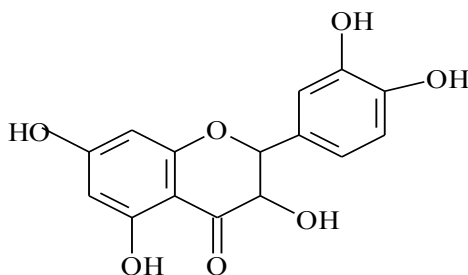


Obr. 23 Anthokyanidiny [99]



Obr. 24 Isoflavony [99]

Nejvíce obsažený flavonoid ve výživě člověka je flavonol kvercetin. Nachází se ve vysokých koncentracích v běžně přijímaných potravinách jako je cibule (300 mg/kg čerstvé váhy), jablka (21 – 72 mg · kg<sup>-1</sup>), kapusta (100 mg · kg<sup>-1</sup>), červené víno (4 – 16 mg · l<sup>-1</sup>) a zelený a černý čaj (10 – 25 mg · l<sup>-1</sup>). V takovýchto zdrojích se nachází ve formě volné i vázané s cukernými jednotkami. Např. kvercetin – 3 – O – glukosid, kvercetin – 3 – O – rhamnosid a mnoho dalších [99].



Obr. 25 Kvercetin [90]

Hlavními flavanoly jsou katechiny. Vyskytují se také vázané esterově s kyselinou gallovou nebo ve formě dvojité spojených dimerů. Vykazují antigenní účinky a výskytem jsou obvykle asociovány s flavanolovými katechiny. Běžným zdrojem jsou jablka, hrušky, hrozny, červené víno, čaj, čokoláda, kakao aj.

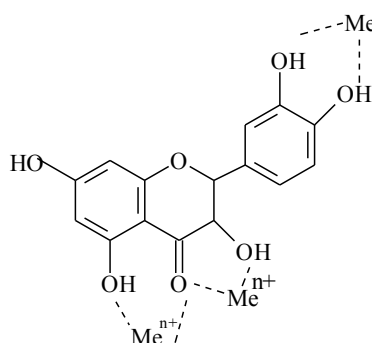
### 1.9.1.3. Stilbeny

V rostlinné říši nejsou příliš rozšířené. Zástupcem je resveratrol, hydroxytyrosol, oleuropein.

## 1.9.2. Antioxidační účinky polyfenolů

Antioxidačnímu účinku polyfenolů lze přičíst několik mechanismů:

1. Některé flavonoidy a polyfenoly inhibují enzymy, které jsou zodpovědné za produkci superoxidového anion – radikálu (např. *xantinooxidasu*, *proteinkinasu C*). Inhibují i další enzymy podílející se na tvorbě volných radikálů (*lipoxygenasy cyklooxygenasu*, a další)
2. Mnohé polyfenoly tvoří chelátové vazby s kovy a to především s mědí a dvojmocným železem. Volné ionty těchto kovů se účastní při tvorbě reaktivních kyslíkových forem např. při Fentonově reakci.



Obr. 26: Vazebná místa pro kovy v molekulách flavonoidů [90]

3. Mnoho polyfenolů je snadno oxidovatelná. Snadnost oxidace přímo závisí na redoxním potenciálu. Látky s nízkým redox potenciálem ( $< 0,75$  V) jsou schopné redukovat některé volné radikály s oxidačními účinky, např. superoxidový, peroxylový, alkoxylový a hydroxylový. Při reakcích poskytují vodík a samy se přitom většinou přeměňují na málo reaktivní fenoxylový radikál nebo neradikálové chinoidní struktury. Význam reakce spočívá v tom, že radikály jsou eliminovány dříve než reagují s dalšími buněčnými komponentami. Je však třeba poznamenat, že některé fenolické látky mohou za určitých okolností působit jako prooxidanty. Za přítomnosti většího množství přechodných kovů může aroxylový radikál reagovat i s kyslíkem za vzniku superoxidu a chinonu [99].

### 1.10. Stanovení celkové antioxidační kapacity

Celková antioxidační kapacita je termín charakterizující souhrnnou koncentraci všech látek s antioxidačními účinky ve vzorku. Obecným principem stanovení je cílená tvorba

radikálů ve vzorku a stanovení schopnosti vzorku tuto tvorbu zastavit nebo alespoň zpomalit [49].

### 1.11. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek a potravin

V oblasti chemické analýzy a biologického hodnocení potravin byly v posledním desetiletí vypracovány početné metody, které umožňují stanovit tzv. celkovou antioxidační aktivitu vzorku (dále zkratka TAC = total antioxidant capacity). Jsou principiálně značně navzájem odlišné a postupně se vyvíjejí jejich modifikace. Jejich základním smyslem je charakterizovat v podmínkách blízkých fyziologickému prostředí jejich antioxidační popř. redukční účinnost jako souhrnou vlastnost potraviny. TAC je analogicky a dnes už rutinně stanovována v klinicko-chemických laboratořích (ve vzorcích krevní plazmy) a také v jiných typech biologického materiálu. Po řadu let se k tomuto účelu používá např. standardní radikálové metody [23]. Metody stanovení se mohou dělit na dvě skupiny. Na metody hodnotící schopnost eliminovat radikály a na metody posuzující redoxní vlastnosti látek [89].

#### 1.11.1. Druhy metod hodnotící schopnost eliminovat radikály:

- **Metoda TEAC** (Trolox equivalent antioxidant capacity) – nejčastěji používaným prekursorem radikálu je tzv. ABTS, tj. 2, 2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazolin)-6-sulfonát, iniciátorem, který ji přeměňuje na modrozelený radikál ABTS<sup>+</sup>, je látka AAHP tj. 2,2'-azobis(2-amidinopropan) dihydrochlorid, ale také peroxid vodíku, ferrokyanid, persíran nebo peroxidas z křenu ve směsi s peroxidem vodíku aj. Reakce ABTS<sup>+</sup> s látkou, která má antioxidační účinky se sleduje spektrofotometricky. ABTS<sup>+</sup> má výraznou modrozelenou barvu a reakcí s antioxidantem se redukuje a odbarvuje. Při této metodě se absorbance měří při 600 nm. Celková antioxidační kapacita vzorku je přepočítávána na standardní látku Trolox (6-hydroxy-2, 5, 7, 8-tetrametylchroman-2-karboxylová kyselina) Trolox je derivát vitamínu E a je rozpustný ve vodě [97].

- **Metoda DPPH**

Tato metoda je považována za jednu z nejzákladnějších metod pro stanovení anti-radikálové aktivity čistých látek i různých směsných vzorků a i v této diplomové práci byla použita v praktické části.

Principem je reakce testovaného vzorku s radikálem DPPH $\cdot$ , kdy se tento radikál redukuje na DPPH – H (difenylpikrylhydrazin). DPPH (1, 1 – bifenyl – 2 – (2, 4, 6 – trinitrofenol) hydrazyl) je stabilní volný radikál, který může být díky své struktuře akceptorem vodíku a přejít tak do stabilní formy diamagnetické molekuly [92]. Jsou to pohybující se molekuly, elektrony nebo nukleony, které mají magnetický dipól a tím pádem se chovají jako elektromagnet. Látky bez permanentního magnetického momentu, které zeslabují magnetické pole, jsou nazývány látkami diamagnetickými [93]. DPPH v metanolu má intenzivní fialové zbarvení, které se působením antioxidantů snižuje. Rychlost a míra odbarvení jsou úměrné antioxidační aktivitě vzorku [92]. Reakce je nejčastěji sledována spektrofotometricky při 517 nm, buď kineticky [94] nebo po dosažení rovnováhy v koncovém bodě = end – point [95]. Detekci ubývajícího radikálu DPPH je možno provádět pomocí HPLC, což je vhodné převážně při měření barevných vzorků, které by mohly při spektrofotometrickém stanovení interferovat [89]. Jako standard pro tuto metodu bývá využíván trolox nebo kyselina askorbová [96].

- **Metoda využívající galvinoxyl**

Galvinoxyl je (2, 6 – di – *terc* – butyl – 4 – (3, 5 – di – *terc* – butyl – 4 - oxocyklohexa – 2, 5 – dien – 1 – yliden)

Principem této metody je redukce stabilního radikálu galvinoxylu látkami, které poskytují vodík, podobně jako u DPPH. Reakce se sleduje spektrofotometricky při vlnové délce 428 nm nebo na základě elektronové spinové rezonance [89].

### **Druhy metod hodnotící eliminaci kyslíkových radikálů:**

- **Metoda ORAC** – (Oxygen radical absorbance capacity) spočívá ve vytvoření peroxylového radikálu fykoeritru a to jeho oxidací činidlem ABAP ( ). Radikál se určuje kvantitativně fluorimetricky a hodnotí se rychlost úbytku signálu po přidání testovaného vzorku.

- **Metody založené na vychytávání superperoxidového anion – radikálu**

K produkci radikálu je využívána například neenzymová reakce 5 - methylfenazinium – methyl – sulfátu a NADH nebo systém xantin/xantinoxidáza. Radikál, který vznikne, redukuje nitrotetrazoliovou modř. Detekce se provádí spektrofotometricky při 550 – 560 nm. Další možná detekce je metodou ESR na základě reakce superoxidového anion – radikálu s DMPO nebo kombinací HPLC a chemiluminiscence, kdy je proměřena inhibice chemiluminiscence luminalu separovanými látkami při HPLC. Jelikož je luminal schopen reagovat s různými kyslíkovými radikály, je tato metoda schopna postihnout široké spektrum antioxidační aktivity látek [89].

