



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

**Biologicky aktivní fenolické látky ve vybraných
zeleninách rodu *Allium***

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program:

SPECIALIZACE VE ZDRAVOTNICTVÍ

Vypracovala: Lucie Stránská

Vedoucí práce: doc. Ing. Eva Dadáková Ph.D.

České Budějovice 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem Biologicky aktivní fenolické látky ve vybraných zeleninách rodu *Allium* jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 3.5.2017

Poděkování

Děkuji doc. Evě Dadákové, PhD., za vedení mé bakalářské práce a za poskytnuté cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Tamaře Pelikánové, která mi pomáhala při přípravě vzorků k analýze. Ráda bych ještě poděkovala své rodině a přátelům za trpělivost a podporu nejen během psaní bakalářské práce, ale i celého studia.

Biologicky aktivní fenolické látky ve vybraných zeleninách rodu *Allium*

Abstrakt

Tato bakalářská práce pojednává o obsahu polyfenolických sloučenin v zeleninách rodu *Allium*, které se nejčastěji pěstují na území České republiky. Jde o cibuli kuchyňskou (žlutou i červenou), cibuli prorůstavou, cibuli bílou zimní, cibuli červenou letní, pažitku čínskou, pažitku pravou, pór letní, cibuli bílou obří a šalotku.

Polyfenoly jsou organické sloučeniny, které byly identifikovány v rostlinách. Jsou to sekundární metabolity, které se podílí na obraně proti slunečnímu záření nebo patogeny (Pandey, Rizvi, 2009). Studie, které se těmito látkami zabývaly, ukázaly, že hrají významnou roli v prevenci degenerativních onemocnění, jako je rakovina, kardiovaskulární onemocnění a neurodegenerativní onemocnění (Manach et al., 2004).

Cílem této práce bylo zjistit množství myricetinu, morinu, luteolinu, kvercetinu, apigeninu a kvercetinu ve vybraných druzích zeleniny pěstovaných v roce 2015 a 2016. Analýza byla provedena metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC). Vzorky byly předem lyofilizovány a připraveny na analýzu. Výsledkem analýzy jsou chromatogramy, ze kterých byl následně vypočítán obsah vybraných látek.

Ačkoli mělo být analýzou zjištěno celkem šest různých látek, podařilo se pouze stanovit kvercetin a kemferol, neboť ostatní látky nebyly ve vzorcích identifikovány. Ze vzorků z roku 2015 měla největší množství kvercetinu cibule prorůstavá, a to 430 ± 10 mg/kg čerstvé hmotnosti a nejvíce kemferolu obsahovala pažitka čínská, 170 ± 105 mg/kg čerstvé hmotnosti. Analýza vzorků za rok 2016 však ukázala odlišné výsledky. Nejvíce kvercetinu obsahovala cibule kuchyňská žlutá s hodnotou 280 ± 180 mg/kg čerstvé hmotnosti a největší množství kemferolu měla opět pažitka čínská s hodnotou 198 ± 30 mg/kg čerstvé hmotnosti.

Na tyto výsledky měl hlavně vliv klimatických podmínek, kdy v roce 2015 byla velká sucha a cibulím se dařilo. Zatímco rok 2016 byl spíše průměrný.

Klíčová slova: polyfenoly; kvercetin; kemferol; *Allium*

Biologically active phenolic compounds in selected vegetable in *Allium* genus

Abstract

This thesis deals with the content of polyphenolic compounds in vegetable of *Allium* species, which is mostly grown in the Czech Republic. It is *Allium cepa*, *Allium x proliferum*, *Allium fistulosum*, *Allium tuberosum*, *Allium schoenoprasum*, *Allium porrum*, *Allium cepa* var. *agregatum*.

Polyphenols are micronutrients that have been identified in plants. These secondary metabolites involved the defence against pathogens or sunlight (Pandey, Rizvi, 2009). The studies that follow up these substances have been shown to play a significant role in the prevention of degenerative diseases such as cancer, cardiovascular diseases and neurodegenerative disease.

The aim of this study was to determine the amount of myricetin, morin, luteolin, quercetin, apigenin and quercetin in selected types of vegetable grown in 2015 and 2016. The analysis was performed using high-performance liquid chromatography (HPLC). Samples were lyophilized in advance and ready for analysis. The analysis resulted in the chromatogram from which was then calculated content of selected material.

Although the analysis should determine a total of six different compounds, only kaemferol and quercetin was specified because other substances in the sample weren't identified. In 2015 *Allium x proliferum* had the largest amount of quercetin (430 ± 10 mg/kg fresh weight) and *Allium tuberosum* contained the biggest kaemferol amount (170 ± 105 mg/kg fresh weight). Analysis of the samples in 2016 has demonstrated different results. The most quercetin amount contained yellow onion with the value of 280 ± 180 mg/kg fresh weight and the largest amount of kaemferol has again *Allium tuberosum*, 198 ± 30 mg/kg fresh weight.

These results were mainly influenced of climatic conditions, which in 2015 was a big drought and onion flourished. While 2016 year was a rather cooler and wetter.

Keywords: polyphenols; quercetin; kaemferol; *Allium*

Obsah

1. ÚVOD.....	8
2. TEORETICKÁ ČÁST.....	9
2.1 Cibule.....	9
2.1.1 Původ a šíření.....	9
2.1.2 Anatomie a morfologie.....	9
2.1.3 Druhy cibulí.....	10
2.1.3.1 Cibule prorůstavá.....	10
2.1.3.2 Cibule kuchyňská žlutá.....	10
2.1.3.3 Pór pravý.....	11
2.1.3.3.1 Pór zimní.....	12
2.1.3.3.2 Pór letní.....	12
2.1.3.4 Cibule bílá zimní.....	12
2.1.3.5 Pažitka čínská.....	13
2.1.3.6 Cibule bílá obří.....	14
2.1.3.7 Cibule šalotka.....	14
2.1.4 Význam.....	15
2.2 Polyfenoly.....	16
2.2.1 Druhy fenolových sloučenin.....	17
2.2.1.1 Fenolové kyseliny.....	17
2.2.1.2 Flavonoidy.....	19
2.2.1.2.1 Flavonoly.....	20
2.2.1.2.2 Flavony a flavanoly.....	21
2.2.1.2.3 Flavanony.....	22
2.2.1.2.4 Anthokyany.....	22
2.2.1.3 Lignany.....	23
2.2.1.4 Stilbeny.....	24
2.2.2 Vliv podmínek na obsah polyfenolů.....	24
2.2.2.1 Vliv klimatických podmínek.....	24
2.2.2.2 Vliv očištění cibule.....	25
2.2.2.3 Skladovací podmínky.....	25
2.2.2.4 Vliv kuchyňské přípravy.....	25
2.2.3 Vliv polyfenolů na zdraví.....	26
2.2.3.1 Kardioprotektivní účinky.....	26
2.2.3.2 Protirakovinné účinky.....	27

