

Antioxidační vlastnosti plodů vybraných odrůd jablek

Bc. Lenka Čapková

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lenka Čapková**
Osobní číslo: **T11781**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Antioxidační vlastnosti plodů vybraných odrůd jabloní**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Popište pomologii jabloní.
2. Zpracujte poznatky o chemickém složení ovoce, zejména jabloní.
3. Zabývejte se antioxidačními aspekty u ovoce.

II. Praktická část

1. Provedte odběr vzorků a jejich chemické analýzy.
2. Výsledky zpracujte, prezentujte a diskutujte s literaturou.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] CEREVITINOV, F.V Chemické složení a fyzikální vlastnosti ovoce a zeleniny, 1. vydání, Průmyslové vydavatelství, Praha 1952, 322s., ISBN 133-53.

[2] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA I., Technologie výroby potravin rostlinného původu I, 1. vydání, UTB, Zlín, 2005, 178s., ISBN 80-7318-372-2.

[3] BOČEK, O. Pomologie, 2. vydání, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1953.

[4] VELÍŠEK, J. Chemie potravin, 1. vydání, OSSIS, Tábor 1999.

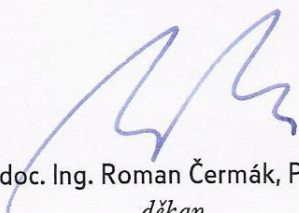
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Otakar Rop, Ph.D.**

Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **16. ledna 2013**


Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2013**

Ve Zlíně dne 4. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan




doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ... Čapková Lenka

Obor: CHEMIE A TECHNOLOGIE
POTRAVIN

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 ¹⁾;
- 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/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 ... 2.5.2013

..... Čapková

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Abstrakt česky

Cílem diplomové práce bylo srovnat 16 odrůd jabloní ve vztahu k jejich antioxidačním vlastnostem. Konkrétně byl sledován obsah polyfenolů, flavonoidů a vlastní antioxidační aktivita. Výsledky byly doplněny o analýzy refraktometrické sušiny. Jako nejperspektivnější odrůdy s vysokou antioxidační aktivitou se jeví zejména 'Šampion', 'Rosana' a 'Rubinole'.

Klíčová slova: jablka, polyfenoly, flavonoidy, antioxidační aktivita, refraktometrická sušina

ABSTRACT

Abstrakt ve světovém jazyce

The aim of this diploma thesis is to compare the antioxidant properties of 16 apple varieties. Specifically, polyphenols, flavonoids and antioxidant activity were monitored. The research was complemented by an analysis of soluble solid content matter. The results show that the most promising varieties with high antioxidant activity were "Šampion", "Rosana" and "Rubinole".

Keywords: apples, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, soluble solid content

Poděkování:

Rada bych vyjádřila poděkování panu doc. Ing. Otakaru Ropovi, PhD. za jeho odborné rady, připomínky a čas věnovaný konzultacím, které mi pomohly ke zpracování diplomové práce. Děkuji také panu Ing. Kotůlkovi za cenné rady a pomoc při laboratorních analýzách. Rovněž děkuji své rodině a přátelům za umožnění studia na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně, jejich podporu, pochopení a povzbuzení během studia.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 CHARAKTERISTIKA OVOCE	12
1.1 VÝZNAM OVOCE VE VÝŽIVĚ	13
1.1.1 Doporučený denní příjem ovoce	13
1.2 ROZDĚLENÍ OVOCE	14
1.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OVOCE	16
1.3.1 Voda	16
1.3.2 Sacharidy	16
1.3.3 Organické kyseliny.....	18
1.3.4 Dusíkaté látky.....	19
1.3.5 Minerální látky	20
1.3.6 Lipidy	21
1.3.7 Barviva	21
1.3.8 Vitaminy.....	22
1.3.9 Enzymy	23
1.3.10 Těkavé aromatické látky	23
1.3.11 Hořké látky.....	23
2 POMOLOGIE	24
2.1 CHARAKTERISTICKÉ RYSY JABLONÍ.....	25
2.2 MORFOLOGICKÉ VLASTNOSTI.....	27
2.3 POPIS VYBRANÝCH ODRŮD	30
3 ANTIOXIDANTY	36
3.1 MECHANISMUS ÚČINKU.....	36
3.1.1 Přírodní antioxidanty.....	37
3.1.2 Syntetické antioxidanty	37
3.1.3 Fenolové antioxidanty	38
3.1.3.1 Polyfenoly	38
3.1.3.2 Flavonoidy	38
3.1.4 Endioly	39
3.2 ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA	39
3.3 POUŽITÍ ANTIOXIDANTŮ V POTRAVINÁCH	40
4 REFRAKTOMETRIE	41
II PRAKTICKÁ ČÁST	42
5 CÍL PRÁCE	43
6 MATERIÁL A METODIKA	44
6.1 POKUSNÁ LOKALITA.....	44
6.2 SBĚR VZORKŮ.....	45
6.3 CHEMICKÉ ANALÝZY	46
6.3.1 Příprava vzorků	46
6.3.2 Stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH	46
6.3.3 Stanovení polyfenolů spektrofotometrickou Follinovou metodou	47
6.3.4 Stanovení obsahu flavonoidů	47

7	VÝSLEDKY	48
7.1	ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA	48
7.2	OBSAH POLYFENOLŮ	50
7.3	STANOVENÍ FLAVONOIDŮ	52
7.4	STANOVENÍ REFRAKTOMETRICKÉ SUŠINY	54
8	DISKUZE	56
9	ZÁVĚR	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
	SEZNAM OBRÁZKŮ	67
	SEZNAM TABULEK	68
	SEZNAM PŘÍLOH	70

ÚVOD

Již v prehistorických dobách bylo ovoce jedním ze základních druhů potravy. Zemědělská výroba se na světě rozšiřovala jako první, poněvadž byla spojena se zajišťováním nepostradatelných potřeb člověka - s výživou. Ušlechtilé ovoce si člověk vypěstoval během doby postupným výběrem z původně rostoucích ovocných stromů a keřů. V průběhu dvanácti století bylo na našem území pěstováno bezpočet nejrůznějších odrůd ovoce. Dodnes se na našem území dochovala významná rozmanitost odrůd vzniklých záměrným šlechtěním i náhodným výběrem.

Ovocnářství je specializované odvětví rostlinné výroby. Zabývá se pěstováním ovocných rostlin. Hlavním úkolem našeho ovocnářství je vypěstovat dostatek ovoce mírného pásma pro přímý konzum i jako suroviny pro zpracovatelský průmysl. Ovocné výsadby mají význam v ochraně proti vodní a větrné erozi, vytvářejí vhodnější životní prostředí, poskytují pastvu včelám a dřevo některých ovocných dřevin je významnou surovinou pro dřevařský a zpracovatelský průmysl.

Jabloně jsou původním ovocným druhem pocházejícím ze střední Evropy. Dnes se jedná o nejpěstovanější ovocný druh nejenom v ČR, ale i na Slovensku, Polsku nebo Německu. Z tohoto pohledu je diplomová práce aktuální, protože se zabývá některými aspekty nutriční hodnoty ovoce. Konkrétně je to obsah refraktometrické sušiny a dále moderní trend sledování antioxidačních vlastností. V rámci této práce jsem provedla chemické analýzy na obsah nejenom vlastní antioxidační aktivity, ale i dalších faktorů, které ji ovlivňují – obsah celkových polyfenolů a obsah flavonoidů. Srovnávám celkem 16 kulturních a krajových odrůd jablek.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 Charakteristika ovoce

Ovocem se rozumějí požitelné plody nebo semena různých kulturních i planě rostoucích stromů a keřů s nadzemní dřevitou částí. Společným charakteristickým znakem ovoce je poměrně vysoká kyselost (pH je zpravidla nižší než 4,3) a přiměřený obsah cukrů [1]. Ovoce má mezi potravinami rostlinného původu zvláštní postavení v tom, že se konzumuje většinou v čerstvém stavu. I při průmyslovém zpracování jde často jen o co nejlepší zachování původních vlastností čerstvých surovin. Některé výrobky mají však záměrně kvalitativně odlišné vlastnosti, zejména co do konzistence (ovocné šťávy a mošty, marmelády, sušené ovoce atd.). Zvýšenou péčí o jakost ovoce si vynucují nejen stále náročnější požadavky trhu, ale i rozvoj modernizace a uplatnění velkovýrobní technologie při pěstování ovoce [2].

Podle vyhlášky č. 157/2003 Sb. ze dne 12. května 2003 se ovocem rozumí jedlé plody a semena stromů, keřů a bylin, uváděné do oběhu bezprostředně po sklizni nebo po určité době skladování v syrovém stavu. Čerstvým ovocem se rozumí ovoce celé, zdravé, bez známek hniloby a plísní, obsahující všechny základní části, ve stadiu technologické zralosti, očištěné a zbavené nežádoucích cizích příměsí.

1.1 Význam ovoce ve výživě

Aktuálním trendem současné doby se stal zdravý životní styl. Zajímá se o něj stále více spotřebitelů, kteří se snaží dodržovat jeho zásady. V souladu s nimi je třeba dodržovat rovnováhu mezi množstvím energie, která je přijata a energií která je vydána fyzickými aktivitami. Výživa má být energeticky přiměřená a pestrá, má odpovídat stáří, pohlaví člověka a namáhavosti vykonávané práce [2].

Z biologického a zdravotního hlediska zaujímá ovoce ve výživě obyvatel významné místo. S růstem životní úrovně se zvýšila spotřeba nejen potravin energetických (kalorických), ale i potravin zdravotně a biologicky kvalitních, jako jsou ovoce a zelenina. V následujících letech je možno počítat se snížením spotřeby právě kalorických (energetických) potravin a se zvýšením spotřeby nízkokalorických, mezi nimiž mají významné místo ovoce a zelenina [3]. Ovoce je považováno za osvěžující pochutinu pro svůj obsah kyselin, tříslovin a aromatických látek. Ovoce jako pochutina přispívá k lepšímu využití ostatních potravin, proto by mělo tvořit nedělitelnou součást denní stravy, která odpovídá potřebám racionální výživy. Zvláštní význam ve výživě má ovoce svým obsahem vitaminů, jejichž nedostatek způsobuje různá onemocnění [4]. Ovoce obsahuje řadu důležitých látek, které jsou potřebné pro životní pochody organismu a pro jeho zdravý vývin. Pravidelný a dostatečný přísun těchto látek zvyšuje odolnost organismu proti onemocněním. Látky jsou navíc v ovoci obsaženy v biologicky ideální formě a nelze je proto zcela adekvátně nahradit uměle syntetizovanými produkty. S rostoucím podílem sedavého zaměstnání a se snižováním podílu manuální práce je nutno nahrazovat ovocem vysoce kalorické složky naší potravy, a to především tuky, cukry a bílkoviny [6].

1.1.1 Doporučený denní příjem ovoce

Světová zdravotnická organizace doporučuje sníst denně alespoň 500g ovoce a zeleniny rozdělené do více porcí. Důležité také je, abychom ovoce a zeleninu konzumovali po celý rok. Ovoce můžeme jíst jak syrové, tak zpracované. Marmeládu, džem, kompoty nebo jinak na sladko upravené ovoce nepočítáme do tohoto „podlaží pyramidy“.

1.2 *Rozdělení ovoce*

Čerstvé ovoce je děleno na ovoce mírného pásma, ovoce tropického a subtropického pásma.

Ovoce mírného pásma

Mezi ovoce pěstované u nás a zeměpisně spadající do oblasti mírného pásma patří jádrové, peckovité, bobulovité a skořápkové druhy ovoce [13].

Jádrové ovoce: Plody druhů jádrového ovoce jsou malvice [10]. Plody se vyznačují silnou chruplavou, šťavnatou dužninou, vzniklou srůstem semeníku a češule a jejich zdužnatěním. Dále je pro ně typická silná slupka a jádřínek, ve kterém jsou uzavřena vlastní semena - jádra. Do této skupiny patří např. hrušky (*Pyrus*), jablka (*Malus*), jeřáb (*Sorbus*), kdoule (*Cydonia oblonga*), mišpule (*Mespilus*), oskeruše (*Sorbus domestica*) [7].

Peckovité ovoce: Plody peckového ovoce jsou peckovice [10]. Peckovité ovoce se skládá ze slupky, dužniny a pecky; semeno má tvrdou skořáčku. Vnější vrstva exokarp je šťavnatá až vodnatá dužnina a vnitřní endokarp tvoří sklerenchymatickou skořáčku pecky. Uvnitř pecky je bílé semeno s hnědým osazením. Řadíme sem broskve (*Prunus persica*), meruňky (*Prunus armeniaca*), slívy (*Prunus domestica ssp. Insititia*), švestky (*Prunus domestica*), třešně (*Prunus*), višně (*Prunus cerasus*) [20].

Bobulové ovoce: Má velmi jemné buněčné stěny. Semena jsou uložena ve šťavnaté dužnině. Kolem semen není tvrdá skořáčka jako u ovoce peckovitého, ani pergamenovitá blána. Skupina zahrnuje řadu druhů pěstovaných kulturně i planě rostoucích s různým typem zdužnatělého květního lůžka. Do bobulového ovoce se řadí angrešt, borůvky (*Vaccinium myrtillus*), brusinky (*Vaccinium vitis-idaea*), maliny (*Rubus idaeus*), ostružiny (*Rubus*), lesní jahody (*Fragaria*), rybíz (*Ribes nigrum*), vinná réva (*Vitis vinifera*) [9].

Skořápkové ovoce: Ovoce pokryté suchou, dřevnatou skořápkou, která kryje vlastní semena. Užítkovou součástí je zde vlastní semeno tzv. jádro plodu. Zařazujeme sem arašídý (*Arachis hypogea*), kešu ořechy (*Anacardium occidentale*), kokosové ořechy (*Cocos nucifera*), lískové ořechy (*Corylus avellana*), mandle (*Amygdalus communis*), para ořechy (*Bertholletia excelsa*) a vlašské ořechy (*Juglans regia*) [13].

Ovoce tropického a subtropického pásma

Ovoce tropického a subtropického pásma vyžaduje teplé klimatické podmínky. Pro přehlednost rozdělujeme toto ovoce podle charakteru do dvou skupin:

Citrusové ovoce: Citrusové ovoce pochází z tropické a subtropické jihovýchodní Asie. Jeho předností je vysoká biologická hodnota tvořená vitaminy A a C. Plody jsou různě velké, od velikosti třešně až po velikost lidské hlavy. Dužnina citrusového ovoce je sladká či kyselá, vždy však hodně šťavnatá, složená z dílků. K citrusovému ovoci se řadí citron (*Citrus limon*), grapefruit (*Citrus paradisi*), limetka (*Citrus limetta*), mandarinka (*Citrus reticulata*), pomelo (*Citrus maxima*), pomeranč (*Citrus sinensis*) [16].

Ostatní tropické a subtropické ovoce

Do této skupiny řadíme ananas (*Ananas comosus*), dále avokádo (*Persea americana*), banány (*Musa*), datle (*Phoenix dactylifera*), fíky (*Ficus*), granátové jablko (*Punica granatum*), kiwi (*Actinidia deliciosa*), mango (*Mangifera*), olivy (*Olea*), papája (*Carica*) [4].

Důsledkem předčasné sklizně dozrává exotické ovoce v upravené atmosféře. To má vliv na jeho jakost a nutriční hodnotu. Ovoce se sklízí ještě tvrdé a zelené. Během převozu se sice nepoškodí a neshnije, ale již nikdy nedosáhne takové kvality, jako kdyby uzrálo v domovině. To se týká především barvy, velikosti plodů, obsahu vitaminů a jiných nutričně významných látek, jejichž obsah je v uměle dozrálém ovoci menší [13].

1.3 Chemické složení ovoce

Dužnaté ovoce obsahuje v čerstvém stavu 70-90%, zpravidla 80-85% vody. Skořápkové ovoce v čerstvém stavu obsahuje 20-25% a ve zralém 4-8% vody. Hlavní složkou sušiny jsou mono-, oligo- a polysacharidy, u skořápkového ovoce je to tuk. Ovoce dále obsahuje organické kyseliny, dusíkaté látky (aminokyseliny a bílkoviny), minerální látky, lipidy, rostlinné barviva, enzymy a v malých množstvích pigmenty, aromatické látky a vitaminy [11].

1.3.1 Voda

V ovoci je obsažena voda jednak volná, jednak vázaná na koloidy. Volná voda je ve šťávě buněk ovoce a jsou v ní rozpuštěny ostatní látky, které šťávy obsahují (cukr, kyseliny apod.). Voda, která je vázaná na koloidy tvoří okolo nich vodní obal, který je jejich neoddělitelnou součástí [7].