- **Metody založené na vychytávání OH – radikálů**

Detekce je založena na vychytávání radikálu látkami, jejichž reakční produkty lze snadno stanovit. Antioxidanty vychytávající OH • snižují tvorbu těchto produktů [90].

### 1.11.2. Metody založené na hodnocení redoxních vlastností látek

- **Metoda FRAP** (Ferric reduction ability of plasma) nebo **FOX** (Ferrous oxidation assay) – je založena na redukcí  $Fe^{3+}$  komplexů jako je TPTZ (2, 4, 6 - tripyridyl-S-triazin), ferrikyanid aj., které jsou téměř bezbarvé a po redukcí a event. reakcí s dalším činidlem vytváří barevné produkty, jakým může být např. berlínská modř.

- **Cyklická voltametrie** (Cyclic voltammetry)

Tato metoda hodnotí redoxní vlastnosti látek a indikuje schopnost látek odštěpovat elektrony.

- **HPLC metoda s elektrochemickou detekcí**

Umožňuje velmi přesnou a citlivou detekci elektroaktivních látek použitím amperometrických nebo coulochemických detektorů. Hodnocení antioxidačních vlastností látek koreluje s různými jinými metodami na testování TAC látek, například s metodou DPPH [98].

### Další metody:

- **Lipidově peroxidační metody** – provádějí se v pufrovaných modelových systémech obsahujících nenasycené mastné kyseliny a testovaný vzorek. Často se přidává homogenát živočišné tkáně, např. jater nebo mozku a lipidová peroxidace se v ní iniciuje tetrachlormetanem nebo peroxidem [91].
- **Metody založené na detekci oxidačního poškození organismu** – u pokusných zvířat se vyvolává experimentální oxidační stres a současně nebo následně se v různých dávkách podává testovaný vzorek potravin. Kritérií oxidačního poškození jsou např. 8-hydroxy-2'-deoxyguanosin v moči, karbonylované proteiny v krvi, tzv. TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) v krvi, hydroperoxydy a konjugované dieny v krvi, F2-isoprostany a etan + pentan ve vydechaném vzduchu.
- **Novější speciální metody** – Briggs-Raucherova metoda využívající peroxylový radikál magnátu, jehož tvorba v umělém systému je moderována aplikovaným vzorkem. Kvantitativní hodnocení radikálu je oscilometrické, metoda je výjimečně citlivá.

Velmi pravidelně TAC analyticky v témže vzorku koreluje na obsah vitamínu C a E, celkový obsah karotenoidů nebo jednotlivě beta-karoten, lykopen aj. celkový obsah fenolických látek, event. flavonoidů.

Celkové fenoly se zcela pravidelně určují kolorimetricky s použitím tzv. Folin-Ciocalteuova činidla. V náročnějších studiích se do těchto analýz zařazují chromatografické separace, často na principu HPLC.

## **1.12. Stanovení obsahu polyfenolických látek**

Obsah polyfenolických látek byl stanoven metodou Folin – Ciocalteu, jinak také nazývanou Gallic Acid Equivalence method (GAE). Folin – Ciocalteuho činidla neobsahuje fenol, ale obsahuje takové sloučeniny, které reagují s fenolickými sloučeninami. Takovými sloučeninami jsou fosfomolybden a fosfowolframan, přesněji jejich směs, která se používá pro kolorimetrické stanovení fenolických a polyfenolických antioxidantů. Folin – Ciocalteuho činidlo reaguje s fenoly a tím dochází k redukci určité látky na chromogennou formu, která může být zachycena při spektrofotrickém měření při vlnové délce 550 – 750 nm [100].



## **2. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 2 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Netradiční ovocné druhy jsou velkým potenciálem ve výživě člověka. Hlavním aspektem je zde antioxidační kapacita. Ta je způsobena především fenolickými látkami. Ve své diplomové práci jsem se zaměřila na vybrané odrůdy rakytníku, dužnatých růží a muchovníku.

Konkrétním cílem mé diplomové práce bylo:

- zaměřit se v literární části na chemické složení ovoce a podrobně popsat rakytník, dužnatou růži a muchovník,
- změřit ve sklizeném biologickém materiálu obsah polyfenolických látek a antioxidační kapacitu,
- získané výsledky vyhodnotit a diskutovat s literaturou.

### 3 MATERIÁL A METODIKA

#### 3.1 Pokusná lokalita

Vzorky ovoce byly získány z lokality Mendelovy zemědělské univerzity v Žabčicích u Brna. Nadmořská výška je zde v průměru 184 m. n. m., průměrná roční teplota je 9,0 °C a průměr roční srážek je 553 mm.

#### 3.2 Sběr vzorků

Ovocné plody byly sklizeny vždy ze 3 rostlin jednotlivých odrůd. Konkrétně u rakytníku to bylo dohromady 100 plodů, u dužnatých růžích 40 plodů a u muchovníku 80 plodů. Plody byly vybrány náhodně. Ovoce každé odrůdy bylo smícháno dohromady a průměrný vorek byl získán kvartací.

Sklizeň proběhla v těchto termínech:

Rakytník: 9.9.2010

Dužnaté růže: 9.9.2010

Muchovník: 7.7.2010

Vzorky byly ihned po sklizni zmrazeny na -18 °C a chemické analýzy byly prováděny na Ústavu technologie a mikrobiologie potravin fakulty technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.

Pro účely diplomové práce jsem použila tyto odrůdy:

Muchovník :

‘Thiessen’, ‘Školský’

Rakytník:

‘Ljubitelna’, ‘Trofimovský’, ‘Botanický’, ‘Aromat’, ‘Leicora’, ‘Buchlovický’,  
‘Vitamínová’, ‘Trofimovský’, ‘Buchlovický’

Rosa pommifera:

‘Karpatia’

### 3.3 Chemické analýzy

#### 3.3.1 Příprava vzorků ovoce pro stanovení antioxidační kapacity a pro zjištění obsahu polyfenolických látek

V mixéru byl rozmixován obsah jednotlivých druhů ovoce, poté bylo naváženo 5 g každého vzorku, smícháno s 50 ml metanolu a následně proběhla extrakce po dobu 24 hodin. Poté byl vyextrahovaný vzorek přefiltrován přes filtrační papír a získaný filtrát (dále jen vzorek) byl použit pro stanovení antioxidantů i polyfenolů v jednotlivých druzích ovoce.

#### 3.3.2 Stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH

Na analytických vahách bylo naváženo 24 mg DPPH (2, 2 – bifenyl – 1 – pikrylhydrazyl) a dále rozpuštěno ve 100 ml metanolu. Tímto způsobem byl připraven zásobní roztok.

Pracovní roztok byl připraven smícháním 45 ml metanolu a 10 ml zásobního roztoku, který byl připraven v předcházejícím úkole. Absorbance vzniklé směsi byla proměřena při vlnové délce 515 nm a činila tak  $1,113 \pm 0,01$ .

Do 10 ml odměrné baňky bylo napipetováno 0,45 ml vzorku a 8,55 ml pracovního roztoku. Po dobu 1 hodiny byla následně odměrná baňka umístěna do tmy. Absorbance byla měřena při vlnové délce 515 nm na spektrofotometru LIBRA S6 proti slepému vzorku, v tomto případě proti metanolu. Antioxidační kapacita byl přepočítána jako pokles hodnoty absorbance pomocí vzorce:  $(\%) = (A_0 - A_1 / A_0) \cdot 100$ , kdy  $A_0$  byla naměřená absorbance pracovního roztoku a  $A_1$  získaná absorbance směsi pracovního roztoku s filtrátem z ovoce. Výsledná absorbance byla vyjádřena jako  $AAE \cdot \text{kg}^{-1}$  (Ascorbic Acid Equivalents), ekvivalentní množství kyseliny askorbové a pomocí kalibrační křivky tohoto standardu. Standard kyselina askorbová byla použita v koncentracích  $40 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ,  $80 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ,  $120 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ,  $160 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ,  $200 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  [113].

### 3.4 Stanovení polyfenolů spektrofotometrickou Follinovou metodou

Do 10 ml odměrné baňky bylo napipetováno 0,1 ml vzorku, 0,5 ml Folin – Ciocalteu činidla a 1,5 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a doplněno destilovanou vodou po rysku. Absorbance byla též měřena na spektrofotometru LIBRA S6 při vlnové délce 765 nm proti slepému vzorku. Slepý vorek byl připraven ze stejných chemikálií, jen množství vzorku bylo nahrazeno stejným množstvím destilované vody. Obsah polyfenolů byl vypočten podle rovnice lineární regrese kalibrační křivky pro standard kyselinu gallovou. Obsah polyfenolů se uvádí  $\text{GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ , tedy v ekvivalentech kyseliny gallové (Gallic Acid Equivalents) v koncentracích  $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ,  $100 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ,  $200 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ,  $400 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ,  $600 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  [113].

Pro určení směrodatných odchylek a dalšího vyhodnocení výsledků jsem využila program Microsoft Excel verze 2007.

## 4 VÝSLEDKY

### 4.1 Obsah polyfenolů

V tabulkách číslo 1, 2, 3 jsou uvedeny průměrné obsahy polyfenolických látek v g GAE · kg<sup>-1</sup> jednotlivých odrůd muchovníku, rakytníku a růže dužnoplodé.

Tab. 1: Průměrný obsah polyfenolů v plodech muchovníku.

