

Stanovení množství vybraných karotenoidů u meruněk a broskví z jižní Moravy

Bc. Jaroslava Vaculíková

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaroslava Vaculíková**
Osobní číslo: **T11072**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Stanovení množství vybraných karotenoidů u meruňek a broskví z jižní Moravy.**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakterizace odrůd meruňek a broskví
2. Vliv karotenoidů na spotřebitele
3. Charakteristika a změny karotenoidů v průběhu skladování meruňek a broskví
4. Metody na průkaz karotenoidů u meruňek a broskví
5. Vybraná metoda stanovení a její popis – Spektrofotometrie

II. Praktická část

1. Metodika stanovení karotenoidů spektrofotometricky
2. Stanovení karotenoidů u meruňek a broskví

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. DRAGOVIC-UZELAC, Verica, Branka LEVAJ, Vlatka MRKIC, Danijela BURSAC a Marija BORAS. The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. Food Chemistry. 2007, roč. 102, č. 3, s. 966-975. ISSN 0308-8146.
2. BRITTON, George, S LIAAEN-JENSEN a H PFANDER. Carotenoids handbook. Boston: Birkhäuser Verlag, c2004, 1 v. (various pagings). ISBN 37-643-6180-8.
3. GRACA DIAS, M., G.F.C. CAM?ES a Luísa OLIVEIRA. Carotenoids in traditional Portuguese fruits and vegetables. Food chemistry. 2009, roč. 113, č. 3, s. 808-815. ISSN 0308-8146.
4. CABALLERO .., Editor-in-chief Benjamin.. Encyclopedia of food sciences and nutrition [online]. 2. ed. Amsterdam lu.a.I: Academic Press, 2003, s. 927-936 [cit. 2013-01-18]. ISBN 9780122270550.

Vedoucí diplomové práce:

MVDr. Matej Pospiech, Ph.D.

Ústav analýzy a chemie potravin

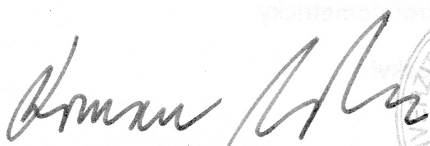
Datum zadání diplomové práce:

11. února 2013

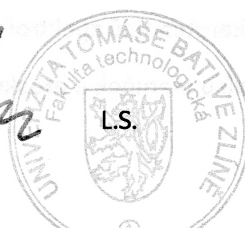
Termín odevzdání diplomové práce:

17. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Bc. Vaculíková Jaroslava


Obor: Technologie a řízení v gastronomii

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, považuji 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 10.5.2013


.....

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

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

(2) *Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchozečem 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) *Plati, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.*

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo stanovení množství β -karotenu a luteinu u vybraných odrůd meruněk a broskví z jižní Moravy.

Mezi zástupce odrůd meruněk byla vybrána odrůda Bergeron, Goldrich, Maďarská, Rakovského a Velkopavlovická. K analýze broskví byli vybrané odrůdy Harbrite, Harbinger, Redhaven, Fenix, Flamingo, Earliglo, Sunhaven, Tena a Luna raná. Meruňky i broskve byli vypěstované v soukromých sadech v Žádovicích, které se nachází v okrese Hodonín na jižní Moravě. Celkem byl stanoven β -karoten a lutein, v 19 vzorcích.

Jako metoda stanovení byla použita UV-VIS spektrofotometrie, kdy byla měřena absorbance vzorku při vlnové délce 450 nm pro β -karoten a 421 nm pro lutein.

Nejvyšší hodnoty u meruněk dosáhla odrůda Goldrich (934,69 $\mu\text{g}/100\text{g}$ – β -karoten; 106,40 $\mu\text{g}/100\text{g}$ - lutein). Naopak nejnižší hodnoty byli naměřené, u odrůdy Bergeron (712,13 $\mu\text{g}/100\text{g}$ – β -karoten; 81,65 $\mu\text{g}/100\text{g}$ - lutein). U broskví byla naměřena nejvyšší hodnota u odrůdy Harbrite (364,18 $\mu\text{g}/100\text{g}$ – β -karoten; 43,07 $\mu\text{g}/100\text{g}$ - lutein) a nejmenší hodnoty dosahovala odrůda Luna raná (97,59 $\mu\text{g}/100\text{g}$ – β -karoten; 12,66 $\mu\text{g}/100\text{g}$ - lutein).

Z jednotlivých výsledků vyplývá, že množství luteinu je závislé na β -karotenu. S rostoucím množstvím β -karotenu vzrůstá i množství luteinu. Korelace u broskví $r^2 = 0,96$ ($p < 0,001$), u meruněk $r^2 = 0,99$ ($p < 0,001$).

Porovnáním jednotlivých odrůd meruněk a broskví s dostupnými daty z jiných zemí byli jednovýběrovým studentovým T testem zjištěny statisticky vysoce významné rozdíly mezi daty reprezentujícími Českou republiku z oblasti jižní Moravy a Chorvatskem z oblasti Neretva valley, Pákistánem a také Portugalskem z oblasti Cova de Beira.

Výsledky této práce také ukazují, že obsah karotenoidů v meruňkách a broskvích se liší v závislosti na odrůdě, klimatických podmínkách, geografickém místě pěstování a stupni zralosti ovoce. Z výše uvedeného vyplývá, že především meruňky, ale i broskve lze zařadit k potenciálním potravinám s obsahem antioxidačních látek, tedy s antioxidačními účinky.

Klíčová slova: karotenoidy, β -karoten, lutein, meruňky, broskve, UV-Vis spektrofotometrie

ABSTRACT

The aim of this thesis was to determine amount of β -carotene and lutein in selected cultivars of apricots and peaches from south Moravia region.

For analysis of apricot cultivars were selected cultivars Bergeron, Goldrich, Mařarská, Rakovského and Velkopavlovická. For the peaches were selected cultivars Harbrite, Harbinger, Redhaven, Fenix, Flamingo, Earliglo, Sunhaven, Tena and Luna raná. All sample of apricots and peaches were obtained from family-styled farms located in Žádovice village. Žádovice village is located in Hodonín district which is the part of south Moravia region. The β -carotene and lutein were determined in 19 samples totally.

As a method of determination was used UV-VIS spectroscopy when the absorbance of sample was measured at a wavelength of 450 nm for β -carotene and 421 nm for lutein.

The highest values from investigated sample of apricots was detected in cultivar Goldrich (934,69 $\mu\text{g}/100\text{g}$ for β -carotene; 106,40 $\mu\text{g}/100\text{g}$ for lutein). On other side the lowest values were measured in sample of cultivar Bergeron (712,13 $\mu\text{g}/100\text{g}$ for β -carotene; 81,65 $\mu\text{g}/100\text{g}$ for lutein). Investigation of peaches samples showed the highest values in cultivar Harbrite (364,18 $\mu\text{g}/100\text{g}$ for β -carotene; 43,07 $\mu\text{g}/100\text{g}$ for lutein) the lowest values were measured in sample of Luna raná (97,59 $\mu\text{g}/100\text{g}$ for β -carotene; 12,66 $\mu\text{g}/100\text{g}$ for lutein). From samples investigation we can generally say that amount of lutein depend on amount of β -carotene. Correlation coefficient for peaches were $r^2=0,96$ ($p < 0,001$), for apricots were $r^2 = 0,99$ ($p < 0,001$).

Comparison of known available dates about apricots and peaches cultivars with the dates from different countries were analyzed by the student T-test. The result showed significant differences between the dates representing Czech Republic (south Moravia region) and Croatia (Neretva Valley region); Pakistan and Portugal (Cova de Beira region).

The results of this study show that the amount of carotenoids apricots and peaches are different. The differences depend on fruit cultivar, climate conditions, geographic location of cultivation and the stage of maturity. The result showed that: especially apricots, but the peaches too may be classified as potential food containing antioxidants, so with antioxidant effects.

Keywords: carotenoids, β -carotene, lutein, apricots, peaches, UV-VIS spectroscopy

Děkuji MVDr. Mateji Pospiechovi, Ph.D. vedoucímu mé diplomové práce, za jeho cenné rady a materiály, které mi poskytl během práce. Zároveň děkuji celému kolektivu pracovníků laboratoře Ústavu vegetabilních potravin Veterinární a farmaceutické univerzity v Brně za vytvoření dobrých podmínek pro analýzu k mojí práci a rovněž manželům Křivonoskovým za poskytnutí vzorků. A nakonec děkuji svému příteli a rodině za veškerou pomoc a podporu.

Motto:

„Chtěl bych – neznamená nic, chci – dělá divy.“

(Alexandre Vinet)

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

Ve Zlíně, 10. 05. 2013

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 CHARAKTERIZACE ODRŮD MERUNĚK A BROSKVÍ	13
1.1 MERUŇKY	13
1.1.1 Pomologie odrůd meruněk	14
1.1.1.1 Bergeron.....	15
1.1.1.2 Goldrich	16
1.1.1.3 Maďarská	16
1.1.1.4 Velkopavlovická	17
1.1.1.5 Rakovského.....	17
1.2 BROSKVONĚ	18
1.2.1 Pomologie odrůd broskvoní	20
1.2.1.1 Earliglo.....	20
1.2.1.2 Fenix	21
1.2.1.3 Flamingo	21
1.2.1.4 Harbinger	21
1.2.1.5 Harbrite	22
1.2.1.6 Luna	23
1.2.1.7 Redhaven	23
1.2.1.8 Sunhaven.....	24
1.2.1.9 Tena	24
2 VLIV KAROTENOIDŮ NA SPOTŘEBITELE	25
2.1 VÝSKYT V POTRAVINÁCH.....	25
2.1.1 Nutriční hodnoty ve 100g jedlého podílu.....	26
2.2 VYUŽITÍ KAROTENOIDŮ	26
2.3 VLIV NA ZDRAVÍ.....	28
2.3.1 Retinol	29
2.3.1.1 Reakce s volnými radikály.....	30
2.3.1.2 Příznaky předávkování karoteny.....	30
3 CHARAKTERISTIKA A ZMĚNY KAROTENOIDŮ V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ MERUNĚK A BROSKVÍ	31
3.1 KAROTENOIDY	31
3.1.1 β -karoten	33
3.1.2 Lutein	34
3.2 ZMĚNY KAROTENOIDŮ V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ	34
3.2.1 Reakce a změny.....	35
3.2.1.1 Karotenoidy a barva	36
3.2.1.2 Karotenoidy a aróma.....	36
3.3 STUDIE KAROTENOIDŮ V ZAHRANIČÍ U MERUNĚK.....	36
3.3.1 Chorvatsko	36
3.3.2 Pákistán	38

3.4	STUDIE KAROTENOIDŮ V ZAHRANIČÍ U BROSKVÍ.....	39
3.4.1	Portugalsko.....	39
4	METODY NA PRŮKAZ KAROTENOIDŮ U MERUNĚK A BROSKVÍ.....	40
4.1	SLOUPCOVÁ CHROMATOGRFIE (OCC).....	41
4.2	VYSOCE ÚČINNÁ KAPALINOVÁ CHROMATOGRFIE	41
4.3	HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETRIE (MS) A NUKLEÁRNÍ MAGNETICKOREZONANČNÍ SPEKTROSKOPIE (NMR)	42
5	VYBRANÁ METODA STANOVENÍ A JEJÍ POPIS – SPEKTROFOTOMETRICKY	43
5.1	SPEKTROFOTOMETR.....	43
5.1.1	Základní části spektrofotometru.....	44
5.1.1.1	Ultrafialovo - viditelná spektroskopie	46
II	PRAKTICKÁ ČÁST	48
6	METODIKA STANOVENÍ KAROTENOIDŮ SPEKTROFOTOMETRICKY	49
6.1	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY	50
6.2	MATERIÁL	50
6.2.1	Vzorky meruněk a broskví	50
6.2.2	Použité chemikálie	51
6.2.3	Obsah karotenoidů v meruňkách a broskvích	51
6.3	SPEKTROFOTOMETRICKÁ ANALÝZA	51
6.4	ANALÝZA PEVNOSTI DUŽINY	52
6.5	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ.....	52
7	STANOVENÍ KAROTENOIDŮ U MERUNĚK A BROSKVÍ.....	53
7.1	VÝSLEDKY A DISKUSE	53
7.1.1	Pevnost dužiny	53
7.1.2	Stanovení β -karotenu a luteinu u meruněk.....	55
7.1.3	Stanovení β -karotenu a luteinu u broskví.....	58
	ZÁVĚR	65
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ	71
	SEZNAM TABULEK.....	72
	SEZNAM PŘÍLOH.....	73

ÚVOD

Ovoce, bylo člověku od nepaměti pochoutkou i potravou. O jablku je zmínka již v řecké mytologii i v bibli. Vykopávky ovocných zbytků jako pozůstatků z doby kamenné a nálezy ovocných jader v kolových stavbách ve Švýcarsku svědčí o tom, že již předhistorický člověk znal ovoce. Patrně je uměl také zpracovávat na trvanlivý výrobek pro zimní období.

Kromě zdroje energie, představuje ovoce také zdroj obsahující rozdílné hladiny fytochemických látek, jako jsou vitaminy, karotenoidy a polyfenoly, které mají významný vliv na jejich chuť, barvu a nutriční hodnoty. Značný zájem budí polyfenoly a karotenoidy, pro jejich antioxidační schopnosti, a pro schopnost mírnit chronická onemocnění.

Karotenoidy jsou nejrozšířenější skupinou pigmentů v přírodě, a jsou zastoupeny ve všech organismech schopných fotosyntézy. Jsou příčinou většiny žlutých a červených zbarvení ovoce a květů. Dozrávání ovoce vyžaduje sérii komplexních biochemických reakcí, které vedou ke tvorbě fenolických sloučenin, karotenoidů a nestálých sloučenin. Rozdíly v obsahu a množství jsou závislé na mnoha faktorech – sluneční svit, půda, roční období, geografická poloha, odrůda ovoce, stupeň zralosti.

Současné znalosti o struktuře, rozmístění, rozdělení a vlastnostech karotenoidů jsou známy. Jejich funkce, jako potravinářských barviv, změny během zpracování a uskladnění potravin, jsou diskutovány.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERIZACE ODRŮD MERUNĚK A BROSKVÍ

Meruňka a broskvoň náležejí do čeledi *Rosaceae*, rodu *Prunus* L. a prakticky dnes všechny pěstované odrůdy u meruněk patří k druhu *Armeniaca vulgaris* (L.) Lam. A broskví do druhu *Persica vulgaris* Mill. Z místa svého původu si přenesly řadu nároků na stanovištní podmínky a mnohé pěstitelské zákroky je nutno respektovat i v našich podmínkách [1].

Úspěch jejich pěstování závisí na klimatických podmínkách oblasti a na vlastním stanovišti – mikroklimatu, na sluneční expozici a na půdních podmínkách [1].

1.1 Meruňky

U nás pěstované meruňky patří do samostatného rodu *Armeniaca* Scop. A vyskytuje se v jediném druhu meruňka obecná (*Armeniaca vulgaris* Lam.). Její původ se všeobecně klade do oblastí Střední a Východní Asie. Rozšiřování meruněk bylo dlouhé a zrychlilo se počátkem zemědělské činnosti člověka. Údajně se meruňka do Evropy dostala přes Itálii, pravděpodobně jako broskvoň v prvním století před naším letopočtem z oblastí dnešního Íránu [2].

Na území dnešní České republiky jsou meruňky mladým ovocným druhem. I když jsou o nich zmínky již z 15. století, o skutečné pěstování v některých vinorodých oblastech jižní Moravy jde až od 18. a 19. století. Z moravských lokálních odrůd se na našem území nejvíce rozšířila odrůda „Velkopavlovická“. Údajně vznikla v polovině 19. století a první její popis je z roku 1923. V nedávné minulosti se množila v mnoha klonech vzniklých v Lednici na Moravě, Valticích a ve Velkých Pavlovicích [2].

Meruňky na celé Moravě neztrácí oblibu, používají se k přímému konzumu, sušení, zavařování i k pálení lihového destilátu, meruňkovice. Plody meruněk patří mezi více energeticky vydatné peckoviny se zvýšeným obsahem sacharidů. Obsahují dostatečné množství vápníku, železa, hodně fosforu a draslíku. Z peckovin obsahují nejvíce karotenů (prekurzor pro vitamin A). Dostatečně je zastoupena skupina vitaminů typu B (vitaminy B1, B2, B6 a B12) a velmi málo vitaminu C [2].

Meruňky jsou diploidní $2n = 16$, většina odrůd je samosprašných, některé ale mohou být částečně samosprašné (Veecot, Lejuna, Leskora) a existují i odrůdy cizosprašné např. Orangered. Ve výsadbě takových odrůd je pak nutná kombinace více odrůd. Pro zlepšení

opylení jsou vhodná 1-2 včelstva/ha. Z pěstitelského hlediska patří meruňky mezi krátkověké ovocné druhy, přestože některé stromy žijí v našich okrajových podmínkách více než 80 let (v Číně i 300 let), ekonomický opodstatněný věk je 20-25 let. Meruňka vytváří keře nebo stromy 2-10 m vysoké. Listové i květní pupeny jsou sestaveny ve skupinách po 2-3 v paždí listů. Listy jsou eliptické nebo vejčité, popř. okrouhlé, se zubem na špičce. Řapíkový výkroj je srdčitý, okrouhlý nebo protáhlý. Ozubení je jednoduché nebo dvojité, často i pilovité. Květy jsou velké, jednotlivé, výjimečně dva z květního pupenu. Květ je tvořen z 5 kališních lístků a 5 korunních lístků, tyčinek je 20-32, pestík (výjimečně více). Kališní lístky jsou červené, korunní lístky bílé až tmavorůžové. V období dormance snesou meruňky - květní pupeny -23 až -25 °C. Vlastní květ pak snese -2,5 až -3,5 °C, plod pouze 0,6 až 1,0 °C v závislosti na odrůdě. Meruňky nesnáší zimní výkyvy teplot. Ve dřevě, jsou meruňky mrazům více odolnější, než broskvoně [3].

1.1.1 Pomologie odrůd meruněk

Podle komplexu morfologických, biologických a hospodářských vlastností se zřetelem na geografický původ odrůd je možné zařadit odrůdy meruňky do skupin:

- odrůdy středoasijské (Čína, Afganistan, Pákistán sev. Indie);
- iránsko-kavkazské (Gruzie, Arménie, Ázerbajdžán, Sýrie, Turecko);
- evropské (jižní část Evropy, USA, jižní Afrika, Austrálie);
- džungarsko-zailijské (Kazachstán, severozápadní Čína, Alma-Ata);
- mandžusko-sibiřské (mičurinské) (odrůdy Mičurina, Zabajkalska, a Dálného východu, kultivary následovníků Mičurina apod.) [3].