Tab. 1 Procentuální množství vázané a volné vody v některém ovoci a zelenině, zjištěné refraktometrickou metodou

Druh	celkové množství vody	Vázaná voda	Volná voda
Jablka	88,7	24,1	64,6
Zelí	92,2	9,3	82,9
Brambory	81,5	17,5	64
Mrkev	88,6	22,4	66,2
Řepa	89,7	25,5	64,2

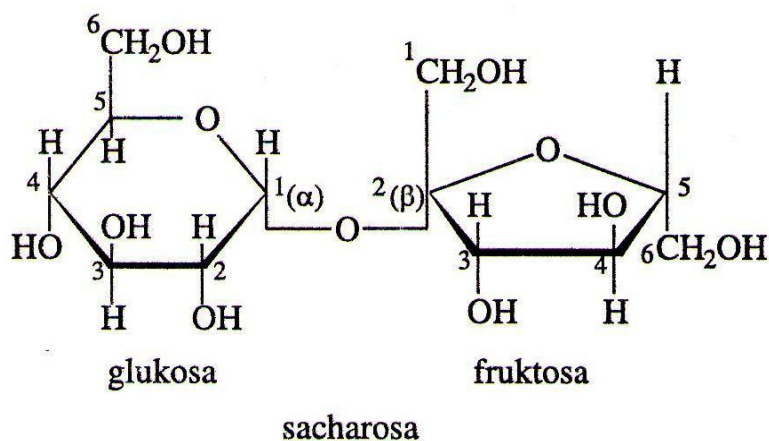
1.3.2 Sacharidy

V ovoci je obsaženo od 0,5 (citrony) do 25% (bobule révy vinné) cukru. Množství cukru kolísá nejen v plodech různých druhů a odrůd, ale i v plodech stejné odrůdy získané z různých podmínek klimatických a půdních. V jablkách různých odrůd je od 5 do 24 % cukru [7]. Sacharidy jsou tvořeny monosacharidy, a to zejména glukosou a fruktózou, které doplňuje různé množství sacharosy. Poměr glukosy a fruktosy se mění podle druhu ovoce a odrůdy [11]. V jádrovém ovoci převládá fruktosa [7]. Hlavními polysacharidickými složkami jsou škrob, celulóza, hemicelulóza, pentosany a pektinové látky. Škrob je složkou nezralého ovoce a v průběhu zrání se dokonale odbourává. Celulóza, hemicelulóza a pentosany jsou pravidelnou složkou ovocné dužniny, pecek, jader a slupek. Obzvláště bohaté

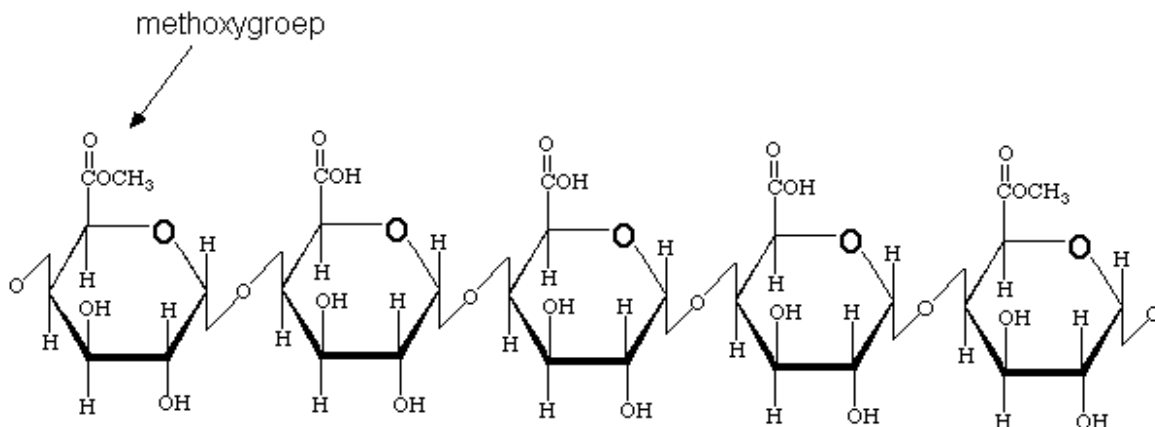
na tyto látky jsou bobulovité ovoce (jadérka). Z pentosanů jsou nejrozšířenější arabany a xylany. Hemicelulosa jsou v jablkách obsaženy v množství 1-3%. Alkoholické cukry doprovázejí v ovoci cukry. Nejznámější z nich jsou sorbitol (sorbit), který je obsažen v jádrovém a peckovém ovoci, zatímco u bobulovin téměř chybí. K technologicky nejdůležitějším patří pektiny, které doprovázejí v plodech celulosu. Ve vodě nerozpustný nativní pektin, se při zrání ovoce hydrolyzuje na rozpustný, tím dochází při zrání k měknutí plodů. V přírodě se vyskytující pektin je tvořen 1,4 alfa glykosidicky vázanými molekulami D-galakturonové kyseliny. Karboxylové skupiny jsou u nezralých plodů často do značné míry esterifikovány metanolem. Při zrání stupeň esterifikace klesá [11].

Tab. 2 Obsah cukru v jádrovém ovoci

Druh ovoce	Obsah v %		
	glukosa	fruktosa	sacharosa
Jablka	2,50-5,55	6,46-11,84	1,52-5,31
Hrušky	0,93-3,74	5,97-9,67	0,44-2,58
Kdoule	1,96-2,37	6,05-6,49	0,38-1,58
Jeřabina	2,33-2,34	3,14-3,84	0,33-0,68
Mišpule	3,78-4,13	6,26-6,56	0,55



Obr. 1 vzorec sacharosy



Obr. 2 pektin

1.3.3 Organické kyseliny

Organické kyseliny se v ovoci vyskytují pravidelně ve volné nebo vázané formě. Volné kyseliny ovlivňují do značné míry v ovoci a výrobcích z něho specifickou chuť. Určují také jeho pH, které je mezi 3,0 - 4,0. Mezi kyselinami se uplatňují většinou hlavně jablečná a citronová, u hroznů vinná, která u ostatního ovoce většinou chybí [11]. Jablečná kyselina se vyskytuje ve všech druzích ovoce, kromě citrusových plodů [7]. Kromě těchto kyselin se objevuje kyselina šťavelová a mravenčí a některé další. Ovoce v méně zralém stavu obsahuje více kyselin a jejich koncentrace s postupem zrání klesá. Při zrání se mění poměr jednotlivých kyselin. Také teplota zrání má vliv na obsah kyselin. Jablka a hrušky obsahují hlavně kyselinu jablečnou. Po sklizni se kyseliny pomalu odbourávají. Obsah kyselin u jablek zřídka přesahuje 1,5%. U kyselých odrůd jablek tvoří kyseliny jablečná 90% všech kyselin. U slabších odrůd činí její podíl 30 - 50% celkového obsahu. Koncentrace kyseliny citronové je velmi nízká, např. u moštových jablek je obsah kyseliny citronové 1-3% z celkového obsahu kyseliny. Větší obsah kyseliny citronové než 5% u jablečné šťávy vzbuzuje podezření jejího přídavku nebo přídavku šťávy z hrušek. U ostatních odrůd je její obsah asi 10%. Z těkavých kyselin jsou téměř u všech plodů obsaženy kyselina mravenčí, octová a jiné. Některé odrůdy jablek obsahují také kyselinu máselnou [11]. U peckového ovoce také převládá kyselina jablečná [7]. Její koncentrace dosahuje u zralých třešní a višní asi 85-90% celkového obsahu kyselin. U broskví připadá 90% z celkových kyselin na citronovou, jablečnou a chinovou kyselinu. Při zrání přibývá hlavně kyselina jablečná. U drobného ovoce (jahod, rybízu, malin) převládá kyselina citrónová, po ní

následuje kyselina jablečná a galaktouronová. U hroznů na rozdíl od ostatních druhů tvoří kyselina vinná 50-65% a kyselina jablečná asi 25-30% [11].

1.3.4 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky v rostlinách jsou velmi rozdílné a mohou být rozděleny na bílkoviny, aminokyseliny, amidy aminokyselin, dusíkaté zásady, soli amoniaku a kyseliny dusičné [3]. Z těchto skupin dusíkatých látek mají pro naši potřebu největší význam bílkoviny, které obvykle v ovoci převyšují i obsah ostatních dusíkatých látek. Aminokyseliny (leucin, kyselina asparagová, glutaminová, lysin, fenylalanin, tyrosin aj.), amidy aminokyselin (asparagin, glutamin) jsou produkty hydrolytického rozpadu bílkovin, doprovázejí je a jsou všeobecně ve všech rostlinách [14]. Celkové množství dusíkatých látek v čerstvém ovoci je uvedeno v tabulce č. 3.

Tab. 3 Celkové množství dusíkatých látek (v %) v čerstvém ovoci

Ovoce	Celkové množství dusíkatých látek (v %)		
	minimálně	maximálně	průměrně
Jablka	0,22	0,7	0,46
Angrešt	0,65	1,13	0,94
Borůvky	0,55	1,41	0,82
Broskve	0,44	0,93	0,64
Brusinky	0,58	0,89	0,69
Hrušky	0,27	0,69	0,41
Kdoule	0,46	0,8	0,57
Maliny	0,91	1,9	1,18
meruňky	0,82	1,29	1,02
Mišpule	0,72	0,86	0,81
ostružiny	0,64	1,4	0,95
Rybíz	1,19	1,7	1,47
Slívy	0,46	0,84	0,61
Švestky	0,59	0,69	0,65
Třešně	0,69	0,98	0,83
Višně	0,89	1,29	0,98

1.3.5 Minerální látky

Ovoce obsahuje kromě uhlíku, vodíku, kyslíku a dusíku, které tvoří organickou část plodu také jiné prvky, nazývané popelovinami. Popeloviny se získávají spálením a vyžiháním ve formě oxidů a solí [7]. Obsah minerálních látek v ovoci kolísá dle druhu a odrůd. Nejvíce jsou zastoupeny ionty prvků fosfor, draslík, sodík, vápník, chlor, síra, a křemík. Je nutno počítat i s výskytem některých stopových prvků jako např. měď, mangan, a jód a bór [11]. Minerální látky sice nemají energetickou hodnotu, jsou však nutné pro udržení tzv. acidobazické rovnováhy mezi minerálními látkami kyselinotvornými a zásadotvornými, jinak dochází ke zdravotním poruchám. Pro lidský organismus jsou minerální látky v potravinách významné jednak jako stavební složky (vápník, fosfor), jednak jako složky enzymatických systémů regulujících různé životní funkce (železo, draslík) [9]. V popelu ovoce se vyskytují tyto prvky [7] :

Kovy: K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn

Nekovy: S, P, Si, Cl, B, (C, O).

Draslík – mezi jmenovanými má největší význam, tvoří větší část popela. Nejvíce je obsažen v peckovitém ovoci. Hodnoty obsahu draslíku v % váhy popela jsou udány v tab. č. 4. [1].

Tab. 4 Hodnoty draslíku v % váhy popela

druh ovoce	obsah draslíku (%)
Jádrové ovoce	47,8 - 52,9
Peckové ovoce	44,1 - 57,4
Bobulové ovoce	31,9 - 47,7

Sodík – obsah sodíku v ovoci je malý, kolísá mezi 1,17 až 9,9% [14].

Vápník – je obsažen hlavně v bobulovém ovoci (jahody, maliny). Je důležitý pro tvorbu některých tkání našeho organismu, jako kostní tkáně a dentinu zubů. Obsah vápníku v popelu ovoce udává tab. č. 5 [2].

Tab. 5 Obsah vápníku v popelu ovoce

druh ovoce	obsah vápníku (%)
Jádrové ovoce	3,97- 11,8
peckové ovoce	1,67 - 10,3
Bobulové ovoce	5,70 - 18,5

Hořčík – nachází se především v bobulovinách, zvláště v malinách, jahodách, ostružinách. Jeho obsah kolísá mezi 2,2 až 12,1% váhy popela [7].

Železo – jako prvek se zúčastní při tvorbě hemoglobinu krve a tkání těla. Nejvíce železa je v lesních jahodách, v borůvkách a v hroznech révy vinné [14].

Mangan – přítomen především v jahodách, meruňkách, borůvkách a ostružinách [7].

Síra – má fyziologickou funkci v metabolismu aminokyselin a bílkovin a při tvorbě pojivových tkání. Je obsažena především v ořechích [14].

1.3.6 Lipidy

Uvádějí se jako látky extrahovatelné vhodným rozpouštědlem (éter, petroletér). Zahrnují nejen pravé tuky, ale i vosky, fosfolipidy, steroidy a další. V ovoci je jich méně než $1\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, výjimku tvoří na tuky bohatá ořechová jádra, která obsahují až 60% i více tuku [11].

1.3.7 Barviva

Barevnost ovoce závisí na druhu barviva, které ovoce obsahuje. Forma, v jaké se nacházejí v buňkách (rozpuštěné ve šťávě, v pevném stavu v chromoplastech) a jejich rozmístění v částech pletiv rozhoduje o celkovém vjemu barevnosti ovoce [11].

Chlorofyl – je v zelených částech rostlin přítomen v množství $600\text{-}1500\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Chlorofyllové barvivo, typické pro zelenou barvu listů a nezralých plodů podléhá při stárnutí a zrání změnám, rozkladu nebo se mění na olivově zelený feofytin, na světle zelený chlorofylin, případně na hnědý feoforbin. Z chlorofylu vznikají posléze bezbarvé produkty, např. chlorin, purpurin aj. [14].

Anthokyaniny – jsou barviva rozpustná ve vodě a dodávají rostlinným pletivům červené, červenofialové až modrofialové zbarvení v závislosti na pH. Chemicky se řadí mezi heteroglykosidy a jejich aglykony. Jejich množství závisí na rostlinném druhu. Nejčastěji se v ovoci vyskytuje kyanidin, pelargonidin, oenidin, chrysantamin, fragarin, cerakyan, myrtillin a delfinidin [5].

Karotenoidy – jsou ve vodě nerozpustné žluté až červeně oranžové barevné látky. Přítomné jsou např. v meruňkách a broskvích [7]. Karotenoidy přispívají u řady ovocných druhů k zbarvení a jejich obsah kolísá podle druhu odrůdy, zralosti, klimatických a půdních podmínek [14].

Flavonoidy – jsou žlutá barviva, rozpustná ve vodě. Často jsou překryta jinými barvivy.

Fenolické složky – jejich oxidativní zplodiny (např. třísloviny) mohou dodávat rostlinným pletivům hnědé odstíny [23].

1.3.8 Vitaminy

Ovoce spolu se zeleninou a brambory je hlavním zdrojem vitamínu C. U jednotlivých druhů ovoce se může obsah vitamínu C značně lišit podle odrůdy a současně je závislý na stupni zralosti [14]. Vybarvenější plody mají vyšší obsah vitamínu C, rovněž tak plody z vyšších poloh. Kromě vitamínu C obsahuje ovoce určité množství vitamínu B skupiny (thiamin, riboflavin, niacin, biotin) a karotenů. Obsah vitamínu B značně kolísá. Na obsah vitamínu má vliv celá řada faktorů, zejména kyslík, teplota, světlo. Zvláště negativní působí na obsah vitamínu C kyslík [7].

Tab. 6 Obsah vitamínu C ve 100g čerstvého ovoce

Druh ovoce	Vitamin C (mg)
Jablka	5
Broskve	8
hrušky	4
Jahody	60
Maliny	21
Meruňky	7
Ořechy	3
Rybíz	36
Třešně	8

1.3.9 Enzymy

Enzymy jsou biokatalyzátory téměř všech biochemických frakcí a jejich funkce podmiňuje život rostlin. Jsou zcela specifické pro určité substráty a určité reakce. Každý enzym je účinný pouze v určitém rozmezí pH, má optimum v určité teplotní oblasti a je za určité teploty inaktivován. S enzymy souvisí problematika enzymového hnědnutí. Zúčastní se v něm fenoloxidáza a v menší míře peroxidasa. Vyskytuje se téměř u všech u všech druhů ovoce s výjimkou jahod, citrusů a ananasu. Při rozrušení pletiv (rozřezání, tlaku, rozmrazování) oxiduje fenoloxidáza za přítomnosti vzdušného kyslíku různé substráty - hlavně katechiny, leukoantokyaniny, kyselinu hydrokvořicovou a v přítomnosti fenolů i další flavonoidy. To vede ke změnám chuti, vůně a vzhledu [11].

1.3.10 Těkavé aromatické látky

K chutnosti ovoce přispívají vedle cukrů a kyselin také těkavé aromatické látky. Jde o komplikovanou směs různých více méně příbuzných sloučenin (uhlovodíky, zvláště terpeny, alkoholy, aldehydy, ketony, fenoly, kyseliny, estery apod.). Jejich vůně a chuť je velmi intenzivní, jsou rozeznatelné často i při ředění 1:1 000 000. Pro specifické aroma ovoce jsou velmi významné estery a aldehydy, méně se uplatňují alkoholy [7]. Jablečná vůně a aroma jsou odrůdově typické. Celkem bylo v jablkách identifikováno více než 260 pachových složek. Celkové jejich množství v dužnině je však malé ($0,07 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Za charakteristickou složku jablečné vůně je pokládán hexyl-2-metyléster kyseliny máselné. Jablka obsahují velký počet bioaktivních, především fenolických složek. Je zde přítomná také kyselina chinová, kávová, chlorogenová aj. [11].