2.2.3.3	Antidiabetické účinky	28
2.2.3.4	Neuroprotektivní účinky	29
2.3	Analytické metody	29
2.3.1	Chromatografie	30
2.3.1.1	Kapalinová chromatografie	30
2.3.1.2	Kapilární zónová elektroforéza	31
2.3.1.2.1	Micelární elektrokinetická kapilární chromatografie (MECC)	32
3	CÍLE PRÁCE	34
4	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	35
4.2	Seznam chemikálií	35
4.3	Seznam pomůcek a přístrojů	35
4.4	Odběr materiálu	36
4.5	Úprava vzorků	36
4.6	Stanovení flavonoidních aglykonů v lyofilizovaném materiálu	37
4.7	Metodika stanovení polyfenolů metodou HPLC	37
4.8	Analytická koncovka	38
4.8.1	Chromatografické podmínky	38
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	40
5.2	Cibule prorůstavá	41
5.3	Cibule kuchyňská žlutá	42
5.4	Cibule kuchyňská červená	44
5.5	Pórek letní	45
5.6	Cibule bílá zimní	47
5.7	Cibule červená letní	48
5.8	Pažitka čínská	50
5.9	Cibule bílá obří	51
5.10	Cibule šalotka	53
5.11	Pažitka pravá	54
6	ZÁVĚR	56
7	SEZNAM LITERATURY	57
8	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK	70
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	71

1. ÚVOD

Polyfenoly jsou organické látky, které byly identifikovány v rostlinách, kde slouží jako ochrana před slunečním zářením nebo patogeny. Polyfenolické sloučeniny lze nalézt snad ve všem, co jíme. Nacházejí se především v zelenině, ovoci, víně a černém čaji (Pandey, Rizvi, 2009). Těmito látkami se zabývala řada studií, např. Pandey (2009), které ukázaly pozitivní vliv na zdraví. Významnou roli hrají především v prevenci onemocnění, které souvisejí s oxidačním stresem, mezi která patří rakovinné bujení, kardiovaskulární nebo neurodegenerativní choroby.

Mezi běžně se vyskytující polyfenoly patří flavonoidy a hlavními zástupci jsou kvercetin a kemferol. Nejbohatšími zdroji flavonoidů jsou cibule, pórek, kapusta, brokolice a borůvky (Manach et. al, 2004).

Pro tuto práci byla použita analytická metoda vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC), která se používá pro stanovení těchto látek velmi často, protože je to metoda velice citlivá a přesná (Dadáková, 2009).

Hlavním cílem této bakalářské práce je získat co nejvíce informací o jednotlivých fenolových sloučeninách a jejich účincích na lidský organismus. Dále se seznámit s metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie a následně stanovit vybrané flavonoidní aglykony v různých druzích cibule, které se u nás pěstují.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Cibule

2.1.1 Původ a šíření

Cibule kuchyňská (*Allium cepa*) patří mezi jednoděložné rostliny. Její původ je směřován do oblasti dnešní Asie – Irák, Pákistán, Afghánistán (Troníčková, 1985). Z této lokality se dále šířila došlo k její druhové divergenci. V současné době existuje po celém světě více než 800 volně rostoucích druhů rostlin spadajících do rodu *Allium* (Fritsch et al., 2010). Pouze malá část ze zástupců rodu je používána pro kulinářské účely – cibule, česnek, pór, šalotka, pažitka. Historicky došlo k vyšlechtění obrovského množství variet pro mnohé účely a jsou předmětem ochrany kulturního bohatství v oblasti zemědělství. Tato ochrana je zajišťována v rámci ČR Ministerstvem zemědělství pod vedením Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze.

Rodové jméno *Allium* je latinský výraz pro česnek. Poprvé byl rod *Allium* popsán Carlem von Linné již v roce 1753 (De Wilde-Duyfjes, 1973). Původ latinského názvu rodu dnes není znám. Některé zdroje však odkazují na řecké slovo αλεω (aleo- vyhnouti se), a to kvůli typickému pachu česneku (Boswell, 1883; citováno od Block, 2010).

Pěstování cibule, póru a česneku je staré jako lidstvo samo. Některé kuchyně (například středomořská) si bez těchto přísad ani nelze představit. Zmínky o těchto rostlinách lze dohledat i v samotné Bibli (*Numeri 11,5*: „*Vzpomínáme na ryby, které jsme v Egyptě jedli zadarmo, na okurky a melouny, na pórek, cibuli a česnek. Teď máme jen vyprahlé krky a v dohledu nic než ta mana!*“) a Koránu, a to nejen pro své výživové či chuťové vlastnosti, ale také pro připisované léčivé účinky.

2.1.2 Anatomie a morfologie

Cibule dala jméno celé skupině rostlin – cibulovité, které se „zatahují“ do země po dobu nepříznivých podmínek k růstu a přežívají právě ve formě cibule. Vlastní zásobní orgán cibule – tedy cibule je složen z vrstev listů u báze dužnatých vyrůstajících z výrazně zkráceného stonku, který se v tomto případě nazývá podpučí. Jak cibule zraje, tak se jeden až tři nejvzdálenější pláště přeměňují na tenkou ochrannou pokožku. Cibule v pravém slova smyslu netvoří cibule svazková a pažitka, ačkoli shluklé bazální pochvy mohou

fungovat jako zásobárna živin během zimního spánku. Pór tvoří cibule jen za určitých podmínek, např. při nepřirozeně dlouhé fotoperiodicitě (Brewster, 2008).

2.1.3 Druhy cibulí

2.1.3.1 Cibule prorůstavá

Cibule prorůstavá, též nazývána jako poschoďová, je křížencem cibule kuchyňské a zimní. Je to vytrvalá, mrazuvzdorná a velmi raná rostlina. Vytváří shluk drobnějších cibulek, ze kterých vyroste 30 až 40 cm vysoká nať. Cibule se nazývá poschoďová proto, že na vysokém stvolu vytváří pacibulky, které mohou dále růst do pater. V takovém případě může rostlina vyrůst až do dvou metrů (Poschoďová cibule: nebojte se experimentovat, 2017)



Obrázek 1 Cibule prorůstavá. Zdroj: Abecedazahrady.cz

2.1.3.2 Cibule kuchyňská žlutá

Cibule žlutá patří k nejstarším ze všech cibulovin. Původem je z Asie – Pákistánu, Afghánistánu a Íránu. V dnešní době se cibule pěstuje všude, od polárního kruhu až po tropické oblasti. Nejlépe se však pěstuje v teplejších oblastech mírného pásma. Cibule se vyznačuje vysokou biologickou hodnotou. Obsahuje provitamín A, vitamíny B1, B2 a je nejvýznamnějším zdrojem vitamínu C. Je dobře skladovatelná, a tak se stává v zimě

největším dodavatelem vitamínů. Navíc obsahuje fytoncidy, které působí antibakteriálně a fungicidně a také látky, které zabraňují otokům (Troníčková, 1985).

Cibule je rostlina dvouletá, v prvním roce vytváří svazek trubkovitých listů a pod zemí cibuli pravou. Ve druhém roce vyrůstá stvol s bohatým okolíkem zelených květů. Cibule se vyskytuje v několika různých barvách, od červenofialové přes růžovou, hnědou a nejčastěji v odstínu slámově žluté (Troníčková, 1985).



Obrázek 2 Cibule kuchyňská žlutá. Zdroj: Přiletíme.cz

2.1.3.3 Pór pravý

Planý pór roste bohatě na severním pobřeží Afriky, v jižní Evropě, Asii i na Kavkazu. Pěstoval se již ve středověkém Egyptě, Řecku i Římě. Dnes se pěstuje téměř na celé planetě, hlavně v západní a jižní Evropě. Oblíbený je pro své široké použití v teplé i studené kuchyni a pro obsah léčivých látek jako jsou draslík, vápník, fosfor, železo, karoten, vitamin C a E (Pěstujeme pórek letní i zimní, 2017).