Podle doby zrání na odrůdy:

- **rané odrůdy**: zrající i více jak 17 až 9 dní před odrůdou Velkopavlovická (např. Aurora (syn. Early Blush), Leskora, Ledana, Lejuna, Radka, Veselka, Pinkcot © Copty, Silvercot® Cotsy);
- **středně rané**: zrající 6-2 dny před Velkopavlovickou (např. Palava, Legolda, Lebela, Kompakta, **Goldrich**, Hargrand, Harcot, Goldbar);
- **středně zrající**: zrající přibližně s odrůdou **Velkopavlovická**, okolo 20.7 (-2 až

+6 dní po, např. **Maďarská, Rakovského**, Marlen, Svatava, Kráska, Vestar, Vegama, Barbora, Elena, Veecot, Bergarouge);

- **pozdně zrající**: zrající 7 a více dní po Velkopavlovické (např. Leala, Minaret, **Bergeron**, Bergerac, Harlayne, Harogem, Harval, Velbora, Velita);

Ve státní odrůdové knize je zapsáno k 1. 11. 2004 celkem 50 odrůd meruněk včetně podaných žádostí. Nejstarší odrůdy byly registrovány v roce 1954 (Maďarská, Paviot, Rakovského, Sabinovská, a Velkopavlovická). Nejnovější odrůdy (Alfons 2004, Goldrich 2003, Harlayne 2003, Harogem 2003, Harcot 2003...). Právně chráněné odrůdy např.: Veharda do 2016, Vesprima do 2016, Vestar 2016, Ledana 2024, Lebelá 2024, Leskora 2034 [3].

1.1.1.1 Bergeron

Pochází z Francie. Pozdní odrůda zrající 8 až 10 dnů po „Velkopavlovické“. Plody jsou velké s kvalitní dužinou. Růst stromů je střední a slabší. Odolnost ve dřevě a v květech proti mrazu je poměrně vysoká [4].

U nás byl vyselektován klon Bergeron LE - 2 na MZaLU v Brně. Vytváří vznosné kulovité koruny, růst je slabý až středně silný. Vhodné jsou prostorové tvary s terminálním výhonem (prodlouženým výhonem). Vyžaduje pravidelný řez. Tato odrůda výrazně netrpí chorobami ani škůdci. Nemá ani žádné zvláštní nároky na stanovištní podmínky, je odolná vůči nízkým teplotám. Výhodou jsou velmi dobré konzervářské hodnoty plodů a pozdního zrání. Vyžaduje pravidelný řez [5].

Plod - velký (40 – 55 g), při bohaté násadě střední, pravidelný, kulovitě oválný, většinou se souměrně vyvinutými polovinami. Průměrná hmotnost plodu je 46g. Rýha plodu je po celé délce výrazná, temeno plodu nevystoupělé.

Slupka – pevná, základní barva v technologické zralosti je oranžově žlutá, v konzumní zralosti sytě oranžová, se světle červeným tečkovaným líčkem. Povrch plodu je matný a není úplně hladký.

Dužina – pevná, v konzumní zralosti se rozplývá, velmi chutná, nevláknitá, sytě oranžová, dobře oddělitelná od pecky.

Pecka – středně velká, oválně zašpičatělá. Kanálek hřbetní je uzavřený, křídla pecky jsou výrazná směrem ke čnělečné části pecky. Sklon k vytváření dvou semenných pecek je malý. Jádru semenné je sladké [6].

1.1.1.2 Goldrich

Jedná se o perspektivní odrůdu, která byla vyšlechtěna v roce 2003 v USA. Pro velké a atraktivní plody se velmi rychle stala oblíbenou odrůdou. Růst je slabý, korunu vytváří otevřenou a proto vhodným tvarem pěstování je tvar duté koruny. Plodnost je velká a pravidelná, plody jsou velké, oválné až vejčité. Chuť je v prvních dnech nakyslá, později sladce navinulá. Odolnost proti houbovým chorobám je střední, proti nízkým teplotám ve dřevě i v květu vysoká. Plody jsou vhodné pro přímý konzum, ale i konzervářské zpracování. Můžeme ji vysazovat ve všech oblastech vhodných pro meruňky. V okrajových oblastech vyžaduje chráněné stanoviště [7].

Plod – velmi velký (od 65 do 90 g), oválný, aromatický.

Slupka – žlutooranžové barvy, povrch je slabě hrbolkovitý.

Dužina – pevná až středně tuhá, středně šťavnatá, dobře odlučitelná od pecky [8].

1.1.1.3 Maďarská

Tato raná odrůda pochází z Maďarska, jak nám už napovídá název. U nás byla povolena k množení v roce 1954. Koruny stromů jsou poměrně řídké, rozložené. Růst je bujný. Starší stromy uvnitř koruny mají sklon k vyholování. Vhodným tvarem k pěstování je zákrsek nebo nižší čtvrtkmen s volně rostoucí korunou. Odrůda je poměrně citlivá houbové Gnomonia erythrostoma, která způsobuje hnědnutí listů a vůči jarním mrazíkům v době kvetení. Nesnáší výkyvy klimatu, na těžkých a uléhavých půdách trpí asfyxií „zadušením“ kořenů. Plodnost je u této odrůdy poměrně hojná a pravidelná. Zraje ve stejnou dobu jako „Velkopavlovická“ odrůda [9].

Plod - velký (45–65 g), s průměrnými biologickými parametry jako u „velkopavlovické“, kulovitě oválný, někdy s nestejnými polovinami. Rýha je slabě znatelná, temeno nevystouplé, mírně stranou posunuté.

Slupka v konzumní zralosti je sytě oranžová, někdy s načervenalým líčkem. Povrch plodu je hladký, matný.

Dužina - pevná, v konzumní zralosti se rozplývá, nevláknitá, většinou dobře odlučitelná od pecky.

Pecka - středně velká, oválně zašpičatělá, dosti tlustá, s průměrně biometrickými parametry jako u „Velkopavlovické“. Boční strany jsou málo vystouplé. Hřbetní kanálek je téměř zcela zakrytý. Odrůda má slabý sklon k vytváření dvojjádrových pecek. Jádru semenné je sladké [6].

1.1.1.4 Velkopavlovická

Jde o starší odrůdu vzniklou jako nahodilý semenáč na jižní Moravě. K množení povolena v roce 1954. Stromy rostou velmi bujně, koruny jsou široce kulovitě rozložené. Vhodný tvar k pěstování je čtvrtkmen s volně rostoucí patrovitou popř. dutou korunou. Regenerace dřeva, zdravotní stav a mrazuvzdornost je střední až nižší, je náchylná na hnědnutí listů. V době květu citlivá na pokles teplot okolo nuly. Plody se hodí pro přímý konzum, konzervování, sušení. Sklízí se kolem 20. až 25. července nejpozději do 5. srpna [10].

Plod - velký (hmotnost 45–65g). Průměrná hmotnost plodu je 50 g. Je pravidelný, kulovitě oválný, s poněkud nestejnými polovinami. Rýhu má slabě zřetelnou, temeno nevystouplé, mírně stranou posunuté.

Slupka - v konzumní zralosti sytě oranžová, někdy s nevýrazným až načervenalým líčkem. Povrch plodu je hladký (nehrbolatý) a matný.

Dužina - pevná, v konzumní zralosti se rozplývá, nevláknitá, sytě oranžová, výborné chuti, dobře odlučitelná od pecky.

Pecka - středně velká, oválná se špičkou, dosti tlustá. Křídla jsou zřetelně vyvinutá. Kanálek na hřbetní straně je někdy částečně otevřený. Má jen slabý sklon k vytváření dvojjádrových semen. Jádru semenné má sladkou chuť [6].

1.1.1.5 Rakovského

Vznikla jako nahodilý semenáč v Kočovcích u Trenčína a byla rozšiřována G. Rakovským. V současné době je pěstována jen v malém množství. Vyžaduje dobrou stanoviště s vyloučením východních a jižních svahů.

Plod - středně velký, při bohatší násadě však nedosahuje někdy ani velikosti I. Jakostní třídy. Průměrná hmotnost plodu při střední násadě je 53g. Je výrazně do špičky tvarovaný. Rýha je velmi výrazná. Plod má často nestejně vyvinuté a nestejně dozrávající poloviny.

Slupka - sytě oranžová. Krycí barva je tmavě červená až fialová, lákavá. Povrch plodu je hladký, matný.

Dužina - sytě oranžová, pevná, křehká. V konzumní zralosti jsou v ní znatelná jemná vlákna. Obsahuje větší množství kyselin, což je z hlediska přímého konzumu příznivé. Je dobře odlučitelná od pecky.

Pecka - středně velká až velká, na povrchu zrnitě drsná, s málo vystouplými žebry. Hřbetní část pecky je místy perforovaná, takže je vidět hřbetní kanálek. Kolem pecky je často nápadně velký volný prostor. Jádru semenné je sladké [6].

1.2 Broskvoně

V současnosti tvoří broskvoň samostatný rod *Persica* Miller a u nás se pěstuje jediný druh *Persica vulgaris* Miller. Dříve se broskvoň zařazovala do rodu *Prunus* L. a označovala se *Prunus persica* (L.) Batsch. Pochází z Východoasijského genového centra. V Číně byla jako kulturní ovocný druh pěstována již tři tisíce let před naším letopočtem. První čínská písemná zpráva o pěstování broskvoní je v knize Š-tink (v českém překladu Kniha písní). Její první svazky vznikly již tisíc let před naším letopočtem. Pravděpodobně v období 140-88 př. N. l. se rozšířilo jejich pěstování v Persii. Do Evropy se broskev dostala přes Itálii, pravděpodobně v prvním století před naším letopočtem. Z Itálie se pěstování broskvoní rozšířilo do všech příhodných oblastí Evropy. Broskvoň se stala v průběhu několika století vedle jabloní, hrušní a slivoní nejpěstovanějším ovocným druhem [2].

Do oblastí našeho současného území se mohly z Itálie broskvoně rozšířit podunajskou či jinými obchodními jižními trasami, nebo importem římských legií na jižní a střední Moravu. Do Čech se broskvoň pravděpodobně dostala přes Španělsko, Francii a Německo. Nejsou doklady o tom, že by se broskev rozšířila z jižní Moravy na české území [2].

Broskve jsou v poměru k ostatním peckovinám méně energeticky vydatné. Obsahují dostatek sacharidů, mají nezanedbatelný obsah vápníku, fosforu, draslíku, mědi a vysoký obsah železa. Z vitamínů jsou broskve bohaté na karoteny (prekurzor pro vitamin A), riboflavin (B2) a střední obsah vitamínu C (kyseliny askorbové) [2].

Broskvoně lze rozdělit do několika ekologických skupin:

- *broskvoně Ferganské* - s plody zmáčknutého tvaru, pěstované ve Ferganské nížině bývalého jižní část centrálního USSR a západní Čína;
- *broskvoně severní Číny* - charakteristické dlouhou vegetační dobou, pozdním dozráváním plodů a s dlouhou dobou dormance – odolné proti mrazům, plody obvykle s bílou dužninou;
- *broskvoně střední a jižní Číny* - s krátkou vegetační dobou a s krátkou dobou dormance, s menšími plody s dužninou barvy bílé nebo nažloutlé, sladké chuti – pěstují se v subtropích;
- *broskvoně západní – Íránská skupina* - plody obvykle se žlutou dužninou a s krátkou dobou dormance, méně odolné k mrazům, většina amerických i evropských odrůd.

Broskvoně jsou diploidním ($2n=16$) ovocným druhem. Podobně jako meruňky jsou broskvoně krátkověké a dožívají se 15-20 let (25 let). Stromy broskvoní dorůstají až do výšky 5-6 m. V USA byly vyšlechtěny (mutanti) odrůdy s kompaktním nebo zakrslým vzrůstem dosahující výšky 1-2 m. Barva kůry 1- 2 letých výhonů je červená, starší větve jsou popelavé až nahnědlé. Listy jsou velké, kopinaté až oválné, zašpičatělé, na obou stranách lysé. Mohou být barvy zelené i červené. Květy jsou buď zvonkovité, nebo miskovité na krátkých stopkách. Korunní plátky jsou obvejčité, růžové, bílé nebo načervenalé. Většina pěstovaných odrůd je samosprašná. Jednotlivé květy kvetou 4-5 dní. Květní pupeny vytváří broskvoň výhradně na jednoletých výhonech. Plody jsou peckovice. Broskvoně jsou velmi náročné na teplo a světlo, a to nejen na průměrnou roční teplotu, ale zejména na rozdělení teplot v ročním cyklu a ve vegetačním období. V zimě snášejí krátkodobé poklesy teplot až na $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na rozdíl od meruňky je broskvoň méně citlivá k poklesům jarních teplot. Projevuje se, ale výrazný odrůdový rozdíl. Odrůdy s typem květu miskovitým poškozují v předjaří teploty pod $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, naopak odrůdy s typem květu zvonkovitým snášejí poklesy až na -5°C [11].

1.2.1 Pomologie odrůd broskvoní

Pomologicky se broskvoně rozdělují:

- *pravé broskve* (*P. persica* var. *lanuginosa* f. *pretiosa*) – mají plstnatou slupku s odlučitelnou dužninou od pecky;
- *tvrdky* (*Cling*) (*P. persica* var. *lanuginosa* f. *durancina*) – slupka plstnatá neodlučitelná dužnina;
- *Nektarinky* (*P. persica* var. *nectarina* f. *pretiosa*) – slupka lysá a odlučitelná dužnina;
- *Bryňonky* (*Brugnonky*) (*P. persica* var. *lanuginosa* f. *durancina*) – slupka lysá a neodlučitelná dužnina;
- *Sendviče* (*P. persica* subsp. *platycarpa*) tzv. Peento (někdy Peen-to) – s plochými plody „Belmondo“;

Odrůdy nektarinek a většina pravých broskví se považuje za konzumní ovoce, tvrdky a část odrůd broskví pravých za ovoce konzervářské. Ve státní odrůdové knize je zapsáno k 1. 11. 2004 celkem 50 odrůd broskvoní včetně podaných žádostí (povoleno je 42 odrůd). Nejstarší odrůdy byly registrovány v roce 1954 (Amsdenova a Elberta) dále pak 1963 Redhaven. Nejnovější odrůdy (Catherina, Flavortop, Firebrite, Harko v roce 2003...) Právně chráněná pouze jedna odrůda (nemá ještě jméno) [11].

1.2.1.1 Earliglo

Vznikla jako pupenová mutace odrůdy „Redhaven“. Začala se rozšiřovat v r. 1950 (orig. J. M. Box Burch, Simcoe, Kanada).

Plod – středně velký až velký, průměrné výšky 57 mm. Průměrná hmotnost plodu je 130 g. Tvar má kulovitý až oválný, lehce zploštělý. Břišní šev je výrazný, středně hluboký, úzký, končí u čnělky rýhou, v níž je načervenalá tečka. Stopečná jamka je středně hluboká, úzká. Čnělečná část je bez výrazného hrbolku – je v úrovni plodu.

Slupka – středně silná, jemně plstnatá. Základní barvu má žlutou, krycí barva karmínově červená, červeň pokrývá více než polovinu plodu.

Dužina – je žlutavě oranžová, jemně zrnitá, středně pevné konzistence, rozplývavá, velmi šťavnatá. Chuť má navinule sladkou, aromatickou, velmi dobrou. Od pecky je neodlučitelná.

Pecka – středně velká, podlouhlá, s výraznou špičkou. Povrch má silně žebernatý a rýhovaný. Má barvu světlého okru [6].

1.2.1.2 Fenix

Vzrůstnost stromu je střední až silná, typ rozvětvený, habitus rozložitý. Koruna bývá zahušťována středně dlouhými, slabě kolénkatými letorosty, které je nutné redukovat letním řezem. Raná, plodí jednotlivě i ve shlucích, na krátkém plodonosném obrostu. Odrůda je více odolná proti napadení strupovitostí a málo odolná proti napadení padlím jabloně.

Plod – středně velký s probírkou velký, tvar kulovitý až ploše kulovitý, žebrování a masité svalce na vrcholu velmi slabé.

Slupka – středně tlustá, na povrchu hladká, slabě ojíňená, rzivost okolo stopečné jamky střední. Barva zelenožlutá, krytá celoplošně červenohnědou barvou.

Dužina – žlutavé barvy, středně pevná, středně šťavnatá, sladce navinulá, hnědnutí jen slabé [12].

1.2.1.3 Flamingo

Vznikla na Slovensku křížením odrůd Cresthaven a Burbank July Elberta v roce 1991. Poloraná odrůda – zraje 9 dnů po odrůdě Redhaven. Koruna kulovitá. Nenáročná na polohu, lze pěstovat i v okrajových oblastech pro pěstování broskvoní. Plodnost velká a pravidelná.

Plod - velký, žlutý s červeným líčkem.

Dužnina - žlutá, pevná, šťavnatá, dobře oddělitelná od pecky s chutí sladce navinulou, aromatickou, velmi dobrou [13].

1.2.1.4 Harbinger

Jedna z nejlepších raných odrůd broskvoně pochází z Kanady (Ontario). Do listiny povolených odrůd byla zařazena v roce 1991. Stromy rostou středně bujně a vytvářejí široké, středně husté koruny. Vhodným tvarem pro pěstování je zákrsek s dutou (kotlovitou) korunou. Je nenáročná na stanoviště a patří mezi odrůdy vhodné do chladnějších oblastí. Stromy jsou odolnější vůči mrazům ve dřevě, pupenech i květech. Odrůda je středně citlivá k houbovým chorobám, v suchých lokalitách bývají napadány

padlím broskvoňovým. Nemá zvláštní nároky na řez a dobře snáší i hluboké zmlazení. Plodnost je pravidelná a vysoká. Plody se neotlačují, dobře se skladují. Zraje 15 - 20 dnů před odrůdou „Redhaven“ [14].

Plod – menší až středně velký, průměrné výšky 55 mm, hmotnost 103 – 110 g. Tvar má kulovitý, ve čnělečné části rozšířený. Obě poloviny plodu nejsou souměrné. Břišní šev je široký, výrazný, zvláště v čnělečné části. Čnělečná část je výrazná, ukončená zřetelným čnělečným hrbolkem. Stopečná jamka je mělká, široká.

Slupka – jemná, plstnatá, neloupatelná. Základní barvu má slámově žlutou, z větší části překrytou karmínově červenou barvou ve formě líčka, pruhování a mramorování.

Dužina – rozplývavá, vláknitá, velmi šťavnatá, aromatická, dobré chuti. Barvu má tmavě žlutou. Je neodlučitelná od pecky.

Pecka – středně velká, oválná, zakončená krátkou ostrou špičkou. Na povrchu má četné mělké rýhy. Barvu má světle hnědou [6].

1.2.1.5 *Harbrite*

Pochází z Kanady (Ontario) a vzniká křížením 'Redskin' x 'Sunhaven'. Růst stromu je středně bujný a tvoří široké, rozložené, středně husté koruny. Vhodným tvarem pro pěstování je zákrsek i čtvrtkmen s dutou (kotlovitou) korunou. Tuto odrůdu můžeme doporučit do všech oblastí vhodných k pěstování broskvoní. Stromy se vyznačují svou velice dobrou vitalitou. Je odolnější vůči mrazům ve dřevě, pupenech i květech, středně odolná vůči houbovým chorobám (kadeřavosti, klejtoky). Plodnost je vysoká, časná a pravidelná, již ve třetím roce po výsadbě. Zraje ve stejnou dobu jako odrůda „Redhaven“ [15].