1.3.11 Hořké látky

Vedle chemicky přesně definovaných skupin látek se v ovoci vykytují i takové, jejichž struktura není přesně definována a hodnotíme je pouze organolepticky. K hořkým látkám řadíme mimo aromatických látek především hořké látky, patřící chemicky k různým skupinám. Hořké látky jsou známé především u citrusových plodů [14].

2 Pomologie

Pomologie je nauka o ovocných druzích a odrůdách, významných pro školkařství a pro produkci ovoce. Slovo pomologie (vzniklo z latinského *pomum* pro ovoce + *logos* slovo v řečtině) a je specializovaným odvětvím botaniky. Pomologie pojednává o původu rostlin, vzniku a rozšíření ovocných odrůd, o jejich vlastnostech a o požadavcích na půdu a podnebí. Hodnotí také význam ovoce pro výživu, pěstitelskou upotřebitelnost a vhodnost pro trh i pro průmyslové zpracování. Znalost pomologie je předpokladem úspěšného školkařství a ovocnářství. Neznalost povahy a užitkovosti jednotlivých odrůd by mohla vést ke značným hospodářským ztrátám jak při množení a pěstování ovocných rostlin, tak i v rostlinné produkci [15].

U mnoha odrůd ovoce probíhá pravidelné organoleptické hodnocení, zaměřené na chuťové vlastnosti, vzhled, šťavnatost, konzistenci dužniny, barvu slupky, atraktivnost plodů a další vlastnosti. Výsledky těchto degustací v různých místech a podle doby zrání usměrňují výběr odrůdy především z hlediska její předpokládané realizace na trhu. Při posuzování se bere zřetel na následující parametry: [20].

Kvalita ovoce = chuť, vzhled, trvanlivost

Ranost = perioda v roce, během které je odrůda plodná

Plodnost = velikost produkce vztažená na strom/rostlinu, hlavně pak na plochu, ale také životnost stromu a rychlost nástupu do plodnosti

Kultivační náročnost = ekonomické náklady na pěstování dané odrůdy [15].

Základní požadavky na jakost jádrového ovoce jsou dány: ČSN 46 3010 (jádrové ovoce); Nařízení Komise (ES) č. 85/2004, kterým se stanoví obchodní norma pro jablka. Tržní ovoce musí být zpravidla ručně česané tak, aby nedošlo ke zbytečnému poranění nebo poškození, které by způsobilo jejich pozdější zkázu. Sklízí se v optimálním stupni zralosti, podle odrůdy a určeného účelu sklizně. Zvláštní důraz na jakost se klade u plodů výběrové jakosti, které musí být zralostně, velikostně i vybarvením vyrovnané. Ve všech stupních jakosti musí být jádrové ovoce v jednom obalu odrůdově jednotné.

Jabloň je nejdůležitějším ovocným druhem a jablko nejrozšířenějším a nejcennějším ze všech ovocných plodů pěstovaných u nás. V červenci začínají dozrávat první letní odrůdy, ale nejintenzivnější období sklizně jablek je na podzim [17]. Z praktického hlediska a

pomologického třídění ovocných druhů zařazujeme jabloň do skupiny jádrového ovoce. Botanicky patří jabloň do říše rostlin (*Plantae*), podříše cévnaté rostliny (*Tracheobionta*), oddělení krytosemenné (*Magnoliophyta*), třída dvouděložné (*Rosopsida*), řád růžotvaré (*Rosales*), čeleď růžovité (*Rosaceae*), podčeleď jabloňovité (*Maloideae*), – rod jabloň (*Malus*) [18].

Při dělení rodu *Malus* byly rozlišeny tyto sekce:

I. sekce *Eumalus* – s evropskými a asijskými druhy majícími listy s nedělenou čepelí, buď s kalichem neopadavým a většími plody (podsekce *Pumilae*), nebo s kalichem opadavým a malými plody (podsekce *Baccatae*).

II. sekce *Sorbomalus* – s planými japonskými a čínskými druhy majícími dělené listy a malé plody.

III. sekce *Chloromeles* – se severoamerickými druhy majícími velké zelené nebo žluté nepoživatelné plody.

IV. sekce *Eriolobus* – zahrnující maloasijský druh *Malus triloba* – jabloň trojlaločnou.

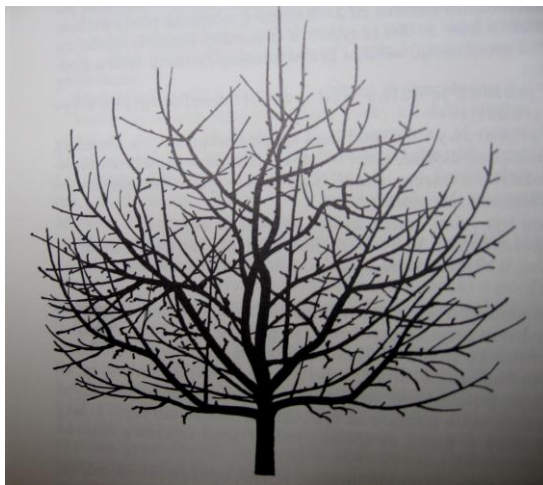
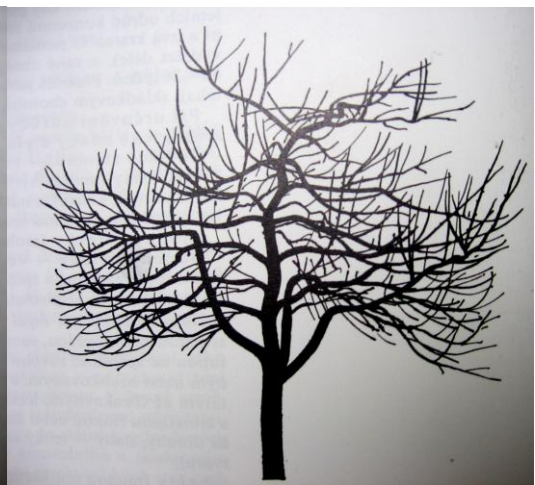
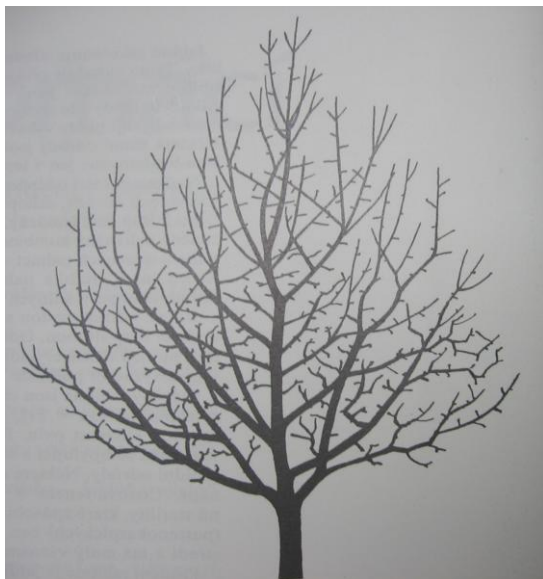
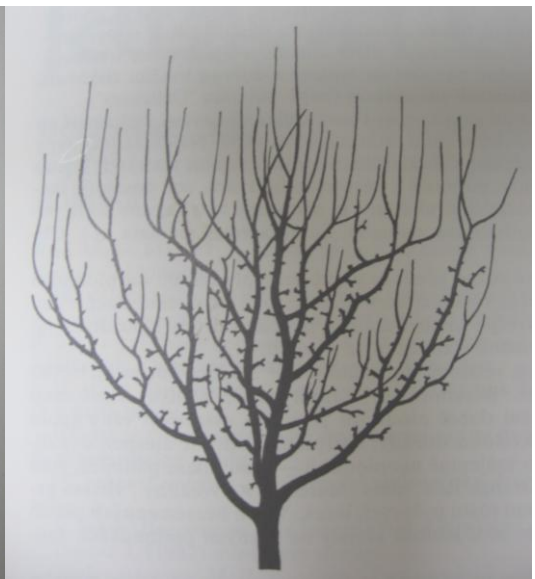
V. sekce *Docyniopsis* – s japonskými a čínskými druhy [17].

V současné době se při šlechtění nových odrůd postupuje různými metodami, jako jsou výběr ze semenáčů z volného sprášení, výběr ze semenáčů ze záměrného křížení a výběr z mutantů přirozených nebo indukovaných aplikací mutageny. Vybrané semenáče nebo mutanty se zkoušejí ve srovnávacích pokusech se standardními odrůdami. Ty, které vykázaly lepší znaky a vlastnosti, jsou pak zařazeny do státních odrůdových zkoušek prováděných na různých zkušebnách Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského. Uznané a povolené odrůdy jsou pak na šlechtitelských stanicích udržovány, popř. zlepšovány v kvalitě, plodnosti a zdravotním stavu udržovacím šlechtěním [18].

2.1 **Charakteristické rysy jabloní**

Jabloň zakořeňuje středně hluboce až mělce, kořenová soustava se rozkládá více do šířky. Vyžaduje úrodné humózní půdy, dobře hnojené a zásobené vláhou. Hlavní jabloňářské oblasti jsou v podhůří, kde je dostatek vláhy a menší výskyt chorob a škůdců. V teplých oblastech bývají plody vybarvenější a cukernatější, dříve dozrávají a jsou méně trvanlivé. [15]. Nadzemní částí jabloňových odrůd jsou koruny různé velikosti a tvaru, což

závisí na vzrůstnosti odrůdy, schopnosti rozvětvení a úhlu nasazení větví. Nejdůležitější typy tvaru korun jsou uvedeny na obrázcích. Různé odrůdy rostou samovolně různě silně, nesterjné brzy přecházejí do plodnosti a různě brzy stárnou. Plodem jabloně je jablko (malvice), na němž se rozlišuje jeho velikost a tvar, povaha a zbarvení slupky a uspořádání kališní části [10]. Dále pak uspořádání a stavba jádřince, povaha a jakost dužniny. Odrůdy jabloní se dělí podle doby zrání na rané – letní, podzimní, pozdně podzimní až raně zimní, zimní a pozdně zimní. Rozlišuje se sklizňová zralost, při které jsou plody lehce odlučitelné od plodonoše, slupka je vybarvená a dostává světlejší odstín, semena hnědnou nebo jsou hnědá a konzumní zralost, kdy plody dosahují optimálních chuťových vlastností [20].

*Obr. 3**Obr. 4**Obr. 5.**Obr. 6*

Popis obrázku č. 3: Habitus jabloně

Koruna stromu je rozložitého vzrůstu, s velkou tendencí k rozvětvení. Zóna plodnosti se rychle vzdaluje od kmene k periférii koruny (např. 'Golden Delicious') [17].

Popis obrázku č. 4: Habitus jabloně

Koruna stromu je velmi rozložitého vzrůstu, s velmi velkou tendencí k rozvětvení, s vyholováním spodních částí větví. Zóna plodnosti se velmi rychle vzdaluje od kmene (např. 'Rubín') [17].

Popis obrázku č. 5: Habitus jabloně

Koruna stromu je vzpřímeného růstu, s větší tendencí k rozvětvení, a tím i k zahušťování koruny. Zóna plodnosti se pomalu vzdaluje od kmene k periférii koruny (např. 'Spartan') [17].

Popis obrázku č. 6: Habitus jabloně

Koruna stromu je vzpřímená, s omezenou tendencí rozvětvení, s větvemi obrostlými četnými krátkými plodonoši, které mají dlouhou životnost. Zóna plodnosti setrvává v blízkosti kmene (např. 'Starkrimson Delicious') [17].

2.2 **Morfologické vlastnosti**

Mezi nejčastěji hodnocené morfologické znaky patří:

Tvar koruny – pokud není uměle formován, rozeznáváme koruny ploché, kulovité, široce pyramidální a úzce pyramidální. Tvar a hustota koruny záleží především na odrůdě [20].

Kmen a větve – v mládí jsou kmeny hladké, hnědé až šedohnědé, s různým charakteristickým množstvím a zbarvením lenticel. Později se vytváří borka, které předchází podélné praskání kůry hladkých kmenů [15].

Vedoucí větve – tvoří základ koruny. Tyto větve mají mít silný, mohutnější vzrůst, mají být pevně zakotvené a mají zajišťovat stabilitu tvaru koruny. Někdy také tyto větve nazýváme větve I. řádu. Z nich vyrůstají větve II. řádu a z větví II. řádu větve III. řádu [13].

Vedlejší větve – nebo také větve II. řádu – vyrůstají z kosterních větví a zejména na nich se pak vytvářejí obrostové větve, které mají menší schopnost růstu do délky a tvoří různé stupně obrostu charakterem plodonosných částí [18].

Plodné větévký – plodonosné dřevo, na které nasazují jabloně plody [20].

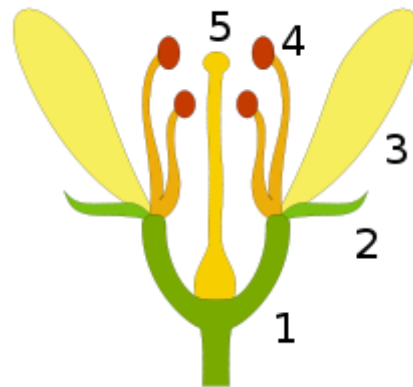
Výhony – zajišťují prodlužovací růst větví. V době vegetačního období prodlužující růst zajišťují letorosty (označení prodlužujícího růstu ve vegetačním období), které teprve po opadu listů nazýváme výhony [15].

Pupeny – jsou v nich diferencovány základy letorostů nebo květů. Dokud pupen sedí v paždí listů, nazýváme ho v době vegetace očkem. Rozlišujeme pupeny:

- a) spící – nejméně vyvinuté pupeny
- b) adventivní pupeny – mohou se tvořit na jakémkoli místě koruny jabloně, zpravidla v hustších částech pletiv. K růstu je vyprovokujeme po hlubokém zmlazení.
- c) listové pupeny – vyvíjejí se z nich letorosty nebo plodné orgány
- d) květní pupeny – kvalitativně nejvýše postavené, nejlépe vyživované a zásobené živinami. Vyvíjí se z nich květenství a listy, které jsou základem dalších plodonosných orgánů [17].

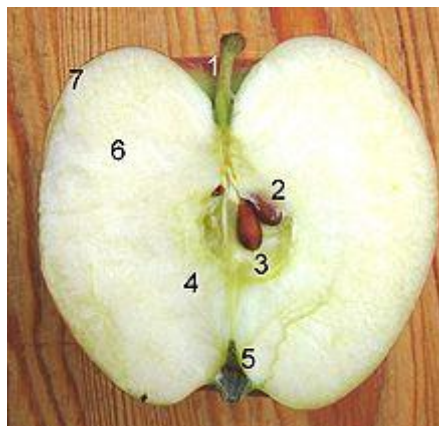
Listy – mohou mít čepel malou až velkou, tvarem podlouhlou, vejčitou, elipsoidní, srdčitou až okrouhlou, souměrnou nebo nesouměrnou, se špičkou krátkou až dlouhou, tupou až špičatou, rovnou nebo ke straně přihnoutou, okrajem pilovitým, vroubkovaným nebo zoubkovaným, a to buď jemně, hrubě, nebo dvojité, s povrchem rovným, vlnitým až člunkovitým, lesklým, pololesklým nebo matným, hladkým nebo plstnatým, s žilnatinou řídkou nebo hustou, málo patrnou až vystouplou, mohou mít řapík krátký až dlouhý, slabý – tenký až silný – tlustý, na spodu s palisty různě velkými a různého tvaru [20].

Květy – u jabloní se vytvářejí z květního pupenu v podobě 4 – 6 květů v chocholičnatém hroznovitém květenství. Květ má 5 kališních lístků, 5 korunních plátků, 5 pestíků, které jsou na bázi srostlé v trubku a je v něm 20 tyčinek. Květy jsou důležitým odrůdovým rozlišovacím znakem, a to jak barvou korunních plátků, tak i ostatními vlastnostmi [15].



Obr. 7 Popis částí květu. 1 kalich; 2 kališní lístky (sepály); 3 koruna, okvětní plátky (petály); 4 tyčinky; 5 pestíky

Plod – malvice je vytvořen ze semeníku a částečně kalichu. Endokarp tvoří zpravidla pěti-pouzdrnou korunu semeníku (jádřinec), v jejíž každé části je jedno, dvě, někdy i více semen. Mezokarp je dužnatý, různých chuťových vlastností a jakosti. Exokarp má různě zbarvenou slupku s méně nebo více výraznými lenticelami [18].



Obr. 8 Řez malvici (jablko) 1: stopka; 2: semena (jádra); 3: endokarp; 4: mezokarp; 5: zbytky kalicha; 6: dužina; 7: slupka (exokarp)

2.3 *Popis vybraných odrůd*

Kapitola se zabývá popisem odrůd, které byly analyzovány v této práci. Fotky jednotlivých odrůd jsou uvedeny v příloze.