Odrůda	obsah polyfenolických látek v g GAE · kg <sup>-1</sup>
‘Thiessen’	6,94 ± 0,01
‘Školský’	9,26 ± 0,05

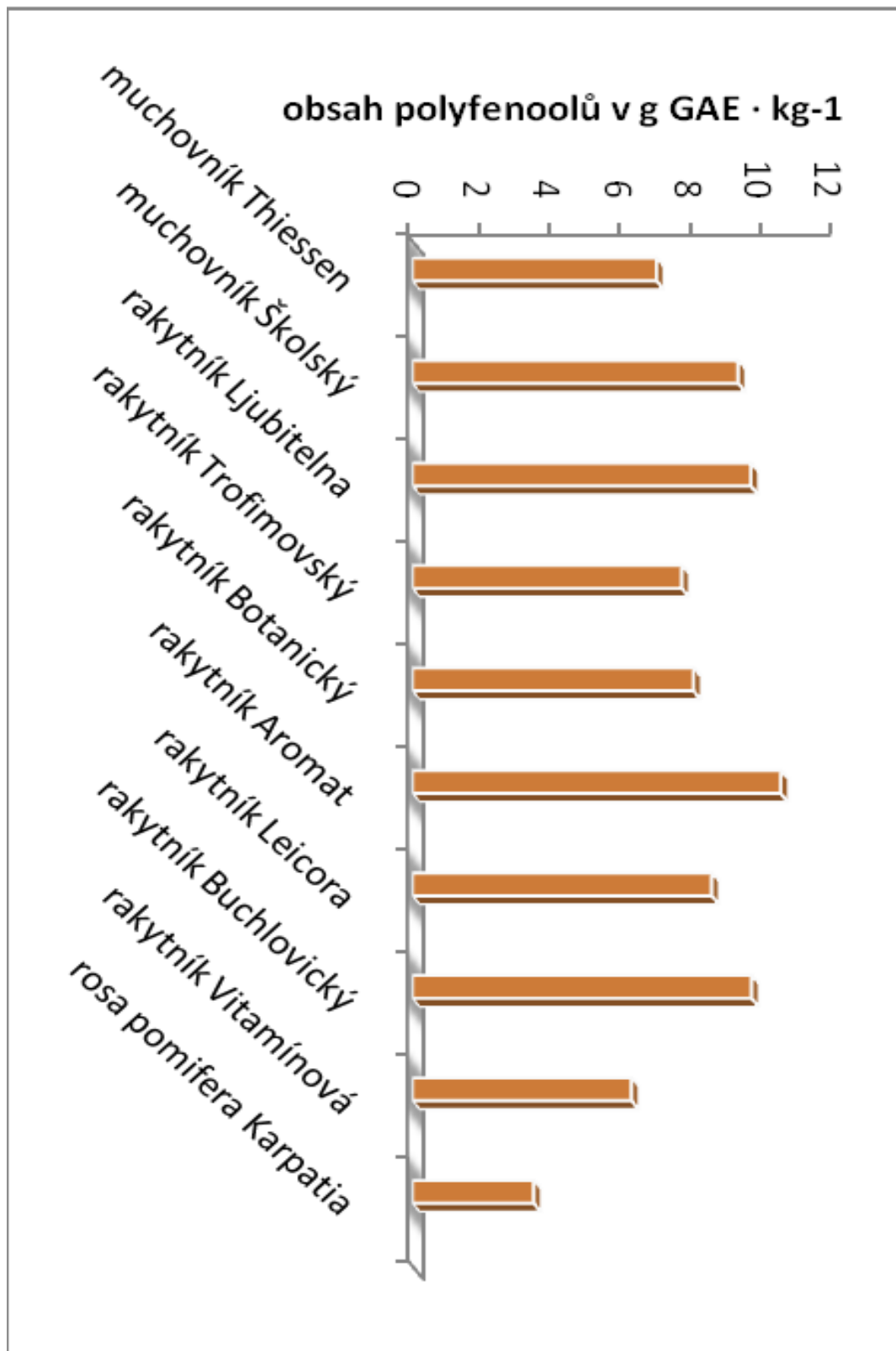
Tab. 2: Průměrný obsah polyfenolů v jednotlivých odrůdách rakytníku.

Odrůda	obsah polyfenolických látek v g GAE · kg <sup>-1</sup>
‘Ljubitelna’	9,62 ± 0,05
‘Trofimovský’	7,66 ± 0,100
‘Botanický’	7,99 ± 0,040
‘Aromat’	10,47 ± 0,004
‘Leicora’	8,51 ± 0,030
‘Buchlovický’	9,64 ± 0,010
‘Vitamínová’	6,23 ± 0,010

Tab. 3: Průměrný obsah polyfenolů v *Rosa pomifera*.

Odrůda	obsah polyfenolických látek v g GAE · kg <sup>-1</sup>
‘Karpatia’	3,45 ± 0,008

Graf. 1: Obsah polyfenolických látek v jednotlivých plodech ovoce.



Z výsledků vyplývá vysoká variabilita plodů jednotlivých odrůd. Z tab. (1.,2.,3.) vyplývá, že nejmenší obsah polyfenolických látek byl naměřen u vzorku *Rosa pomifera* 'Karpátia'  $3,45 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Na druhou stranu nejvyšší hodnota následovala u rakytníku 'Aromat'  $10,47 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Mezi těmito mezními hodnotami se pohybovaly ostatní, načež výsledek  $6,23 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$  odpovídal odrůdě rakytník 'Vitamínová' a hodnota  $6,94 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$  byla naměřena u muchovníku 'Thiessen'. Jediné tyto dva druhy z analyzovaných vzorků nepřekročili  $7 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Poměrně vyrovnané obsahy polyfenolů obsahovali odrůdy rakytníku 'Trofimovského' a 'Botanického', které se blížily  $8 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Rakytník 'Leicora' tuto hodnotu ovšem přesáhl, odpovídá mu  $8,51 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

V rozmezí od  $9 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$  do  $10 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$  byl zjištěn obsah polyfenolů u muchovníku 'Školského' a to  $9,26 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ , Rakytník 'Ljubitelna' a Rakytník 'Buchlovický' měli přibližně podobné výsledky. Lišili se jejich obsahy pouze o  $0,01 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

## 4.2 Obsah antioxidantů

V tabulkách 4, 5, 6 je vyjádřen obsah antioxidačních látek v  $\text{g AAE} \cdot \text{kg}^{-1}$  jednotlivých odrůd muchovníku, rakytníku a růže dužnoplodé.

Tab. 4: Průměrný obsah antioxidantů v plodech muchovníku.

Odrůda	obsah antioxidantů v $\text{g AAE} \cdot \text{kg}^{-1}$
'Thiessen'	$17,2 \pm 0,02$
'Školský'	$17,1 \pm 0,02$



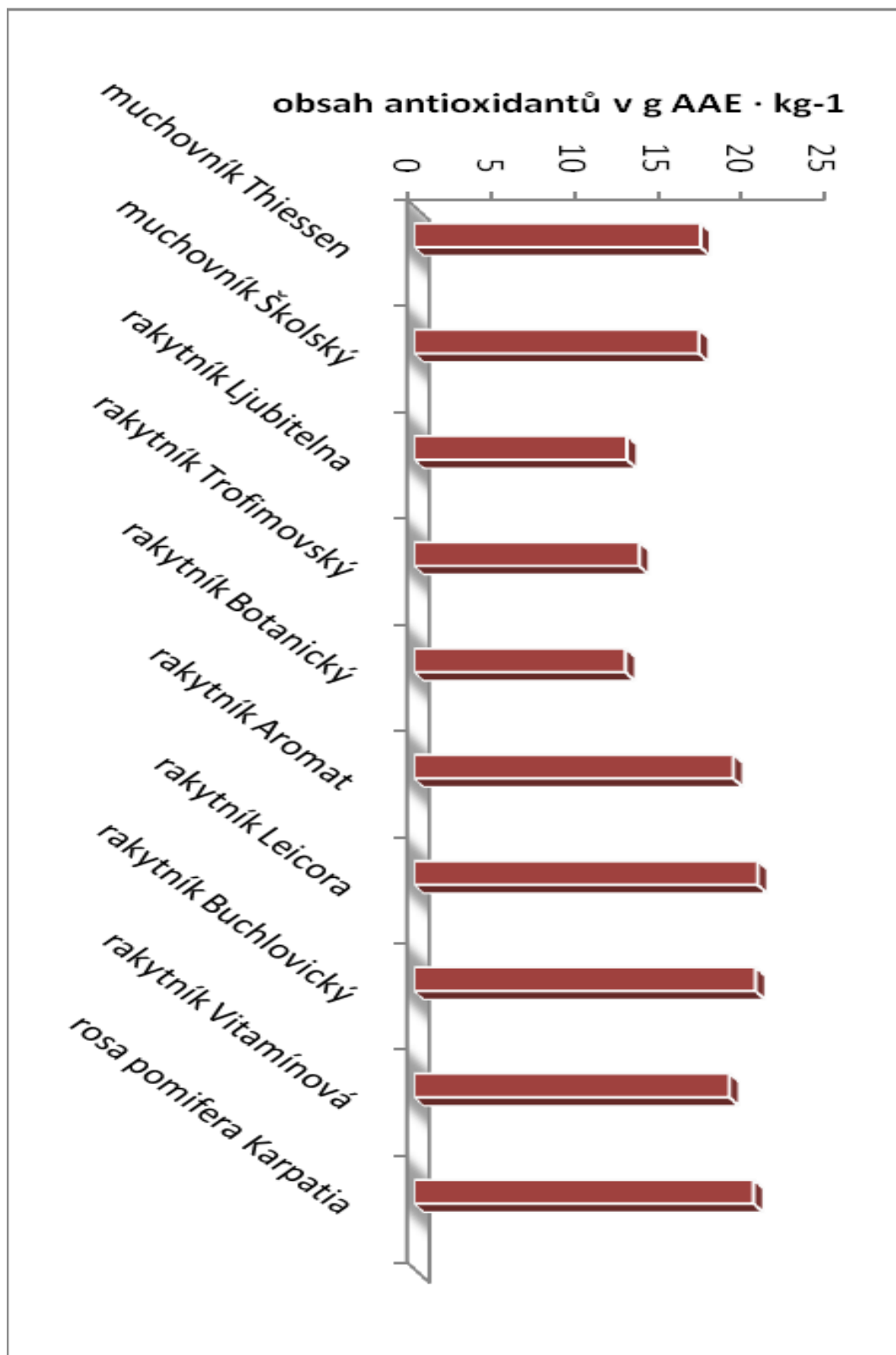
Tab. 5: Průměrný obsah antioxidantů v jednotlivých odrůdách rakytníku.