Plod – střední až velký, pěkného vzhledu. Tvar plodu je kulatý až protáhle kulatý. Břišní šev je znatelný, středně hluboký, rozděluje plod na nestejně poloviny.

Slupka – jemně plstnatá, pevná. Barva žlutá, překrytá z větší části zářivě červenou barvou. Červené líčko bývá ve formě mramorování a žíhání.

Dužina – žlutá, kolem pecky nestejně červeně žilkovaná, velmi šťavnatá, rozplývavá. Chuť je sladce navinulá, aromatická, velmi dobrá.

Pecka – středně velká, oválná s krátkou špičkou, rýhování je hluboké a řídké. Pecka méně ulpívá na dužině [1].

1.2.1.6 Luna

Je křížencem odrůd „Halberta Giant x May Flower“ vyšlechtěných v botanické zahradě Komenského univerzity v Bratislavě G. Čejkou.

Plod – menší, průměrné výšky 48 – 49 mm, hmotnost jednoho plodu je průměrně 100 g. Tvar má nepravidelně kulovitý. Obě poloviny plodu jsou souměrné. Břišní šev je výrazný, mělký. Čnělečná část vystupuje nad temeno malým čnělečným hrbolkem. Stopečná jamka je mělká, široká.

Slupka – tlustá, základní barvy bělavě zelené, z poloviny překrytá červeným líčkem ve formě rozmytých pruhů.

Dužina – mírně vláknitá, šťavnatá. Má zelenobílou barvu, pod slupkou načervenalou. Od pecky se odděluje pouze částečně v plné zralosti plodu. Chuť má sladce navinulou, příjemnou, velmi dobrou.

Pecka – středně velká. Tvar má kulovitý, pravidelný. Povrch má méně zvrásnělý. Barvu má světle hnědou [6].

1.2.1.7 Redhaven

Je křížencem odrůd „Halehaven“ x „Kalhaven“ rozmnožovaných od r. 1940 v USA (Michigan). Je nejrozšířenější světovou odrůdou, pěstovanou dnes na všech kontinentech.

Plod – středně velký, průměrné výšky 58 mm, hmotnost jednoho plodu dosahuje průměrně 180 g. Tvar má kulovitý až oválný, lehce zploštělý. Plody jsou značně vyrovnané. Obě roviny plodu jsou souměrné. Břišní šev je málo zřetelný, mělký, úzký, končí v čnělečné části rýhou, v níž je černá tečka na malém svaly. Stopková jamka je širší, mělká.

Slupka – středně tlustá, jemně plstnatá, loupatelná. Základní barvu má žlutou. Více než polovina plodu je překryta tmavě karmínovou červení, často až fialovým nádechem.

Dužina – je jemně zrnitá, pevná. Barvu má kolem pecky načervenalou. Chuť má dobrou, výraznou, aromatickou. Od pecky je dobře odlučitelná pouze v plné zralosti.

Pecka – středně velká, podlouhlá, s výraznou špičkou. Na povrchu má mělké nerozvětvené brázdy. Barvu má načervenalou [6].

1.2.1.8 Sunhaven

Je křížencem odrůd Redhaven x S. H. 50 vzniklých v r. 1955 v USA. Je méně rozšířena v USA, v Evropě více.

Plod – velký, průměrné výšky 65 mm. Tvar má vysoce kulovitý, ke čnělečné části zúžený, obě poloviny plodu jsou souměrné. Břišní šev je mělký, výrazný. Čnělečná část je pod úrovní plodu se zřetelným čnělečným hrbolkem. Stopečná jamka je široká a mělká.

Slupka – tenká, jemná, jemně plstnatá, neloupatelná. Základní barvu má jasně žlutou, z menší části překrytou rozmytým červeným líčkem, pruhy a tečkami.

Dužina – měkčí konzistence, jemně vláknitá, šťavnatá. Barvu má krémově žlutou. Chuť má příjemně navinulou, aromatickou. Částečně ulpívá na pece (odlučitelná jen při plném vyzrání).

Pecka – středně velká, tvar oválný s výraznou malou špičkou, v horní polovině je rozšířená. Na povrchu je hluboce rýhovaná a má důlky. Barvu má kávově hnědou [6].

1.2.1.9 Tena

Středně raná nektarinka, která dozrává 10 dnů před odrůdou Redhaven. Plodnost je dobrá, brzká a pravidelná. Růst stromů je silný, vytváří vzrostlé koruny a dobře obrůstají plodonosným obrostem.

Plod – středně velký, kulatý.

Slupka – tenká a lysá. Základní barva je zelenožlutá, krycí barva je tmavě červená, s výrazným líčkem.

Dužina – žlutá, má rozplývavou velmi šťavnatou mírně vláknitou konzistenci. Chuť je velmi dobrá, sladce navinulá, aromatická. Dužina není odlučitelná od pecky [16].

2 VLIV KAROTENOIDŮ NA SPOTŘEBITELE

Karotenoidy jsou významnou skupinou sensoricky aktivních látek, které určují jejich charakteristickou barvu. Barva může ovlivňovat rozhodování spotřebitele.

Celková produkce karotenoidů v biosféře za rok byla odhadnuta na 100 milionů tun. Odhaduje se, že karotenoidy obsažené v séru jsou asi 1% z celkem se vyskytujících karotenoidů u člověka. Tuková tkáň (80-85%) a játra (8-12%) jsou hlavními místy, kde se karotenoidy vyskytují u lidí. Průměrné množství celkového množství karotenoidů u člověka hlášené z pitvečních analýz je 100-150 mg. V játrech byly zjištěny celkové hodnoty v rozmezí 0-97 µg/gram [17].

2.1 Výskyt v potravinách

Mezi přirozeně vyskytujícími pigmenty (barvivy) jsou karotenoidy pozoruhodné pro jejich širokou četnost výskytu, strukturální rozmanitost, variabilní funkčnost a účinnost. V přírodě se syntetizuje asi 100 milionů tun těchto sloučenin ročně. Více než 600 karotenoidů (bez *cis* a *trans* izomerů) bylo dosud izolováno a popsáno z přírodních zdrojů. Toto množství zahrnuje velkou paletu karotenoidů vyskytujících se u řas, bakterií, kvasinek, plísní, ale také u ovoce. U potravin je tento počet značně omezený [18].

Rostliny jsou schopny vytvářet, syntetizovat karotenoidy od základu. Složení rostlinných potravin je obohaceno přítomností stopového množství biosyntetických pochodů spolu s deriváty majoritních chemických prvků. V potravinách složení a množství karotenoidů kolísá v důsledku rozdílných klimatických podmínek, odrůdových rozdílů, stupně zralosti, a posklizňové manipulace (doprava, skladování). Dozrávání plodů je obecně provázeno růstem množství karotenoidů, a to jak v počtu, tak i v kvalitě [18].

V živočišných potravinách nejsou karotenoidy tak široce zastoupeny a celkové množství je mnohem nižší. Neschopnost biosyntetizovat karotenoidy činí zvířata závislými na příjmu karotenoidů zvenčí (z potravy). Tyto se pak selektivně i neselektivně vstřebávají jako přeměněné na vitamin A [18].

Astaxanthin je hlavním karotenoidem u většiny koryšovitých, a to buď volný, nebo esterifikovaný, nebo jako karoteno - proteinový komplex. β-karoten, echinenon a canthaxanthin jsou další pigmenty, které jsou obvykle zastoupeny u ryb, v kůži a mase. Xanthophyly převažují nad karoteny. Astaxanthin, jako nejběžnější, je následován luteinem

(dominuje u sladkovodních ryb) a tunaxanthinem, který je charakteristický pro mořské ryby. Ptáci přednostně hromadí xanthophyly, které předurčují barvu jejich vajec, kůže a tuku. Skot efektivně vstřebává β -karoten, který převažuje pozměněný v mléce [18].

2.1.1 Nutriční hodnoty ve 100g jedlého podílu

Tabulka 1: Nutriční hodnoty ve 100g jedlého podílu

Literatura	[19]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]
	Meruňky	Broskve	Meruňky	Broskve	Meruňky	Broskve
Sacharidy	11,9 g	12,09 g	12,4 g	11,5 g	10,6 g	7,8 g
Pektin	0,97 g	0,7 g				
Vláknina	2,87 g	2,17 g	2,3 g	1,5 g		
Organické kyseliny	1,2 g	0,75 g			0,4 g	0,6 g
Třísloviny	0,08 g	0,11 g				
Lignocelulózy	1,09 g					
Bor	0,47 mg					
Hořčík	10,7 mg		9 mg	9 mg	8,8 mg	11 mg
Draslík	272 mg	214 mg	274 mg	207 mg		
Fosfor		24,18 mg	23 mg	24 mg	11 mg	20 mg
Vápník	16,4 mg		20 mg	11 mg	31 mg	8 mg
Železo	0,77 mg	1,09 mg	0,7 mg	0,8 mg		
Karotenoidy	1523 μ g	119 μ g			1037 μ g	151,4 μ g
Tokoferol	0,5 mg		1,8 mg	1,8 mg	0,2 mg	1,0 mg
Niacin		0,86 mg			0,6 mg	0,7 mg
Vitamin C	10,5 mg	6,5 mg	10,5 mg	6,6 mg	10 mg	6,6 mg
Energetická hodnota	162 kJ	174 kJ	213 kJ	205 kJ	223 kJ	187 kJ

2.2 Využití karotenoidů

Karotenoidy nacházejí využití jako potravinářská barviva, buď přímo přidávaná, nebo nepřímo jako součást potravy zvířat. Komerčně je řadíme do dvou typů: „přírodní nebo přírodně identická syntetická barviva [18].

Annato, paprika a šafrán jsou jako sušené prášky nebo extrakty používány už léta. Annato je komplex červených barviv, jejichž příprava je založena na extrakci semen rostliny „*Bixa Orellana*“, kde jsou pigmenty koncentrovány v tenké slupce semen. Apokarotenoid bixin je hlavní součástí v oleji rozpustných forem a saponifikační produkt z něj – norbixin je hlavní barvicí součást ve vodě rozpustných preparátů. Oleorezin papriky je olejovitý extrakt rostliny *Capsicum Annám*, která udílí barvu od růžovožluté až po karmínově červenou, kdy převažujícími pigmenty jsou capsanthin a capsorubin. Šafrán je sušený z blizen *Croccus sativus* a je používán jako koření nebo jako žlutě barvicí složka. Nejvíce obsahuje crocin a kyselinu diapocarotenedioicinovou. Ostatní komerční zdroje karotenoidů jsou na lutein bohaté květy měsíčku lékařského, využívané zejména u krmiv pro zvířata a drůbež. Další jsou na β -karoten bohaté mikrořasy. Industriální výroba přírodních karotenoidů pomocí biotechnologií získává čím dál větší význam [18].

Prvním karotenoidem vyrobeným synteticky Rochem v roce 1954 byl β -karoten. Krystalické karotenoidy mají nevhodné vlastnosti pro jejich komerční využití. Důvodem je jejich nestabilita, nerozpustnost ve vodě a omezená rozpustnost v tucích. Pro uspokojení potřeb potravinářského průmyslu byly vyvinuty speciální aplikační postupy skrze sofistikované fyzikálně-chemické operace. Mikronizovaná olejová suspenze je hlavní prodejnou formou pro barvení potravin na olejové bázi. Pro potraviny založené na vodě jsou k dispozici vodní disperzní emulze a koloidní preparáty [18].

Hlavní výhody karotenoidů jako potravinářských barviv jsou:

- přírodní původ
- vysoká barvicí schopnost
- nemající vliv na kvalitativní vlastnosti
- nekorozivnost (nemají rozkládající vlastnosti)
- dobrá stabilita v širokém záběru pH u většiny potravinářských produktů
- přítomnost a aktivita karotenoidů jako provitaminu A a další výhodné vlastnosti pro lidské zdraví.

Jejich nevýhody jsou:

- omezené rozmezí barev

- vyšší cena v porovnání se syntetickými barvivy
- citlivost na rozklad oxidací
- problémy s rozpustností [18].

2.3 Vliv na zdraví

V současné době se setkáváme spíše s nadměrným příjmem vitaminů než s jejich nedostatkem. Nejlepším zdrojem je denní příjem čerstvého ovoce a zeleniny, nejlépe v bio kvalitě. Ovoce a zelenina obsahují ve svých plodech, semenech i slupkách mnoho biologicky účinných látek, které se všeobecně doporučují k ochraně zdraví, prevenci nádorových onemocnění, k rekonvalescenci a při zmírňování důsledků stárnutí. Je proto zapotřebí velmi pečlivě zhodnotit, kdy začít přidávat do výživy vitaminy a minerály, a také v jakých kombinacích, aby je tělo dokázalo využít [24].

I pro konzumaci vitaminů platí: všeho s mírou. Tělo potřebuje vitaminy v nepatrném množství a doporučenou denní dávku (DDD) stanovuje Světová zdravotnická organizace (WHO) a národní ústavy zdraví. DDD je průměrné množství jednotlivého vitamínu nebo minerálu, které postačuje potřebám zdravých osob při běžném způsobu normální stravy, U nás je pro určování DDD směrodatná vyhláška číslo 450/2004 Sb. [24].

U vitamínu A je u nás DDD 0,8 mg denně. Vitamin A potřebují již kojenci, a proto se nejvyšší spotřeba doporučuje kojícím ženám v množství až 1,2 mg [24].

Doporučená denní dávka karotenů není nijak stanovena, běžně se ale udává doporučení ve výši 2 až 4 mg.den⁻¹ [25].

Vysoký obsah antioxidantů tedy také karotenoidů pomáhá snižovat riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění, šedého zákalu a rakoviny [26].

Vyšší příjem karotenoidů, speciálně β -karotenu a luteinu může pomoci oddálit nebo dokonce zamezit počátku onemocnění ALS (*Amiotrofická laterální skleróza*), říkají američtí vědci publikující v „Annals of neurology“. ALS je formou poškození nervové soustavy známou jako *Lou Gehringova choroba*. Harvardská studie použila data od jednoho milionu lidí, kteří se účastnili v pěti studiích velkého rozsahu. Výzkumem bylo

zjištěno, že zvýšení celkového příjmu karotenoidů je úměrné snížení výskytu ALS, speciálně u diet s vysokým obsahem β -karotenu a luteinu [27].

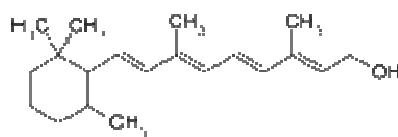
2.3.1 Retinol

Retinol (vitamin A_1) patří spolu s neoretinolem a 3-dehydroretinolem (vitamin A_2) do skupiny vitaminů rozpustných v tuku. Jako provitaminy jim slouží β -karoten a další karoteny, z nichž v játrech působením enzymu karotenázy vzniká retinol. Koncentrace se někdy udává v tzv. mezinárodních jednotkách; 1 M. J. vitaminu A odpovídá 0,3 μ g retinolu nebo 0,33 μ g retinolacetátu. β -karoten má asi třetinovou účinnost a α nebo γ -karoten ještě poloviční. Z těchto údajů se vypočítají koeficienty pro provitaminový efekt, který se často vyjadřuje v retinolových ekvivalentech (RE); 1 M.J. = 10 RE [28].

Vitamin A je důležitý pro vidění (Waldův cyklus), účastní se syntézy některých glykoproteinů, steroidů, váže volné radikály a zhasí singletový kyslík, takže má protikarcinogenní účinek. Jeho nedostatek se projevuje šeroslepostí, rohovatěním (keratinizací) sliznic a poruchami růstu. Také karotenoidy, které nemají provitaminový účinek (např. lykopen nebo lutein) mohou mít kladný význam ve výživě, protože působí jako antioxidanty, a to často účinněji než retinol nebo retinoly [28].

Při větším příjmu než 30 mg tohoto vitaminu denně se postupně vyvinou příznaky hypervitaminózy (bolesti hlavy, zvracení, olupování kůže, zvětšení jater a sleziny). Takové množství při normální stravě zdaleka nemůže organismus dostat, možné je pouze při nadměrném užívání vitaminových preparátů. U karotenů toto nebezpečí nehrozí vůbec [28].

Dobrymi zdroji vitaminu A jsou rybí tuk, játra, částečně vejce (žloutek) a mléko. Provitaminy (karoteny) jsou v mrkvi, naťové a listové zelenině, meruňkách, broskvích, mangu apod. Při zpracování potravin je vitamin A málo stálý proti oxidaci. Antivitaminem karotenoidů je enzym lipoxygenáza [28].



Obr. 1: Retinol

2.3.1.1 *Reakce s volnými radikály*

Karotenoidy reagují s volnými radikály, a proto působí jako antioxidanty. Vykazují úměrně koncentraci antioxidační účinky v systémech obsahujících lipidy a také *in vivo*. Mechanismus antioxidačního působení karotenoidů se liší od mechanismu působení vitamínu E nebo syntetických fenolových antioxidantů. V heterogenních systémech jako jsou emulze, nejsou výrazné rozdíly mezi jednotlivými karotenoidy. V homogenních systémech, např. v bezvodých tucích a olejích, se však jednotlivé látky svými antioxidačními vlastnostmi poněkud liší. Degradací β -karotenu a jiných karotenoidů vzniká také řada nízkomolekulárních produktů, jako jsou uhlovodíky a různé kyslíkaté sloučeniny (epoxydy, ketony aj.), které jsou významnými složkami aroma mnoha potravin [29].

2.3.1.2 *Příznaky předávkování karoteny*

Při nadměrném příjmu β -karotenů můžeme pozorovat žluté zbarvení dlaní, chodidel a očního bělma, nevolnosti a úporné bolesti hlavy. Předávkování lidé mají vyrážku na kůži, bolestivé záněty ústních koutků a sliznice ústní dutiny, záněty očních spojivek a poruchy funkce jater. Kůže se odlupuje, dochází ke ztrátě vlasů a ke zhoršení jejich kvality. I kdybychom měli potravinu s vitamínem A nebo β -karoteny řadit do každodenního jídelníčku, neměli bychom to přehánět a také je třeba opatrnost při užívání vitaminových doplňků s karoteny. Současná věda prokazuje, že volné kyslíkaté a dusíkaté radikály jsou příčinou mnoha onemocnění. Výrobci potravinových doplňků nabízejí proto preparáty s izolovanými antioxidanty. Při užívání potravních doplňků a syntetických vitaminů však k předávkování dojít může a nadměrná konzumace antioxidantů je nebezpečná zejména u kuřáků [24].

3 CHARAKTERISTIKA A ZMĚNY KAROTENOIDŮ V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ MERUNĚK A BROSKVÍ

Karotenoidy jsou významnými a nejrozšířenějšími lipofilními barvivy mnoha druhů ovoce a zeleniny. Vyskytují se ve všech fotosyntetizujících rostlinných pletivech, kde jsou přítomny jako fotochemicky aktivní složky plastidů (rostlinných organel) nazývaných chromoplasty. Jejich přítomnost v zelených částech rostlin je často maskována chlorofylem. Kvalitativní a kvantitativní složení karotenoidů závisí na mnoha faktorech, jako je druh a odrůda rostliny, sezóna, stupeň zralosti, způsob zpracování apod. [30].