Pór obsahuje mnoho zdraví prospěšných látek, má tedy i široké působení na zdraví. Díky sírným silicím povzbuzuje chuť k jídlu, posiluje funkci ledvin i zažívacích orgánů, protože podporuje trávení a tvorbu žaludečních šťáv. Vzhledem k jeho diuretickým schopnostem by měl být obsažen v jídelníčku lidí trpících revmatem, dnou či onemocněním cév – je močopudný a odvodňuje. Pór je vhodný jak do studené, tak i teplé kuchyně, do omáček i polévek (Zdravá a chutná zelenina – pór, 2014).

2.1.3.3.1 Pór zimní

Vyznačuje se vysokou mrazuvzdorností. Je vhodný pro naše klimatické podmínky, protože odolává chladu a kolísavým teplotám. Má krátký stvol s rozložitými tmavými listy, které jsou pokryty voskem (Pekárková, 2000).

2.1.3.3.2 Pór letní

Pěstuje se zejména v západní a jižní Evropě. Vyznačuje se světlejšími listy bez voskového povlaku, vzpřímenějším vzrůstem a dlouhým stvolem. Vyznačuje se jemnější chutí než cibule a má velice mnohostranné využití v kuchyni. Listy mladých rostlin jsou bohaté na vitamín C a lze je použít do salátů, obloh nebo pikantních omáček. V teplé kuchyni se využívá ke zvýraznění chuti. Lze je také zmrazit či nasušit, aniž by ztratil hodnotu i barvu (Pekárková, 2000).



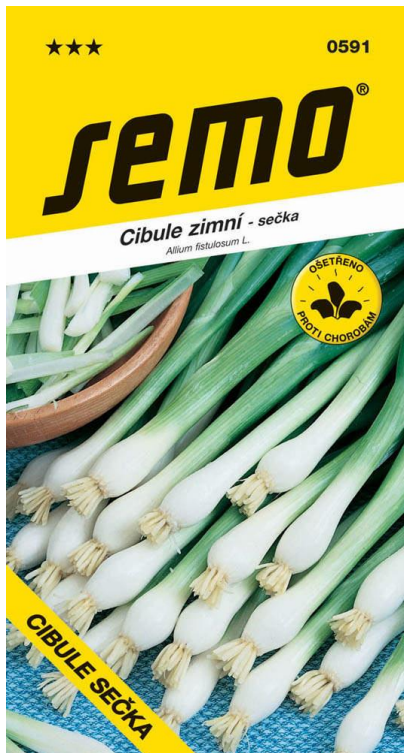
Obrázek 3 Pór. Zdroj: Mipapalla.cz

2.1.3.4 Cibule bílá zimní

Cibule zimní je vytrvalá cibule původně z východní Asie. V západních zemích se pěstuje pod názvem velšská. Je to jedna nejmrazuvzdornějších cibulí, snáší teplotu - 20 °C. Za vhodných podmínek však roste nepřetržitě celý rok. Pěstuje se pro nať, která je zdrojem vitamínu C. Vyznačuje se jemnější a nepříliš palčivou chutí (Pekárková, 2000).

Nejlepší odrůdou této cibule je Gerda, která je vhodná i pro sklizeň natě. Má dvakrát větší obsah vitamínu C než cibule kuchyňská. Obsahuje také fytoncidy ovlivňující trávení i obranyschopnost organismu. Lze ji využívat celoročně pro nať nebo jako velmi ranou lahůdkovou cibuli. Nejlépe je uplatňována zejména v italské a čínské kuchyni, kdy se

používají drobně nakrájené stvoly podobně jako pažitka (Jak pěstovat a sklízet ozimou cibulí?, 2011).



Obrázek 4 Cibule bílá zimní. Zdroj: Truhlíkov.cz

2.1.3.5 Pažitka čínská

Divoká forma této rostliny roste po celé východní Asii, od Mongolska k Filipínám a od Japonska k Thajsku. Snadno se však přizpůsobuje, a tak centrum původu zůstává nejasné. Pažitka se využívá pro své jedlé, česnekově ochucené listy, květenství a u některých odrůd i pro masité kořeny. Pažitka má listy, které vznikají z oddenku jako husté trsy podobné trávě. Stvol je pevný a ostrý. Květy jsou bílé, otevřené a ve tvaru hvězdy (Brewster, 2008).



Obrázek 5 Pažitka čínská. Zdroj: Labužník.cz

2.1.3.6 Cibule bílá obří

Tento druh cibule se řadí mezi krátkodenní typy, proto je důležité si řádně vybrat odrůdu. Aby však tyto cibule dorostly do opravdu velkých rozměrů, je třeba dodržovat jejich dlouhou vegetační dobu. Cibule obří se vyznačuje jemnější chutí (neobsahuje tolik aromatických siličnatých pálivých látek), a proto je vhodná i pro ty, kteří cibuli rádi nemají (Pestré pěstování cibule: obří salátové, šalotky, cibulky k nakládání..., 2011).

2.1.3.7 Cibule šalotka

Cibule šalotka též nazývaná jako česnek askalotský nebo množilka je původem z Asie. V současné době je však rozšířena po celém světě, v Evropě se nejvíce pěstuje ve Francii, Itálii a Nizozemí. Dříve bývala uváděna pod názvem *Allium ascalonicum*, nyní je však zařazována pod cibuli kuchyňskou – *Allium cepa* var. *aggregatum*. Vzhledem se velice podobá cibuli kuchyňské, ale liší se jemnější a kořeněnější chutí. Dalším rozdílem oproti cibuli kuchyňské je i dvojnásobné množství cukru, které dává šalotce nasládlou chuť. Její nejvhodnější použití je ve studené kuchyni, kde se využívá do pomazánek, salátů, ale též do omáček (Šalotka - rady pro snadné pěstování, 2015).



Obrázek 6 Cibule šalotka. Zdroj: Dobrýšálek.cz

2.1.4 Význam

Cibule je globálně druhá nejčastěji pěstovaná zelenina. První místo ve své produkci zauímají rajská jablka. Ročně se vyprodukuje přibližně 53,6 milionů tun této zeleniny na přibližné rozloze kultivační plochy 3 642 tisíc hektarů. V Evropě bylo v roce 2014 vyprodukováno zhruba 6,4 milionů tun. Největšími producenty cibule je Nizozemsko a Španělsko (Agriculture, forestry and fishery statistics, 2016).

Možnosti použití jsou skutečně všestranné. Lze ji použít „za syrova“, ale také péci, vařit, dusit, grilovat nebo smažit. Vlastní kuchyňská příprava může mít vliv na obsah léčivých látek v cibuli obsažených. I právě pro ně je tato zelenina natolik ceněna a je právem považována v gastronomii za královnu kuchyně. V lidovém léčitelství je známa příprava chuťově oblíbeného sirupu z cibule i jeho účinky na lidské zdraví (Cibule jako přírodní lék, 2006).