Odrůda	obsah polyfenolických látek v g AAE · kg <sup>-1</sup>
'Ljubitelna'	12,78 ± 0,003
'Trofimovský'	13,52 ± 0,010
'Botanický'	12,69 ± 0,008
'Aromat'	19,17 ± 0,003
'Leicora'	20,63 ± 0,001
'Buchlovický'	20,50 ± 0,010
'Vitamínová'	18,93 ± 0,004

Tab. 6: Průměrný obsah antioxidantů v *Rosa pomifera*.

Odrůda	obsah antioxidantů v g AAE · kg <sup>-1</sup>
'Karpatia'	20,38 ± 0,001

Graf. 2: Antioxidační kapacita v jednotlivých plodech ovoce.



Podle předcházejících tab. (4., 5., 6.) vyplývá, že nejnižší průměrná hodnota antioxidantů byla zjištěna u rakytníku 'Botanického' a rakytníku 'Ljubitelna' a to v průměru 12,78 g AAE · kg<sup>-1</sup>, které se od sebe lišili o pouhých 0,03 g AAE · kg<sup>-1</sup>.

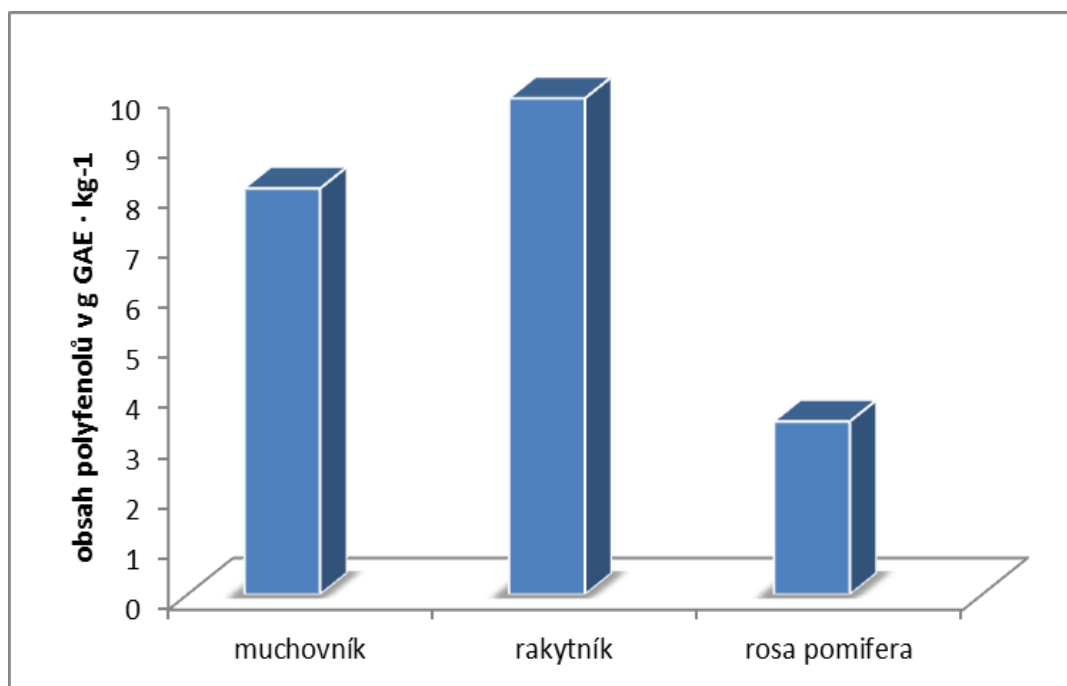
Nejvyšší obsah antioxidantů byl zjištěn u rakytníku 'Leicora' 20,63 g AAE · kg<sup>-1</sup>. 20 g AAE · kg<sup>-1</sup> přesáhla také odrůda rakytník 'Buchlovický' (20,50 g AAE · kg<sup>-1</sup>) a Rosa pomifera 'Karpatia' (20,38 g AAE · kg<sup>-1</sup>).

Mezi další odrůdu s nižším obsahem antioxidantů patří rakytník 'Trofimovský' s naměřenou hodnotou 13,52 g AAE · kg<sup>-1</sup>.

Obě odrůdy muchovníku měli velice srovnatelné výsledky a to v průměru 17 g AAE · kg<sup>-1</sup>. Lišili se jen o 0,1 g AAE · kg<sup>-1</sup>. Hodnota 18,93 g AAE · kg<sup>-1</sup> byla získána u odrůdy rakytník 'Vitamínová' a nad 19 g AAE · kg<sup>-1</sup> překročila jediná odrůda a to rakytník 'Aromat' s 19,17 g AAE · kg<sup>-1</sup>.

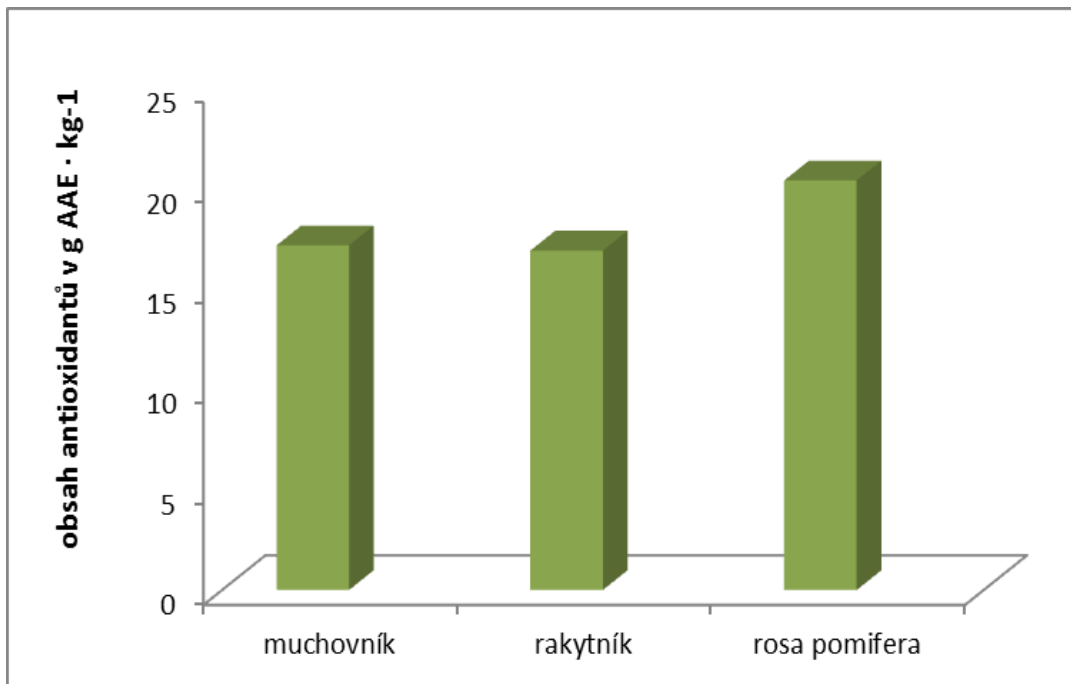
V grafu číslo 3 a 4 jsou porovnány obsahy polyfenolických a antioxidačních látek, které jsou obsaženy v muchovníku, rakytníku a růži dužnoplodé.

Graf.3: Průměrný obsah polyfenolů v jednotlivých druzích ovoce.



Z následujícího grafu je zřejmé, že největší obsah polyfenolických látek vykazují odrůdy rakytníku, jehož aritmetický průměr činil 9,9 g GAE · kg<sup>-1</sup> a nejmenší obsah byl zjištěn u růže dužnoplodé (3,45 g GAE · kg<sup>-1</sup>).

Graf.4: Průměrný obsah antioxidantů v jednotlivých druzích ovoce.



Z následujícího grafu je zřejmé, že analyzované vzorky netradičního ovoce jsou bohaté na antioxidantní látky a obsahují relativně stejně vysoké obsahy antioxidantů.

## 5 DISKUSE

Netradiční ovoce bylo do světového ovocnářství zavedeno teprve nedávno. I když lidé již v dávných dobách toto ovoce znali jako okrasné rostliny a keře, jejich složení a vlastnosti se analyzují a prokazují až v posledních letech. Netradiční ovoce se vyznačuje bohatými a barevnými květy, které zkrášlují zahrady a parky, ale také jsou velkým potenciálem ve výživě lidí, neboť jejich chemické složení, zvláště obsah vitamínů, minerálů, organických kyselin, karotenoidů, polyfenolů a antioxidantů jsou obrovským přínosem pro zdravý způsob života. Mezi netradiční ovoce patří zimolez, dřín, aktinidie, kdouloň, rakytník, muchovník, růže dužnoplodá a mnoho dalších.