3.1 Karotenoidy

Karotenoidní barviva tvoří skupinu žlutých, oranžových, červených a fialových pigmentů, které ve většině případů doprovázejí chlorofyly v rostlinách, nacházíme je však i v mikroorganismech a v živočišných organismech. Listy všech zelených rostlin obsahují tytéž hlavní karotenoidy. Především jde o β -karoten, často doprovázený α -karotenem, luteinem, neoxynthinem a violaxanthinem. Kryptoxanthin a zeaxanthin jsou v některých případech minoritními komponentami tzv. xantofylové frakce. Na rozdíl od plodů jsou v listech xantofyly přítomny většinou volné, tj. v neesterifikované formě. Karotenoidní barviva jsou vázána v chloroplastech ve formě tzv. chromoproteinů [31].

Množství jednotlivých karotenoidů v jednotlivých rostlinách kolísá. Obecně lze však říci, že koncentrace xantofylů je vyšší než karotenů. Karoteny jsou nerozpustné ve vodě, v tučných a organických rozpouštědlech jsou rozpustné. Jsou to nenasycená polyenová barviva složená z izoprenových jednotek [31].

Z chemického hlediska lze karotenoidy rozdělit na:

- karoteny (bezokyslíkaté uhlovodíky), rozpustné v petroletheru a jen velmi málo v etanolu
- xantofyly (karotenoidní alkoholy, epoxidy, ketony, kyseliny), rozpustné v ethanolu a nerozpustné v petroletheru.

Karotenoidní barviva jsou nenasycené sloučeniny tvořící řadu izomerů. V přirozených systémech se nejčastěji vyskytují v *all-trans*-konfiguraci [31].

Všechny je možné odvozovat od lykopenu, hlavního pigmentu rajčat, šípků aj. Obvykle mají 40 atomů uhlíku a jsou tvořeny osmi izoprenoidními jednotkami. Izomerací a cyklizací lykopenu je možné postupně odvodit γ -, α -, β -karoten. Karotenoidní barviva, která ve své molekule obsahují β -ionový kruh jsou fyziologicky významná, neboť mají funkci provitaminu A [31].

Další důležitou látkou je lutein (β -xanthofyl), který je rozšířen v rostlinných chloroplastech. Kryptoxanthin obsahuje pouze jednu hydroxylovou skupinu a je hlavním pigmentem kukuřice a papriky [31].

Stabilita karotenoidních barviv v rostlinných pletivech se během technologických operací liší podle přítomných karotenoidů. Většinou se změny karotenoidních barviv posuzují z celkového poklesu barevných pigmentů sledováním změn absorbance při vlnové délce $\lambda = 450 \text{ nm}$ [31].

V kyselém prostředí podléhají izomerii. V ovoci se tyto změny projevují především intenzivním zbarvením. Při zpracování ovoce za přístupu kyslíku se karotenoidy oxidují dokonce i v materiálech, kde je eliminována enzymová oxidace. Za nepřístupu kyslíku jsou karotenoidy velmi stálé. Oxidace je urychlována měďnatými ionty za vzniku acetonu, acetaldehydu, diacetylu, metylheptenonu, levulos kyseliny a glyoxalu aj. [31].

Při sušení má na karotenoidní barviva největší vliv obsah vody v sušeném materiálu. Snižováním obsahu vody po určitou mez se stabilizují i karotenoidní barviva. Pokud je tato mez překročena, dochází k jejich rychlé degradaci. Citlivost karotenoidů k oxidaci při sušení je dána strukturou barviva. Snížení degradace barviv během sušení lze dosáhnout jejím obalením monomolekulární vrstvou škrobu. Produktem degradace karotenoidních barviv je krocetin [31].

Nepříznivě na stabilitu působí i světlo, jehož působením dochází k izomerii a k tvorbě epoxyderivátů. Degradace karotenoidních barviv probíhá i působením oxidas a peroxidas, vlivem radioaktivního záření [31].

Karotenoidní barviva se užívají k přibarvování potravin, především jejich tukové složky, neboť použití syntetických v tuku rozpustných barviv je u nás pro potravinářské účely zakázané. V potravinářství se uplatnil β -karoten, alkana, Annata neboli Orelan, Bixin [31].

3.1.1 β -karoten

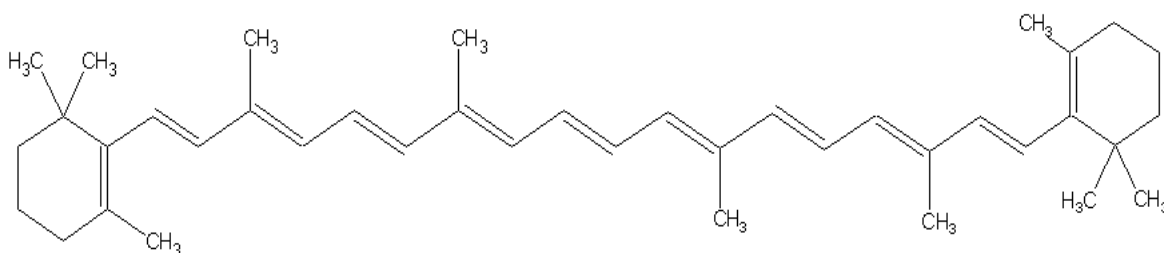
Je nejrozšířenějším provitaminem A, hydrolyzou ve střevě poskytne dvě molekuly retinolu. Retinol (vitamin A) ovlivňuje metabolismus rodopsinu, působí na diferenciaci a růst epitelových buněk a je nezbytný pro udržování stability biologických membrán [32].

β -karoten má významné antioxidační vlastnosti. Může inaktivovat excitované molekuly. Příkladem takové molekuly je kyslíkový radikál ($^1\text{O}_2$). Hraje důležitou roli v prevenci peroxidace lipidů *in vivo*. Většina epidemiologických studií prokázala inverzní vztah mezi koncentracemi β -karotenu v séru nebo tukové tkáni a rizikem vzniku kardiovaskulárního onemocnění [32].

Byla prokázána významná spojitost mezi sérovou hladinou kyseliny sialové, indikátoru zánětlivých procesů, a sníženou hladinou β -karotenu v séru, zvýšené hladiny c – reaktivního proteinu byly stanoveny u mnoha osob s nízkými hladinami α i β -karotenu, lykopenu a luteinu [32].

Rovněž je technologicky nejdůležitějším barvivem skupiny karotenoidů. Převládá zejména mezi pigmenty mrkve a meruněk. Je doprovázen i α a γ -isomery, lišícími se v rozložení dvojných vazeb a strukturou jononového kruhu [33].

Při skladování a zpracování potravin dochází kombinovaným účinkem světla, tepla, kyslíku, hydroxonionových iontů a dalších faktorů k isomerii, oxidaci a degradaci β -karotenu i jiných provitaminů A. Některé stereoisomery β -karotenu, jako jsou 13-*cis*- β -karoten a 9-*cis*- β -karoten, se vyskytují jako minoritní přirozené pigmenty i v ovoci [29].



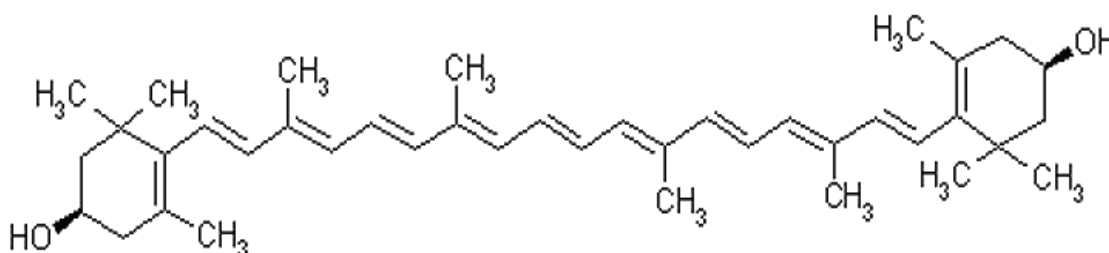
Obr. 2: Beta karoten

Centrum pro databázi složení potravin uvádí u meruněk obsah β -karotenu 1523 μg ve 100g jedlého podílu [20].

U broskví je dle centra pro databázi složení potravin uvedený obsah β -karotenu 119 μg ve 100g jedlého podílu [21].

3.1.2 Lutein

Lutein je žlutooranžové xantofylové barvivo. Samotný lutein je lipofilní molekula, jeho specifické absorpční chování je dáno chromoforním úsekem molekuly, kterým je polyenový řetězec, jen že velmi nestabilní v kyselinách a velmi citlivý k oxidačnímu rozkladu působením světla či tepla [30].



Obr. 3: Lutein

3.2 Změny karotenoidů v průběhu skladování

V ovoci jednoho druhu je běžně větší počet karotenoidů. Vzácněji (např. v meruňkách a mango) se jako hlavní pigment vyskytuje β -karoten. Dalšími pigmenty meruňek jsou různé jiné karoteny, xantofyly jsou přítomny ve velmi malém množství. V broskvích je ve srovnání s meruňkami přítomno větší množství xantofylů, část se vyskytuje ve formě monoesterů a esterů mastných kyselin (myristové a palmitové) [30].

Přirozené retinoly, jako je β -karoten v potravinách rostlinného původu i estery retinolu v potravinách živočišného původu, jsou látky relativně stabilní v nepřítomnosti vzduchu. Za vyšších teplot a na světle (např. při konzervování potravin) však mohou izomerovat na tzv. neokaroteny [29].

Přírodně se vyskytující nebo přidávané karotenoidy jsou subjektem izomerie a oxidace během výroby a v průběhu skladování potravin. Izomerace na cis izomery je evokována uvolněním základních kyselin během krájení a čištění ovoce. Působení tepla a expozice světla způsobuje určité ztráty barvy a aktivity vitamínu A. Oxidace závisí na schopnostech oxidace, přítomnosti karotenoidů a jejich hmotnosti, vlivu vody, přítomnosti

antioxidantů (tzn. tokoferolů a kyseliny askorbové), expozici světla, přítomnosti kovů, enzymů a peroxidů, četnosti procesních kroků, zvětšování plochy povrchu (krájení, mixování), době a teplotě tepelného zpracování, na obalovém materiálu a podmínkách skladování [18].

Při úplné ztrátě barvy a biologické aktivity umožňují karotenoidy vznik těkavých sloučenin, které přispívají k vůni a chuti, jež jsou žádoucí u čaje či vína, naopak nežádoucí u dehydrované mrkve [18].

Informace o uchovávání karotenoidů během výroby a skladování jsou rozporuplné. Některé výrazné ztráty, jiné navýšení nebo nulové ztráty obsahu karotenoidů. U vzorků z čerstvého ovoce ztráty rostou, a to z důvodů ztrát na karotenoidech z enzymatické aktivity, větší schopnosti extrakce karotenoidů ze zpracovaných vzorků, nestanovených ztrát obsahu vody a vyluhování rozpustných pevných látek. Na straně druhé je třeba dbát na to, aby ztráty na karotenoidech nebyly připisovány vlivu výroby a skladování. Bez ohledu na odlišnost výsledků analýz, výroba a zpracování dle správných a šetrných výrobních postupů může mít malý vliv na obsah karotenoidů [18].

Stabilita je dobrá až výborná u zmrazených a tepelně sterilovaných potravin po celou dobu jejich normální skladovatelnosti. Vliv kyslíku (oxidace) je minimalizován balením v teplém stavu, vakuovým balením a oxidační stabilizací pomocí kyseliny askorbové. Stabilita v dehydrované (sušené) a práškové podobě je u ovoce a zeleniny obecně horší, pokud nejsou produkty šetrně zpracovány a uskladněny v inertní atmosféře a v obalech zamezujících přístupu vzduchu a světla. Značná část karotenoidů může být odstraněna loupáním, odšťavňováním a mletím ovoce, drcením semen. Časová prodleva mezi loupáním, mletím, strouháním se během zpracování až po balení musí zkrátit na minimum, aby se předešlo enzymatické oxidaci karotenoidů, která může být větším problémem než tepelný rozklad [18].

3.2.1 Reakce a změny

Kombinovaným účinkem enzymů ze skupiny oxidoreduktas, světla, tepla, kyslíku, hydroxonionových iontů a dalších faktorů může docházet k izomerii, oxidaci a degradaci karotenů a xantofylů podobně jako je tomu u β -karotenu. Karotenoidy přítomné ve formě

karotenoproteinů jsou stabilnější než volné látky. Náchylnější vůči změnám za podmínek zpracování potravin jsou xantofyly, zvláště pak epoxidy karotenoidů. Apokarotenoidy obsahující karboxylovou skupinu tvoří v alkalickém prostředí ve vodě rozpustné soli [30].

3.2.1.1 Karotenoidy a barva

U výrobků, kde dochází v přítomnosti enzymů či vzdušného kyslíku k nežádoucím změnám zbarvení je výhodná inaktivace enzymů teplem, skladování v inertní atmosféře nebo v přítomnosti antioxidantů. V případech, kdy nelze degradaci karotenoidů zabránit (např. při skladování mouky nebo výrobě těstovin se ztrácí 30-60 % karotenoidů), lze materiál barvit syntetickými karotenoidy [30].

3.2.1.2 Karotenoidy a aróma

V potravinách se kromě karotenoidů vyskytuje velké množství produktů jejich katabolismu (degradovaných karotenoidů). Štěpení molekuly karotenoidů *in vivo* při zrání a také během některých způsobů zpracování rostlinných materiálů probíhá za katalýzy regioselektivními dioxygenasovými enzymy ze skupiny oxidoreduktas [30].

Pro aróma potravin jsou nejdůležitějšími sloučeninami norisoprenoidy. V mnoha druzích ovoce a jiných rostlinných pletivech jsou kyslíkaté norisoprenoidy (polyoly) podobně jako i jiné sekundární metabolity (monoterpenové alkoholy nebo fenoly) skladovány ve formě různých netěkavých senzorycky indiferentních glykosidů. Z glykosidů potom vznikají volné polyoly činností hydrolas a vlastní vonné látky se tvoří z volných polyolů transformací v přirozeném kyselém prostředí šťáv při jejich zpracování [30].

3.3 Studie karotenoidů v zahraničí u meruněk

3.3.1 Chorvatsko

Během dozrávání 3 odrůd meruněk sklizených ve dvou geografických lokalitách Chorvatska byly zjištěny změny karotenoidů za použití vysoce účinné kapalinové chromatografie (HPLC) s UV-VIS fotodiodovou skupinovou detekcí. V průběhu dozrávání významně narůstal obsah karotenoidů, speciálně β -karotenu, který tvoří 70-85% obsahu všech karotenoidů.

Tabulka 2: Karotenoidy stanovené v meruňkových odrůdách v Chorvatsku ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)

Odrůdy	Karotenoidy	Geografická oblast Baranja			Geografická oblast Neretva valley		
		IM	SM	CM	IM	SM	CM
Keckemetska ruza	β -karoten	54,35	235,40	585,40	75,06	418,70	795,50
Madjarska najbolja	β -karoten	176,69	622,98	1074,99	203,01	750,50	1374,95
	Lutein	18,47	71,7	131,3	35,13	96,84	188,11
Velika rana	β -karoten	107,57	454,06	828,5	154,46	585,69	948,33
	Lutein	10,18	75,29	123,44	21,39	88,18	131,35

IM – nezralé; SM – středně zralé; CM- v obchodní zralosti ($\mu\text{g } 100\text{ g}^{-1}$)

Rovněž byla stanovena pevnost odrůd meruněk v Chorvatsku.

Tabulka 3: Pevnost stanovená u odrůd v Chorvatsku (N)

Odrůdy	Geografická oblast	Stupeň zralosti		
		IM	SM	CM
Keckemetska ruza	Baranja	63,50	24,50	10,50
	Neretva valley	61,25	25,50	11,25
Madjarska najbolja	Baranja	56,50	18,00	8,50
	Neretva valley	58,00	20,25	9,25
Velika rana	Baranja	59,75	20,75	7,50
	Neretva valley	61,50	22,25	6,75

IM – nezralé; SM – středně zralé; CM- v obchodní zralosti (N). [34]

3.3.2 Pákistán

Pákistán je třetím největším producentem meruněk. I když bylo složení různých odrůd meruněk zkoumáno mnoha vědci na světě, první studie složení byly provedeny v Severních oblastech Pákistánu. Analýza byla provedena pomocí spektrofotometru řady CECIL CE-2021.

Tabulka 4: Stanovení β -karotenu u meruněk v Pákistánu ($\mu\text{g}/100\text{g}$)

Odrůdy	β -karoten
Alman	3304
Habi	3844
Khakhas	3385
Mirmalik	2132
Neeli	1835
Shai	1569

Výsledky ukázaly významný rozdíl mezi odrůdami ($P < 0,05$). Nejvyšší obsah β -karotenu byl nalezen v Habi (3844 μg), následují odrůdy Khakhas (3385 μg), Alman (3304 μg), Mirmalik (2132 μg), Neeli (1835 μg) a Shai (1569 μg) [35].

3.4 Studie karotenoidů v zahraničí u broskví

3.4.1 Portugalsko

Stanovení bylo provedeno vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií s použitím volného sloupce reverzní fáze, organické mobilní fáze založené na acetonitrilu, metanolu a dichlormethanu a UV-VIS detektoru fotodiodového pole. Identifikace byla provedena podle retenčního času a spektrální analýza a kvantifikace byla založena na ploše píku při 450 nm pomocí externí kalibrace.

Tabulka 5: Naměřené hodnoty karotenoidů v Portugalsku ($\mu\text{g}/100\text{g}$)

Ovoce	Období sběru	Oblast	β -karoten ^a	Lutein
Broskve	září	Cova de Beira	170	75

Detekční limity: β -karoten-0,001 $\mu\text{g}/100\text{g}$; ^a *trans* izomer. [36]

4 METODY NA PRŮKAZ KAROTENOIDŮ U MERUNĚK A BROSKVÍ

System uspořádání dvojných vazeb představuje světlo absorbující chromofory, které dávají karotenoidům jejich zajímavou barvu a poskytují viditelnou (měřitelnou) absorpci světelného spektra, které slouží jako základ pro stanovení jejich přítomnosti a množství.

Ačkoli jsou získávány stále spolehlivější údaje o potravinářských karotenoidech, tak v mezinárodní literatuře přetrvávají chybné informace o nich. To odráží vlastní obtíže při provádění tohoto typu analýzy [18].

Hlavní vedlejší faktory jsou:

- existence velkého počtu přirozeně se vyskytujících karotenoidů
- kvantitativní a kvalitativní rozdíly ve složení karotenoidů v potravinách
- široký rozsah koncentrací karotenoidů v daných potravinách
- nestabilita karotenoidů.