Z terapeutického zájmu jsou důležité čtyři druhy látek. První jsou látky zodpovědné za příchut' a ostrost. Druhou skupinou jsou frukto-oligosacharidy a fruktany, rozpustné, ale nestravitelné sacharidy, které podporují mikrobiální flóru v dolním trávicím traktu. Cibule také může nahradit selen za síru absorpcí v půdě bohaté na selen, a tak mohou být užitečné pro zvýšení příjmu v oblastech, jako je Velká Británie, kde je příjem selenu nízký (Brewster, 2008).

Další skupinou látek s léčivými účinky v cibuli obsažených jsou fenolické látky. Ty jsou obecně členěny do několika kategorií (Manach et al, 2004):

- 1) Fenolové kyseliny
- 2) Flavonoidy
- 3) Lignany
- 4) Stilbeny

Mnohé práce ve vědecké literatuře naznačují vysokou odrůdovou variabilitu v obsahu polyfenolických látek v cibuli. Varietami typickými pro naši oblast se zatím z hlediska obsahu polyfenolických látek nikdo významněji nezabýval, a z tohoto důvodu se zmíněnou problematikou bude tato práce zabývat.

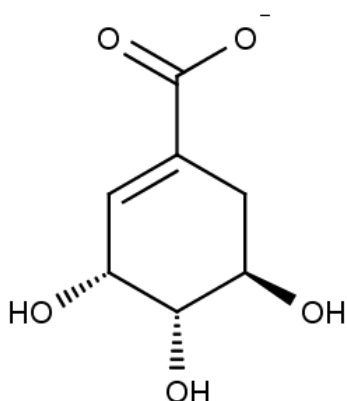
2.2 Polyfenoly

V poslední době se výzkumníci ve spojení s producenty potravin začali enormně zajímat o pozitivní dopady polyfenolických látek na lidský i zvířecí organizmus. Polyfenolické látky lze nalézt téměř ve všem, co jíme. Ve snadno dostupné a přijatelné formě se nacházejí především v zelenině, ovoci, víně a černém čaji. Například v ovoci, jako jsou hrozny, jablka, hrušky, třešně a jahody lze přijmout 200 až 300 mg polyfenolů ve 100 gramech čerstvé hmotnosti (Pandey, Rizvi, 2009). I typická sklenka červeného vína nebo šálek čaje či kávy obsahuje přibližně 100 mg polyfenolů. Dále k příjmu polyfenolů do lidského organismu nemalou měrou přispívá i konzumace obilnin, luštěnin a čokolády (Scalbert et al., 2010 a Spencer et al., 2008).

Hlavní důvod zvýšeného zájmu o polyfenolické látky spočívá v jejich biologické aktivitě. Výzkum je směřován především do oblasti antioxidačních vlastností polyfenolů a jejich pravděpodobné roli v prevenci různých onemocnění související s oxidačním stresem. Do této oblasti spadá například problematika vzniku rakovinného bujení, kardiovaskulární nebo neurodegenerativní choroby (Pandey, 2009).

Doposud bylo popsáno více než 8000 polyfenolických sloučenin, z nichž přes 4000 spadá do kategorie flavonoidů. (Tsao, 2010). Společným biochemickým prekurzorem všech

těchto fenolických sloučenin je aminokyselina fenylalanin nebo její blízký prekurzor, šikimát (Kondratyuk, Pezzuto, 2004).



Obrázek 7 Vzorec šikimátu. Zdroj: Akademon.cz

Primárně se polyfenoly vyskytují v konjugované formě, a to s jedním nebo více zbytky cukrů. Bylo také popsáno navázání s jinými sloučeninami, jako jsou karboxylové kyseliny, organické aminy a lipidy nebo napojení na jiný fenol. (Kondratyuk, Pezzuto, 2004).

Polyfenolické sloučeniny mohou být členěny do kategorií dle různých parametrů. Nejčastěji jsou členěny na základě biologické funkce, zdroje původu či dle počtů fenolových kruhů, které obsahují. Hlavní skupina zahrnuje fenolové kyseliny, flavonoidy, stilbeny a lignany (Pandey, Rizvi, 2009).

2.2.1 Druhy fenolových sloučenin

2.2.1.1 Fenolové kyseliny

Fenolové (fenolické) kyseliny jsou důležité aromatické sekundární metabolity, které se objevují napříč rostlinnou říší. Jsou odvozeny od kyseliny benzoové nebo skořicové a mají proměnlivý počet hydroxylových skupin. (Robbins, 2003).

Vyvážená strava zahrnující dostatečné množství ovoce, zeleniny a celozrnných výrobků, obsahuje také veliké množství fenolových kyselin. Zdrojem je mango, jeřabiny, jablka, citrusové plody, švestky, třešně, kiwi, cibule, čaj, káva, červené víno, pšenice, rýže,

kukuřice a oves. Vzhledem ke svému rozšíření v různých druzích potravin, lidé denně konzumují dostatečné množství těchto látek (Fernandez de Simon et al., 1992; Shahidi, Naczki, 2003).

Fenolické kyseliny lze rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou deriváty kyseliny benzoové a druhou deriváty kyseliny skořicové (Pandey, Rizvi, 2009). Všechny fenolické kyseliny jsou odvozeny od aromatické aminokyseliny L-fenylalaninu, který se sám syntetizuje z chlorismátu, který je finálním produktem šikimátové cesty (Robbins, 2003).

Tabulka 1 Deriváty skupin fenolických kyselin

Deriváty kyseliny hydroxyskořicové	Deriváty kyseliny hydroxybenzoové
<i>o</i> -kumarová	<i>p</i> -hydroxybenzoová
<i>m</i> -kumarová	Vanillová
<i>p</i> -kumarová	Syringová
Ferulová	Protokatechová
Sinapová	Gallová
Kávová	Veratrová

Zdroj: web.vscht.cz

Fenolické kyseliny jsou zajímavé zejména svými ochrannými schopnostmi. Jsou známé silné antibakteriální účinky, a to zejména u kyseliny ferulové, vanillové, *p*-hydroxyskořicové, *p*-hydroxybenzoové, syringové, kávové, protokatechové a *p*-kumarové, které byly izolované z různých rostlinných zdrojů. Mechanismus účinku fenolických sloučenin je popisován jako nespecifický a vede ke změnám v cytoplazmatické membráně (Fernandez de Simon et al., 1992). Je také známo, že kyselina kávová – jedna z nejvýznamnějších přirozeně se vyskytujících skořicových kyselin – blokuje biosyntézu leukotrienů, což jsou složky, které se zapojují do imunoregulace onemocnění, astmatu i alergických reakcí (Yasuko et al, 1984). Studie Olthof et al. (2001) prokázaly, že kyselina kávová a některé z jejích esterů mohou mít protinádorovou účinnost proti karcinomu tlustého střeva. Navíc některé kyseliny, včetně ferulové, *p*-kumarové, protokatechové i kávové vykazují imunostimulační efekt. Mezi další obranné účinky kyseliny ferulové a galové patří ochrana proti oxidačnímu stresu včetně ochrany DNA. Nedávné studie prokázaly, že tyto sloučeniny mohou být použity k léčbě nebo

prevenci rakoviny či kardiovaskulárních onemocnění (Rogerio et al., 2010; Kassim et al., 2010).