Obsah chemický látek závisí na druhu ovoce. Plody mají důležitý obsah antioxidantů, konkrétně fenolických sloučenin. Podle Robardse et al. (2003) jsou plody velkým zdrojem kyseliny skořicové (chlorogenové, ferulové, kávové, aj.) a flavonoidů (flavanoly, flavonoly a anthokyaniny) a glykosidů těchto sloučenin.

Rostlinné tkáně syntetizují řadu fenolických sloučenin [114]. Jádrové ovoce a výrobky z něj, jsou dobrým zdrojem antioxidantů. Značná pozornost byla zaměřena na antikarcinogenní látky, které se přirozeně vyskytují nebo se přidávají do potravin a nápojů [117]. Mnoho antioxidantů je označeno jako antikarcinogeny [116]. Proto pravidelný příjem antimutagenických látek může snížit genotoxické účinky, mutagenní a karcinogenní faktory [117].

Antioxidanty jsou často přidávány do potravin, aby se zabránilo radikálové řetězové reakci oxidace [116]. Běžně používané syntetické antioxidanty jako jsou butylhydroxyanisol (BHA) a butylhydroxytouluen (BHT) jsou omezeny legislativními předpisy z důvodů pochybností o jejich toxických a karcinogenních účincích, proto je zájem o přírodní antioxidanty mnohonásobně větší [114].

Rakytník, muchovník a dužnaté růže vykazují významný obsah antioxidantů a polyfenolických látek [115]. Tyto sloučeniny se využívají jako přídatné látky v potravinách za účelem vyhnout se oxidaci potravin a zvýšit jejich kvalitu. Šalamoun et al. (2006) zjistil, že čím vyšší je obsah polyfenolů ve ovoci, zejména anthokyanů, tím vyšší je jejich antioxidační aktivita. Nejběžnější bioaktivní látky vyskytující se v jádrovém ovoci jsou vitamíny C, E, karotenoidy, fenolické sloučeniny [116]. Antioxidační sloučeniny brání oxidačním mechanismům, které mohou vést k degenerativním onemocněním. Jsou to sloučeniny, kte-

rým jsou přičteny mnohé pozitivní účinky na zdraví člověka, například snížení rizika vzniku rakoviny, Alzheimerovy choroby, šedého zákalu a Parkinsonovy choroby [115]. Obecně platí, že vitamín C je rovnoměrně rozptýlen v ovoci, karotenoidy se vyskytují hlavně na povrchu tkání, jako vnější oplodí a kůry, zatímco fenolické sloučeniny jsou umístěny přednostně ve slupce a semenech a v menší míře v dužnině [114].

Široká škála analytických metod může být využita ke stanovení těchto přírodních látek. Nejpoužívanější techniky jsou chromatografické (HPLC, GC, TLC), elektroseparační (MEKC, CITP, CZE), kombinované metody (CEC) a spektroskopické metody (NMR, IR) [107].

Cílem mé práce bylo charakterizovat jádrové ovoce, z nichž podrobněji pak rakytník muchovník a dužnatou růži a u nich následně stanovit obsah polyfenolických látek a antioxidantů.

Rakytník řešetlákový *Hippophae rhamnoides*, pochází ze Sibíře a na pěstování je to nenáročná rostlina. Dosahuje výšky 1,5 – 3 m a jeho plody jsou šťavnaté, voňavé, žlutého, oranžovo – žlutého až červeného lesklého vzhledu [101]. Plody rakytníku obsahují cenné léčivé látky [102].

Tato léčivá rostlina je známá vysokým obsahem vitamínu C. Sabir a Hayat (2005) a další významní vědci provedli fytochemickou analýzu, při níž zjistili obsah vitamínu C, který se pohyboval v rozmezí 2500 – 3330 mg·kg<sup>-1</sup> [103]. Rakytník se též vyznačuje vysokou antioxidační aktivitou [104].

Plody se využívají v potravinářském průmyslu, kosmetice a farmaceutických produktech [105]. Rakytník lze využít jako tinkturu, na výrobu marmelády, sirupů, šťáv, tělových balzámů, mastí a nejvýznamějším výrobkem je rakytníkový olej [15].

Účinky rakytníku mají rozsáhlé uplatnění. Působí proti nachlazení, detoxikačně, mají pozitivní vliv na kardiovaskulární systém a antibakteriální a antikarcinogenní účinky a mnoho dalších [12].

Dalším neméně významným netradičním ovocem je muchovník *Amelanchier*, pochází ze Severní Ameriky z jižního Yukonu a je známý pod názvem kanadská borůvka. Muchovník je adaptabilní k podmínkám životního prostředí [106]. Jednotlivé typy se staly základem pro kulturní, cíleně pěstované odrůdy, které barevně obohacují nejen zahrady a

parky, ale hlavně jsou důležité svými pozitivními účinky ve výživě člověka. Květy jsou bílé a plody jsou fialové až modré, podobné právě borůvkám.

Tento nenáročný keř dosahuje výšky až 10 m. Plodí tmavé šťavnaté plody bohaté na cukr, organické kyseliny, třísloviny, pektiny, vitamin C a B<sub>2</sub> a významné množství anthokyanů, které jsou aktivními činiteli v prevenci celé řady chorob.

Využití muchovníku ve výživě je rozsáhlé. Muchovníkové malvice jsou konzumovány jak čerstvé, pečené v koláčích nebo přidávány do marmelád [3].

Dalším významným jádrovým ovocem je růže dužnoplodá *R. pomifera*. Jedná se o nenáročný keř, který dosahuje výšky 2 m a na pěstování je nenáročný [16]. U nás je nejvíce rozšířená odrůda 'Karpatia'. Růže je jednou z nejdůležitějších skupin okrasných rostlin [111].

Plody jsou bohaté na vitamin B, C, K, provitamín A, minerální a stopové prvky, třísloviny a je bohatým zdrojem antioxidantů [17]. Používají se v celé řadě potravin, potravinářských výrobků a různých netradičních léků. Mohou se sušit pro přípravu čaje, vyrábět z nich marmelády, pasty, šťávy, sirupy i vína. V zahraničí se ze semen lisuje olej, který se používá pro léčebné účely [18]. Plody růže jsou využity jako bylinné prostředky proti široké škále onemocnění včetně zánětlivých onemocněních. Šípek obsahuje antioxidační látky [111].

Vybrané analyzované druhy se řadí mezi jádrové ovoce. V literatuře je ale velice málo informací o antioxidantech a polyfenolech vybraného ovoce, proto jsou výsledky srovnány s jinými odrůdami ovoce.

Obsah celkových polyfenolů byl jednoznačně nejvyšší u rakytníku 'Aromat' 10,47 g GAE · kg<sup>-1</sup>. Polyfenolické látky u muchovníku a rakytníku se pohybovaly v rozmezí od 6 g GAE · kg<sup>-1</sup> do 10 g GAE · kg<sup>-1</sup>, výjimku tvořila dužnatá růže, u které bylo naměřeno pouhých 3,45 g GAE · kg<sup>-1</sup>. Například ve srovnání s jablky, u kterých byl naměřen obsah polyfenolů mezi 0,6 – 2,1 g GAE · kg<sup>-1</sup> [116] nebo z peckového ovoce švestky, u kterých bylo naměřeno 2,2 až 5,0 g GAE · kg<sup>-1</sup> [117], je obsah polyfenolických látek výrazně vyšší u rakytníku, muchovníku a dokonce i u růže.

Jeden z nejvyšších obsahů fenolických látek byl pozorován v plodech kultivaru Aronie 'Viking' s hodnotou 12,85 g kyseliny gallové na kg [112]. Ve srovnání s analyzovanými vzorky obsahoval nejvyšší množství polyfenolů.



Yang (2006) v rakytníku identifikoval anthokyany: isorhamnetin 3 – O – glukosid – 7 – O – rhamnosid, isorhamnetin – 3 – O – rutinosid, isorhamnetin – 3 – O glukosid, isorhamnetin – 3 – O sophorosid – 7 – O rhamnosid, kvercetin – 3 – O – rutinosid, kvercetin – 3 – O – glukosid a kvercetin – 3 – O – sophorosid – 7 – O – rhamnosid.

V muchovníku byla potvrzena [106] přítomnost kyanidinu – 3 – O – galaktosidu a kyanidinu – 3 – O – glukosidu. Muchovníky mají celkově 452 mg · 100 g<sup>-1</sup> fenolů, 61 mg · 100 g<sup>-1</sup> flavonolů a 178 mg · 100 g<sup>-1</sup> anthokyanů. Dále obsahují polyfenoly kynidin, delfinidin, malvidin, kvercetin, pelargonidin aj. [107]. Hu et al. (2005) poukázal, v jedné ze svých studiích, na skutečnost, že plody muchovníku mají vyšší hodnotu antioxidantů v porovnání s ostatními podobnými ovocnými druhy jako jsou například borůvky, ostružiny, jahody atd. [109]. (Shapiro, et al., 1980) identifikovali v muchovníku kyselinu chlorogenovou, isochlorogenovou, neochlorogenovou a kávovou.

Saito (2000) a spol. identifikoval v růžích anthokyany: 3 – glukosidy a 3, 5 – diglukosidy z kyanidinu, pelargonin a peonidin, 3 – rutinosid a 3 – p – koumaroylglukosid – 5 – glykosid z kyanidinu a peonidinu a kyanidin – 3 – sophorosid [110].

Ve srovnání s jeřábem vykazoval rakytník, muchovník i růže hodnoty polyfenolů o několik g GAE · kg<sup>-1</sup> nižší. Nejvyšší obsah fenolických látek byl pozorován v plodech kultivaru Aronie 'Viking's hodnotou 12,85 g kyseliny gallové na kg.