Hlavní problém analýzy karotenoidů vyplývá z jejich nestability. Bez ohledu na to, která metoda analýzy je zvolena, musí být přijata preventivní opatření za účelem zamezení kvalitativních a kvantitativních ztrát, stejně jako realizace analýzy v nejkratším možném čase. Vyloučení oxidace, ochrana před světlem, zamezení vlivu vysokých teplot a kontaktu s kyselinami a použití vysoce čistých rozpouštědel bez škodlivých nečistot (např. peroxidy v etheru a tetrahydrofuranu) [18].

Obecný postup pro analýzu karotenoidů zahrnuje odběr a přípravu vzorku, extrakci, separaci nebo převod na schopnost rozpouštět s návazností chromatografického kroku, saponifikace a mytí (pro některé vzorky), chromatografická separace, identifikace a kvantifikace. Nejčastějšími chybami jsou: „vzorky nejsou reprezentativní pro zkoumanou potravinu, nevhodná extrakce, fyzické ztráty v průběhu jednotlivých postupových kroků analýzy, nedostatečná chromatografická separace, chybná identifikace a kvantifikace, chybné výpočty, izomerie a oxidace v průběhu analýzy“ [18].

Analýza, které jsou prováděny, se liší rozsahem podle toho, jaké výsledky potřebujeme získat. Po dlouhou dobu byl stanovován pouze hlavní karotenoid β karoten. S rostoucími poznatky o důležitosti karotenoidů v redukci rizik u degenerativních onemocnění a

poznáním, že tato schopnost není vázána pouze na výskyt provitaminu A, začaly být sledovány a stanovovány i jiné karotenoidy. Vysoká variabilita faktorů ovlivňujících skladbu karotenoidů v potravinách klade nároky na správnost vzorkování, jejich odběr a zajištění reprezentativnosti a homogenosti vzorku. Chyby v těchto základních krocích mohou snadno převýšit chyby při samotné analýze. Výsledky analýz by měli být doprovázeny informacemi o odrůdě, stupni zralosti, která část rostliny byla analyzována, roční období a zeměpisný původ [18].

4.1 Sloupcová chromatografie (OCC)

Klasickou technikou pro separaci karotenoidů je otevřená sloupcová chromatografie (OCC), hyflosupercel a neutrální alumina jsou upřednostňovanými absorbenty. Frakce jsou uvolňovány postupně s rozpouštědlem o rostoucí polaritě (např. rostoucí podíl ethyletheru a acetonu v hexanu nebo petroletheru). Separace bývá monitorována vizuálně. Účinnost separace silně závisí na dovednostech a zkušenostech analytika [18].

4.2 Vysoce účinná kapalinová chromatografie

„Reverzně fázová“ vysoce účinná kapalinová chromatografie (HPLC) na C_{18} sloupci je v současnosti často vybíranou metodou. Důvodem popularity C_{18} sloupce je slabá hydrofobní interakce s karotenoidy (předpokládá se, že je méně destruktivní než polární síly v normální fázi OCC), kompatibilita s většinou rozpouštědel karotenoidů, polární polární rozsah karotenoidů a široká komerční dostupnost [18].

Nejdůležitější vlastnosti, které musí být vzaty v úvahu při výběru mobilní fáze, jsou polarita, viskozita, volatilita a toxicita. Mimo jiné musí být inertní ve vztahu ke karotenoidům. Bylo navrženo mnoho systému mobilní fáze pro karotenoidy, jako primární rozpouštědla jsou acetonitril a metanol a většina systémů je ve skutečnosti jen částečnou modifikací těchto základních kombinací. Acetonitril byl široce používán pro jeho nižší viskozitu a mírně lepší selektivitu u xanthofylů při použití C_{18} monomerického sloupce, na druhou stranu ale byla zjištěna vyšší výtěžnost při použití metanolu jako rozpouštědla [18].

4.3 Hmotnostní spektrometrie (MS) a nukleární magnetickorezonanční spektroskopie (NMR)

Obě metody jsou nezbytné k objasnění neznámých nebo neprůkazných struktur karotenoidů a jsou stále častěji používány při stanovování karotenoidů. Hmotnostní spektrometrie informuje o množství karotenoidů a typické fragmenty poskytují informace o struktuře. Nukleární magneticko-rezonanční spektroskopie umožňuje poznat nové koncové skupiny a určuje umístění *cis* dvojných vazeb [18].

5 VYBRANÁ METODA STANOVENÍ A JEJÍ POPIS – SPEKTROFOTOMETRICKY

Spektrofotometrie je jednou z nejrozšířenějších metod v biochemii, zejména pro stanovení koncentrace různých látek. Měření se provádí při vlnové délce, při které roztok maximálně absorbuje [37].

Molekuly mají schopnost pohlcovat elektromagnetické záření pouze určitých vlnových délek. To je dáno tím, že mohou existovat v různých kvantových stavech, které se obecně liší obsahem energie. Pokud má dojít k přechodu ze stavu s nižší energií do stavu s energií vyšší, musí molekula absorbovat záření o frekvenci, která odpovídá rozdílu energií mezi energetickými hladinami.

E_p a E_g obou kvantových stavů podle Planckovy podmínky:

$$\Delta E = E_p - E_g = h \cdot \nu = h \cdot c \cdot \tilde{\nu} = h \cdot c / \lambda$$

kde je: c ... rychlost světla

ν ... vlnčet

λ ... vlnová délka

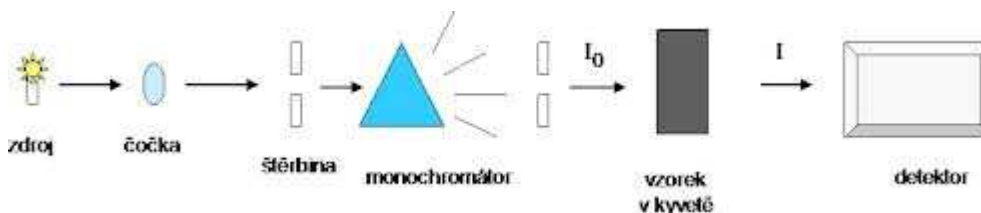
Energeticky nejnáročnější jsou přechody mezi elektronovými energetickými hladinami. K těmto přechodům dochází při adsorpci ultrafialového záření (190-400 nm) a viditelného záření (400-800 nm). Adsorpci zářivé energie lze měřit na přístrojích, které nazýváme absorpční spektrofotometry [38].

5.1 Spektrofotometr

Spektrofotometry jsou přístroje, které umožňují libovolně nastavit vlnovou délku monochromatického světla, nebo měřit část absorpčního spektra v určitém úseku vlnových délek. Používají mřížkový monochromátor, který dovoluje kontinuálně měnit vlnovou délku měření v širokém intervalu [37].

5.1.1 Základní části spektrofotometru

Zdroj záření vysílá svazek záření s omezeným rozsahem vlnových délek. Z tohoto svazku je pomocí filtru vybírána určitá část spektra. Do cesty takto upraveného svazku záření je vložena kyveta se vzorkem zkoumané látky. Za kyvetou je umístěn detektor, který vyhodnocuje velikost té části záření, která prošla vzorkem. Na výstupu detektoru je elektrický signál, který je úměrný energii, která dopadla na detektor [37].



Obr. 4: Schéma spektrofotometru

Základním principem spektrofotometru je, že pro využití absorpčních vlastností látek k měření jejich koncentrace v dané substanci vybírá nějakou vhodnou malou část elektromagnetického spektra, ve které se absorpční vlastnosti sledované látky nejvíce projeví [37].

Zdroj záření

Jako zdroj záření slouží vhodná žárovka nebo výbojka. Žárovky a halogenové (wolframové) žárovky poskytují záření o spojitém spektru ve viditelné a infračervené oblasti, nelze je však použít pro měření v UV oblasti. Problémem žárovek je, že 90% vyzářené energie leží v infračerveném rozsahu. Zvýšení podílu UV záření a viditelného záření lze dosáhnout zvýšením napájecího napětí (a tím i proudu žárovkou), což však zkracuje významně její životnost. Jako zdroje ultrafialového záření se používají nejčastěji vodíkové nebo deuteriové výbojky [37].

Monochromátor

Polychromatické světlo následně prochází monochromátorem. Nejjednodušší a nejlevnější možností je zařazení vhodného interferenčního filtru do optické dráhy. Komerčně dostupné jsou dnes filtry prakticky pro libovolnou délku ultrafialové a viditelné oblasti. Rozlišuje se několik, jejichž vhodnou kombinací se sestaví filtr požadovaných vlastností. Filtry s dolní propustí propouštějí světlo kratších vlnových délek, než je určitá mez. Filtry s horní propustí naopak propouštějí jen světlo, které má větší vlnovou délku, než je hraniční vlnová délka filtru. Pásmové filtry propouštějí určitý rozsah vlnových délek.

Protože hranice nebývají zcela ostré, uvádí se jako dolní a horní mez zpravidla taková vlnová délka, po kterou má filtr padesátiprocentní transmitanci s vlnovou délkou, které propouští nejlépe [37].

Obvykle jako monochromátor slouží optická mřížka, jejímž nakláněním lze plynule měnit vlnovou délku. Rozsah vlnových délek, které z monochromátoru vycházejí, určuje štěrbina, buď pevně nastavená, nebo nastavitelná. Čím je štěrbina širší, tím větší je intenzita vycházejícího světla, ovšem za cenu menší specifičnosti měření. Naopak užší štěrbina zajistí přesnější dodržení požadované vlnové délky, ale za cenu menší intenzity světla a zhoršení odstupu signálu od šumu [37].

Vzorek

Monochromatické světlo prochází vzorkem. Většinou se pracuje s roztoky, které se plní do standardních kyvet s optickou dráhou 1 cm. Kyvety se v přístroji umísťují do kyvetátoru, který zajišťuje jejich přesnou polohu, může být temperován a někdy obsahuje i magnetickou míchačku, pomocí níž lze po vložení míchadélka do kyvety promíchat její obsah během měření. Často bývá možné do kyvetátoru založit najednou několik kyvet, které se pak automaticky vsunují do optické dráhy. Kyvety mohou být vyrobeny z různých materiálů a mohou mít různé provedení [37].

Kyvety z optického skla se používají pro měření ve viditelné části spektra. Pro měření v UV oblasti je třeba použít kyvet z křemenného skla. Měření v kyvetách z různých typů skla je velmi přesné, kyvety jsou však relativně drahé, přitom je jejich životnost omezená.

Standardní spektrofotometrické kyvety (tzv. makrokyvety) mají dnes vnitřní rozměry 1x1x3 až 4 cm a plní se na objem 3 ml. Používají se i mikrokyvety a ultramikrokyvety, které umožňují pracovat s menšími vzorky (0,8 ml). Protože by při použití mikro- a ultramikrokyvet v některých spektrofotometrech podstatná část světla procházela sklem kolem vzorku, což by výrazně zvyšovalo pozadí a zhoršovalo přesnost měření, bývají tyto kyvety tzv. maskované – sklo kolem oblasti se vzorkem je začerněno [37].

Detektor

Světlo vycházející ze vzorku dopadá na detektor, zpravidla fotodiodu nebo jiný fotoelektrický prvek. Intenzita se vyhodnotí pomocí systémů převodníků, srovná se

s intenzitou světla procházejícího slepým vzorkem, a tím se získá absorbance. Přesnost měření ovlivňuje integrační čas – doba, po kterou se absorbance měří. Čím je delší, tím přesnější bude výsledek měření, pokud ovšem není absorbující látka fotocitlivá (tj. pokud nedojde při delším osvětlení k vyblednutí vzorku). Nevýhodou dlouhého integračního času je samozřejmě také prodlužování doby měření, což je podstatné zejména při zpracování velkého množství vzorků, při měření při velkém počtu vlnových délek (tj. při měření spekter), nebo při zpracování vzorků, které se v čase mění (kinetická měření) [37].

Kromě tzv. jednopaprskových fotometrů, v nichž se měří slepý vzorek a pak se do stejné optické dráhy vkládá měřený vzorek, se používají i tzv. dvou paprskové fotometry, které jsou vybaveny dvěma detektory a umožňují měřit slepý i měřený vzorek současně ve dvou optických drahách [37].

5.1.1.1 Ultrafialovo - viditelná spektroskopie

Tato metoda využívá pohlcování ultrafialového a viditelného záření měřeným vzorkem. Absorpce při těchto vlnových délkách je způsobena excitací valenčních elektronů [37].

Zdrojem světla je pro UV oblast vodíková nebo deuteriová výbojka a pro VIS oblast lampa se žhnoucím kovovým vláknem. Záření se na mřížce rozkládá a po vytnutí úzkého paprsku štěrbinou prochází monochromatické záření měřeným vzorkem v kyvetě (z křemenného skla pro UV oblast, z obyčejného skla pro VIS oblast). Intenzita prošlého světla je registrována fotonásobičem nebo fotobuňkou [37].

Při VIS spektrofotometrii absorpční maximum odpovídá komplementární barvě barva roztoku [37].

Molekulová absorpční spektrometrie v ultrafialové a viditelné oblasti se zabývá měřením a interpretací elektronových spekter molekul látky, které absorbují elektromagnetické záření v rozsahu vlnových délek 200 až 800 nm. Spektrometrii v nejjednodušším klasickém uspořádání a pro viditelnou oblast nazýváme kolorimetrií, případně fotometrií [39].

Látky, které absorbují jen záření s vlnovou délkou menší než 380 nm (ultrafialové záření, se jeví jako bezbarvé. Látky, které absorbují z bílého slunečního záření vlnové délky v rozsahu 380 až 770 nm se projevují jako barevné. Oblast záření s vlnovou délkou

menší než 200 nm se označuje jako „vakuová ultrafialová oblast“. Na sledování absorpce je potřeba speciální evakuovaná aparatura, protože záření je absorbované vzduchem [39].

UV-VIS spektrometrie se často používá ke studiu barevných sloučenin. Barva látky je určena vlnovou délkou VIS světla, které není absorbované. Pokud bílé světlo dopadá na látku, která absorbuje energii z červené oblasti spektra (asi 720 nm, viz tabulka) potom je komplex zelený, protože zelená je komplementární barvou červené. Pokud vzorek absorbuje záření odpovídající všem barvám ve VIS oblasti, potom je vzorek černý. Naopak, pokud vzorek odrazí záření odpovídající všem barvám ve VIS oblasti, pak je vzorek bílý [39].

Tabulka 6: Oblasti absorpce určitých energií světla (charakterizované vlnovou délkou λ) a odpovídající zbarvení sloučeniny [39]

Absorbovaná λ (nm)	Barva absorbovaného světla	Komplementární barva
400 - 435	fialová	žlutozelená
435 - 480	modrá	žlutá
480 - 490	zelenomodrá	oranžová
490 - 500	modrozelená	červenooranžová
500 - 560	zelená	purpurová
560 - 580	žlutozelená	fialová
580 - 595	žlutooranžová	zelenomodrá
595 - 610	červenooranžová	zelenomodrá
620 - 760	červená	modrozelená

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 METODIKA STANOVENÍ KAROTENOIDŮ SPEKTROFOTOMETRICKY

Pro analýzu byla využita metoda publikovaná v zahraničních vědeckých pracích. Tato metoda byla upravena pro podmínky laboratoře, v souladu se zásadami chemické analýzy. Základní normativní metodou stanovení β -karotenu je metoda vysoce účinné kapalinové chromatografie dle ČSN EN 12 823-2. Vzhledem k tomu, že cílem práce bylo stanovení β -karotenu a luteinu, byla použita pro jejich stanovení jednodušší metoda, a to UV-Vis spektroskopie, za použití komerčního analyzátoru typu CECIL typ CE 7210 v pásmu vlnových délek 450 nm pro β -karoten a 421 nm pro lutein. Metoda UV-Vis spektrofotometrie byla vybrána záměrně, a to především pro její rychlost, přesnost, následnou aplikovatelnost a dostupnost. Každý vzorek byl měřen třikrát.

Principem metody byla extrakce karotenoidů v acetonu a následně měření jejich absorbance při daných vlnových délkách oproti slepému vzorku.

Koncentrace karotenoidů v analyzovaných vzorcích byla vypočtena z naměřených hodnot absorbance.

- 1) Koncentrace β -karotenu – absorbance při vlnové délce 450 nm

$$c = (A_{450}/2,592)*1000$$

A_{450} - naměřená absorbance vzorku při vlnové délce 450 nm

2,592 – absorpční koeficient pro β -karoten

- 2) Koncentrace luteinu – absorbance při vlnové délce 421 nm

$$c = (A_{421}/2,236)*1000$$

A_{421} - naměřená absorbance vzorku při vlnové délce 421 nm

2,236 – absorpční koeficient pro lutein

6.1 Použité přístroje a pomůcky

Standardní vybavení laboratoře:

- analytické váhy (Kern AB1 120-4M)
- lednice
- třepačka (Heidolph Unimax 1010 DT)
- hliníková folie
- běžné laboratorní sklo a pomůcky

Speciální zařízení:

- Penetrometr (Mark 10 ESM 301)
- Spektrofotometr CECIL Aquarius typ CE7210

6.2 Materiál

6.2.1 Vzorky meruněk a broskví

V průběhu zrání byly uskutečněny jednotlivé sběry vzorků meruněk a broskví, dle stádia jejich zralosti. Jednalo se o meruňky a broskve ze sadů pana Křivonosky a pana Maňáka v Žádovicích u Kyjova.



Obr. 5: Mapa ČR s označením lokality sběru meruněk a broskví

6.2.2 Použité chemikálie

Aceton (Fisher Scientific)

6.2.3 Obsah karotenoidů v meruňkách a broskvích

Z dostupné literatury byly čerpány informace o přibližném obsahu karotenoidů v meruňkách a broskvích. Zahraniční literatura uvádí, že ve zkoumaných vzorcích meruňek v Chorvatsku bylo stanoveno množství β -karotenu v rozmezí 585,40-1374,95 $\mu\text{g}/100\text{g}$, a množství luteinu 131,3-188,11 $\mu\text{g}/100\text{g}$. V Pákistánu se pohybovalo množství β -karotenu u meruňek v rozmezí 1569-3844 $\mu\text{g}/100\text{g}$. Analýzou broskví v Portugalsku bylo naměřeno 67-170 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu a 75-220 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu. K tomuto stanovení bylo použito 100g jedlého podílu a byla použita metoda vysoce účinné kapalinové chromatografie (HPLC) v Chorvatsku, i v Portugalsku. Analýza v Pákistánu byla provedena spektrofotometricky.

6.3 Spektrofotometrická analýza

Příprava vzorku:

Vzorek ovoce byl umytý, dále byl pokrájen na malé kousky a v třecí misce rozmělněn.

Pracovní postup:

Bylo naváženo 5g připravovaného vzorku, který byl extrahován v 250ml acetonu po dobu 15 minut za současného třepání na třepačce. Po extrakci byla změřena absorbance vzorku oproti rozpouštědлу (acetonu) jako slepému vzorku.

Zpracováním vybraných vzorků meruňek a broskví a vyhodnocením jejich absorbancí byly získány průměrné hladiny β -karotenu a luteinu z 3 měření. Získané výsledky byly zpracovány do tabulek a grafů (kapitola 7).