‘Bohemia’

Odrůda Bohemia vznikla v ČR náhodnou mutací odrůdy ‘Rubín’. Sklizňová zralost je od poloviny září. Koruna se vyznačuje řídkým větvením. Plodí na dlouhém dřevě. Plody jsou velké, kulovité, základní barva žlutá, v době sklizňové zralosti krytá téměř celokrajně rozmytým tmavě červeným zbarvením. Slupka tenká, suchá, hladká, někdy se rzivými malými lenticelami. Dužnina šťavnatá, krémové barvy, křehké konzistence, sladká, voňavá, aromatická. Stopka středně tlustá a dlouhá. Plody jsou vhodné pro přímý konzum, konzervaci, sušení i průmyslovému zpracování. Odolnost proti napadení houbovými chorobami je střední. Je určena do všech pěstitelských oblastí [13].

‘Diadém’

Odrůda Diadém vznikla v ČR křížením odrůd ‘James Grieve’ × ‘Jonathan’. Vytváří široce rozložené koruny. Obrůstá bohatým plodonosným obrostem. Plodnost nastupuje brzy, je pravidelná, vysoká. Plody jsou velké, mají kuželovitý tvar. Slupka je žlutá, krytá karmínovou červení na většině povrchu plodu. Povrch je hladký, lesklý. Dužnina je nažloutlá, má středně šťavnatou konzistenci, chuť je dobrá, sladce navinulá. Sklizňová zralost je kolem poloviny září. Konzumně dozrává v říjnu až listopadu. Při chladném uložení vydrží do prosince, z vyšších poloh déle. Odrůda je značně odolná k padlí, středně odolná ke strupovitosti. Jedná se o typicky tržní, vysoce produktivní odrůdu, které se daří ve všech jabloňových polohách. Z teplých poloh se zkracuje uchovatelnost. Plody jsou odolné k otláčení, velmi dobře snáší přepravu [15].

‘Doris’

Odrůda vznikla v ČR křížením odrůd ‘Golden Delicious’ × ‘James Grieve’. Růst je středně silný, tvoří široce pyramidální koruny. Větve velmi dobře obrůstají krátkým plodonosným dřevem. Sklizňová zralost je od poloviny září až v první dekádě října, dle stanoviště. Konzumně dozrává od listopadu. Plody jsou středně velké až větší, mají protáhle kulovitý až mírně soudkovitý tvar. Slupka je zelenavě žlutá, krytá oranžově červeným žiháním s výrazným rozmytým líčkem. Povrch je hladký. Nažloutlá dužnina je středně šťavnatá, má křehkou konzistenci a sladce navinulou chuť. Plodnost je velmi raná, vysoká

a pravidelná. Odrůda je středně odolná k houbovým chorobám a je velmi plastická pro pěstování v různých klimatických podmínkách [17].

‘Harmonie’

Odrůda Harmonie má svůj původ v ČR. Stromy vytvářejí menší, kulovité až rozložené, středně husté koruny. Intenzita růstu je střední, později slabší. Větve mají přiměřený sklon k rozvětvení. Jsou nasazeny v tupějších úhlech. Poměrně dobře obrůstají krátkým plodným obrostem. Plody jsou středně velké, vyrovnané velikosti. Slupka je středně tlustá, pevnější a hladká. Základní barva je žlutá, krycí barva je karmínově červená, rozmytá. Dužnina je jemná, křehká, přiměřeně šťavnatá. Má žlutavou barvu. Chut' je sladce navinulá, aromatická, velmi dobrá v optimální zralosti. Sklizňová zralost nastává v září, plody se neotlačují. Odrůda je velmi plodná, vyžadující optimální stanoviště, vhodná do zahrádek [18].

‘James Grieve’

Odrůda má svůj původ ve Skotsku. Vznikla křížením odrůdy ‘Pottovo’ × ‘Coxovou renetou’. Koruna je široce pyramidální až kulovitá. Intenzita růstu je střední, později slabá. Větve jsou poměrně tlusté a jsou nasazeny v tupých úhlech. Sklizňová zralost podle stanoviště začíná koncem srpna a ve vyšších polohách končí až v polovině září. Plody mají kulovitý až tupě kuželovitý tvar. Povrch je hladký, nebo nepravidelně slabě žebernatý. Na příčném řezu je poněkud nepravidelný. Slupka je hladká, lesklá, pevná a mastná. Základní barva je žlutozelená, později žlutá. Je oranžově až světle červeně žíhaná, na sluneční straně většinou s rozmytým líčkem. Dužnina je velmi jemná, křehká, šťavnatá. Barvu má zelenavě bělavou, později krémovou. Chut' má sladce navinulou, jemně aromatickou, velmi dobrou. Plodnost je velmi raná, vysoká a pravidelná. Patří mezi nejúrodnější jabloňové odrůdy. Konzumní zralost začíná 1 až 2 týdny po sklizni a končí v říjnu. Z vyšších poloh mnohem déle. Plody trpí skládkovými poruchami. Odrůda je vhodná do různých pěstitelských podmínek, vysoce plodná a kvalitní. Nutná je ochrana proti chorobám [20].

‘Julie letní’

Odrůda vznikla v ČR křížením odrůd ‘Quinte’ × ‘Discovery’. Vyznačuje se širokou kulovitou korunou, větve mají sklon k vyholování. Plody jsou středně velké až velké, ploše kuželovité. Základní barva je zelená, v době zralosti zelenožlutá, zcela překryta tmavou rozmytou červení. Slupka je středně tlustá, hladká, neotlačuje se. Dužnina je bílé barvy,

u nezralých plodů světle zelená. Má křehkou konzistenci, je rozplývavá, sladce navinulé chuti. Stopka středně tlustá a krátká. Plodnost je brzká, pravidelná a vysoká. Sklizňová zralost na přelomu července a srpna. Skladovatelnost nejvýše 2 – 3 týdny. Plody jsou vhodné pro přímý konzum. Odrůda je vhodná do všech poloh, je odolná proti napadení strupovitostí [13].

‘Korint’

Odrůda vznikla v USA ve státě Ohio křížením odrůd ‘Jonatan’ × ‘Delicious’. Koruna stromu je vzpřímeně kulovitá, později široce rozložitá. Větve jsou tenčí, nasazené v ostrých úhlech, nepravidelně rozvětvené. Plody jsou středně velké, velikostně vyrovnané. Slupka je hladká, dosti tlustá, pevná a mírně lesklá. Základní barva je žlutozelená, krycí barva je červená, nanesená rozmytě na téměř celém povrchu plodu. Sklizňová zralost nastává v první polovině října. Plody se neotlačují. Odrůda je vhodná do středně teplých poloh, půdy vyžaduje hlinité a živné. Předností této odrůdy je pravidelná plodnost, habitus koruny, způsob rozvětvení, velikost a vyrovnanost plodů a dobrá skladovatelnost [20].

‘Matčino’

Odrůda vznikla v USA ve státě Massachusetts jako náhodný semenáč. Koruna stromu je poměrně řídká, vysoce kulovitá, později rozložitější. Intenzita růstu je zpočátku silnější, později jen střední. Větve se málo rozvětvují, bývají nasazené v ostřejších úhlech. Sklizňová zralost obvykle nastává ve druhé dekádě září. Plody mají tupě kuželovitý tvar. Povrch je nepravidelně slabě žebnatý. Slupka je téměř hladká, polomatná, málo mastná, sušší, tlustší, ale poměrně křehká. Základní barvu má zpočátku špinavě zelenou, později tmavě žlutou až zlatožlutou s oranžovým nádechem. Ta je z větší části překryta tmavě červeným tečkováním. Dužnina je křehká, středně zrnitá, méně šťavnatá. Barvu má žlutou, chuť sladkou, aromatickou, velmi dobrou. Stromy jsou méně odolné proti zimním mrazům [15].

‘Melodie’

Odrůda vznikla v ČR křížením odrůdy ‘Šampion’ a botanického druhu, který je nositelem genu rezistence strupovitosti. Růst je středně bujný, koruny jsou kuželovité, dostatečně zahuštěné středně dlouhými výhony. Větve s krátkým rozvětveným plodonosným obrostem. Plody jsou středně velké, kulovitě kuželovité. Základní barva slupky je světlezelená, později běložlutá a ve zralosti ze 2/3 překrytá červenofialovým rozmytým líčkem. Slupka je středně tlustá, hladká, ojíňená, otlačuje se. Dužnina je bílé barvy, navinulé až nakyslé

chuti (v teplejších oblastech sladce navinulé), šťavnatá a aromatická. Plodnost je brzká a hojná. Sklízňová zralost je koncem září, plody konzumně dozrávají v prosinci. Plody jsou vhodné ke konzumaci, konzervaci, k sušení i průmyslovému zpracování. Odrůda je odolná proti napadení strupovitostí, ale nízká proti padlí. Je vhodná do středních a vyšších poloh [18].

‘Ontario’

Odrůda byla vyšlechtěna jako kříženec odrůd ‘Wagenerovo’ × ‘Northern Spy’ ve státě Ontario v Kanadě. Koruna stromu je poměrně malá a řídká. V mládí má úzce pyramidální tvar, později se rozšiřuje a je široce kulovitá. Větve jsou tenčí, rozkládají se. Sklízňová zralost nastává v první a druhé dekádě října. Sklizeň musí být opatrná, neboť plody se snadno otláčují. Stopky se špatně uvolňují od plodonoše a často se vytrhávají z plodů nebo se lámou. Plody mají zploštělý tvar, slupka je hladká, lesklá, pevná a kožovitá. Základní barva je zpočátku výrazně zelená, později slámově žlutá. Dužnina je zprvu středně tuhá, pak měkká, jemněji zrnitá, velmi šťavnatá. Má nažloutlou barvu. Chuť má navinulou až mírně kyselou. Nemoučnatí. Konzumní zralost nastává v lednu a plody vydrží do dubna až května zcela svěží. Přednosti této odrůdy je rychlý nástup plodnosti, velikost plodů, dlouhá doba skladovatelnosti, svěží chuť a vyšší obsah vitamínu C i v pozdních měsících skladování [17].

‘Rosana’

Česká rezistentní odrůda je křížencem odrůd ‘Jolana’ × ‘Lord Lambourne’. Plody jsou při menší hustotě větší, zbarvené žlutozeleně, překryté rozmytým tmavě červeným zbarvením s krátkou stopkou. Slupka je středně silná, velice aromatická. Dužnina velice jemná, aromatická a sladce navinulá. Sklízí se koncem září. Konzumní zralost od října. Velké, vyzrálější plody koncem listopadu pod slupkou moučnatí. V chladném sklepě vydrží do března. Později pod slupkou promoučnatí. Rosana patří mezi nejméně ošetřovanou odrůdu. Vyniká svojí výraznou chutí i vůní [18].

‘Rubín’

Odrůda vznikla křížením odrůdy ‘Lord Lambourne’ × ‘Golden Delicious’. Stromy vytváří velké, dosti neuspořádané koruny, které jsou zprvu řídké, později se zahušťují se sklonem k překlánění větví. Plody mají kulovitý tvar, jsou velikostně i tvarově vyrovnané. Povrch plodu je hladký. Slupka je středně tlustá a mastná. Základní barva je zelenavě žlutá, později oranžově žlutá. Dužnina je středně tuhá a středně šťavnatá, v konzumní zralosti

rozplývavá a jemná. Barvu má žlutavě bílou. Chuť je příjemně sladce navinulá. Sklizňová zralost nastává v teplejších oblastech ve druhé polovině září, v chladnějších oblastech v první polovině října. Konzumní zralost nastává v teplejších oblastech v listopadu a plody vydrží do ledna, v chladnějších oblastech do ledna až března. Plody z chladnějších oblastí se velmi dobře skladují. Předností odrůdy je vitalita růstu i v pozdějším věku stromů, pravidelně velká plodnost, plody jsou velmi chutné, odolné proti mrazu a dobře se skladují [20].

‘Rubinole’

Česká odrůda vyšlechtěná z odrůd ‘Prima’ × ‘Rubín’. Koruna je široce kulovitá, větve rostou polovzpřímeně, na koncích převisle. Plody jsou středně velké, neatlačují se. Základní barva slupky je žlutá, v době zralosti téměř překrytá tmavě červeným žiháním. Slupka je tenká, suchá a velmi lesklá. Dužnina krémové barvy, křehké konzistence, nasládlé chuti, šťavnatá a aromatická. Stopka středně tlustá a dlouhá. Plodnost je středně pozdní, vysoká a pravidelná. Sklízí se koncem září, konzumně nazrává v prosinci. Vydrží do února. Odrůda je odolná proti napadení houbovými chorobami. Je určena do teplých a středních poloh [15].

‘Sadovské’

Odrůda má svůj původ v ČR. Stromy této odrůdy vytvářejí středně velké koruny. Plody jsou středně velké, podélně souměrné. Slupka je hladká, středně tenká a pevná, mírně lesklá. Základní barva je žlutozelená, později nažloutlá. Sklizňová zralost nastupuje v první polovině září. Konzumní zralost začíná v listopadu až v prosinci. Předností této odrůdy je vysoká a pravidelná plodnost, vysoká kvalita plodů a dobrá skladovatelnost [17].

‘Spartan’

Odrůda vznikla v Kanadě, křížením odrůd ‘Mac Intosh’ × ‘Yellow Newton Pippin’. Koruna je v mládí vyšší, kulovitá, v plné plodnosti širší. Větve jsou poměrně řídké s hustým obrostem. Plody mají kulovitý tvar, souměrný, tvarově velmi vyrovnaný. Slupka je hladká, pevná, pružná, lesklá, později mírně mastná. Základní barva je zelenožlutá, později žlutá. Krycí barva je tmavě červená. Dužnina je křehká, jemná, dosti šťavnatá. Má bílou barvu, místy je prozelenalá. Chuť je navinule sladká, málo aromatická, celkově dobrá. Plodnost je velmi dobrá, zpočátku pravidelná, později zčásti střídavá. Při velké násadě vyžaduje probírku plodů. Sklizňová zralost nastává ve druhé polovině září, v chladnějších polohách až počátkem října. Plody jsou středně odolné proti otláčení, a proto vyžadují opatrnou sklizeň. Konzumní zralost nastává počátkem listopadu až v prosinci a plody vydrží do února, někdy až do března. Ve druhé polovině skladovacího období trpí měknutím a hnědnu-

tím dužniny těsně pod slupkou, tzv. rozpadem plodů. Odrůda je vhodná do nižších a středních poloh. Vyžaduje úrodné půdy, přiměřeně vlhké. Suché půdy nesnáší, ovoce zde brzy dozrává, je drobné a padá. Předností této odrůdy je plodnost a růstové vlastnosti stromů, barva i tvar plodů a vyhovující skladovatelnost. Nevýhodou je náročnost na stanovištní podmínky, sklon k vytváření malých plodů, které snadno opadávají a malá odolnost proti strupovitosti [18].

‘Šampion’

Česká odrůda, která vznikla křížením odrůd ‘Golden Delicious’ × ‘Coxova reneta’. Stromy rostou středně bujně a vytvářejí pravidelné, kulovité koruny. Větve nasedají v ostřejším úhlu, jsou kratší, tlusté, s hustým dlouhým plodným obrostem. Plody jsou středně velké až velké, velikostně nevyrovnané. Slupka je tenká, hladká až mírně drsná. Základní barva je zelenožlutá. Ta je překryta červeným líčkem s výrazným pruhovaným žiháním a tečkami. Zbarvení plodu – rozšíření krycí barvy – je dosti variabilní a působí na ně vlivy stanoviště a umístění plodu v koruně. Plodnost nastupuje brzy, je vysoká, řadí se mezi nejvýkonnější odrůdy. Sklizňová zralost nastává v teplých oblastech v polovině září, v chladnějších oblastech koncem září i později. Ovoce je vyrovnané tvarem a vybarvením. Odrůdu lze pěstovat ve všech jabloňových oblastech, zvláště je vhodná pro vyšší a chladnější polohy. Předností této odrůdy je velmi brzká a vysoká plodnost. Plody jsou vzhledné a chutné, výhodou je velká plasticita na stanovištní podmínky. Nedostatkem je vysoká citlivost na virovou gumovitost a horší skladovatelnost v teplých podmínkách [20].

3 Antioxidanty

Antioxidanty jsou látky, které prodlužují údržnost potravin tak, že je chrání před znehodnocením způsobeném oxidací, jejímž projevem je žluknutí přítomných tuků a dalších snadno se oxidujících složek potravin (např. vonných látek) [23].

Jako antioxidanty neboli inhibitory oxidace jsou označovány všechny látky, které svou přítomností zpomalují autooxidační reakce. V užším slova smyslu jsou antioxidanty látky, které mohou reagovat s volnými radikály autooxidačního řetězce, hlavně s peroxylovými radikály [12]. Volné radikály hrají klíčovou roli v řadě onemocnění. Značná pozornost je proto věnována funkčním potravinám, které jsou schopny snížit koncentrace volných radikálů a působit tak jako ochrana proti těmto onemocněním [41].