Polyfenoly jsou známé svými silnými antioxidačními účinky [115] a je u nich významná korelace mezi koncentrací fenolů a činností volných kyslíkových radikálů, zejména pro DPPH radikál [116].

Antioxidační kapacita byla v mé diplomové práci stanovena metodou DPPH (2, 2 – bifenyl – 1 – pikrylhydrazyl). Vynikající antioxidační aktivita byla ze všech vybraných druhů ovoce, které jsem analyzovala, prokázána u rakytníku 'Leicora', 'Buchlovického' a dužnaté růže. Všechny 3 druhy obsahovaly více než 20 g AAE · kg<sup>-1</sup>. V plodech kultivaru Aronie 'Viking' bylo zjištěno 15,96 g AAE · kg<sup>-1</sup>, u ostatních druhů, včetně jablek [115], malých bobulí a peckovin, bylo naměřeno výrazně méně antioxidantů. Například u peckového ovoce byly dosaženy hodnoty pouhých 0,6 až 6 g AAE · kg<sup>-1</sup> [106]. (Shapiro, et. al., 1980) popsali v muchovníku obsah kyseliny chlorogenovou, isochlorogenovou, neochlorogenovou a kávovou.

Specifické polyfenolické látky přítomné v různých druzích ovoce mohou mít potenciální zvláštní výhody navíc k jejich antioxidačním účinkům.

Na základě těchto získaných výsledků lze říci, že rakytník je nejvýhodnějším zdrojem antioxidantů a přírodních látek.

## ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na netradiční druhy ovoce – rakytník, muchovník, dužnatou růži. Tyto odrůdy se řadí mezi jádrové ovoce.

Výše uvedené druhy jsou ve výživě člověka významným zdrojem mnoha různých fyto-nutrientů se silnými antioxidačními účinky, jako jsou flavonoidy, fenolové kyseliny, karotenoidy a vitamíny. V tomto ovoci jsou obsaženy látky přínosné pro zdraví člověka a přispívají k předcházení degenerativním procesům způsobeným oxidačním stresem. Antioxidanty mají v potravinách za úkol vychytávat volné kyslíkové radikály.

Antioxidační aktivita a obsah polyfenolických látek jsem stanovovala u 2 druhů muchovníků, u 7 druhů rakytníků a růže dužnoplodé. Polyfenoly byly stanoveny fotometrickou metodou s Folin – Ciocalteuovým činidlem a standardem kyseliny gallové a antioxidační aktivita reakce s volným radikálem DPPH· (1, 1 – bifenyl – 2 – (2, 4, 6 – trinitrofenol) hydrazyl) a standardem kyseliny askorbové.

V této diplomové práci byl podrobně charakterizován rakytník, muchovník a dužnatá růže. U jednotlivých odrůd, tzn.: rakytník: 'Ljubitelna', 'Trofimovský', 'Botanický', 'Aromat', 'Leicora', 'Buchlovický', 'Vitamínová', muchovník 'Thiessen' a 'Školský' a rosa pomifera 'Karpatia' stanoven celkový obsah polyfenolických a antioxidačních látek.

Konkrétní výsledky mé práce jsou následující:

1. Obsah polyfenolů byl nejvyšší u rakytníku 'Aromat' ( $10,47 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) a nejnižší u růže dožnoplodé ( $3,45 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Z muchovníků měl vyšší obsah polyfenolů muchovník 'Školský' ( $9,26 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) než muchovník 'Thiessen' ( $6,94 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).
2. Antioxidační aktivita byla nejvíce prokázána u rakytníku 'Leicora' ( $20,63 \text{ g AAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) a i u rakytníku 'Buchlovického' ( $20,53 \text{ g AAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Nejnižší hodnota byla naměřena u rakytníku 'Botanického' ( $12,69 \text{ g AAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) a 'Ljubitelna' ( $12,78 \text{ g AAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

Výsledky získané v této diplomové práci nebyly zatím u jednotlivých odrůd v literatuře publikovány. Právě prezentace těchto výsledků je hlavním přínosem mé práce. Rakytník, muchovník i růže dužnoplodá se jeví jako potenciálně bohatý zdroj antioxidantů pro lidskou výživu.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] DOSTUPNÉ Z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ovoce>, [online 11.2.2011].
- [2] HANČOVÁ, H. (1999): *Biologie v kostce I.*, Havlíčkův Brod, Fragment, ISBN 80-7151-049-1.
- [3] JAN, T. (2011): *Peckoviny*, vydavatelství Petr Baštan, ISBN 978-80-87091-18-0.
- [4] RICHTER, M. a kol. (2002): *Velký atlas odrůd ovoce a révy*, TG TISK, ISBN 80-238-9461-7.
- [5] PÉREZ-GONZALEZ, S. (2001): *Proceedings of the sixth international symposium on temperate fruit growing in the tropics and subtropics*, Leuven, ISBN 90-6605-994-X.
- [6] BEAN, W. J. (1976): *Trees and Shrubs Hardy in the British Isles*, ISBN 0-7195-1790-7.
- [7] SUS, Y. (1992): *Ovoce slovem i obrazem: Peckoviny, skořápkoviny, bobuloviny, netradiční druhy ovoce*, Gora, Bratislava, ISBN 80-901173-0-9.
- [8] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. (2006): *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, ISBN: 80-7318-372-2.
- [9] LÁNSKÁ, D., ZEMINA, M. (2009): *Ovoce na stovky chutí*, ISBN 978-80-87156-34-6.
- [10] VĚTVIČKA, V. (2005): *Stromy a keře*, Praha, Aventinum, ISBN 80-7151-254-0.
- [11] KUČEROVÁ, J., ZEMINA, M., HŘIVNA, L. (2007): *Zpracování a zbožiznalství rostlinných produktů*, ISBN 978-80-7375-088-6.
- [12] CEREVIČIONOV, F. V. (1952): *Chemické složení a fyzikální vlastnosti ovoce a zeleniny*, Praha, Průmyslové nakladatelství.
- [13] LÁNSKÁ, D., ŽILÁK P. (2006): *Jedlé rostliny z přírody*, Aventinum s.r.o., ISBN 80-86858-13-8.
- [14] BODLÁK, J., SEVERA, F., VANČURA, B. (2004): *Příroda léčí – bylinář s recepty*, Praha: Granit s.r.o., 3. vyd.
- [15] KÁČ, V. (1958): *Sklizeň a zpracování ovoce*, Praha, ČSAV.
- [16] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. (2006): *Chemie potravin*, Brno, NCO NZO, ISBN 80-7013-435-6.

- [17] ROP, O., VALÁŠEK, P., HOZA, I. (2005): *Teoretické principy konzervace potravin I. Hlavní konzervářenské suroviny*, 1. vyd. Zlín: UTB ve Zlíně, ISBN 80-7318-339-0.
- [18] DLOUHÁ, J. a kol. (2003): *Pěstujeme jahodník, maliník, ostružiník*, Praha, Zemědělské nakladatelství Brázda, ISBN 80-209-0315-1.
- [19] HRABĚ, J. (2000): *Technologie zbožíznalství a hygieny potravin*, Vyškov, VVŠPV, ISBN 80-7231-0609-0.
- [20] ČERMÁK, B. (2002): *Výživa člověka*, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, ISBN 80-7040-576-7.
- [21] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. 1983: *Chemie potravin*, Praha, SNTL.
- [22] DOSTUPNÉ NA: <http://cs.wikipedia.org/wiki/T%C5%99%C3%ADsloviny>, [online 19.4.2010].
- [23] INGR, I. (2007): *Základy konzervace potravin*, Brno, Mendlova zemědělská univerzita v Brně, , ISBN 978-80-7375-110-3.
- [24] KYZLINK, V. (1980): *Základy konzervace potravin*, Praha, SNTL.
- [25] VELÍŠEK, J. (2002): *Chemie potravin III.*, ISBN 80-86659-02-X.
- [26] DOSTUPNÉ NA: <http://www.celostnimedicina.cz/mineralni-latky-jejich-zdroje-a-vyznam-pro-organismus.htm> [online: 20.4.2011].
- [27] DOSTUPNÉ NA: [http://level.ffservis.cz/mineralni\\_latky.htm](http://level.ffservis.cz/mineralni_latky.htm) [online: 20.1.2011].
- [28] DUŠKOVÁ, L., KOPŘIVA, J.: *Pěstujeme jahody*, Grada Publishing, Praha, 2002, ISBN 80-247-0276-2.
- [29] RUSHFORTH, K., ( 1999): *Trees of Britain and Europe*. Collins ISBN 0-00-220013-9.
- [30] VALÍČEK, P., HAVELKA, E.V. (2008): *Rakytník řešetlákový – Rostlina budoucnosti*, Benešov Start.
- [31] VALÍČEK P. (2007): *Rostliny pro zdravý život.*, Benešov, Start. ISBN 978-80-86231-40-2.
- [32] FANTÓ, A. (1993): *Vitamíny a prevence*, nakladatelství Arnoldo Mondadori Editore S. p. A., Miláno, ISBN 80-85463-18-0.