6.4 Analýza pevnosti dužiny

Příprava vzorku:

Vzorek ovoce byl umytý, dále byl rozpůlený na dvě poloviny a zbavený pecky.

Pracovní postup:

U jedné poloviny byla změřena penetrometrie vzorku.

Zpracováním vybraných vzorků meruněk a broskví a vyhodnocením jejich pevností dužiny byly získány průměrné hodnoty pevnosti dužiny z 3 měření. Získané výsledky byly zpracovány do tabulky a grafu 1 a 2.

6.5 Statistické vyhodnocení

Statistické vyhodnocení získaných dat bylo vyhodnoceno pomocí programu Unistat 6.1 (Unistat Ltd., CZ). Extrémní hodnoty měření byli odstraněny Grubbsovým testem ($p < 0,05$) z další analýzy. Srovnání dat obsahu β -karotenu a luteinu mezi odrůdami bylo párovým studentovým T testem. Pro zjištění korelace byl použit Pearsonův korelační koeficient.

7 STANOVENÍ KAROTENOIDŮ U MERUNĚK A BROSKVÍ

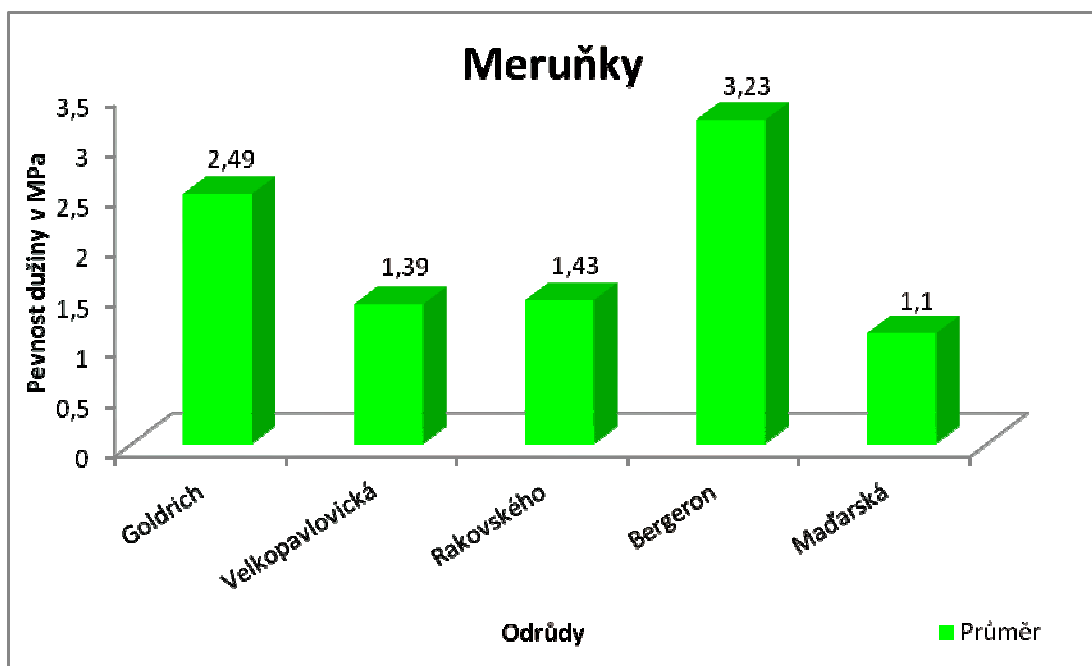
Náplní diplomové práce bylo stanovení β -karotenu a luteinu u meruněk a broskví z jižní Moravy a srovnání výsledků se zahraničními. Rovněž byla měřena pevnost dužiny jako indikátoru zralosti ovoce.

7.1 Výsledky a diskuse

7.1.1 Pevnost dužiny

Pevnost dužiny se hodnotí za účelem stanovení konzumní zralosti penetrometrem. Tento přístroj nedává uspokojivé výsledky, protože zjištěné hodnoty se mění s velikostí plodů, způsoby pěstování a klimatickými podmínkami. Hodnota slouží jako doplňkové měřítko.

Graf č. 1: Porovnání průměrné pevnosti dužiny jednotlivých odrůd meruněk

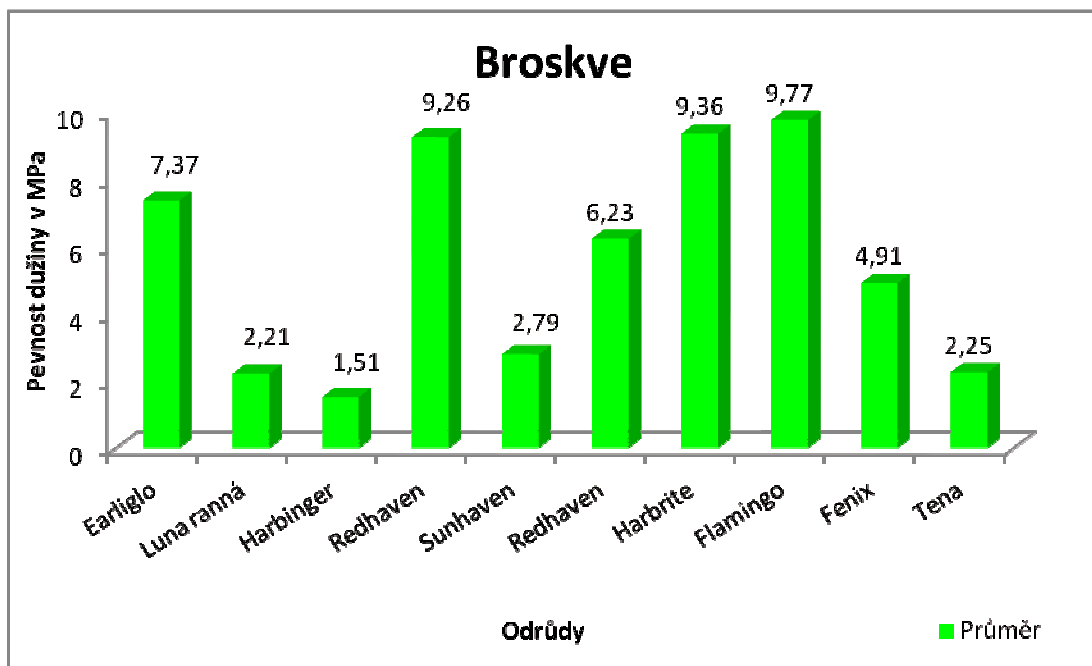


V grafu č. 1 lze vidět rozdíly v pevnosti plodů (penetrační napětí slupky a dužiny v MPa) mezi sledovanými odrůdami. Nejvyšší pevnost byla stanovena u plodů odrůdy Bergeron (3,23 MPa). Pevnost plodu odrůdy Bergeron je v souladu s odrůdovou specifikací [6] vysoká. Odrůda Goldrich je specifikována jako pevná a středně tuhá, což odpovídá rovněž odrůdové specifikaci [8]. Výsledky odrůd Rakovského a Velkopavlovická se

shodují s odrůdovou specifikací. Naopak nejnižší pevnost vykazovala odrůda Maďarská (1,1MPa), která podle druhové specifikace má dužinu rozplývavou, nevláknitou [6], což je v souladu s našimi výsledky.

Odrůda Bergeron (3,23 MPa) s největší pevností má o 65,94% větší pevnost dužiny než odrůda Maďarská (1,1 MPa), u které byla stanovena pevnost nejnižší.

Graf č. 2: Porovnání průměrné pevnosti dužiny jednotlivých odrůd broskví



V grafu č. 2 lze vidět významné rozdíly v pevnosti plodů (penetrační napětí slupky a dužiny v MPa) mezi sledovanými odrůdami. Nejvyšší pevnost byla stanovena u plodů odrůdy Flamingo (9,77 MPa). Pevnost plodu odrůdy Flamingo je v souladu s odrůdovou specifikací [13] - vysoká. U odrůdy Harbrite (9,36 MPa) došlo ke shodě se specifikací [1]. Odrůda Redhaven je specifikována jako pevná [6], což odpovídá specifikaci. V grafu je znázorněna dvakrát, v prvním sloupci je pevnost 9,26 MPa, což je o 32,72% více než ve sloupci druhém, kde je naměřena pevnost 6,23MPa. Rozdílnost naměřených hodnot je zapříčiněna vyšším stupněm zralosti plodů z důvodů pozdějšího sběru. Mezi jednotlivými sběry byl rozdíl 21 dní, ale i tak patří mezi odrůdy vykazující vyšší hodnoty pevnosti dužiny. K odrůdě Earliglo (7,37 MPa) je uvedeno, že je středně pevné konzistence, rozplývavá [6], a také odrůda Fenix (4,91 MPa) je řazena mezi odrůdy středně pevné [12], což odpovídá i naší analýze a lze vyčíst z grafu. Odrůda Sunhaven (2,79 MPa) je

specifikována jako měkkí [6], což bylo prokázáno i naší analýzou. Odrůdy Tena (2,25MPa) a Luna ranná (2,21 MPa) mají přibližně stejnou pevnost dužiny, dle specifikace je jejich dužina mírně vláknité konzistence [16, 6]. Analýza nám specifikaci potvrdila. Nejnížší hodnoty dosáhla odrůda Harbinger (1,51 MPa), která podle druhové specifikace má dužinu rozplývavou, velmi šťavnatou a vláknitou [6].

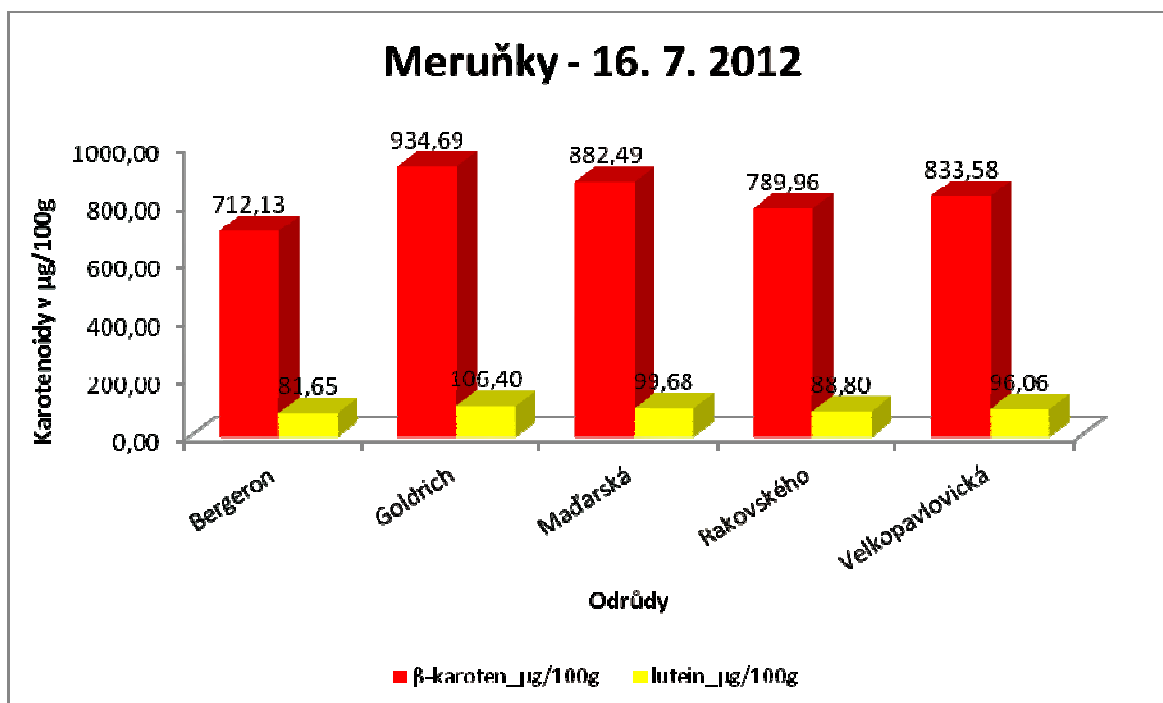
Odrůda Flamingo (9,77 MPa) s největší pevností má o 84,54% větší pevnost dužiny než odrůda Harbinger (1,51 MPa), u které byla stanovena pevnost nejnížší.

7.1.2 Stanovení β -karotenu a luteinu u meruněk

Srovnání odrůd u jednotlivých odběrů

Výsledky analýzy ukazuje graf č. 3, v kterém jsou uvedeny průměrné hodnoty pro jednotlivé odrůdy s grafickým znázorněním.

Graf č. 3: Porovnání průměrného obsahu β -karotenu a luteinu u meruněk ze dne 16. 7. 2012

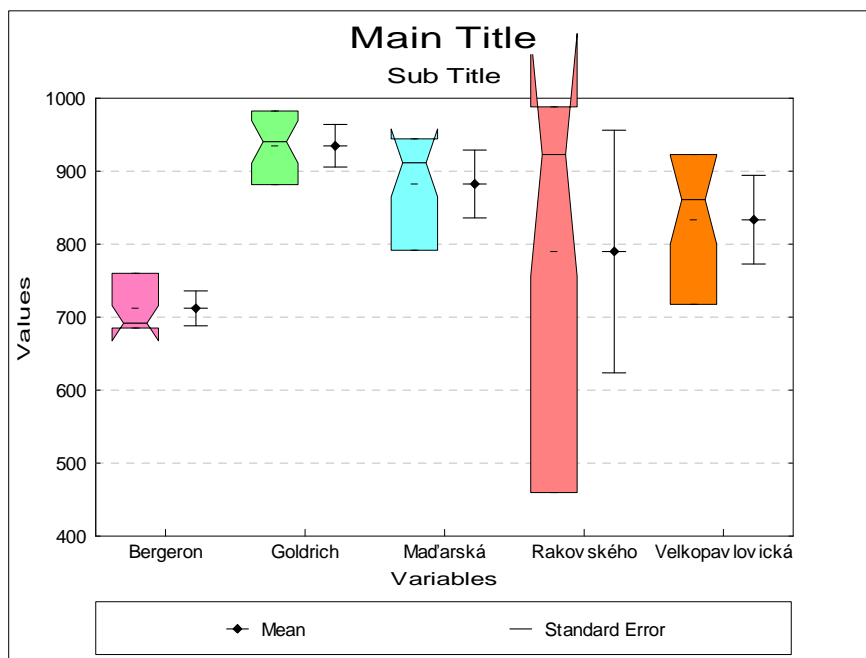


Graf č. 3 ukazuje, že obsah β -karotenu byl nejvyšší u odrůdy Goldrich, kde průměrná hodnota činila 934,69 $\mu\text{g}/100\text{g}$, což je o 23,81% více β -karotenu než u odrůdy Bergeron, která vykazala nejmenší množství β -karotenu a to 712,13 $\mu\text{g}/100\text{g}$.

U odrůdy Goldrich bylo naměřeno také největší množství luteinu, jehož hodnota činila 106,40 $\mu\text{g}/100\text{g}$, což je o 23,26% více než u odrůdy Bergeron s nejmenším obsahem luteinu.

Z výsledků vyplývá, že hodnoty β -karotenu se u většiny analyzovaných odrůd statisticky nelišili. Důvodem rozdílu může být malé množství vyšetřených vzorků, nepřesná metoda, nebo úzká analýza odrůd. Složení a množství karotenoidů kolísá v důsledku rozdílných klimatických podmínek, odrůdových rozdílů, stupně zralosti a manipulace [18]. Toto zjištění může poukazovat na příbuznost těchto odrůd a také na blízkost pěstitelských oblastí. Toto zjištění je v rozporu s Munzuroglu [40] který uvádí, že obsah karotenoidů u merunek se liší také dle odrůdy. Jedině u odrůdy Bergeron výsledky ukazují na statisticky významný rozdíl obsahu β -karotenu. A to mezi odrůdami Bergeron a Maďarská ($p = 0,031$), mezi odrůdami Bergeron a Goldrich je rozdíl statisticky vysoce významný ($p = 0,004$). Toto zjištění je ve shodě s [40]. Pro průhlednost a srovnání jsou data graficky zobrazeny v grafu 4.

Graf č. 4: Srovnání naměřených hodnot β -karotenu u jednotlivých odrůd



Srovnání s údaji uvedenými v chemických tabulkách a zahraniční literatuře

Zahraniční literatura [27] uvádí, že vyšší příjem karotenoidů, speciálně β -karotenu a luteinu může pomoci oddálit nebo dokonce zamezit počátku onemocnění ALS. Harvardská studie zjistila, že zvýšení celkového příjmu karotenoidů je úměrné snížení výskytu ALS, speciálně u diet s vysokým obsahem β -karotenu a luteinu.

Studie v Chorvatsku [34] prokázala průměrný obsah 828,63 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu pro oblast Baranja a průměrně 1039,59 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu bylo zaznamenáno v oblasti Neretva valley.

Průměrný obsah β -karotenu pro oblast Žádovic na jižní Moravě činí 830,57 $\mu\text{g}/100\text{g}$, což je pouze o 0,23% více než bylo stanoveno v Chorvatské oblasti Baranja.

Encyklopedie potravinářské vědy a výživy [18] uvádí, že složení a množství karotenoidů kolísá v důsledku rozdílných klimatických podmínek, odrůdových rozdílů, stupně zralosti.