3.1 *Mechanismus účinku*

Antioxidanty účinně brzdí řetězovou autooxidací tím, že reagují s hydroperoxidovým volným radikálem. Při reakci se vytvoří hydroperoxid nebo jiný neradikálový lipidový produkt. Antioxidant přejde do formy volného radikálu, který však bývá dosti stálý, takže není schopen pokračovat v autooxidační reakci. Úloha antioxidantu tedy spočívá ve zkrácení autooxidačního řetězce a zvýšení rychlosti terminačních reakcí. Při reakci se antioxidant spotřebovává. Když je všechn antioxidant spotřebován, začne autooxidace probíhat tak, jakoby žádné antioxidanty nebyly přítomny. Antioxidanty tedy nemohou úplně zastavit autooxidační reakci, jen ji zpomalit, v ideálním případě až na rychlost iniciační reakce. Antioxidanty prodlužují indukční periodu (tj. období pomalé autooxidace), ale nemají vliv na rychlost následující rychlé oxidace [8].

Nejčastěji používanými antioxidanty jsou syntetické fenolové deriváty, které obsahují dvě (nebo tři) hydroxyskupiny v *ortho*- nebo *para*-poloze. Přírodní antioxidanty jsou většinou substituovány v *ortho*- poloze, proto jsou účinnější. Syntetické antioxidanty jsou substituovány v *para* - poloze, protože jsou tak méně toxické. Místo jedné hydroxylové skupiny může být přítomna methoxyskupina nebo alespoň rozvětvený alkyl. Substituce benzenového jádra dalším alkylem nebo dvěma alkyly zvýší účinnost [22].

Rozdělení antioxidantů

Antioxidanty je možno klasifikovat podle jejich struktury na:

- fenolové
- endioly
- jiné látky

dále dle původu na přírodní a syntetické [23].

3.1.1 Přírodní antioxidanty

Antioxidační vlastnosti vykazuje řada rostlinných potravinářských materiálů. Po staletí se k prodloužení údržnosti potravin používaly převážně různé byliny a koření [23]. Zvláště účinné jsou rozmarýna a šalvěj, ale i další, např. oregano, tymián, hřebíček, kurkuma aj. Přírodní antioxidanty (získávané z rostlin hlavně jako extrakty) mají často omezené použití, neboť mohou vykazovat vůni po použitých rostlinách nebo hořkou chuť [22]. Přirozené antioxidanty se vyskytují hlavně v ovoci, zelenině, obilovinách a olejninách. Jako další látky s antioxidačními účinky se uplatňují karotenoidy a příbuzné polyeny, některé vitaminy (zejména C a E) a další dusíkaté a siřné sloučeniny. Z dusíkatých sloučenin např. mají významnou antioxidační aktivitu některé alkaloidy, aminokyseliny, peptidy a tetrapyrolová barviva. Důležitými siřnými sloučeninami s antioxidační aktivitou jsou siřné aminokyseliny (cystein, methionin) a proteiny. [12].

3.1.2 Syntetické antioxidanty

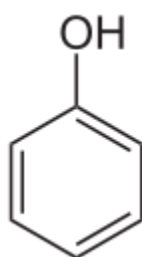
Přirozené antioxidanty nemají zpravidla konstantní složení, jsou obvykle málo účinné a drahé, proto se potraviny stabilizují antioxidanty syntetickými. Aktivita antioxidantu závisí na jeho struktuře [22]. Aktivní jsou deriváty hydrochinonu, pyrogallolu nebo pyrokatecholu. Aktivita antioxidantu se zvyšuje přítomností alkylových nebo alkoxylových skupin v poloze 2 nebo 4 k hydroxylové skupině. Výhodné jsou antioxidanty málo polární, z nichž nepoužívanější je BHT (3,5-di-terc.butyl-4-hydroxytoluen), 3BHA (3-alkylderivát) a TBHQ (terc.butylhydrochinon). NDGA (nordihydroguaiaretová kyselina) a galláty patří k polárnějším antioxidantům z nichž nejúčinnější jsou propylester a dodecylester [21].

3.1.3 Fenolové antioxidanty

Rostlinné fenolické látky tvoří pestrou skupinu sloučenin, které jsou z chemického hlediska velmi heterogenní. Nejdůležitější místo ve skupině rostlinných fenolických látek zaujímají flavonoidní látky, charakterizované molekulovým seskupením $C_6 - C_3 - C_6$, jež je tvořeno dvěma aromatickými kruhy spojenými navzájem alifatickým řetězcem o třech uhlících. V přírodních materiálech se fenolické látky vyskytují ve velmi různých koncentracích, ať již jde o jednotlivé skupiny nebo množství. Vyskytují se ve všech částech rostlin. V některých případech se podílejí podstatným způsobem i na jejich zbarvení, eventuálně i chuti. Obsah rostlinných fenolů závisí v rámci jednotlivých druhů i na odrůdě. Z povolených přírodních látek náleží k fenolovým antioxidantům tokoferoly, galláty a řada dalších sloučenin přítomných v potravinách, koření a jiných přírodních materiálech [21].

3.1.3.1 Polyfenoly

Polyfenoly jsou skupinou chemických sloučenin obsažených v rostlinách. Jsou charakterizovány přítomností více než jedné fenolové jednotky. Polyfenoly se obecně dělí podle počtu fenolů, které obsahují a podle konstrukčních prvků, které váží tyto fenoly. Hlavními skupinami polyfenolů jsou flavonoidy, fenolové kyseliny, stilbeny a lignany. Mezi významné zdroje polyfenolů patří bobuloviny, ovoce, zelenina, víno, čaj, olivový olej, vlašské ořechy nebo jablka [21].

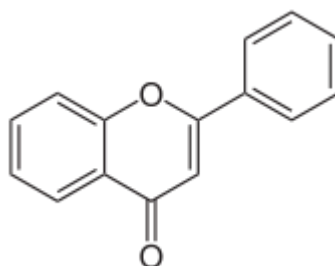


Obr. 9 Fenol

3.1.3.2 Flavonoidy

Jsou tvořeny skupinou více než 4000 jednotlivých komponentů, které se nacházejí v rostlinách, především v ovoci, v listech, stoncích a kořenech zeleniny, v luštěninách a v čaji. Flavonoidy posilují účinky vitamínu C a chrání další prvky, které podléhají oxidaci.

Různé druhy flavonoidů zabraňují oxidaci na nejvyšší mocenství a zastavují působení oxidačních látek, útoky superoxidu, radikálů hydroxilu a jednoduchého kyslíku. Flavonoidy mohou také pohlcovat kovy a působí jako katalyzátory při tvorbě volných radikálů. Jejich účinek závisí na jejich molekulární struktuře. Do této skupiny zahrnujeme řadu látek odvozených od flavonu, flavanolu, flavonolu a flavanonu, které geneticky souvisí s katechiny, chalkony, atnhokyanidiny, leukoanthokyanidiny aj. Zvláště významné jsou některé glykosidické deriváty, především rutin, tj. kvercetin – 3 – β rutinosid [22].



Obr. 10 Základní struktura flavonoidů

3.1.4 Endioly

Z povolených látek zahrnují askorbovou a erythorbovou kyselinu, dále jejich soli aj. deriváty [5].

3.2 Antioxidační aktivita

Antioxidační aktivita je schopnost sloučeniny (směsi látek) inhibovat oxidační degradace různých sloučenin (např. zabraňovat peroxidaci lipidů). V užším slova smyslu poskytuje antioxidační kapacita informace o délce trvání antioxidačního účinku. V posledních letech byly vypracovány četné metody v oblasti chemické analýzy a biologického hodnocení jakosti rostlinných produktů, které umožňují stanovit tzv. celkovou antioxidační aktivitu vzorku (TAC tj. total antioxidant capacity). Jsou principiálně navzájem značně odlišné a postupně se vyvíjejí různé modifikace [24].

3.3 *Použití antioxidantů v potravinách*

Použití antioxidantů v potravinách je vázáno podobnými předpisy jako použití jiných cizorodých látek, takže výběr je omezen na několik nezávadných látek. I látky považované za relativně neškodné jsou povoleny v omezených koncentracích [22]. Nejčastěji se stabilizují tuky určené k výrobě trvanlivých potravin. Přítomnost antioxidantů vyžadují ty výrobky, které mají být uchovány delší dobu a jsou vyrobeny z citlivých surovin chudých na přírodní inhibitory, především ze živočišných tuků [21].

4 Refraktometrie

Refraktometrické metody jsou používány v nejrůznějších oblastech chemie a příbuzných vědních oborech. Refraktometrie je optická metoda založená na měření indexu lomu světla. Index lomu v cukerném roztoku je závislý na koncentraci roztoku. Nejčastěji používaný je univerzální Abbeův refraktometr, nazývaný suchý, protože k měření stačí pouze kapka vzorku, která se nanese mezi dva hranoly. Kromě Abbeho refraktometru dále existuje ponorný refraktometr. Při použití Abbeho refraktometru, lze koncentraci odečíst přímo v % (w/w) na stupnici. Refraktometr je cejchován pro sacharózu a slouží pro orientační stanovení obsahu sacharózy v cukerných roztocích [19].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 Cíl práce

Jablka jsou u nás nejrozšířenějším a nejpěstovanějším ovocným druhem. Používají se v syrovém stavu, nebo se zpracovávají na různé výrobky. V poslední době jsou předmětem zájmu z hlediska možného výskytu antioxidantů.

Konkrétní cíle byly stanoveny takto:

- Zaměřit se v literární části na pomologii jablek a na chemické složení ovoce, zejména jabloní.
- Provést odběr vzorků, stanovit obsah polyfenolických látek, flavonoidů, antioxidační kapacitu a refraktometrickou sušinu.
- Získané výsledky vyhodnotit a diskutovat s literaturou.

6 MATERIÁL A METODIKA

6.1 *Pokusná lokalita*

Lysice se nacházejí na pokraji Českomoravské vysočiny v nadmořské výšce 362 m. Z hlediska zemědělsko-výrobního je lokalita zařazena do rostlinné výrobní oblasti. Speciální částí rostlinné výroby je úsek ovocnářství, kde kromě zaměření na produkci jablek jsou doplňkově pěstovány jahody a rybíz. Intenzivní sady mají celkovou výměru 90 ha. Území náleží k mírně teplé klimatické oblasti, kde se průměrná roční teplota pohybuje v rozmezí 7 až 8°C. Lysice se nacházejí na území okresu Blansko. Okres Blansko patří k ekologicky nejčistším okresům v České Republice. Je to mimo jiné ovlivněno i rozsáhlými lesními plochami na tomto území.



Obr. 11 Lysický sad

6.2 *Sběr vzorků*

Sběr vzorků ovoce proběhl 12. října 2012. Ovocné plody byly sbírány ručně, celkem bylo odebráno 16 odrůd. Z každé odrůdy byly odebrány 4 vzorky. Vzorky byly ihned po sklizni zmrazeny na -18°C . Chemické analýzy byly prováděny na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně.

Pro účely diplomové práce jsem použila tyto odrůdy jabloní:

- 1) 'Bohemia'
- 2) 'Diadém'
- 3) 'Doris'
- 4) 'Harmonie'
- 5) 'James Grieve'
- 6) 'Julie Letní'
- 7) 'Korint'
- 8) 'Matčino'
- 9) 'Melodie'
- 10) 'Ontario'
- 11) 'Rosana'
- 12) 'Rubín'
- 13) 'Rubinole'
- 14) 'Sadovské'
- 15) 'Spartan'
- 16) 'Šampion'

6.3 Chemické analýzy

6.3.1 Příprava vzorků

Nejprve se navážilo s přesností na 0,01g 5g vzorku do třecí misky, přidalo se 50 ml metanolu a směs se rozetřela. Po homogenizaci se směs kvantitativně převedla do Erlenmayerovy baňky. Baňka se obalila hliníkovou fólií a umístila do vodní lázně o teplotě 25°C na 24 hodin. Po uběhnutí této doby bylo zfiltrováno přes papírový filtr do baňky. Z takto připraveného zfiltrovaného vzorku se dále zjišťovala antioxidační kapacita, obsah polyfenolů a flavonoidů.

6.3.2 Stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH

Metoda spočívá v reakci volného radikálu DPPH (1,1-difenyl-2-(2,4,6- trinitrofenyl) hydrazil) s antioxidanty obsaženými ve vzorku. Během reakce dochází ke změně barvy a úbytku absorbance. Absorbance je měřena při vlnové délce 515 nm.

Byl připraven zásobní roztok (SS) z 0,0362g DPPH do 150 ml metanolu. Z tohoto roztoku byl připraven provozní roztok (WS), který vznikl smícháním 10 ml roztoku SS s 45 ml metanolu. Byla proměřena absorbance (tj. A_0). Byla vytvořena reakční směs přidáním 450 μ l zfiltrovaného vzorku s 8,55 ml pracovního roztoku WS a na hodinu ponecháno ve tmě. Poté se proměřila absorbance jednotlivých vzorků. Byla provedena vždy dvě měření.

Antioxidační aktivita byla vyjádřena z poklesu absorbance v % dle vztahu:

$$\% = \left(A_0 - \frac{A_1}{A_0} \right) \cdot 100\%$$

Výsledky byly vyjádřeny jako procentický úbytek barevnosti DPPH radikálu.

6.3.3 Stanovení polyfenolů spektrofotometrickou Follinovou metodou

Reakční směs byla připravena z 0,1 ml zfiltrovaného vzorku, 0,5 ml činidla Folin-Ciocaltau (dále jen F-C činidlo), 1,5 ml 20% Na_2CO_3 (tj., 20g se rozpustilo ve 100 ml vody) a do 10 ml doplněno H_2O . Zároveň byl připraven také slepý pokus, který obsahoval pouze destilovanou vodu, F-C činidlo, 20% roztok Na_2CO_3 - proti němu byly pak měřeny ostatní vzorky při vlnové délce 765 nm spektrofotometrem. Měření bylo provedeno dvakrát.

6.3.4 Stanovení obsahu flavonoidů

Celkový obsah flavonoidů byl stanoven smícháním 0,3 ml zfiltrovaného extraktu, 3,4 ml 30% ethanolu, 0,15 ml NaNO_2 a 0,15 ml $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ v 10 ml zkumavce. Po 5 minutách se přidal 1 ml NaOH a směs byla měřena na spektrofotometru při vlnové délce 506 nm. Celková koncentrace flavonoidů byla vyjádřena v mg rutinu/kg čerstvé hmoty.

7 Výsledky

7.1 Antioxidační aktivita

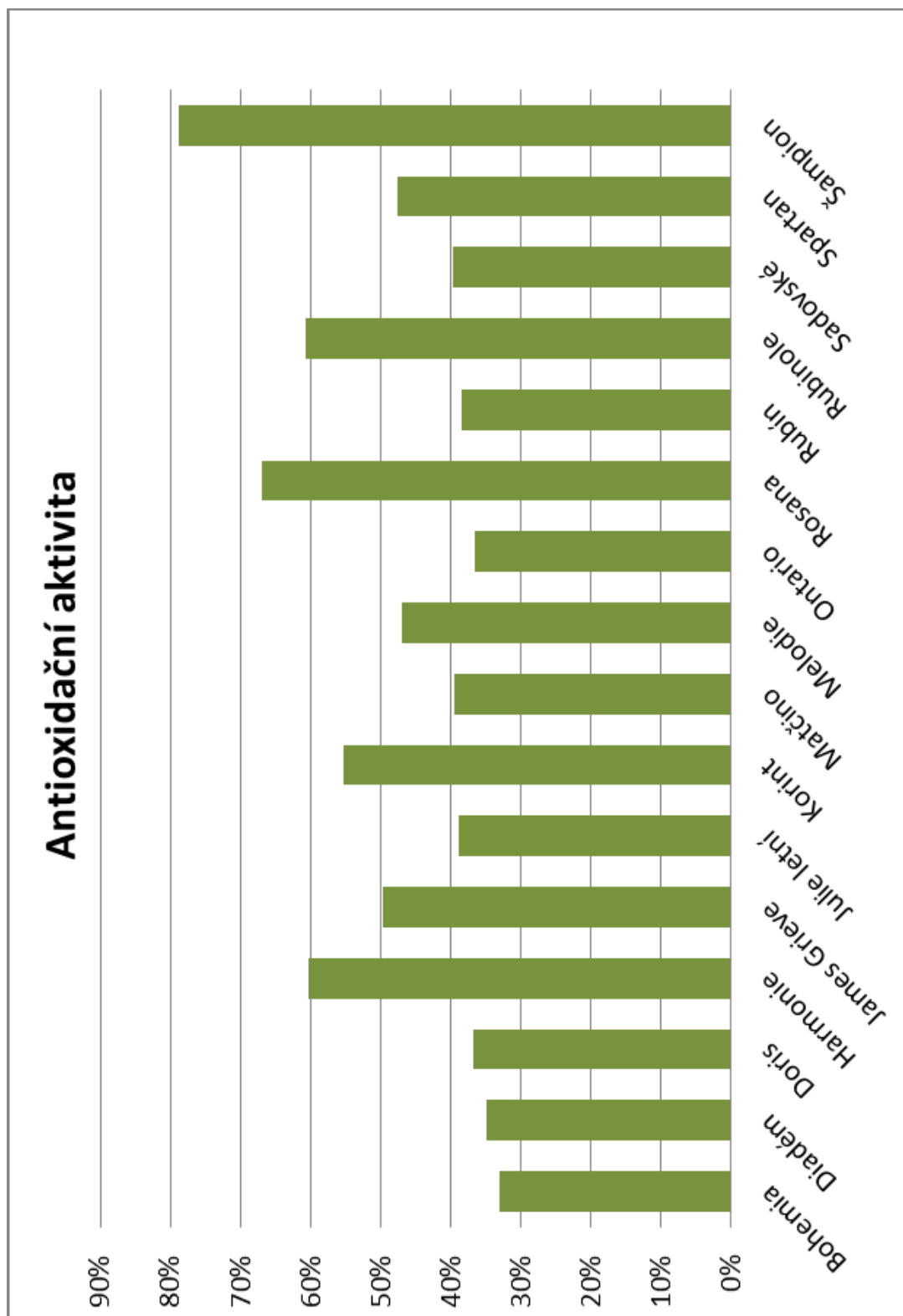
Z výsledků vyplývá, že největší antioxidační aktivitu vykazovala odrůda 'Šampion' (79%), naopak nejmenší antioxidační aktivitu měla odrůda 'Bohemia' (33%). Průměrná antioxidační aktivita u všech odrůd byla 47,8%. Mezi odrůdy s nižší antioxidační aktivitou patří odrůda 'Diadém' (35%), 'Doris' (37%), odrůdy 'Julie letní' a 'Matčino' (39%). Mezi odrůdy s vyšší antioxidační aktivitou patří 'Rosana' (67%), 'Rubinole' (61%), 'Harmonie' (60%) a 'Korint' (55%).