Hydroxybenzoová kyselina má obecnou strukturu C6-C1 přímo odvozenou od kyseliny benzoové (Tsao, 2010). Množství kyseliny hydroxybenzoové je v konzumovaných částech rostlin velmi malé, s výjimkou některého červeného ovoce, černé ředkve a cibule. V těchto druzích může hladina fenolových kyselin dosáhnout i několika desítek miligramů na kilogram čerstvé hmotnosti (Shahidi, Naczki, 2003). Mezi zdroje kyseliny gallové patří čaj, jehož lístky mohou obsahovat až 4,5 g na kilogram čerstvé hmotnosti. Mimo jiné jsou hydroxybenzoové kyseliny součástí složitých chemických struktur, jako jsou hydrolyzované taniny (například gallotaniny v mangu a ellagitaniny v červeném ovoci, jako jsou jahody, maliny a ostružiny (Manach et al., 2004).

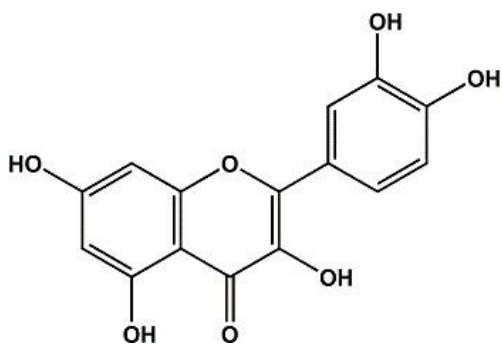
Deriváty kyseliny hydroxyskořicové se vyskytují mnohem častěji a jsou to hlavně kyselina p-kumarová, kávová, ferulová a sinapová. Tyto kyseliny se nacházejí v rostlinných orgánech jen zřídka ve volné formě. Volné formy bývají artefakty z chemické nebo enzymatické hydrolyzy při extrakci tkáně. Vliv na jejich obsah může mít způsob zpracování a uchování. K jejich navýšení obsahu dochází zpracováním potravin mrazením, sterilizací nebo fermentací (Clifford, 1999). Mezi ovoce s nejvyšším obsahem derivátů kyseliny hydroxyskořicové patří borůvky, kiwi, švestky, třešně a jablka, obsahující 0,5 až 2 g kyseliny na kilogram čerstvé hmotnosti (Macheix et al., 1992).

2.2.1.2 Flavonoidy

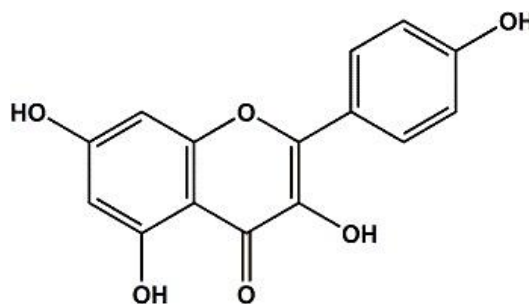
Flavonoidy jsou polyfenolické sloučeniny, které se běžně vyskytují v rostlinách a tvoří významnou součást lidské stravy. Díky velkému rozšíření byly popsány (Chen A. Y, Y. Ch. Chen, 2013) antioxidační a protizánětlivé účinky flavonoidů a dokonce i potenciál v boji s rakovinou. Kromě toho inhibují peroxidaci lipidů, agregaci krevních destiček a křehkost a propustnost kapilár. V poslední řadě slouží také jako chelátory dvojmocných kovů a radikálů (Cook, Samman, 1996).

2.2.1.2.1 Flavonoly

Nejvíce rozšířenými flavonoidy v potravinách jsou flavonoly a hlavními zástupci jsou kvercetin a kemferol. Flavonoly se hromadí především ve vnějších slupkách ovoce a zeleniny, protože jejich syntéza je stimulována slunečním zářením. Vyskytují se v relativně nízkých koncentracích $\approx 15\text{-}30$ mg na kilogram čerstvé hmotnosti. Mezi nejbohatší zdroje patří cibule (až 1,2 g/ kg čerstvé hmotnosti), kapusta, pórek, brokolice a borůvky. Dalším zdrojem je červené víno a čaj s obsahem až 45 mg flavonolů na litr (Manach et. al, 2004). V závislosti na působení slunečního záření byly zjištěny značné rozdíly mezi kousky ovoce stejného stromu, a dokonce i mezi jednotlivými stranami jednoho kusu ovoce (Price et. al, 1995). Podobné je to u listové zeleniny jako je hlávkový salát a zelí, kdy je koncentrace glykosidů na zelených vnějších vrstvách více než desetkrát vyšší než ve vnitřních vrstvách (Herrmann, 1976). Tento jev odpovídá i vyššímu obsahu flavonolů v cherry rajčátkách než u standardních rajčat vlivem odlišné proporce pokožky (Manach et. al, 2004).

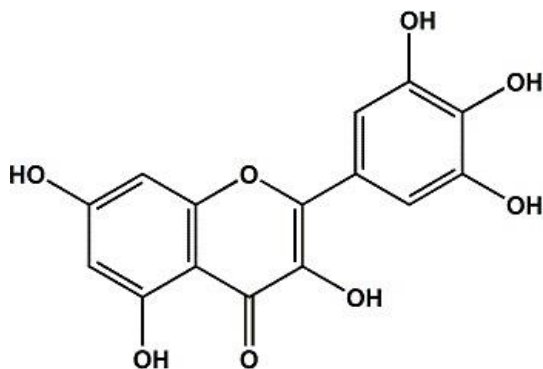


Obrázek 8 Kvercetin



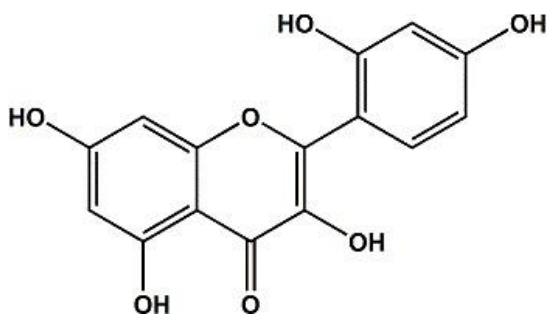
Obrázek 9 Kemferol

Dalším neméně významným flavonolem je myricetin. Myricetin je strukturně velice podobný kvercetinu, kemferolu, morinu a fisetinu. Sloučenina někdy bývá označována jako hydroxykvercetin, a to právě pro svou podobnost s kvercetinem. Myricetin je jedna z důležitých fenolických sloučenin přítomných v různých potravinách a nápojích. Vykazuje širokou škálu aktivit zahrnující silný antioxidační, protirakovinný, antidiabetický a protizánětlivý účinek. Projevuje také několik činností spojených s centrálním nervovým systémem a četné studie ukázaly, že tato sloučenina může být přínosem pro ochranu při onemocnění jako je Parkinsonova či Alzheimerova choroba. (Semwal et al., 2016)



Obrázek 10 Myricetin

Mezi netypické flavonoly patří morin. Vyskytuje se v listech morušovníku bílého (*Morus alba*). Morin je odvozen od kemferolu, ale navíc obsahuje hydroxyskupinu v poloze C-2' (Velíšek, 2009).