- [33] DOSTUPNÉ NA: <http://vitainfo.cz/eshop/detail.php?idzb=264>, [citace 20. 4. 2011].
- [34] ŠAPIRO, D. K., a kol. (1988): *Ovoce a zelenina ve výživě člověka*, Praha, SZN, ISBN 5-7860-0431-7.
- [35] JÍLEK, J. (2001): *Učebnice zavařování a konzervace.*, Olomouc, Fontána, ISBN 80-86179-67-2 .
- [36] PÁNEK, J. a kol. (2002): *Základy výživy*, ISBN 80-86320-23-5.
- [37] BUCHOTVÁ, I. (2009): *Situační a výhledová zpráva ovoce*, ISBN 978-80-7084-798-5.
- [38] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I. (2007): *Technologie výroby potravin rostlinného původ pro kombinované studium*. 1. vydání Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 189 s. ISBN 978-80-7318-520-6.
- [39] DLOUHÁ, J., RICHTER, M., VALÍČEK, P. (1995): *Ovoce*, Praha, Aventium.
- [40] JANČA, J., ZENTRICH, J. A., *Herbář léčivých rostlin*, 4.díl, 1. vyd. Praha: Eminent, ISBN 80-85876-20-5.
- [41] DOSTUPNÉ NA: <http://rakytnik.eu/posileni-imunity.html> [online 7.9.2010].
- [42] DOSTUPNÉ NA: <http://rakytnik.eu/posileni-imunity.html> [online 12.1 2011].
- [43] DOSTUPNÉ NA: <http://www.stareodrudy.org/ovocny-strom/ruze-duznoploda-karpatia/142.html>, [online 17. 1. 2010].
- [44] KULFAN, M., KREJČA, J. (2001): *Nový atlas léčivých rostlin*, PRÍRODA,s.r.o., ISBN 80-07-00261-8.
- [45] DOLEJŠÍ, A., KOTT, V., ŠENK, L., *Méně známé ovoce*, Praha: Brázda, ISBN 80-209-0188-4.
- [46] DOSTUPNÉ NA: <http://www.zdrava-vyziva.net/antioxidacni-kapacita-potravin.php>, [online 12. 9. 2010].
- [47] BOLLIGER, ERBEN a kol. (1998): *Keře*, Praha: Ikark, ISBN 80-7202-302-0.
- [48] VIVAS, N., SAINT –CRICQ DE GAULEJAC, DE FREITAS, V., BOURGEOIS, G. (1999): *The influence of varlous phenolic compounds on scavenging aktivityassessed by an enzymatic Metod*. J.Scl.Food Agr. 79.

- [49] KRAULIS, P.J. (1991): MOLSCRIPT: a program to produce both detailed and schematic plots of protein structures. *Journal of Applied Crystallography*.
- [50] MACLEAN, D. D., MURR, D.P., DELL, J.R. (2003): *A modified total oxyradical scavenging capacity assay for antioxidants in plant tissues*, Postharv. Biol. Technol. 29.
- [51] ZLOCH, Z., ČELAKOVSKÝ, J., AUJEZDSKÁ, A. (2006): *Posuzování biologické hodnoty potravin na základě jejich antioxidační aktivity*.
- [52] LANDRY, P., *La concept d'espece at la taxinomie du genre Amalanchier (Rosacees)*. Bull. Soc.Bot. France 122: 43- 252.
- [53] HAGGENOUW, R. (2006): *Ovoce z naší zahrádky*, Rebo, ISBN 80-7234-560-5.
- [54] CAMPBELL, C. S., DIBBLE, A. C., FRYE, C. T., & BURGESS, M. B., ( 2008; přijato k zveřejnění) *Amalanchier*. V FNA Editorial Committee, *Flora of North America 9*. Magnoliophyta: Rosidae (část): Rosales (část). Oxford University Press, New York.
- [55] PHIPPS, J., B., ROBERTSON, K., R., SMITH, P.G., & ROHRER, J., R., (1990): *A checklist of the subfamily Maloideae (Rosaceae)*. Canad. J. Bot. 68: 2209 – 2269.
- [56] PÉREZ-GONZALEZ, S. (2001): *Proceedings of the sixth international symposium on temperate fruit growing in the tropics and subtropics*, Leuven, ISBN 90-6605-994-X.
- [57] RICHTER, M. a kol. (2002): *Velký atlas odrůd ovoce a révy*, TG TISK, ISBN 80-238-9461-7.
- [58] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. (2006): *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, ISBN: 80-7318-372-2.
- [59] PECHAROVÁ, E., HEJNÝ, S. (1993): *Botanika I.*, České Budějovice, Dona, ISBN 80-85463-28-8.
- [60] CAMPBELL, A., N., REECE, J., B. (2006): *Biologie*, Brno, Computer Press, ISBN 80-251-1178-4.
- [61] HOSTAŠOV, B., NĚMEC, E., VLACKOVÁ, L. (1980): *Domácí konzervování ovoce a zeleniny*, Avbicenum – zdravotnické nakladatelství, Praha.
- [62] DOSTUPNÉ NA: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina\\_listov%C3%A1](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_listov%C3%A1), [online 20.4.2011].



- [63] ANANOU, S., GALVEZ, A., MARTINEZ – BUENO, M., MAQUEDA, M., VALDIVIA, E. (2005): *Journal of applied microbiology*, Blackwell publishing, Biotechnology & Applied Microbiology, ISSN 1364-5072.
- [64] ASTRUP, A., DYEBERG, J., SELLECK, M., STENDER, S. (2008): *Obesity reviews*, Blackwell publishing, Endocrinology & Metabolism, ISSN 1467-7881.
- [65] BERE, E., GLOMNES, E. S., TE VELDE, S. J., KLEPP, K. (2008): *Public health nutrition*, Cambridge univ press, Edinburgh BLDG, Environmental & Occupational Health, Nutrition & Dietetics, ISSN 1368-9800.
- [66] KYNAL, F. a kol. (1979): *Ovocnictví*, SZN, Praha, ISBN 07-050-79.
- [67] VĚTVIČKA, V. (2005): *Stromy a keře*, Aventinum, Praha, ISBN 80-7151-254-0.
- [68] KUTTEVAŠER, Z. (2003): *Abeceda vína*, nakladatelství Radix, Praha, ISBN 80-86031-43-8.
- [69] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. (1983): *Chemie potravin*, SNTL - nakladatelství technické literatury ALF, Praha, ISBN 04-815-83.
- [70] DOSTUPNÉ NA: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn\\_D](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_D), [online 20.4.2011].
- [71] DVOŘÁKOVÁ, A., PERGLEROVÁ, E., KANTA, J., KŘEŠŤANOVÁ, D., ŠULC, J. (1998): *Jídlo jako jed, jídlo jako lék*, nakladatelství Reader's Digest Výběr, Praha, ISBN 80-902069-7-2.
- [72] DOSTUPNÉ NA: <http://www.daryprirody.cz/clanky/rakytnik-resetlakovy>, [online 21.4.2011].
- [73] DOSTUPNÉ NA: <http://www.novinky.cz/bydleni/zahrada/206259-ruze-duznoploda-pro-zdravi-i-okrasu.html>, [online 21.4.2011].
- [74] DOSTUPNÉ NA: <http://prirodnizahrada.webnode.cz/news/ruze-duznoploda-rosa-villosa-pomifera/>, [online 21.4.2011].
- [75] CATLING, P. M., MITROW, G. (2006): *Regional variation in Amelanchier in the whitewood area of southeastern Saskatchewan and the first Saskatchewan records of Amelanchier sanguinea*, 120 (4): 428-432.

- [76] PIERRE, ST. R.G. (1991): *Growing saskatoons: A manual for orchardists*, Univ. Of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan.
- [77] MAZZA, G. (2006): *Compositional and functional properties of Saskatoon berry and blueberry*. Int. J. Fruit Sci., 5 (3): 101-120.
- [78] PIERRE, ST. R. G. (2005): *History, Use Economic Importance of The Saskatoon berry*.
- [79] JURANIC, Z., ZIZAK, Z. (2005): *Biological activities of berries: from antioxidant capacity to anti – cancer effects*, Biofactors 23 (4): 207-211.
- [80] MALINOVSKIJ, V. V. (1955): *Ovocná škola*, Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- [81] HEDVÁBNÁ, J., HROUDA, L., HROUDOVÁ, V., VĚTVIČKA, V.: *1000 nápadů a rad pro zahrádkáře*, Praha, ISBN 80-86196-03-8.
- [82] BAKOWSKA, B. (2007): „*Survey of bioactive components in Western Canadian berries*“, Canadian journal of physiology and pharmacology , 85 (11): 1139-1152.
- [83] HARBORNE, J. B.( 1998): *Phenolic Compounds. In Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*, Harborne, j., Ed. Chapman & Hall: New York, 13: 320.
- [84] MANACH, C., SCALBERT, A., MORAND, C., REMESY, C., JIMENEZ, L. (2004): *Polyphenols: food sources and bioavailability.*, Am. J. Clin. Nutr., 79 (5): 727-747.
- [85] PASSWATER, R. A. (2002): *All about antioxidants*, překlad Novotná Jana, Pragma, Praha, ISBN 80-7205-897-5.
- [86] POKORNY, J. (2001): *Antioxidants in Food – Practical Applications*, Cambridge: Woodhead Publishing, ISBN 978-1-85573-463-0.
- [88] KULICHOVÁ, B., HOZA, I., HORNA, A. (2007): *HPLC analýza polyfenolů v pivech a vínech pomocí coularray detekce*, CHEMagazín, č. 5, ročník XVII.
- [89] PAULOVÁ, H., BOCHOŘÁKOVÁ, H., TÁBORSKÁ, E. (2004): *Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. Chemické listy*.
- [90] TRNA, J., TÁBORSKÁ, E.: *Přírodní antioxidanty*,  
Dostupné na [www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf](http://www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf), [online 25.4.2011].