V tabulce č. 7 je uvedena antioxidační aktivita u vybraných odrůd jablek.

Tab. 7 Antioxidační aktivita vybraných odrůd jablek

Vzorek č.	Odrůda	antioxidační aktivita
1	Bohemia	33%
2	Diadém	35%
3	Doris	37%
4	Harmonie	60%
5	James Grieve	50%
6	Julie Letní	39%
7	Korint	55%
8	Matčino	39%
9	Melodie	47%
10	Ontario	37%
11	Rosana	67%
12	Rubín	38%
13	Rubinole	61%
14	Sadovské	40%
15	Spartan	48%
16	Šampion	79%

Graf 1 Antioxidační aktivita u vybraných odrůd jablek



7.2 Obsah polyfenolů

Výsledky ukazují velkou variabilitu jednotlivých odrůd. Z tabulky č. 2 vyplývá, že největší obsah polyfenolických látek měla odrůda 'Matčino' (531 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty), dále odrůda 'Korint' (517,1 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty) a odrůda 'Julie letní' (502,1 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty). Nejmenší obsah polyfenolických látek měly odrůdy 'Šampion' (228,8 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty) a 'Rubín' (291 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty). Mezi těmito hodnotami se pohybovaly ostatní odrůdy. Odrůda 'Diadém' obsahovala 403,2 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty, odrůda 'Doris' 358,8 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty.

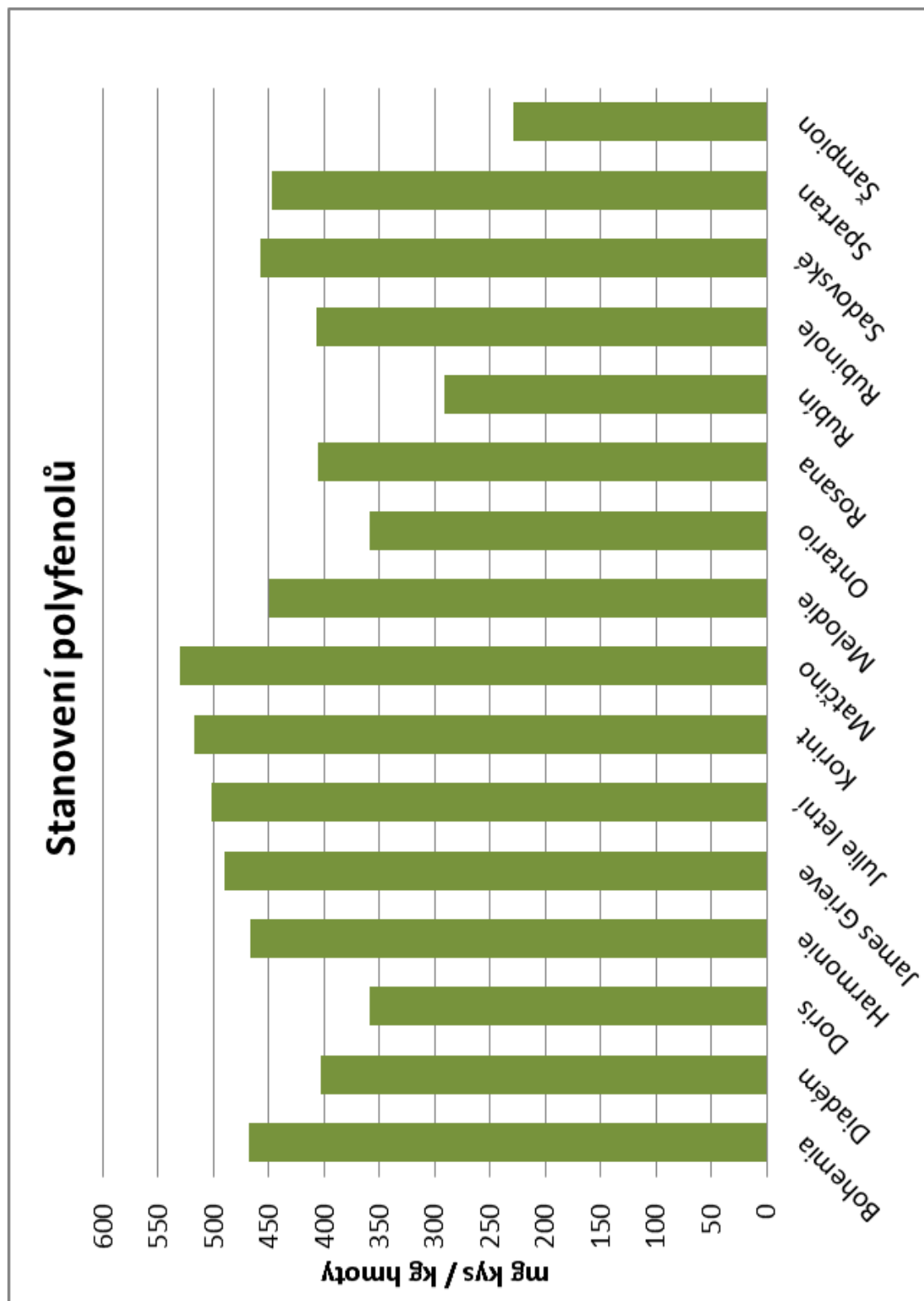
Poměrně vyrovnané obsahy polyfenolů obsahovaly odrůdy 'Bohemia' (468,2 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty) a odrůda 'Harmonie' (466,6 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty).

V tabulce č. 8 jsou uvedeny obsahy polyfenolických látek v mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty.

Tab. 8 Obsah polyfenolů u vybraných odrůd jablek

Vzorek č.	Odrůda	mg kys. gallové / kg čerstvé hmoty
1	Bohemia	468,2
2	Diadém	403,2
3	Doris	358,8
4	Harmonie	466,6
5	James Grieve	490,4
6	Julie Letní	502,1
7	Korint	517,1
8	Matčino	531,0
9	Melodie	449,9
10	Ontario	358,8
11	Rosana	406,0
12	Rubín	291,0
13	Rubinole	406,6
14	Sadovské	458,2
15	Spartan	447,7
16	Šampion	228,8

Graf 2 Obsah polyfenolů u vybraných odrůd jablek



7.3 Stanovení flavonoidů

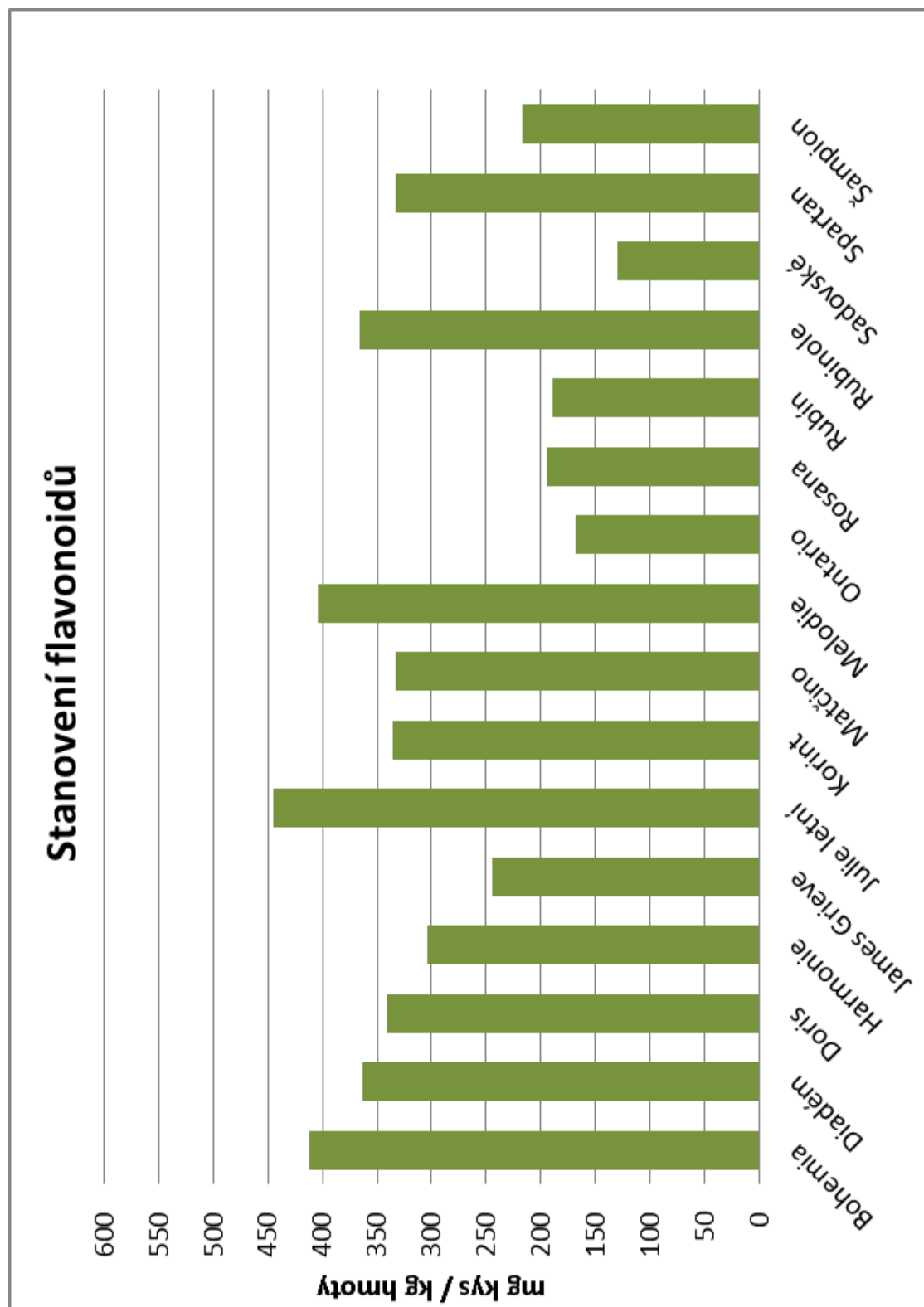
Podle výsledků z tabulky má největší obsah flavonoidů odrůda 'Rubín' (457,5 mg rutinu/kg čerstvé hmoty), dále odrůda 'Julie letní' (445 mg rutinu/kg čerstvé hmoty) a odrůda 'Bohemia' (412,5 mg rutinu/kg čerstvé hmoty). Nejnižší obsah flavonoidů byl zjištěn u odrůdy 'Sadovské' (130 mg rutinu/kg čerstvé hmoty), 'Ontario' (167,5 mg rutinu/kg čerstvé hmoty) a 'Rosana' (195 mg rutinu/kg čerstvé hmoty). Průměrný obsah flavonoidů ve všech odrůdách je 315,4 mg rutinu/kg čerstvé hmoty. Další odrůdy s nižším obsahem flavonoidů jsou 'Šampion' (217,3 mg rutinu/kg čerstvé hmoty), 'James Grieve' (245 mg rutinu/kg čerstvé hmoty) a 'Harmonie' (303,3 mg rutinu/kg čerstvé hmoty). Odrůdy 'Rubinole' (365,9 mg rutinu/kg čerstvé hmoty) a 'Diadém' (362,9 mg rutinu/kg čerstvé hmoty) měly v obsahu flavonoidů srovnatelné výsledky.

Výsledky stanovení flavonoidů u vybraných odrůd jablek jsou uvedeny v tabulce č. 9.

Tab. 9 Obsah flavonoidů u vybraných odrůd jablek

Vzorek č.	Odrůda	mg rutinu/kg čerstvé hmoty
1	Bohemia	412,5
2	Diadém	362,9
3	Doris	340,8
4	Harmonie	303,3
5	James Grieve	245,0
6	Julie Letní	445,0
7	Korint	336,1
8	Matčino	332,5
9	Melodie	404,0
10	Ontario	167,5
11	Rosana	195,0
12	Rubín	457,5
13	Rubinole	365,9
14	Sadovské	130,0
15	Spartan	332,5
16	Šampion	217,3

Graf 3 Obsah flavonoidů u vybraných odrůd jablek



7.4 Stanovení refraktometrické sušiny

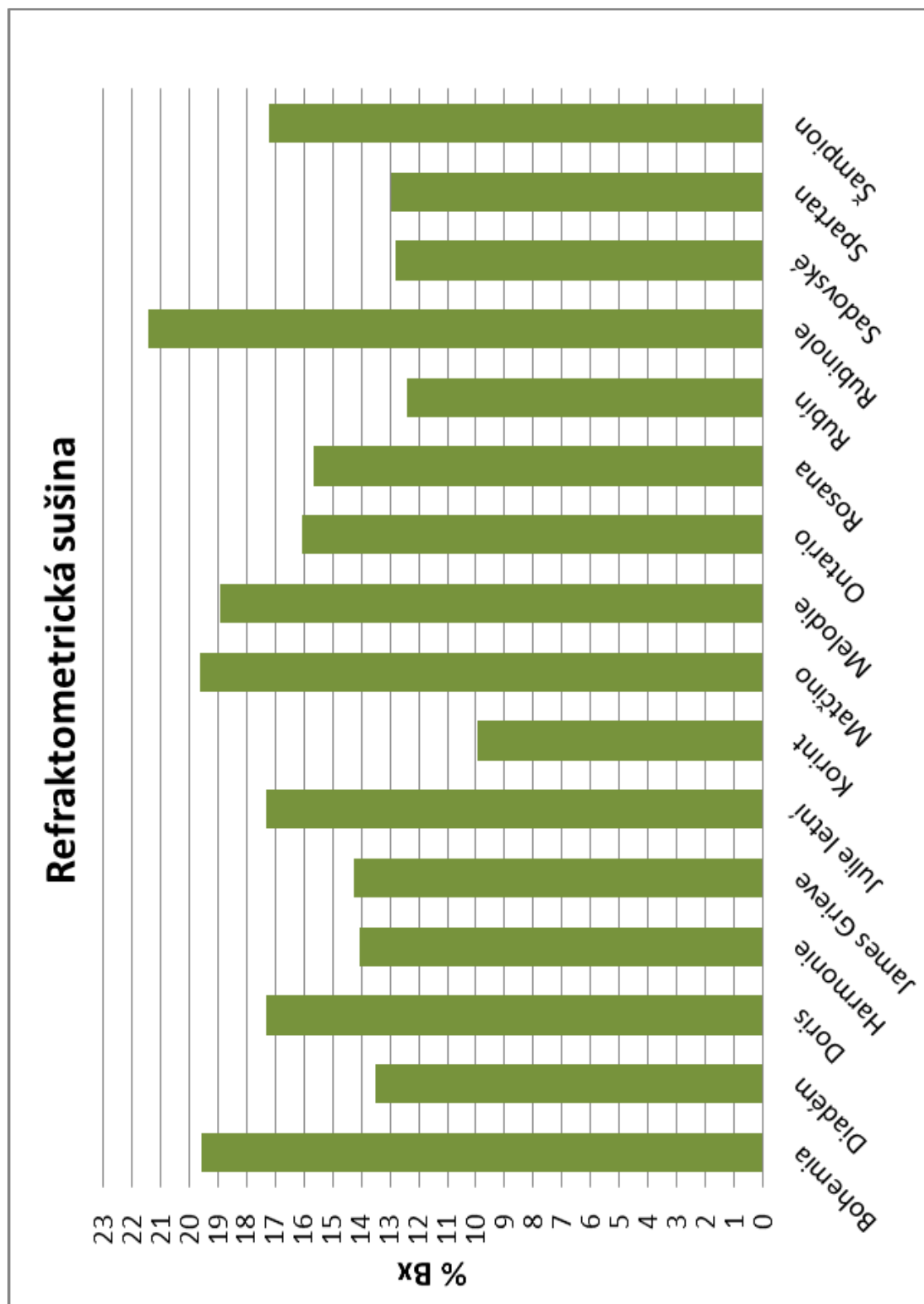
Výsledky stanovení refraktometrické sušiny u vybraných odrůd jablek ukazují, že nejvyšší refraktometrickou sušinu mají odrůdy 'Rubinole' (21,4% Brix), 'Bohemia' a 'Matčino' (obě 19,6 % Brix). Dále odrůdy 'Melodie' (18,9 % Brix) a 'Šampion' (17,2 % Brix). Mezi odrůdy s nejnižší naměřenou refraktometrickou sušinou patří odrůdy 'Korint' (10,0% Brix), 'Rubín' (12,4% Brix) a 'Sadovské' (12,8% Brix). Mezi nimi se pohybují odrůdy 'Harmonie' (14,1% Brix), 'James Grieve' (14,3% Brix), 'Rosana' (15,7 % Brix).