Tabulka 7: Průměrné hodnoty z tabulek složení potravin

Literatura	[19]	[22]
	Meruňky	Meruňky
Karotenoidy	1523 $\mu\text{g}/100\text{g}$	1037 $\mu\text{g}/100\text{g}$
Energetická hodnota	162 kJ	223 kJ

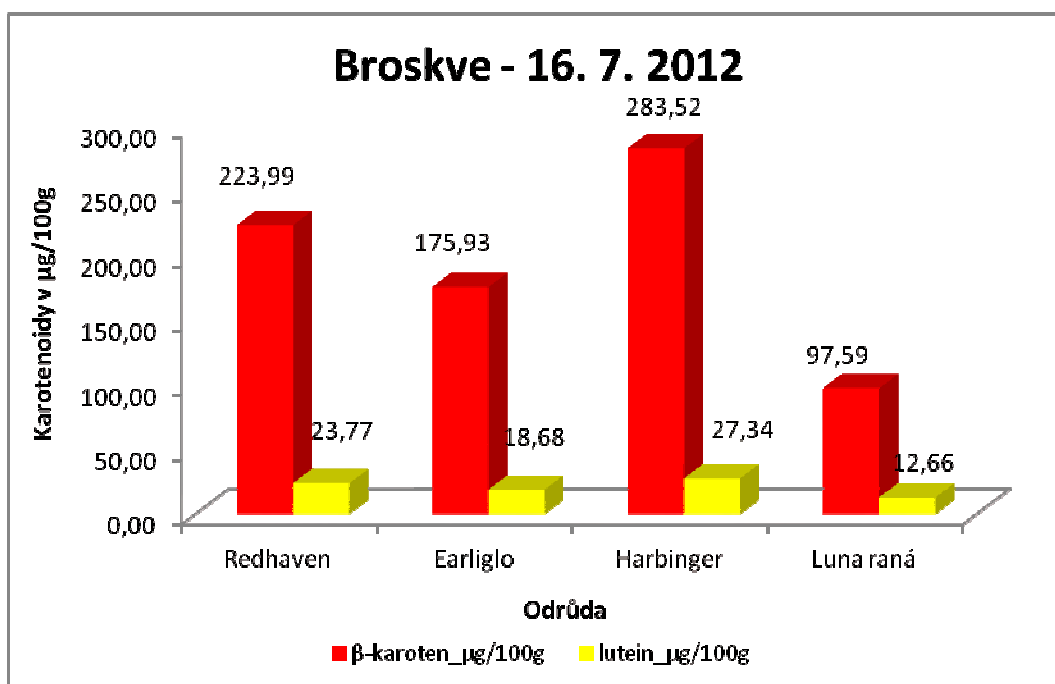
Z výsledku rovněž vyplývá, že námi naměřené hodnoty ve srovnání s dostupnými tabulkami s nutričním složením potravin se statisticky vysoce lišili ($p < 0,001$). Důvodem rozdílnosti výsledků bylo nejspíš malé množství analyzovaných vzorků, úzká analýza odrůd a také analýza jednoho regionu ČR. Nezanedbatelný může být také vliv klimatických podmínek a způsob pěstování. Dalším důvodem mohla být manipulace se vzorkem při analýze, protože při zpracování ovoce za přítomnosti kyslíku se karotenoidy oxidují. Nepříznivě na stabilitu působí i světlo [31]. Na minimalizaci této chyby byli vzorky neprodleně zpracovány po odběru od pěstitele a laboratorní práce probíhala bez zbytečných prodlev. Ze srovnání s dostupnými daty z jiným zemí byli statisticky vysoce významné rozdíly také mezi našimi daty reprezentujícími Českou republiku a Chorvatskem z oblasti Neretva valley a také Pákistánem ($p < 0,001$). Toto zjištění je ve shodě s dostupnými daty z literatury [40].

7.1.3 Stanovení β -karotenu a luteinu u broskví

Srovnání odrůd u jednotlivých odběrů

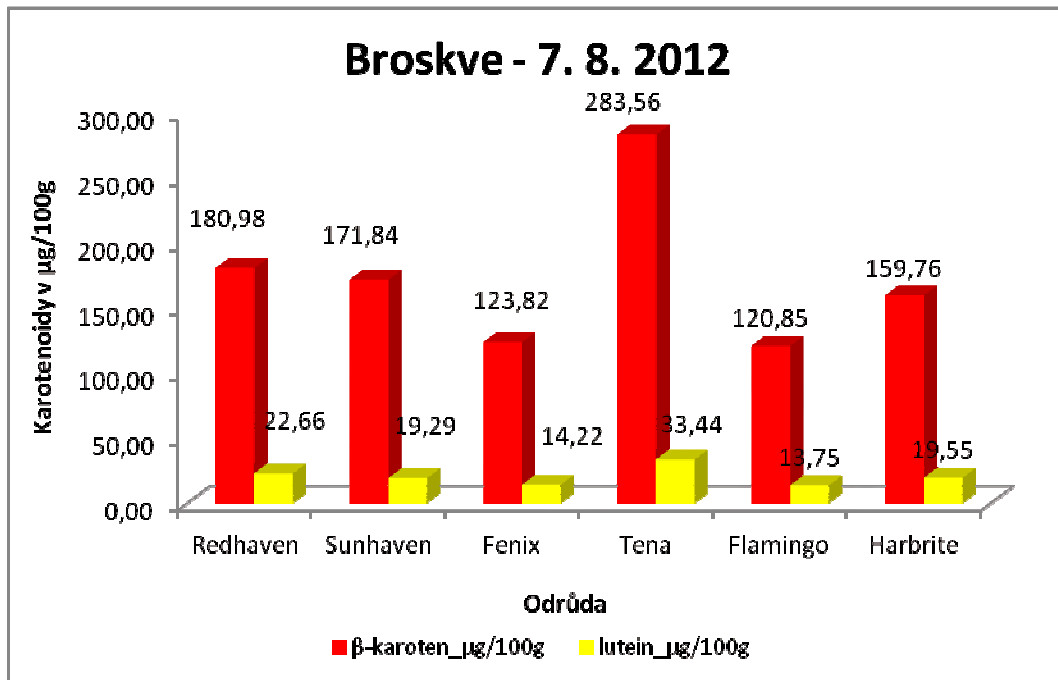
Výsledky analýzy ukazuje graf č. 5, 6, 7 a 8, v kterém jsou uvedeny průměrné hodnoty pro jednotlivé odrůdy s grafickým znázorněním.

Graf č. 5: Porovnání průměrného obsahu β -karotenu a luteinu u broskví ze dne 16. 7. 2012



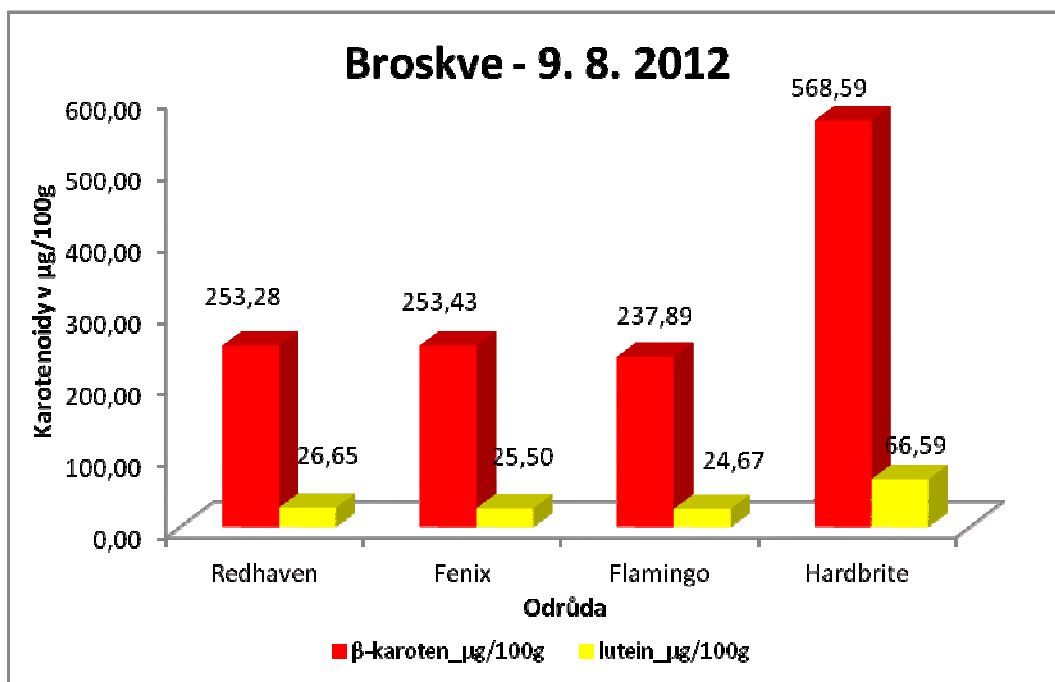
Z grafu č. 5 vyplývá, že obsah β -karotenu byl nejvyšší u odrůdy Harbinger, kde průměrná hodnota činila 283,52 $\mu\text{g}/100\text{g}$, což je o 65,58% více β -karotenu než u odrůdy Luna raná, která vykázala nejmenší množství β -karotenu a to 97,59 $\mu\text{g}/100\text{g}$. Mezi těmito odrůdami broskví byl zjištěn statisticky významný rozdíl v celkovém obsahu β -karotenu.

U odrůdy Harbinger bylo naměřeno také největší množství luteinu, jehož hodnota činila 27,34 $\mu\text{g}/100\text{g}$, což je o 53,69% více než u odrůdy Luna raná s nejmenším obsahem luteinu. Statistický rozdíl byl významný.

Graf č. 6: Porovnání průměrného obsahu β -karotenu a luteinu u broskví ze dne 7. 8. 2012

Na grafu č. 6 je vidět, že u odrůdy Tena byl obsah β -karotenu nejvyšší. Jeho průměrná hodnota činila 283,56 $\mu\text{g}/100\text{g}$, což je o 57,38% více β -karotenu než u odrůdy Flamingo s nejnižším množstvím β -karotenu.

Největší množství luteinu bylo naměřeno u odrůdy Tena, množství činilo 33,44 $\mu\text{g}/100\text{g}$, což je o 58,88% více než u odrůdy Flamingo, kde je obsah luteinu nejnižší.

Graf č. 7: Porovnání průměrného obsahu β -karotenu a luteinu u broskví ze dne 9. 8. 2012

Z grafu č. 7 lze vyčíst, že u odrůdy Harbrite byl naměřený nejvyšší obsah β -karotenu. Jeho průměrná hodnota činila 568,59 $\mu\text{g}/100\text{g}$, což je o 58,16% více β -karotenu než u odrůdy Flamingo s hodnotou 237,89 $\mu\text{g}/100\text{g}$, což je nejnižší množství β -karotenu.

Největší množství luteinu měla odrůda Harbrite, a to 66,59 $\mu\text{g}/100\text{g}$, což je o 62,95% více než u odrůdy Flamingo, u níž bylo naměřeno 24,67 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu, což je prokazatelně nejnižší naměřený obsah luteinu.

Tabulka 8: Množství β -karotenu po dvou dnech skladování

Datum	Množství β -karotenu v $\mu\text{g}/100\text{g}$			
	Harbrite	Fenix	Redhaven	Flamingo
7.8.2012	156,76	123,82	180,98	120,85
9.8.2012	568,59	253,43	253,28	237,89

Z uvedené tabulky vyplývá, že u odrůdy Harbrite, po dvou dnech skladování, byl zaznamenán o 72,43% vyšší nárůst β -karotenu. Odrůda Fenix vykazovala vyšší nárůst β -karotenu o 51,14%, odrůda Flamingo vykázala nárůst o 49,2% a nejnižší nárůst β -karotenu

po dvou dnech skladování se projevilo u odrůdy Redhaven a činilo 28,55%. Z výsledků vyplývá, že dozrávání plodů je provázeno růstem množství karotenoidů [18]. Zjištěné rozdíly ale nebyly statisticky významné ($p = 0,066$).

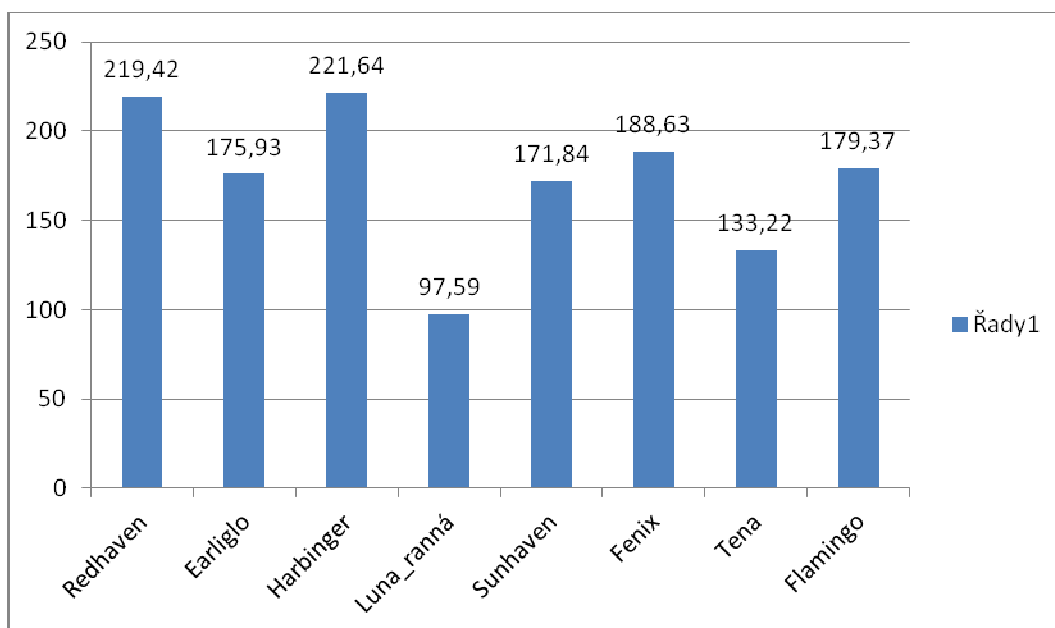
Tabulka 9: Množství luteinu po dvou dnech skladování

Datum	Množství luteinu v $\mu\text{g}/100\text{g}$			
	Harbrite	Fenix	Redhaven	Flamingo
7.8.2012	19,55	14,22	22,66	13,75
9.8.2012	66,59	25,5	26,65	24,67

V tabulce vidíme u všech odrůd nárůst luteinu. Největší, 70,64% se projevilo u odrůdy Harbrite. Odrůdy Flamingo 44,26% a Fenix 44,24% měli nárůst přibližně stejný. Nejmenší změna se projevila u odrůdy Redhaven, kdy došlo k nárůstu pouze o 14,97% luteinu. Z výsledků vyplývá, že dozrávání plodů je provázeno růstem množství karotenoidů včetně luteinu [18]. Rozdíly v obsahu luteinu však nebyly statisticky významné ($p = 1,13$).

Z jednotlivých výsledků vyplynulo, že množství luteinu je závislé na β -karotenu.

Celkové srovnání odrůd u jednotlivých druhů

Graf č. 8: Průměrný obsah β -karotenu z analýz odrůd

Graf č. 8 ukazuje průměr obsahu β -karotenu naměřený při jednotlivých analýzách. Z grafu vyplývá, že největší obsah β -karotenu lze nalézt u odrůdy Harbinger (221,64 $\mu\text{g}/100\text{g}$), obsah se statisticky významně lišil od ostatních odrůd ($p < 0,05$). Nižší obsah vykazuje i odrůda Redhaven (219,42 $\mu\text{g}/100\text{g}$). Odrůdy Fenix (188,63 $\mu\text{g}/100\text{g}$), Flamingo (179,37 $\mu\text{g}/100\text{g}$), Earliglo (175,93 $\mu\text{g}/100\text{g}$) a Sunhaven (171,84 $\mu\text{g}/100\text{g}$) se obsahem β -karotenu příliš neliší. Lze tedy říci, že hodnoty β -karotenu se u většiny analyzovaných odrůd statisticky nelišili (graf č. 9). Toto zjištění může poukazovat na příbuznost těchto odrůd a také na blízkost pěstitelské oblasti. Podstatně méně β -karotenu bylo analyzováno u odrůdy Tena (133,22 $\mu\text{g}/100\text{g}$) a nejméně β -karotenu bylo zaznamenáno u odrůdy Luna raná (97,59 $\mu\text{g}/100\text{g}$). Odrůda Harbinger vykazuje o 55,97% více β -karotenu než odrůda Luna raná rozdíl je statisticky významný ($p < 0,05$).

Statisticky významný rozdíl obsahu β -karotenu byl dále mezi odrůdami Redhaven a Tena ($p = 0,03$). Harbinger a Luna raná ($p = 0,03$), mezi odrůdami Redhaven a Luna raná je rozdíl statisticky vysoce významný ($p = 0,001$). Toto zjištění je ve shodě s [40]. Pro přehlednost a srovnání jsou data graficky znázorněna v grafu č.9.

Tabulka 10: Průměrný obsah luteinu z analýz odrůd

Odrůda	Harbrite	Harbinger	Redhaven	Fenix	Flamingo	Earliglo	Sunhaven	Tena	Luna
Lutein									
μg/100g	43,07	27,34	24,36	19,86	19,21	18,68	19,29	33,44	12,66

Z tabulky vyplývá, že největší množství luteinu bylo naměřeno u odrůdy Harbrite (43,07 μg/100g), to je o 70,61% více než u odrůdy Luna raná, která měla nejmenší obsah luteinu.

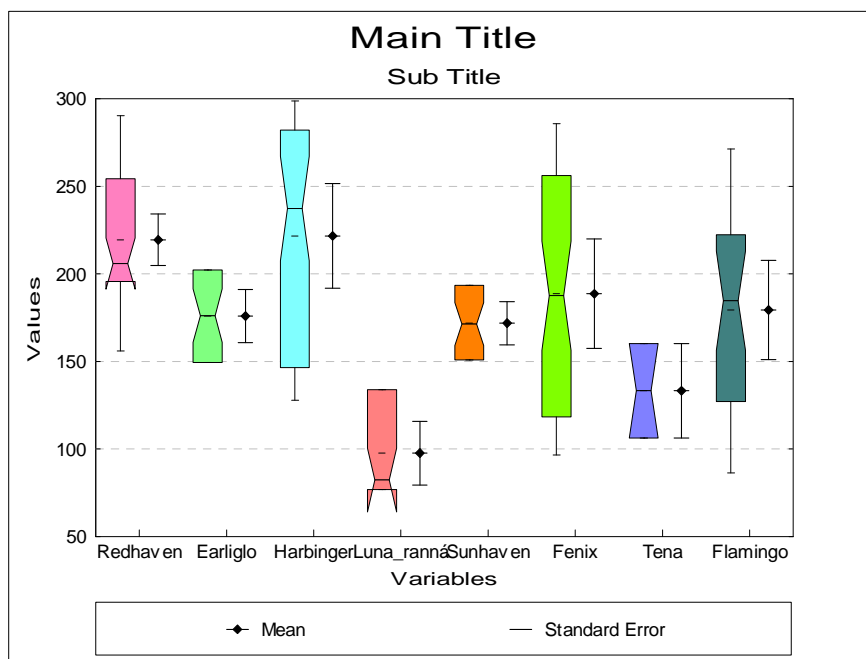
Z výsledku vyplývá, že hodnoty β-karotenu se u většiny analyzovaných odrůd statisticky nelišili. Toto zjištění může poukazovat na příbuznost těchto odrůd a také na blízkost pěstitelské oblasti. Výsledky ukazují na statisticky významný rozdíl obsahu β-karotenu mezi odrůdami Redhaven a Tena ($p = 0,03$). Harbinger a Luna ($p = 0,03$), Luna a Sunhaven ($p = 0,03$), mezi odrůdami Redhaven a Luna je rozdíl statisticky vysoce významný ($p = 0,001$). Toto zjištění je ve shodě s [40]. Pro přehlednost a srovnání jsou data graficky znázorněny v grafu 5.