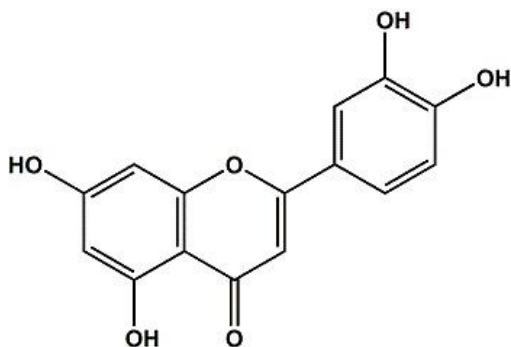


Obrázek 11 Morin

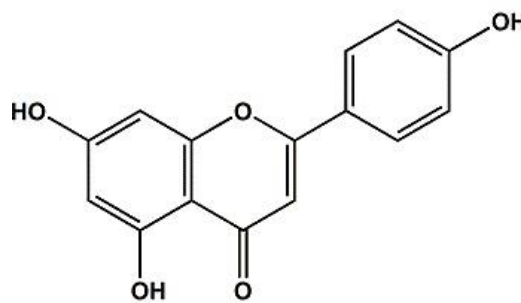
2.2.1.2.2 Flavony a flavanoly

Méně se vyskytující skupinou v ovoci a zelenině jsou flavony. Skládají se především z glykosidů luteolinu a apigeninu. Jediné důležité jedlé zdroje obsahující flavony jsou petržel, celer (apigenin) a červená paprika (luteolin) (Hertog et al., 1992). Hlavními flavanoly jsou katechiny. Mezi hlavní zdroje katechinů patří čokoláda a čaj. Jeden hrneček zeleného čaje obsahuje 200 g/l katechinů (Lakenbrink et. al, 2000). Mladé výhonky suchých čajových lístků obsahují 200-340 mg katechinů, galocatechinů a jejich derivátů (Scalbert, Williamson, 2000). Černý čaj má naopak asi o polovinu méně tohoto množství, a to kvůli oxidaci na složitější polyfenoly v průběhu fermentace. Kůže

citrusových plodů obsahuje velké množství polymethoxylovaných flavonů: tangeretinu, nobiletinu a sinensetinu a to až do 6,5g/ l silice mandarinky (Manach et al., 2004).



Obrázek 9 Luteolin



Obrázek 10 Apigenin

2.2.1.2.3 Flavanony

Flavanony se nacházejí v rajčatech a některých aromatických rostlinách, jako je máta. Ve vysokých koncentracích je však najdeme pouze u citrusových plodů. Hlavními aglykony jsou zde naringenin v grapefruitech, hesperetin v pomerančích a eriodictyol v citronech. Flavanony jsou obecně glykosilovány v poloze 7, a to neohesperidózou, která dodává hořkou chuť (například naringenin v grapefruitu), nebo rutinózou, která je bez příchuti. Pomerančová šťáva obsahuje 200 až 600 mg hesperidinu /l a mezi 15 až 85 mg narirutinu/l a jedna sklenice pomerančové šťávy může obsahovat mezi 40 a 140 glykosidy flavanonů (Tomas-Barberán, Clifford, 2000). Pevné části citrusových plodů, zvláště bílé houbovitě a membrány odděluující segmenty, jsou velice bohaté na flavanony a celé ovoce tak může obsahovat až 5krát více flavanonů než sklenice pomerančové šťávy (Manach et al., 2004).

2.2.1.2.4 Anthokyany

Další skupinou flavonoidů jsou anthokyany. Anthokyany jsou pigmenty, které jsou rozpuštěné v tekutině vakuol epidermálních tkání květů a plodů. Existují v různých chemických formách, v závislosti na pH, a to jak barevné, tak nebarevné a udělují materiálu růžovou, červenou, modrou nebo fialovou barvu (Manach et al., 2004). Aglykonovou formou jsou antkokyany, které jsou velmi nestabilní a vlivem pH nebo oxidace může dojít k jejich degradaci. Degradaci je zabráněno glykosylací obecně

glukózou a esterifikací organickými kyselinami, zejména kyselinou citronovou a jablečnou. Další možností je stabilizace tvorbou komplexů s jiným flavonoidem. (Velíšek, 2009).

Anthokyaniny se nacházejí v červeném víně, některých odrůd obilovin a některé listové a kořenové zelenině (lilek, zelí, fazole, cibule, ředkvičky), ale nejvíce se vyskytují v ovoci. Nejvíce se vyskytujícím anthokyanem v potravinách je kyanidin. Obsah anthokyanů v potravinách je přímo úměrný intenzitě barvy a dosahuje hodnot až 2–4 g / kg čerstvé hmotnosti v černém rybízu nebo ostružinách. Na množství těchto látek má veliký vliv dozrání. Anthokyaniny se vyskytují převážně v pokožce, s výjimkou některých druhů červeného ovoce, v jakém se vyskytují také v dužině (třešně a jahody). Víno obsahuje $\approx 200\text{--}350$ mg anthokyanů / l, a tyto anthokyaniny se transformují do různých složitých struktur. (Clifford, 2000).

Všechny flavonoidy se v biologickém materiálu nacházejí výhradně vázané na molekulu některého sacharidu ve formě glykosidů. Volných flavonoidních aglykonů je obvykle velmi malé množství (Velíšek, 2009).

2.2.1.3 Lignany

Základ lignanů tvoří 2 fenylypropanové jednotky. Lignany jsou bioaktivní nekalorické fenolické rostlinné látky, které se v nejvyšších koncentracích vyskytují ve lněných a slunečnicových semínkách (obsah secoisolariciresinolu až 3,7 g / kg suché hmotnosti), v nižších koncentracích v zrnech a jiných semenech, v ovoci a zelenině. Koncentrace lignanů ve lněných semínkách je přibližně 1000 krát vyšší než v těchto ostatních potravinových zdrojích (Adlercreutz, Mazur, 1997). Dalšími zdroji jsou řasy, luštěniny (čočka), obiloviny (triticale a pšenice), zelenina (česnek, mrkev, chřest) a ovoce (hrušky, švestky) (Thompson et. al, 1991). Savčí lignany (enterolignany) jsou metabolity produkované lidskými střevními bakteriemi. Byly identifikovány v lidské moči, a dokonce i v plazmě (Adlercreutz, Mazur, 1997). Slabé estrogenní a dalších biochemické vlastnosti naznačují potenciál v prevenci kardiovaskulárních a dalších chronických onemocněních (Peterson et al., 2014).

2.2.1.4 Stilbeny

Stilbeny jsou sloučeniny skupiny přirozených obranných polyfenolů, které se vyskytují v mnoha rostlinných druzích. Nejznámějším je resveratrol, který se vyskytuje převážně v pokožce hroznů (0.3-7 mg aglykonů /l a 15 mg glykosidů/l v červeném víně) a grepu, u kterého byly prokázány antikarcinogenní, chemopreventivní a neuroprotektivní účinky (Manach et. Al, 2004). Další potenciální zdravotní výhody souvisí s bojem proti obezitě a diabetu. Studie na hlodavcích ukázaly, že se resveratrol efektivně podílí na snižování hladinu inzulínu v krvi. Bylo zjištěno, že inhibice sekrece inzulínu vlivem resveratrolu byla v důsledku metabolických změn v β buňkách (Szkudelski, Szkudelska, 2011). Jelikož se však resveratrol nachází v tak malém množství, je jeho ochranný účinek při normálním nutričním příjmu nepravděpodobný (Manach et al., 2004).