Výsledky stanovení refraktometrické sušiny u vybraných odrůd udává tabulka č. 10.

Tab. 10 Obsah refraktometrické sušiny u vybraných odrůd jablek

Vzorek		
č.	Odrůda	% Brix
1	Bohemia	19,6
2	Diadém	13,5
3	Doris	17,3
4	Harmonie	14,1
5	James Grieve	14,3
6	Julie Letní	17,3
7	Korint	10,0
8	Matčino	19,6
9	Melodie	18,9
10	Ontario	16,1
11	Rosana	15,7
12	Rubín	12,4
13	Rubinole	21,4
14	Sadovské	12,8
15	Spartan	12,9
16	Šampion	17,2

Graf 4 Obsah refraktometrické sušiny u vybraných odrůd jablek



8 DISKUZE

Jablka se řadí mezi nejběžnější druhy ovoce a to nejen ve střední Evropě [38]. Vyrábí se z nich mošty a džusy, džemy, kompoty, čaje a jablečné aroma. Jablka mají nezastupitelné místo ve výživě, protože obsahují celou řadu látek prospěšných organismu. Zvyšují imunitu, mají vliv na odolnost vůči stresu a nemocem. Pro všechny tyto účinky se v populární literatuře a časopisech často opakuje doporučení konzumovat nejméně jedno jablko denně [37].

Ve své diplomové práci jsem se zabývala mimo jiné obsahem antioxidační aktivity u vybraných odrůd jablek. Antioxidanty jsou látky, jejichž molekuly omezují aktivitu kyslíkových radikálů a tím snižují pravděpodobnost jejich vzniku, nebo je převádějí do méně reaktivních nebo nereaktivních stavů. Tím omezují proces oxidace v organismu nebo směsích, kde se vyskytují [21]. Z hlediska konzumenta lze hodnotit přítomnost antioxidantů v potravinách kladně. Prodlužují trvanlivost potravin a jejich užívání má příznivé účinky na zdraví. [26].

Aktuálním tématem dnešní doby je výzkum všech chemických sloučenin, které jsou zodpovědné za antioxidační aktivitu. Vysoké obsahy antioxidační aktivity jsou zjišťovány u ovoce, zejména jablek, švestek nebo kdoulí [25]. Zvýšená konzumace ovoce s antioxidační aktivitou vede ke snížení oxidačního stresu a ke snížení rizika rakoviny [26].

Podle epidemiologických studií působí ovoce a zelenina pozitivně v ochranném účinku proti chorobám. Tyto příznivé zdravotní účinky jsou připisovány především různým antioxidačním látkám jako jsou např.: vitamin C, karotenoidy, sirné sloučeniny nebo polyfenoly [45]. Výzkumem antioxidační aktivity u ovoce, zejména jablek se zabývali různí autoři. Např. Wolfe et al. (2008) nebo Biedrzycka a Amarowicz (2008).

Wojdylo et al. (2008) srovnával antioxidační aktivitu u lokálních a komerčních odrůd jablek. Ve své práci uvádí, že výsledky lokálních a komerčních odrůd byly srovnatelné, nebo měly některé komerční odrůdy antioxidační aktivitu vyšší [27]. Ve své práci jsem srovnávala 16 odrůd jablek, z nichž nejvyšší antioxidační aktivitu měly tyto odrůdy: 'Šampion' (79%), 'Rosana' (67%) a 'Rubinole' (61%). Nejnižší antioxidační aktivita byla zjištěna u odrůd 'Bohemia' (33%), 'Diadém' (35%), 'Doris' a 'Ontario' (obě 37%). Průměrná antioxidační aktivita u všech odrůd byla 47,8%. Podle zjištěné antioxidační aktivity mohou být jablka označena jako přirozené zdroje antioxidantů [29]. To potvrzuje ve své studii i Oszmianski (2008). Slupka jablek, která je v potravinářství vedlejším

produktem je také významným zdrojem přírodních antioxidantů a proto je doporučováno konzumovat ovoce spolu se slupkou [32].

Ve své diplomové práci jsem u jablečných odrůd stanovovala také celkový obsah polyfenolů. Polyfenoly jsou skupinou chemických sloučenin obsažených v rostlinách. Ve své molekule obsahují dvě a více hydroxylových skupin navázaných na aromatickém jádře. V rostlinách plní polyfenoly různé funkce. Např. chrání rostliny před oxidačním stresem, UV zářením, nebo patogeny [33].

Během posledních 10 let se v odborné literatuře zvyšuje zájem o tyto sloučeniny. Hlavním důvodem tohoto zájmu je zjištění antioxidačních vlastností polyfenolů, jejich úloha ve výživě člověka a jejich pravděpodobná role v prevenci různých onemocnění spojených s oxidativním stresem, jako jsou kardiovaskulární onemocnění a neurodegenerativní onemocnění. Ovšem ne všechny polyfenoly jsou absorbovány se stejnou účinností. Znalost biologického chování polyfenolů a jejich aktivita v lidském organismu je nezbytná k vyhodnocení jejich působení na cílové tkáně. Hlavním předmětem výzkumu se proto stává jejich biologická dostupnost a distribuce v potravinách [30].

Jablka mohou být považována za významný zdroj těchto fenolických sloučenin, protože jsou součástí jídelníčku v mnoha zemích a jsou na trhu dostupná po celý rok [27]. Obsah fenolických sloučenin v jablkách závisí na mnoha faktorech, jako je např. geografická poloha, odrůda, sklizeň, pěstování, podmínky skladování a zpracování [33]. Stracke (2009) ve své práci srovnával obsah polyfenolů v závislosti na klimatických podmínkách a také obsah polyfenolů v ovoci vyprodukovaném v ekologickém a konvenčním zemědělství. [33]. Yuri (2009) ve svém výzkumu uvádí vyšší hodnoty polyfenolů obsažených ve slupce oproti dužnině. Předmětem mého výzkumu byl obsah polyfenolů v celém jablku z důvodu menších finančních nákladů a náročnosti na vybavení.

Moje výsledky ukazují velkou variabilitu obsahu polyfenolů v jednotlivých odrůdách. Nejvyšší obsah polyfenolických látek měla odrůda 'Matčino' s obsahem 531 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty. Dále odrůda 'Korint' 517 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty a odrůda 'Julie letní' 502,1 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty. Nejméně polyfenolů obsahovaly odrůdy 'Šampion' 228,8 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty, 'Rubín' 291 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty. Mezi těmito hodnotami se pohybovaly ostatní odrůdy. Odrůda 'Diadém' obsahovala 403,2 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty, odrůda 'Doris' 358,8 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty. Lamperi (2008) i Oszmianski (2008) dochází k podobným výsledkům v obsahu polyfenolů u jablek jako já ve své práci. Thielen at al. (2004) zkoumal

obsah polyfenolů ve slupkách a v oblasti jádřince. Ve svých výsledcích uvádí, že obsah polyfenolů se pohybuje v rozmezí od 170 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty do 1004 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty. Moje výsledky se pohybují v tomto rozmezí. Nejvyšší obsah polyfenolů měla odrůda 'Matčino' 531 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty a nejnižší obsah u odrůdy 'Šampion' 228,8 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty. Thielen at al. (2004) také uvádí, že nejvíce polyfenolů se u jablek nachází v oblasti jádřince a ve slupce.

Významnou podskupinu polyfenolů tvoří flavonoidy. Flavonoidy jsou tvořeny skupinou více než 4000 jednotlivých komponentů, které se nacházejí v rostlinách, především v ovoci, v listech, stoncích a kořenech zeleniny, v luštěninách a v čaji. Flavonoidy posilují účinky vitamínu C a chrání další prvky, které podléhají oxidaci. Různé druhy flavonoidů zabraňují oxidaci na nejvyšší mocenství a zastavují působení oxidačních látek, útoky superoxidu, radikálů hydroxilu a jednoduchého kyslíku. Flavonoidy mohou také pohlcovat kovy a působí jako katalyzátory při tvorbě volných radikálů. Jejich účinek závisí na jejich molekulární struktuře [34]. Fenolické látky jsou významnou součástí kvality ovoce, protože jejich obsah přispívá k chuti, barvě a výživovým vlastnostem ovoce [41]. Obsahem flavonoidů v ovoci se zabýval také Cao (2010), Matthes (2009), nebo Tsao (2005).

Obsah flavonoidů jsem ve své práci stanovovala společně ve slupce a dužnině. Podle mých výsledků závisí obsah flavonoidů mimo jiné na odrůdě, což také dokazují moje výsledky. Nejvyšší obsah flavonoidů byl zjištěn u odrůdy 'Rubín' a to 457,5 mg rutinu/kg čerstvé hmoty, dále u odrůdy 'Julie letní' s obsahem 445 mg rutinu/kg čerstvé hmoty a u odrůdy 'Bohema' s obsahem 412,2 mg rutinu/kg čerstvé hmoty. Nejnižší obsah flavonoidů byl zjištěn u odrůdy 'Ontario', která obsahovala 167,5 mg rutinu/kg čerstvé hmoty a u odrůdy 'Rosana', která obsahovala 195 mg rutinu/kg čerstvé hmoty. Průměrný obsah flavonoidů u všech zkoumaných odrůd se pohyboval kolem 315 mg rutinu/kg čerstvé hmoty. K srovnatelným výsledkům v obsahu flavonoidů u různých odrůd jablek dochází i Lee at al. (2009), Ceymann at al. (2011) nebo Tsao (2007). Brat et al. (2006) mimo jiné ve své práci uvádí, že z ovoce jsou dobrým zdrojem flavonoidů jablka a jahody. Ze zeleniny, která obsahuje asi 3x méně flavonoidů než ovoce jsou dobrým zdrojem např. cibule nebo salát.

Dále jsem se zabývala stanovením refraktometrické sušiny. Refraktometrie je metoda chemické analýzy, při které se měřením indexu lomu světla zjišťuje čistota látek, nebo jejich koncentrace v roztocích. [19]. Refraktometrická sušina je důležitým technologickým ukazatelem. Obsah sušiny, který jsem stanovovala u vybraných odrůd jablek, se

pohyboval v rozmezí 10,0% Bx do 21,4% Bx. Nejvyšší obsah refraktometrické sušiny měla odrůda 'Rubinole' a nejnižší obsah byl zjištěn u odrůdy 'Korint'. Ostatní odrůdy se pohybovaly v tomto rozmezí. Odrůda 'Melodie' 18,9 % Bx, 'Rubín' 12,4% Bx, 'Sadovské' 12,8% Bx. Rozdílnost je způsobena různou genetickou variabilitou, což je pro ovoce typické (Rop et al. 2009).

9 Závěr

Jablka jsou nejpěstovanějším ovocem mírného pásma. Také v naší republice patří k nejvýznamnějšímu ovocnému druhu. Jsou součástí stravy obyvatelstva již od středověku. V současné době se kromě jejich kulinárních úprav stále více hovoří o konzumaci syrových plodů vzhledem k obsahu bioaktivních látek. Jablka jsou původně uváděna pro vysoký obsah vitamínu C a minerálních prvků. V posledních zhruba 20 letech se plody jabloní staly předmětem zájmu díky vysokému obsahu polyfenolických látek. Polyfenolické látky (a z nich zejména flavonoidy) jsou jedněmi ze základních sloučenin ovlivňujících antioxidační aktivitu. Ta je zmiňována jako důležitý faktor, který má vliv na antagonistické působení proti volným kyslíkatým a dusíkatým radikálům v lidském organismu.

Cílem mé diplomové práce bylo stanovit obsah polyfenolů, flavonoidů a celkovou antioxidační aktivitu u 16 vybraných odrůd jablek. Výsledky navíc byly doplněny o obsah refraktometrické sušiny jako důležitého technologického znaku.

Na základě provedených chemických analýz jsou výsledky mé práce následující:

1. Polyfenoly jsou skupinou chemických sloučenin obsažených v rostlinách. Nejvíce polyfenolických látek měla odrůda 'Matčino' 531 mg kys.gallové/kg čerstvé hmoty. Nejmenší množství polyfenolických látek měla odrůda 'Šampion' 228,8 mg kys. gallové/kg čerstvé hmoty.
2. Flavonoidy posilují účinky vitamínu C a chrání další prvky, které podléhají oxidaci. Průměrný obsah flavonoidů ve všech odrůdách se pohyboval kolem 315,4 mg rutinu/kg čerstvé hmoty. Nejvyšší obsah flavonoidů měla odrůda 'Rubín' 457,5 mg/kg čerstvé hmoty a nejméně flavonoidů měla odrůda 'Sadovské' 130 mg rutinu/kg čerstvé hmoty.
3. Antioxidační aktivita je schopnost směsi látek inhibovat oxidační degradace různých sloučenin. Z mých výsledků vykazovala největší antioxidační aktivitu odrůda 'Šampion' (79%). Průměrná antioxidační aktivita u všech odrůd byla 47,8%.
4. Nejvyšší refraktometrická sušina byla naměřena u odrůdy 'Rubinole' 21,4% Bx. Nejnižší refraktometrickou sušinu měla odrůda 'Korint' 10,0% Bx.

Na základě výše zmíněných výsledků a provedené literární rešerše je možno konstatovat, že jablka jsou perspektivním zdrojem antioxidantů v lidské výživě. Jako nejperspektivnější z odrůd, které byly předmětem mé diplomové práce se jeví 'Šampion', 'Rosana' a 'Rubinole' patřící mezi české vyšlechtěné odrůdy.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOPEC K., a BALÍK J. *Kvalitologie zahradnických produktů*, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008. ISBN 978-80-7375-198-2.
- [2] ŠAPIRO, D., a KOLEKTIV, *Ovoce a zelenina ve výživě člověka*, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1988. s. 232, ISBN 07-125-88.
- [3] READERS'S DIGEST VÝBĚR, *Jídlo jako jed, jídlo jako lék*, Praha: Copyrigt, 1998, s. 400, ISBN 80-902069-7-2.
- [4] VALÍČEK, P., et al.: *Ovoce*, Aventinum Praha, 1995. 223s. ISBN 80-7151-768-2
- [5] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3*, Havlíčkův Brod, nakladatelství OSSIS, 2. vydání upravené, 2002. 368 s. ISBN 80-86659-02-X.
- [6] ZEMANOVÁ, B. *Ovoce - výukový text*, Masarykova Univerzita v Brně, 2011
- [7] CEREVITINOV, F.V., *Chemické a fyzikální vlastnosti ovoce a zeleniny*. 1.vyd. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1952. s. 322. Bez ISBN.
- [8] ŠTÍPEK, Stanislav, et al. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a nemoci*. Praha: Grada Publishing, 2000. 314 s. ISBN 80-7169-704-4.
- [9] MEZEY, J., *Ovoce z vlastní zahrady – Abeceda české zahrady*, 1. vyd. Brno: CP Books, 2005, s. 96., ISBN 80-251-0253-X.
- [10] JELÍNEK, J. aj. *Biologie pro gymnázia*, 1. vyd., Nakladatelství Olomouc, 2000, s. 559, ISBN 80 – 7182- 107 – 1.
- [11] BUŇKA, F., HOZA, I., HRABĚ, J., *Technologie výroby potravin rostlinného původu pro kombinované studium*. Učební texty Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2008. s. 189 ISBN 978-80-7318-520-6
- [12] DAVIDEK, J., JANIČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie Potravin*, 1. vyd. Praha 1: SNTL – nakladatelství technické literatury Praha 1 jako společné vydání s n. p. ALFA, vydavatelství technické a ekonomické literatury Bratislava, 1983, bez ISBN.