Tabulka 11: Průměrné hodnoty z tabulek složení potravin

Literatura	[19]	[23]
	Broskve	Broskve
Karotenoidy	119 μg	151,4 μg
Energetická hodnota	174 kJ	187 kJ

Srovnání s údaji uvedenými v chemických tabulkách a zahraniční literatuře

Graf č. 9: Srovnání naměřených hodnot s průměrnými hodnotami dostupnými v tabulkách složení potravin



Z výsledku vyplývá, že námi naměřené hodnoty ve srovnání s dostupnými tabulkami s nutričním složením potravin se statisticky vysoce lišili. Nepřesnost výsledků mohla být zapříčiněna v důsledku rozdílných klimatických podmínek, odrůdových rozdílů, stupně zralosti a manipulace [18]. Při skladování a zpracování potravin dochází kombinovaným účinkem světla, tepla, kyslíku, hydroxonionových iontů a dalších faktorů k isomeraci, oxidaci a degradaci karotenoidů [29]. Rovněž výsledky mohli být ovlivněny malým množstvím vyšetřených vzorků nebo úzkou analýzou odrůd. Ze srovnání s dostupnými daty z jiných zemí byli statisticky vysoce významné rozdíly také mezi našimi daty (reprezentujícími Českou republiku) a Portugalskem z oblasti Cova de Beira. Toto zjištění je ve shodě s dostupnými daty z literatury o rozdílném obsahu karotenoidů podle geografického regionu.

ZÁVĚR

V diplomové práci bylo sledováno a porovnáváno množství β -karotenu a luteinu u vybraných odrůd meruněk a broskví s výsledky ze zahraničí a dostupnými chemickými tabulkami potravin databáze složení potravin (CZCDB.cz) a mezinárodní Fineli (NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH AND WELFARE). Hodnotilo se 5 odrůd meruněk a 9 odrůd broskví pěstovaných v sadech rozkládajících se na svazích nad obcí Žádovice na Hodonínsku.

Cílem práce bylo porovnání množství β -karotenu a luteinu u vybraných odrůd, srovnání s výsledky analýz v jiných zemích, a vyhodnocení meruněk a broskví z pohledu nositele významných antioxidačních látek pozitivně působících na zdraví člověka.

U meruněk byl nejvyšší obsah β -karotenu i luteinu naměřen sestupně u odrůdy Goldrich (934,69 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 106,40 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu), poté u odrůdy Maďarská (882,49 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 99,68 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu), Velkopavlovická (833,58 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 96,06 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu), Rakovského (789,96 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 88,80 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu) a nejméně β -karotenu i luteinu měla odrůda Bergeron (712,13 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 81,65 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu).

U broskví byl nejvyšší obsah β -karotenu i luteinu naměřen sestupně u odrůdy Harbrite (364,18 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 43,07 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu), poté u odrůdy Harbinger (221,64 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 27,34 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu), Redhaven (219,42 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 24,36 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu), Fenix (188,63 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 19,86 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu), Flamingo (179,37 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 19,21 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu), Earliglo (175,93 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 18,68 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu), Sunhaven (171,84 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 19,29 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu), Tena (133,22 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 33,44 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu) a nejméně β -karotenu i luteinu měla odrůda Luna raná (97,59 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karotenu; 12,66 $\mu\text{g}/100\text{g}$ luteinu).

Z jednotlivých výsledků vyplynulo, že množství luteinu je závislé na β -karotenu. S rostoucím množstvím β -karotenu vzrůstá i množství luteinu. Korelace u broskví $r^2 = 0,96$ ($p < 0,001$), u meruněk $r^2 = 0,99$ ($p < 0,001$).

Porovnáním jednotlivých odrůd meruněk s dostupnými daty z jiných zemí byli jednovýběrovým studentovým T testem zjištěny statisticky vysoce významné rozdíly mezi

daty reprezentujícími Českou republiku z oblasti jižní Moravy a Chorvatskem z oblasti Neretva valley a také Pákistánem.

Porovnáním jednotlivých odrůd broskví s dostupnými daty z jiných zemí byli jednovýběrovým studentovým T testem zjištěny statisticky vysoce významné rozdíly také mezi našimi daty, reprezentujícími oblast jižní Moravy v České republice a Portugalskem z oblasti Cova de Beira.

Výsledky této práce ukazují, že obsah karotenoidů v meruňkách a broskvích se může lišit v závislosti na odrůdě, klimatických podmínkách, geografickém místě pěstování a době sklizně.

Z výše uvedeného vyplývá, že především meruňky, ale i broskve lze zařadit k potenciálním potravinám s obsahem antioxidantů, tedy s antioxidantními účinky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KALÁŠEK, J., RICHTER, M. *Meruňky, broskvoně na zahrádce*. Druhé vydání, Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 1989
- [2] TETERA, V. a kol. *Ovoce Bílých Karpat*. ZO ČSOP Bílé Karpaty ve Veselí nad Moravou v rámci projektu MŽP ČR VaV/620/10/03, 2006. ISBN 80-903444-5-3
- [3] Dostupné na:
http://tilia.zf.mendelu.cz/ustavy/551/ustav_551/eltronic_ovoc/_private/ovoc_1/data/merunka.pdf
- [4] ERBOVÁ, M. a kol. *Pěstujeme zdravé ovoce*. Nakladatelství Českého zahrádkářského svazu KVĚT, 1992. ISBN 80-85362-09-0
- [5] Dostupné na:
<http://www.katalog-rostlin.cz/ovocne-dreviny/Bergeron-Merunka-Armeniaca.html>
- [6] KUTINA, J. a kol. *Pomologický atlas 1*. Zemědělské nakladatelství BRÁZDA, 1991. ISBN 80-209-0089-6
- [7] Dostupné na:
<http://www.katalog-rostlin.cz/ovocne-dreviny/goldrich-merunka-armeniaca.html>
- [8] Dostupné na:
<http://www.patriakobyli.cz/index2.php?prodej-ovoce?pestovane-ovoce>
- [9] Dostupné na:
<http://www.katalog-rostlin.cz/ovocne-dreviny/Madarska-Merunka-Armeniaca.html>
- [10] Dostupné na:
<http://www.katalog-rostlin.cz/ovocne-dreviny/Velkopavlovicka-Merunka-Armeniaca.html>
- [11] Dostupné na:
http://tilia.zf.mendelu.cz/ustavy/551/ustav_551/eltronic_ovoc/_private/ovoc_1/data/broskvon.pdf
- [12] Dostupné na: <http://www.vsuo.cz/pdf/hl-cac08a.pdf>
- [13] Dostupné na: <http://www.arbia.cz/Broskvone.php>
- [14] Dostupné na:
<http://www.katalog-rostlin.cz/ovocne-dreviny/Harbinger-Broskvon-Persica.html>
- [15] Dostupné na:
<http://www.katalog-rostlin.cz/ovocne-dreviny/Harbrutte-Broskvon-Persica.html>

- [16] Dostupné na: <http://www.sempra.cz/odrudy/ovoce/popisy/broskvon.htm>
- [17] BRITTON, G., S LIAAEN-JENSEN a H PFANDER. *Carotenoids handbook*. Boston: Birkhäuser Verlag, c2004, 1 v. (various pagings). ISBN 37-643-6180-8.)
- [18] CABALLERO, Editor-in-chief Benjamin.. *Encyclopedia of food sciences and nutrition* [online]. 2. ed. Amsterdam [u.a.]: Academic Press, 2003, s. 927-936 [cit. 2013-01-18]. ISBN 9780122270550
- [19] KOVÁČIKOVÁ, E. *Ovocie a zelenina*. Potravinárske tabulky; Výzkumny ústav potravinársky; Bratislava, 1997, str.208.
- [20] Dostupné na: <http://www.czfcdb.cz/potraviny/?id=40>
- [21] Dostupné na: <http://www.czfcdb.cz/potraviny/?id=34>
- [22] Dostupné na: <http://www.fineli.fi/food.php?foodid=11054&lang=en>
- [23] Dostupná na: <http://www.fineli.fi/food.php?foodid=11051&lang=en>
- [24] STRUNECKÁ, A. *Vitamin A*. Časopis Iony Malenovské s přáteli, Meduňka 4/2013, str.26
- [25] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie II*, UTB ve Zlíně, květen 2006.
- [26] OBERBEIL, K., LENTZOVÁ, CH. *Léčba ovocem a zeleninou: strava, která léčí*. Fortuna Print, 2003.
- [27] Dostupné na:
http://www.nutraingredients.com/Product-Categories/Antioxidants-carotenoids/Carotenoid-consumption-could-benefit-ALS-risk/?utm_source=Newsletter_Product&utm_medium=email&utm_campaign=Newsletter%2BProduct&c=a12XooPKXedwoLovDkFbUCvWz7RMckG6; [online] [cit. 2013-03-31]
- [28] PÁNEK, J., POKORNÝ J., DOSTÁLOVÁ, J., KOHOUT, P. *Základy výživy*. Svoboda Servis, Praha, 2002, str.106,107. ISBN 80-86320-23-5
- [29] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin 1*. OSSIS, 2009, str.379-381. ISBN 978-80-86659-15-2
- [30] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3*. OSSIS, Tábor, 1999. Vydání první. ISBN 80-902391-5-3
- [31] DAVÍDEK, J. , JANÍČEK, G. , POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. SNTL, Praha, 1983. Vydání první.

- [32] HLÚBIK, P., OPLTOVÁ, L. *Vitaminy*. Grada Publishing a. s., Praha, 2004. ISBN 80-247-0373-4
- [33] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie 3*. Academia, Praha, 1993. Vydání první. ISBN 80-200-0471-8
- [34] DRAGOVIC-UZELAC, Verica, Branka LEVAJ, Vlatka MRKIC, Danijela BURSAC a Marija BORAS. *The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region*. Food Chemistry, 2007, roč. 102, č. 3, s. 966-975. ISSN 0308-8146
- [35] SARTAJ ALI, TARIQ MASUD, KASHIF SARFRAZ ABBASI. *Physico-chemical characteristics of apricot (Prunus armeniaca L.) grown in Northern Area of Pakistan*. Scientia Horticulturae 2011, roč. 110, s. 386-392. ISSN 0304-4238
- [36] GRAÇA DIAS, M., G.F.C. CAMÕES a Luísa OLIVEIRA. *Carotenoids in traditional Portuguese fruits and vegetables*. Food chemistry. 2009, roč. 113, č. 3, s. 808-815. ISSN 0308-8146
- [37] KLIMEŠOVÁ, M. *Aplikace spektrofotometrů*. VÚT v Brně, 2011. Dostupné na: https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/4098/Marie_Klimesova_BP.pdf?sequence=1. [cit. 2013-03-28]
- [38] ČŮTA, F. a kol. *Instrumentální analýza*. SNTL, Praha, 1986. Vydání první.
- [39] MILATA, V., SEGĽA, P. *Spektrálne metódy v chémii*. Slovenská technická univerzita v Bratislavě ve Vydavateľstve STU Bratislava, 2004. Vydání první. ISBN 80-227-2049-6
- [40] MUNZUROGLU, O., KARATS, F., GECKIL, H. *The vitamin and selenium contents of apricot fruit of different varieties cultivated in different geographical regions*. Food Chemistry, 2003, roč. 83, str. 205-212. ISSN 0308-8146/03

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

°C	Stupeň Celsia
β	beta
γ	gama
μg	mikrogram
č.	číslo
ČSN	Česká státní norma
DDD	Doporučená denní dávka
EN	Evropská norma
HPLC	vysokotlaká kapalinová chromatografie
MPa	mega pascal
MS	Hmotnostní spektrometrie
MZaLU	Mendelova zemědělská a lesnická univerzita
NMR	Magneticko-rezonanční spektroskopie
Obr.	Obrázek
%	procento
WHO	Světová zdravotnická organizace

SEZNAM OBRÁZKŮ

	Název	Strana
Obr. 1	Retinol	29
Obr. 2	Beta karoten	33
Obr. 3	Lutein	34
Obr. 4	Schéma spektrofotometru	44
Obr. 5	Mapa ČR s označením lokality sběru meruněk a broskví	50
Graf č. 1	Porovnání průměrné pevnosti dužiny jednotlivých odrůd meruněk	53
Graf č. 2	Porovnání průměrné pevnosti dužiny jednotlivých odrůd broskví	54
Graf č. 3	Porovnání průměrného obsahu β -karotenu a luteinu u meruněk ze dne 16. 7. 2012	55
Graf č. 4	Srovnání naměřených hodnot β -karotenu u jednotlivých odrůd	56
Graf č. 5	Porovnání průměrného obsahu β -karotenu a luteinu u broskví ze dne 16. 7. 2012	58
Graf č. 6	Porovnání průměrného obsahu β -karotenu a luteinu u broskví ze dne 7. 8. 2012	59
Graf č. 7	Porovnání průměrného obsahu β -karotenu a luteinu u broskví ze dne 9. 8. 2012	60
Graf č. 8	Průměrný obsah β -karotenu z analýz odrůd	62
Graf č. 9	Srovnání naměřených hodnot s průměrnými hodnotami dostupnými v tabulkách složení potravin	64

SEZNAM TABULEK

Tabulka	Název	Strana
Tab. 1	Nutriční hodnoty ve 100g jedlého podílu	26
Tab. 2	Karotenoidy stanovené v meruňkových odrůdách v Chorvatsku ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	37
Tab. 3	Pevnost stanovená u odrůd v Chorvatsku (N)	37
Tab. 4	Stanovení β -karotenu u meruňek v Pákistánu ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	38
Tab. 5	Naměřené hodnoty karotenoidů v Portugalsku ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	39
Tab. 6	Oblasti absorpce určitých energií světla (charakterizované vlnovou délkou λ) a odpovídající zbarvení sloučeniny [39]	47
Tab. 7	Průměrné hodnoty z tabulek složení potravin	57
Tab. 8	Množství β -karotenu po dvou dnech skladování	60
Tab. 9	Množství luteinu po dvou dnech skladování	61
Tab. 10	Průměrný obsah luteinu z analýz odrůd	63
Tab. 11	Průměrné hodnoty z tabulek složení potravin	63

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: Sledované odrůdy meruněk

PŘÍLOHA P II: Sledované odrůdy broskví

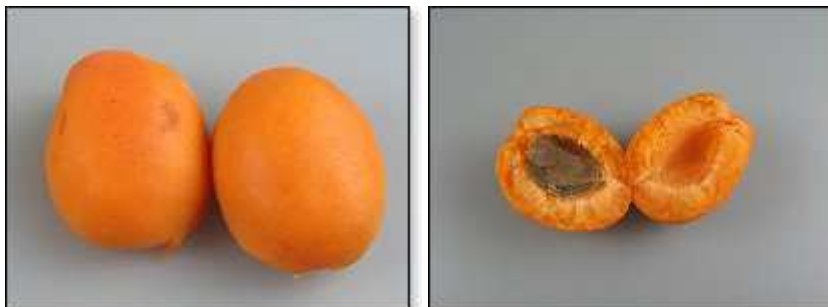
PŘÍLOHA P III: Výsledky penetrometrické analýzy

PŘÍLOHA P IV: Průměrné výsledky jednotlivých měření karotenoidů

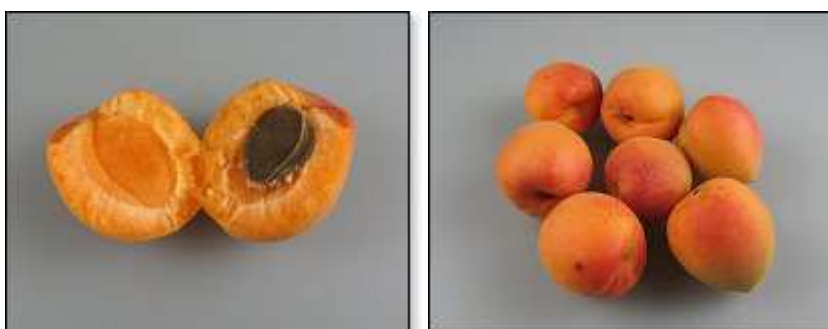
PŘÍLOHA P V: Průměrný obsah karotenoidů z analýz broskví

PŘÍLOHA P I: SLEDOVANÉ ODRŮDY MERUNĚK

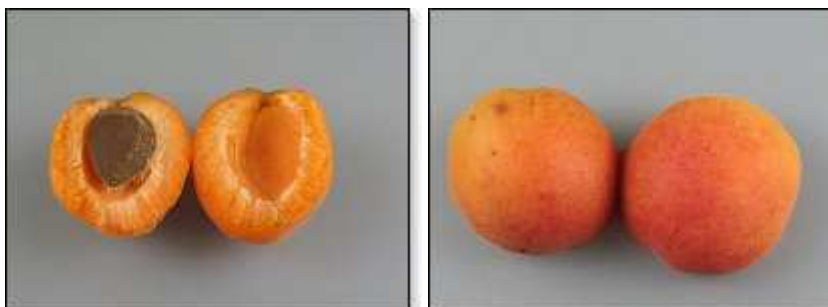
Goldrich



Velkopavlovická



Bergeron



Maďarská



Rakovského



PŘÍLOHA P II: SLEDOVANÉ ODRŮDY BROSKVÍ

Harbrite



Harbinger



Redhaven



Fenix



Flamingo



Earliglo



Sunhaven



Tena



Luna raná



PŘÍLOHA P III: VÝSLEDKY PENETROMETRICKÉ ANALÝZY

Průměrná pevnost dužiny jednotlivých odrůd

Odrůda meruněk	Pevnost dužiny meruněk v MPa	Odrůda broskví	Pevnost dužiny broskví v MPa
Bergeron	3,23	Flamingo	9,77
Goldrich	2,49	Hardbrite	9,36
Rakovského	1,43	Redhaven	9,26
Velkopavlovická	1,39	Earliglo	7,37
Maďarská	1,1	Fenix	4,91
		Sunhaven	2,79
		Tena	2,25
		Luna	2,21
		Harbinger	1,51

**PŘÍLOHA P IV: PRŮMĚRNÉ VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH
MĚŘENÍ KAROTENOIDŮ**

Odrůda meruněk 16.7.2012	Goldrich	Maďarská	Velkopavlovická	Rakovského	Bergeron
β-karoten v µg/100g	934,69	882,49	833,58	789,96	712,13
Lutein v µg/100 g	106,4	99,68	96,06	88,80	81,65

Odrůda broskví 16.7.2012	Harbinger	Redhaven	Earliglo	Luna raná
β-karoten v µg/100g	282,52	223,99	175,93	97,59
Lutein v µg/100 g	27,34	23,77	18,68	12,66

Odrůda broskví 7.8.2012	Tena	Redhaven	Sunh;aven	Harbrite	Fenix	Flamingo
β-karoten v µg/100g	283,56	180,98	171,84	159,76	123,82	120,85
Lutein v µg/100 g	33,44	22,66	19,29	19,55	14,22	13,75

Odrůda broskví 9.8.2012	Harbrite	Fenix	Redhaven	Flamingo
β-karoten v µg/100g	568,59	253,53	253,28	237,89
Lutein v µg/100 g	66,59	25,50	26,65	24,67

**PŘÍLOHA P V: PRŮMĚRNÝ OBSAH KAROTENOIDŮ Z ANALÝZ
BROSKVÍ**

Odrůda broskví	β -karoten v $\mu\text{g}/100\text{g}$	Lutein v $\mu\text{g}/100\text{ g}$
Harbrite	568,59	43,07
Harbinger	221,64	27,34
Redhaven	219,42	24,36
Fenix	188,63	19,86
Flamingo	179,37	19,21
Earliglo	175,93	18,68
Sunhaven	171,84	19,29
Tena	133,22	33,44
Luna raná	97,59	12,66