Nedávné studie ukázaly, že i další stilbenové sloučeniny, jako jsou pterostilben a astrigin mohou mít mnohem vyšší dostupnost a lepší neuroprotektivní aktivitu než samotný resveratrol (Reinisalo et al, 2015).

2.2.2 Vliv podmínek na obsah polyfenolů

2.2.2.1 Vliv klimatických podmínek

Klimatické podmínky mají zásadní vliv na obsah polyfenolů v rostlinách. Faktory ovlivňující obsah mohou být různé, např. typ půdy, pobyt na slunci, srážky, podmínky ve skleníku, na poli nebo hydroponie. Vystavení světlu má značný vliv na většinu flavonoidů, neboť stupeň zralosti výrazně ovlivňuje koncentraci polyfenolů. Obecně platí, že během zrání dochází ke snižování koncentrace fenolových kyselin, zatímco koncentrace antokyanů se zvyšuje (Macheix et al., 1990). Polyfenolické látky, zejména fenolové kyseliny se přímo zapojují při stresových situacích rostlin, a to tak, že přispívají k uzdravení poškozených oblastí, mají antimikrobiální vlastnosti a jejich koncentrace se po infekci mohou zvýšit. Ačkoli je málo studií zaměřených na tuto problematiku, je obsah polyfenolů v zelenině organicky pěstované nebo pěstované v udržitelném zemědělství vyšší než u zeleniny pěstované bez stresu, za běžných nebo hydroponických podmínek. Toto tvrzení Asami et al. (2003) ukázali na jahodách, ostružinách a kukuřici.

2.2.2.2 Vliv očištění cibule

Flavonoidy jsou v cibuli nejvíce soustředěny ve vnějších slupkách. Až 90 % kvercetinů je lokalizováno v první a druhé vrstvě. (Mizuno et al., 1992). Aby byly maximalizovány přínosy pro zdraví, je třeba zasahovat co nejméně do vnějších slupek. Dokonce i menší zásah do vnějších slupek má za následek značnou ztrátu flavonoidů. Například červená cibule může přijít asi o 20 % kvercetinů a téměř o 75 % antokyanů (World's healthiest foods).

2.2.2.3 Skladovací podmínky

Bylo zjištěno, že skladování cibule po dobu 6 týdnů v různých podmínkách mělo za následek pokles celkových antokyanů o 64-73 %, který se projevil snížením celkové antioxidační aktivity o 29-36 % (Kim, 2015). Je důležité zmínit, že cibule jsou považovány za jedny z hlavních zdrojů antioxidantů, jejichž hladina aktivity je dána odrůdou a barvou. Proto by měly být cibule skladovány v dobře větraném prostoru při pokojové teplotě, mimo dosah tepla a jasného světla. Dále je nutné cibule chránit před chladem a umístit je do koše či misky s vyvýšenou základnou tak, aby mohl vzduch proudit i zespoda. Všechny druhy cibulí by měly být skladovány odděleně od brambor, jinak dochází k absorbování vlhkosti i etylenu, a tím k rychlejšímu zkažení (Keep Your Onions & Potatoes Separated And Other Tips For Storing Fruits & Vegetables, 2014).

2.2.2.4 Vliv kuchyňské přípravy

Studie Sharmy et al. (2015) se zabývala různými analýzami 6 odrůd červené cibule. Dle autorů má zahřívání vliv na zvýšení flavonoidů při 120 °C, naopak při navýšení teploty na 150 °C dochází ke snižování daného množství. Ani zahřívání po dobu 24 hodin na 36°C nemělo žádný vliv na změny v množství celkových flavonolů, ačkoli prodloužení zahřívání na 96 hodin mělo již značný vliv na snížení obsahu flavonolů. Protikladem je však jiná studie, která zjistila, že smažením došlo ke ztrátě o 23-29 % (v závislosti na době smažení) konjugátů kvercetinů (Price et al., 1997) a při vaření od 3 do 60 minut došlo k 75% ztrátě kvercetinů. Tato ztráta však není způsobená rozpadem, ale pouze vyloučením kvercetinových konjugátů do vody (Makris a Rossiter, 2001, Price et al., 1997).

2.2.3 Vliv polyfenolů na zdraví

Epidemiologické studie opakovaně prokázaly inverzní vztah mezi rizikem chronických lidských onemocnění a stravou bohatou na polyfenoly (Scalbert et al., 2005; Arts, Hollman, 2005). Polyfenoly mohou přijmout elektron, čímž vznikne relativně stabilní fenox radikál, který přeruší řetězovou reakci oxidace v buňkách (Clifford, 2000). Je také známo, že potraviny a nápoje mohou zvýšit antioxidační kapacitu v plazmě. Zvýšení antioxidační kapacity díky stravě bohaté na polyfenoly lze vysvětlit buď přítomností redukčních polyfenolů, jejich metabolitů v plazmě a jejich vlivu na jiná antioxidační činidla, nebo podle jejich účinku na absorpci pro-oxidačních složek potravy jako je železo (Scalbert et al., 2005). Spotřeba antioxidantů byla spojena se snížením množství oxidačního poškození lymfocytární DNA. Podobná pozorování byla provedena u potravin a nápojů bohatých na polyfenoly, u kterých byly uvedeny ochranné účinky polyfenolů (Vitrac et al., 2002). Dokazuje se, že polyfenoly jako antioxidanty mohou chránit buňky před oxidačním poškozením, a proto omezují rizika různých degenerativních onemocnění souvisejících s oxidačním stresem (Luqman, Rizvi, 2006; Pandey, Rizvi, 2010).

2.2.3.1 Kardioprotektivní účinky

Řada studií prokázala, že konzumace polyfenolů omezuje výskyt ischemické choroby srdeční (Renaud, de Lorgeril, 1992; Nardini et al., 2007). Ateroskleróza je chronické zánětlivé onemocnění, které se vyvíjí v oblastech středních tepen. Ateroklerotické léze mohou být přítomny a skryty i desítky let, než se vlivem patologických stavů stanou aktivní. Patologickým stavem může být akutní infarkt myokardu, nestabilní angina pectoris nebo náhlá srdeční smrt (Vita, 2005). Polyfenoly jsou účinnými inhibitory oxidace LDL a tento typ oxidace je považován za klíčový mechanismus při rozvoji aterosklerózy (Aviram et al., 2000). Další mechanismy, které chrání před kardiovaskulárními chorobami, jsou antioxidační, protisrážlivý, protizánětlivý účinek, zvýšení HDL a zlepšení endoteliální funkce (García-Lafuente et al., 2009).

U kvercetinu, hlavního polyfenolu v cibuli, bylo prokázáno, že je nepřímo spojen s úmrtností z koronárního srdečního onemocnění inhibicí exprese metaloproteinázy 1 (MMP1), která štěpí za fyziologických podmínek mezibuněčnou hmotu, hlavně intersticiální kolagen. Inhibice exprese MMP1 pak způsobí porušení ateroklerotických

plátů (García-Lafuente et al., 2009). Katechiny v čaji naopak prokázaly, že inhibují invazi a proliferaci buněk hladkého svalstva v arteriální stěně. Tento mechanismus může přispět ke zpomalení tvorby ateromatózní léze (Maeda et al., 2003). Polyfenoly také mohou vykazovat antitrombotické účinky prostřednictvím inhibice agregace krevních destiček. Konzumace červeného i nealkoholického vína snižuje dobu krvácení i agregaci trombocytů. Trombóza způsobená zúžením koronární tepny může být potlačena podáváním červeného vína nebo grepové šťávy (Demrow et al., 1995). Polyfenoly také mohou zlepšit endoteliální dysfunkci spojenou s různými rizikovými faktory pro vznik aterosklerózy před vlastním vznikem aterosklerotického plátu. Bylo navrženo použití polyfenolů jako prognostický nástroj pro ischemickou chorobu srdeční (Schächinger et al., 2000).