- [13] L. IVIČIČ A KOLEKTIV, *Ovocnictví*, 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987, 480 s, ISBN 07-040-87.
- [14] KOPEC, K., *Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny*, 1. vyd. Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 72 s. ISBN 80-86153-64-9.
- [15] BOČEK, O., *Pomologie*, 2. vyd. Státní zemědělské nakladatelství, 1953, s. 215, bez ISBN
- [16] VALÍČEK, P., *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Praha: Academia, 2002. s. 159, ISBN 80-200-0939-6.
- [17] KUTINA, J., *Pomologický atlas 2*. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992. s. 304, ISBN 80-209-0192-2.
- [18] DVORŽÁK, A., *Pěstování jabloní*. 1.vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1980. s. 256, bez ISBN.
- [19] VENIAMINOVIČ IOFFE, B. *Refraktometrické metody v chemii*, Nakladatelství MIR, Moskva, 1947, s. 332, bez ISBN. SNTL, Nakladatelství Technické literatury, Praha 1983, s. 332, bez ISBN.
- [20] DVORŽÁK, A. aj. *Jablka*. 1. vyd. Praha: Academia, 1976, s. 592, bez ISBN.
- [21] POSPÍŠIL, J., *Antioxidanty*, 1. vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1968, 274 s. ISBN 509 – 21 – 875.
- [22] VELÍŠEK JAN, *Chemie potravin II*, 3. vyd. Havlíčkův Brod: OSSIS, 2009. 664 s. ISBN 978 – 80 – 86659 - 16 – 9.
- [23] ŽELEZNÝ, I., *Mládneme se antioxidanty*, 1. vyd., Praha: EKON, 2000, 274 s, bez ISBN.
- [24] ROGINSKY, V; LISSI, E. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*. 2005, 92, 1, s. 235. ISSN 235-254.

- [25] KO, SH., CHOI, SW., YE, SK., CHO, BL., KIM, HS., CHUNG, MH. Comparison of the antioxidant activities of nine different fruits in human plasma. *Journal of medicinal food*. 2005, r. 8, č. 1, s. 41-46, ISSN: 1096-620X.
- [26] WOLFE, KL., KANG, XM., HE, XJ., DONG, M., ZHANG, QY., LIU, RH. Cellular antioxidant activity of common fruits. *Journal of agricultural and food chemistry* 2008, r. 56, č. 18, s. 8418-8426, ISSN: 0021-8561.
- [27] WOJDYLO A., OSZMIANSKI, J., LASKOWSKI, P. Polyphenolic compounds and antioxidant activity of new and old apple varieties. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008, r. 56, č. 15, s. 6520-6530, ISSN: 0021-8561.
- [28] BIEDRZYCKA, E., AMAROXICZ, R. Diet and health: Apple polyphenols as antioxidants. *Food reviews international*. 2008, r. 24, č. 2, s. 235-251, ISSN: 8755-9129.
- [29] MELO, ED., MACIEL, MIS., De LIMA, VLAG., DO NASCIMENTO, RJ., Antioxidant capacity of the fruits. *Revista brasileira de ciencias farmaceuticas*. 2008, r. 44, č. 2, s. 193-201 ISSN: 1516-9332.
- [30] KONDAKOVA, V., TSVETKOV, I., BATCHVAROVA, R., BADJAKOV, I., DZHAMBAZOVA, T., SLAVOV, S. Phenol compounds-qualitative index in small fruits. *Biotechnology & biotechnological equipment*. 2009, r. 23, č. 4, s. 1444-1448, ISSN: 1310-2818.
- [31] CAO, J., Content of Selected Flavonoids in 100 Edible Vegetables and Fruits, 2010 r. 16, č. 5, ISSN: 1344-6606.
- [32] KARAMAN S., TUTEM E., BASKAN SK., APAK R., Comparison of antioxidant capacity and phenolic composition of peel and flesh of some apple varieties. *Journal of the science of food and agriculture*. 2013, r 93, č. 4, s. 876. ISSN: 0022-5142.
- [33] STRACKE, B., RUFER, CE., WEIBEL, FP., BUB, A., WATZL, B. Three-Year Comparison of the Polyphenol Contents and Antioxidant Capacities in Organically and Conventionally Produced Apples (*Malus domestica* Bork. Cultivar 'Golden Delicious'). *Journal of agricultural and food chemistry*. 2009, r. 57, č. 11, s. 4598-4605, ISSN: 0021-8561.

- [34] MATTHES ,A., SCHMITZ-EIBERGER, M. Polyphenol content and antioxidant capacity of apple fruit: effect of cultivar and storage conditions. *Journal of applied botany and food quality - angewandte botanik*. 2008, r. 82, č. 2, s. 152-157, ISSN: 1613-9216.
- [35] VEBERIC, R., COLARIC, M., STAMPAR, F. Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. *Food chemistry*. 2008, r. 106, č. 1, s. 153-157, ISSN: 0308-8146.
- [36] TSAO, R., Extraction, Separation, Detection, and Antioxidant Activity of Apple Polyphenols. *Antioxidant measurement and applications*. 2007, r. 95, č. 6, s. 302-324, ISSN: 0097-6156.
- [37] ZHAO, S., BOMSER, J., JOSEPH, EL., DISILVESTRO, RA. Intakes of apples or apple polyphenols decrease plasma values for oxidized low-density lipoprotein/beta(2)-glycoprotein I complex. *Journal of functional foods*. 2013, r. 5, č. 1, s. 493-497, ISSN: 1756-4646.
- [38] YURI, JA., NEIRA, A., QUILODRAM, A., MOTOMURA, Y., PALOMO, I. Antioxidant activity and total phenolics concentration in apple peel and flesh is determined by cultivar and agroclimatic growing regions in Chile. *Journal of food agriculture & environment*. 2009, r. 7, č. 3-4, s. 513-517, ISSN: 1459-0255.
- [39] ZARDO, DM., DANTAS, AP., VANZ, R., WOSIACKI, G., NOGUEIRA, A. Intensity of red pigmentation in apples and its influence on phenolic compounds content and antioxidant activity. *Ciencia e tecnologia de alimentos*. 2009, r. 29, č. 1, s. 148-154, ISSN: 0101-2061.
- [40] HENRIQUEZ, C., ALMONACID, S., ESCOBAR, E., CHIFFELLE , I., GOMEZ, M., SPIESKI, H. Antioxidant Content and Activity in Different Structures of Five Apple Cultivars Grown in Chile. *II International symposium on human health effects of fruits and vegetables*. 2009 r. 841, s. 275-280, ISBN: 978-90-6605-602-2.
- [41] LEE, KW., KIM, YJ., KANG, NJ., KIM, JH., LEE, SJ., KIM, DO., LEE, CY., LEE, JH. Improved assay for determining the total radical-scavenging capacity of antioxidants and foods. *International journal of food sciences and nutrition*. 2009, r. 60, č. 1, s. 12-20, ISSN: 0963-7486.

- [42] LAMPERI, L., CHIUMINATTO, U., CINCINELLI, A., GALVAN, P., GIORDANI, E., LEPRI, L., DEL BUBBA, L. Polyphenol levels and free radical scavenging activities of four apple cultivars from integrated and organic farming in different Italian areas. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008, r. 56, č. 15, s. 6536-6546, ISSN: 0021-8561.
- [43] OSZMIANSKI, J., WOLNIAK, M., WOJDYLO, A., WAWER, I. Influence of apple puree preparation and storage on polyphenol contents and antioxidant activity. *Food chemistry*. 2008, r. 107, č. 4, s. 1473-1484, ISSN: 0308-8146.
- [44] THIELEN, C., WILL, F., ZACHARLAS, J., DIETRICH, H., JACOB, H. Polyphenols in apples: Distribution of polyphenols in apple tissue and comparison of fruit and juice. *Deutsche lebensmittel-rundschau*. 2004, r. 100, č. 10, s. 389-398, ISSN: 0012-0413.
- [45] PIERRE, B., LOUISE, M., STEPHANE, G., AUGUSTIN, S., ANNICK, B., MARIE-JOSEPHE, AC., LAURE, DC., Determination of the polyphenol content of fruits and vegetables. Establishment of a database and estimation of the polyphenol intake in the French diet. *Proceedings of the 1st International Symposium on Human Health Effects of Fruits and Vegetables*. 2007, book series: Acta horticulturae, r. 774, s. 61-69, ISSN: 0567-7572.
- [46] CEYMAN, M., ARRIGONI, E., SCHARER, H., BAUMGARHTER, D., NISING, AB., HURRELL, RF. Rapid high performance screening method using UHPLC-MS to quantify 12 polyphenol compounds in fresh apples. *Analytical method*. 2011, r. 3, č. 8, s. 1774-1778, ISSN: 1759-9660.
- [47] BRAT, P., GEORGE, S., BELLAMY, A., Du CHAFFAUT, L., SCALBERT, A., MENNEN, L., ARNAULT, N., AMIOT, MJ. Daily polyphenol intake in France from fruit and vegetables. *Journal of nutrition*. 2006, r. 136, č. 9, s. 2368-2373, ISSN: 0022-3166.
- [48] TSAO, R. Extraction, Separation, Detection, and Antioxidant Activity of Apple Polyphenols. *Antioxidant measurement and applications*. 2007, r. 956, s. 302-324, ISSN: 0097-6156.
- [49] ROP, O., JUŘÍKOVÁ, T., MLČEK, J., KRAMÁŘOVÁ, D.: SENGE, Z. : Antioxidant activity and selected nutritional values of plums (*Prunus domestica* L.) typical of the White Carpathian Mountains, *Scientia Horticulturae*, 2009, 122, s. 545-549, ISSN 0304-4238.

[50] ROP, O., SOCHOR, J., JUŘÍKOVÁ, T., MLČEK, J., KRAMÁŘOVÁ, D.: Antioxidant capacity, scavenging radical activity and selected chemical composition of native apple cultivars from central Europe. *Journal of food Quality*. 2011, r. 34, s. 187-194, ISSN 1745-4557.

[51] PANTELIDIS, G. E., VASILAKAKIS, M., MANGANARIS, G. A., DIAMANTIDIS, GR.: Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*. 2007. 102, s. 777-783, ISSN 0308-8146.

Použité obrázky:

Obr. 1: Vzorec sacharosy:

http://img12.rajce.idnes.cz/d1203/3/3323/3323294_05108286abdd495d95c8075915740896/images/sacharosa.JPG

Obr. 2: Pektin:

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5a/Pectineketen.png/330px-Pectineketen.png>

Obr. 3, 4, 5, 6,: Koruny jabloní: KUTINA, J., *Pomologický atlas 2*. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992. s. 304, ISBN 80-209-0192-2

Obr. 7: Popis částí květu: http://cs.wikipedia.org/wiki/Morfologie_kv%C4%9Btu (obrázek květu jabloně)

Obr. 8: Řez malvicí (jablko): <http://cs.wikipedia.org/wiki/Malvice>

Obr. 9: Fenol: <http://canov.jergym.cz/arome/obrazkysl/fenol.gif>

Obr. 10: Flavonoid: http://www.theteafarm.com/images/tea_flavonoid_molecule.gif

Obr. 11: Lysický sad: <http://www.zeasas.cz/onas/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Vzorec sacharosy.....	17
Obr. 2: Pektin.....	18
Obr. 3: Koruny jabloní.....	26
Obr. 4: Koruny jabloní.....	26
Obr. 5: Koruny jabloní.....	26
Obr. 6: Koruny jabloní.....	26
Obr. 7: Popis částí květu	29
Obr. 8: Řez malvicí (jablko)	29
Obr. 9: Fenol.....	38
Obr. 10: Flavonoid.....	39
Obr. 11: Lysický sad.....	44

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Množství vázané a volné vody v ovoci a zelenině	16
Tab. 2: Obsahu cukru v jádrovém ovoci	17
Tab. 3: Celkové množství dusíkatých látek (v %) v čerstvém ovoci.....	19
Tab. 4: Hodnoty draslíku v % váhy popela	20
Tab. 5: Obsah vápníku v popelu ovoce.....	21
Tab. 6: Obsah vitamínu C ve 100g čerstvého ovoce	22
Tab. 7: Antioxidační aktivita vybraných odrůd jablek	48
Tab. 8: Obsah polyfenolů u vybraných odrůd jablek.....	50
Tab. 9: Obsah flavonoidů u vybraných odrůd jablek.....	52
Tab. 10: Obsah refraktometrické sušiny u vybraných odrůd jablek	54

SEZNAM GRAFŮ

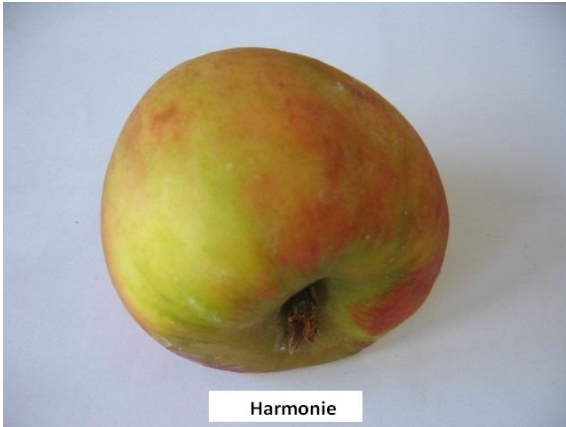
Graf 1 Antioxidační aktivita u vybraných odrůd jablek	49
Graf 2 Obsah polyfenolů u vybraných odrůd jablek.....	51
Graf 3 Obsah flavonoidů u vybraných odrůd jablek.....	53
Graf 4 Obsah refraktometrické sušiny u vybraných odrůd jablek	55

SEZNAM PŘÍLOH

P1 Obrázky vybraných odrůd jablek

PŘÍLOHA P1

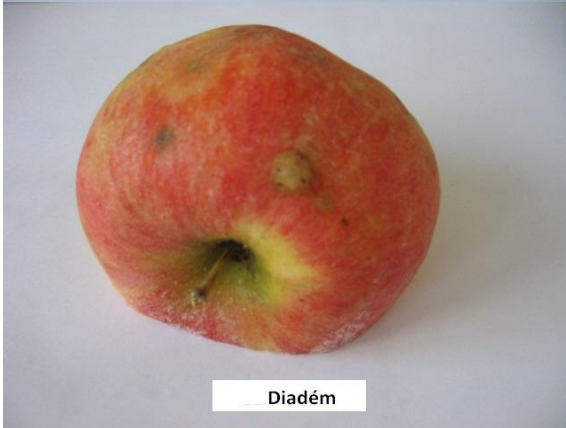




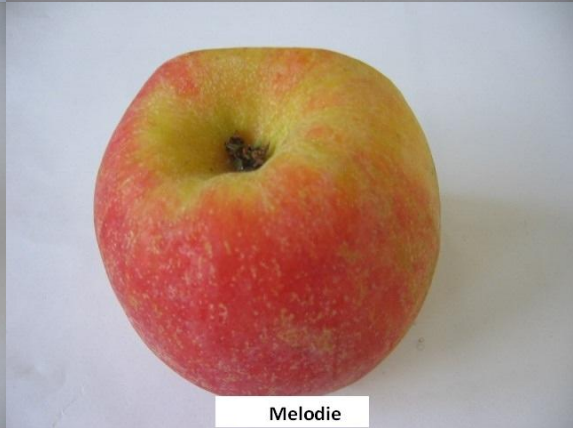
Harmonie



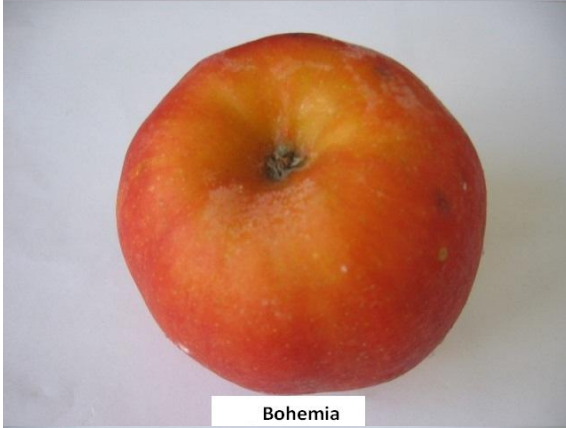
James Grieve



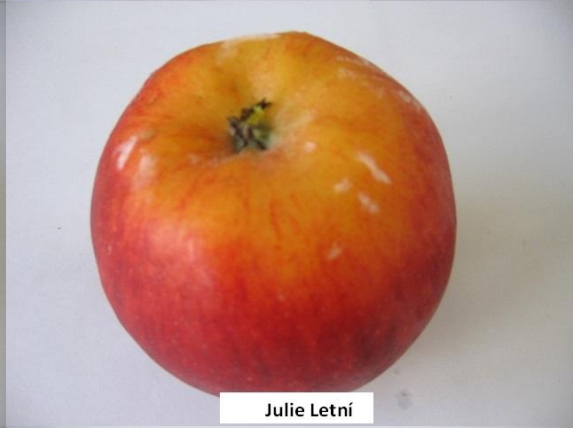
Diadém



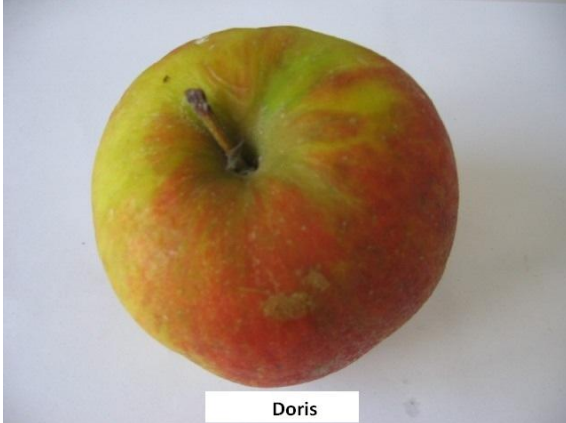
Melodie



Bohemia



Julie Letní



Doris



Matčino