- [91] YAMANAKA, N., ODA, O., NAGAO, S. (1997): Prooxidant activity of caffeic acid, dietary non – flavonoid phenolic acid, on Cu<sup>2+</sup> induced low density lipoprotein oxidation. *FEBS Letters*, ISSN 1873-3468.
- [92] FILER, M., KOLÁŘOVÁ, L., HOLČAPEK, M.: *Analýza antioxidantů v chmelu a pivu*, dostupné na www: <http://www.vscht.cz/anl/soutez2007/abstrakt-Fidler.pdf>. [online 2011-04-27].
- [93] VLACHOVÁ, M., KÁŽA, J.: *Magnetické látky*, dostupné na www: <[http://www.techmania.cz/edutorium/art\\_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=456c656b74f8696e612061206d61676e657469736d7573h&key=444](http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=456c656b74f8696e612061206d61676e657469736d7573h&key=444)>, [online 2010-12-4].
- [94] ESPIN, J. C., SOLER – RIVAS, C., WICHERS, H.J. (2000): Characterization of the total free radical scavenger capacity of vegetable oils and oil fractions using 2,2 – diphenyl – 1 – picrylhydrazyl radical, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
- [95] YOKOZAWA, T., CHEN, C. P., DONG, E., TANAKA, T., NONAKA, G. I., NISHIOKA, I.: (1998): Study on the inhibitory effect of tannins and flavonoids against the 1, 1 – diphenyl – 2 – picrylhydrazyl radical. *Biochemical Pharmacology*.
- [96] DU TOIT, R., VOLSTEEDT, Y., APOSTOLIDES, Z. (2001): Comparison of the antioxidant content of fruits, vegetables and teas measured as vitamin C equivalents. *Toxicology*.
- [97] DOSTUPNÉ NA: [www.vscht.cz/spektrofotometrie.pdf](http://www.vscht.cz/spektrofotometrie.pdf), [online 1. 10. 2010].
- [98] RAPTA, P., MIŠÍK, V., STAŠKO, A., VRÁBEL, I. (1988): *Free Radical.Biol. Med.*
- [99] RAWEL, H. M., KULLING, S.E. (2007): Nutritional contribution of coffee, cacao and tea phenolics to human health. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, vol. 2.
- [100] STRATIL, P., KUBÁŇ, V., FOJTOVÁ, J. (2008): Comparison of the Phenolic Content and total Antioxidant Activity in wines as Determined by spectrophotometric Methods, *Czech J. Food Sci.*, vol.26.
- [101] VELÍČEK, P., HLAVA, B. (1992): *Rostliny proti únavě a stresu*, Praha, Zemědělské nakladatelství Brázda, ISBN 80-209-0223-6.
- [102] ZEB, A., MOLOOK, I. (2009): *Biochemical characterization of sea buckthorn seed*. *African Journal of Biotechnology*, ISSN 1684-5315.

- [103] SABIR, S., MAGSOOD, H., HAYAT, M., KHAN, M., KHALIG, A. (2006): *Elemental and nutritional analysis of sea buckthorn of Pakistan origin*, Journal of Medicinal Food, ISSN 1096-6205.
- [104] LACHMAN, J. (1995): *Rakytník řešetlákový – netradiční zdroj vitamin a nutričně významných látek.*, Výživa, ISSN 1211-8466.
- [105] ANDERSSON, S., RUMPUNEN, K., JOHANSON, E., OLSSON, M. (2008): *Tocopherols and tocotrienols in sea buckthorn berries during ripening*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, ISSN 0021-8561.
- [106] HU, C., KWOK, B. H. L., KITTS, D. D.: *Saskatoon berries (Amelanchier alnifolia) scavenge free radicals and inhibit intracellular oxidation.*, Food Research international, ISSN 1079-1085.
- [107] STECHER, G., HUCK, C. W., STOGGL, W. M., BONN, G. K. (2003): *Phytoanalysis: a challenge in phytomics.*
- [108] MAZZA, G. (2005): *Compositional and functional properties of Saskatoon berry and blueberry. Int. J. Fruit.*
- [109] BAGHI, D., SEN, C. K., ATALAY, M. (2004): *Anti – angiogenic, antioxidant and anti – carcinogenic properties of a novel anthocyanin – rich Berries extract formula*, Biochemistry, 69 (1).
- [110] MIKANAGI, Y., SAITO, N., YOKOI, M, TATSUZAWA, F. (2000): *Anthocyanins in flowers of genus Rosa, sections Cinnamomeae, Chinenses, Gallicanae and some modern garden roses*, Biochemical Systematics and Ecology, vol. 28.
- [111] KIRKESKOV, B., CHRISTENSEN, R., BLIDDAL, H. (2011): *The effects of rose hip in plasma antioxidative activity and C- reactive protein in patients with rheumatoid arthritis and normal controls*, Department of Human Nutrition, Faculty of Life Science, University of Copenhagen, Denmark.
- [112] VRHOVSEK, R., TONON, D., MATTIVI, F., (2004): *Kvantifikace polyfenolů v různých odrůdách jablek*, J. AGR. Chem. 52: 6532 – 6538.
- [113] RUPISANGHE, V. H. P., JAYASANKAR, S. (2006): *Změna celkové antioxidační kapacity mezi evropskými genotypy*, Sci. Hortic., 108: 243 – 246.

- [114] RUPASING, V., CLEGG, S. (2006): *Total antioxidant capacity, total phenolic elements, and histamine concentrations in wines of different fruit sources*, Int. J. Fruit, 133-137.
- [115] AYTEKIN, A. a spol. (2011): *Phytochemical and antioxidant properties of selected fig accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey*, Sci. Hortic., 473-478.
- [116] NEGI, P. S., JENA, B. S. a spol. (2007): *Antioxidant and antimutagenic activities of Cinnamomum zeylanicum fruit extracts*, 330-336.
- [117] YANG, R. a spol. (2008): *Celková antioxidační kapacita vybraných odrůd jablek*, Sci. Hortic., 115-190.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

BHA	Butyhydroxyanisol
BHT	Butylhydroxytoluen
TAC	Celková antioxidační kapacita
TEAC	Trolox equivalent antioxidant capacity
ABTS	2, 2 - azinobis (3-ethylbenzothiazolin) - 6 – sulfonát
AAHP	2,2' - azobis (2 – amidinopropan) dihydrochlorid
DPPH	1, 1 – bifenyl – 2 – (2, 4, 6 – trinitrofenol) hydrazyl
ORAC	Oxygen radical absorbance capacity
ABAP	2,2' - azobis-2-methyl- propionamidin
HPLC	High-performance liquid chromatography
FOX	Ferrous oxidation assay
TPTZ	2, 4, 6 - tripyridyl-S-triazin
GAE	Gallic Acid Equivalence method
AAE	Ascorbic Acid Equivalents
GC	Plynová chromtaografie
TLC	Tenkovrstvá chromatografie
MEKC	Micelární elektrokinetická chromatografie
CITP	Izotachoforéza
CZE	Zónová elektroforéza
CEC	Kapilární chromatografie
NMR	Nukleární magnetická rezonance
IR	Infračervené záření

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 kyselina gallová [24]	Obr. 2 flavon [22] .....	15
Obr. 3 rakytník řešetlákový – plod [31] .....		21
Obr. 4: růže dužnoplodá – plod [44] .....		26
Obr. 5 Muchovník oválný – květ [5]	Obr. 6 Muchovník oválný – plod [5] .....	32
Obr. 7 Muchovník hladký – květ [5]	Obr. 8 Muchovník hladký – plod [5] .....	33
Obr. 9 Muchovník velkokvětý – květ [5]	Obr. 10 Muchovník velkokvětý – plod [5] .....	33
Obr. 11 Muchovník kanadský – květ [55]	Obr. 12 Muchovník kanadský – plod [55] .....	34
Obr. 13 Muchovník olšolistý – keř [55]	Obr. 14 Muchovník olšolistý – plod [55] .....	34
Obr. 15: Kyselina ferulová [90] .....		37
Obr. 16: Kyselina kávová [99] .....		37
Obr. 17: Kyselina chlorogenová [99] .....		38
Obr. 18 Flavanoly [99] .....		38
Obr. 19 Flavanony [99] .....		38
Obr. 20 Flavony [99] .....		39
Obr. 21 Flavonoly [99] .....		39
Obr. 22 Proanthokyanidiny [99] .....		39
Obr. 23 Anthokyanidiny [99] .....		39
Obr. 24 Isoflavony [99] .....		40
Obr. 25 Kvercetin [90] .....		40
Obr. 26: Vazebná místa pro kovy v molekulách flavonoidů [90] .....		41

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1: Průměrný obsah polyfenolů v muchovníku. ....</i>	51
<i>Tab. 2: Průměrný obsah polyfenolů v rakytníku. ....</i>	51
<i>Tab. 3: Průměrný obsah polyfenolů v Rosa pomifera. ....</i>	51
<i>Tab. 4: Průměrný obsah antioxidantů v plodech muchovníku. ....</i>	53
<i>Tab. 5: Průměrný obsah antioxidantů v rakytníku. ....</i>	54
<i>Tab. 6: Průměrný obsah antioxidantů v Rosa pomifera. ....</i>	54



**SEZNAM GRAFŮ**

<i>Graf. 3: Obsah polyfenolických látek v jednotlivých plodech ovoce.....</i>	<i>54</i>
<i>Graf. 4: Antioxidační kapacita v jednotlivých plodech ovoce.....</i>	<i>57</i>
<i>Graf.3: Průměrný obsah polyfenolů v jednotlivých druzích ovoce.....</i>	<i>59</i>
<i>Graf.4: Průměrný obsah antioxidantů v jednotlivých druzích ovoce. ....</i>	<i>60</i>