2.2.3.2 Protirakovinné účinky

Vliv polyfenolů na buněčné linie karcinomu je nejčastěji ochranný a vyvolává snížení počtu tumorů nebo potlačení jejich růstu (Yang et al., 2001). Tyto účinky byly pozorovány na různých částech těla, včetně úst, žaludku, dvanácterníku, tlustého střeva, jater, plic, mléčné žlázy nebo kůže. Byly testovány polyfenoly, jako jsou kvercetin, katechiny, lignany, flavanony, kyselina ellagová, polyfenoly obsažené v červeném víně, resveratrol a kurkumin. Všechny z nich ukázaly ochranné účinky, ačkoli bylo zjištěno, že mají různý mechanismus působení (Johnson et al., 1994).

Rozvoj rakoviny nebo karcinogeneze je vícestupňový proces, mající tři hlavní fáze: iniciace, propagace a progres. Iniciace je dědičná vada buňky. Buňka pak může získat potenciál maligní transformace. V tomto stádiu však může být proces zastaven. Pokud není, následuje propagace a progres. Propagace je však ovlivněna faktory, které už nemění DNA sekvence a zahrnuje výběr a klonální expanzi iniciovaných buněk (Pandey, Rizvi, 2009).

Bylo identifikováno několik mechanismů účinků polyfenolů, mezi ně patří například estrogenní/antiestrogenní účinnost, indukce zástavy buněčného cyklu nebo apoptóza, prevence oxidace, indukce detoxikačních enzymů, regulace imunitního systému hostitele, protizánětlivá aktivita a změny v buněčné signalizaci (García-Lafuente et al., 2009).

Při zkoumání kvercetinu bylo zjištěno, že má protirakovinné účinky proti benzo(a)pyrenům, který u myši způsobuje karcinomy plic. Účinek je připisován schopnosti zachycovat volné radikály (Kamaraj et al., 2007). Resveratrol naopak účinkuje ve všech fázích vývoje rakoviny a bylo zjištěno, že je účinný u většiny typů rakoviny, včetně rakoviny plic, kůže, prsu, prostaty, žaludku, tlustého střeva a konečníku. Bylo také prokázáno, že potlačuje angiogenezi a růst metastáz. Rozsáhlé údaje o lidských buněčných kulturách ukazují, že resveratrol může modulovat více drah zapojených do buněčného růstu, apoptózy a zánětu (Athar et al., 2007).

2.2.3.3 Antidiabetické účinky

Zvýšení hladiny glukózy vede k fyziologické nerovnováze s nástupem hyperglykémie a následně k diabetu mellitu. Existuje dvě hlavní kategorie; diabetes 1. typu a 2. typu. Studie ukázaly, že vlivem změněných podmínek dochází ke změnám fyziologickým parametrům těla (Rizvi, Zaid, 2005). Dlouhodobé účinky diabetu zahrnují progresivní vývoj specifických problémů, jako jsou retinopatie, které ovlivňují vidění a vedou k oslepnutí; nefropatie, které vedou k porušení funkce ledvin, a neuropatie, která je spojená s rizikem amputace, vředů na nohou a také může dojít k sexuální dysfunkci. Četné studie ukázaly antidiabetické účinky polyfenolů. Byly například zkoumány katechiny obsažené v čaji a jejich vliv na diabetes mellitus (Rizvi et al., 2005). Polyfenoly mohou ovlivnit glykémii prostřednictvím různých mechanismů, včetně inhibice absorpce glukózy ve střevě nebo vychytávání glukózy ve tkáních (Matsui et al., 2002).

O kvercetinu, který je hlavním polyfenolem v cibulích, je známo, že vykazuje silnou antidiabetickou aktivitu. Studie dle Rizvi a Mishra (2009) ukazuje, že kvercetin má schopnost chránit změny u diabetiků během oxidačního stresu. Kvercetin významně chrání před peroxidací lipidů a inhibuje antioxidační systém. Kyselina ferulová, která je další z polyfenolů hojně zastoupena v zelenině a kukuřičných otrubách, má podobné účinky. Řada důkazů ukázala, že ferulová kyselina působí jako silné antidiabetické činidlo tím, že působí na mnoha úrovních. Bylo prokázáno, že kyselina ferulová snižuje hladinu glukózy v krvi a následně zvyšuje inzulín v plazmě, a tak koreluje krevní glukózu a inzulín v plazmě (Barone et al., 2009; Jung et al., 2007).

2.2.3.4 Neuroprotektivní účinky

Při neurodegenerativních onemocnění dochází k oxidačnímu stresu a následnému poškození mozku. Mezi nejčastěji se vyskytující choroby je Alzheimerova choroba, která postihuje až 18 milionů lidí po celém světě. Vzhledem k tomu, že polyfenoly vykazují silný antioxidační charakter, jejich konzumace může mít veliký význam v ochraně proti neurologickým onemocněním (Letenneur et al., 2007). Bylo zjištěno, že u lidí, kteří pili tři až čtyři sklenky vína denně, došlo ke snížení výskytu demence a Alzheimerovy choroby o 80 % ve srovnání s těmi, kteří pili méně nebo víno nepili vůbec (Scarmeas et al., 2007).

Resveratrol, hojně zastoupený ve víně, vychytává O₂- a OH[•] in vitro, stejně jako volné radikály lipidů. Tato antioxidační aktivita se pravděpodobně podílí na příznivém účinku u starších osob, které pijí červené víno v rozumné míře (Markus, Morris, 2008). Bylo zjištěno, že konzumace ovocných a zeleninových šťáv, které obsahují vysoké koncentrace polyfenolů, alespoň třikrát týdně, může hrát důležitou roli v oddálení nástupu Alzheimerovy choroby (Dai et al., 2006). Polyfenolické látky z ovoce a zeleniny se zdají být neocenitelná potenciální činidla uplatňující se při ochraně nervové soustavy na základě jejich schopnosti ovlivňovat a regulovat řadu buněčných procesů, jako je například signalizace, proliferace, apoptóza redox rovnováha a diferenciace (Singh et al., 2008).

Studie dle Aquilano et al. (2008) uvádí, že podávání polyfenolů poskytují ochranný účinek proti Parkinsonově chorobě, která je charakterizovaná degenerací neuronů v *substantia nigra zona compacta*. Studie byly spojeny s konzumací zeleného čaje a snížením rizika vzniku Parkinsonovy choroby.

2.3 Analytické metody

Pro zjištění množství flavonoidů v biologickém materiálu se v posledních letech nejčastěji používají dvě analytické techniky: kapilární elektroforéza a kapalinová chromatografie. Flavonoidy jsou v přirozeném materiálu většinou vázány s molekulou některého sacharidu a vytvářejí tak glykosid. Těchto sloučenin je velké množství a v jednom materiálu je jich obvykle přítomno více druhů. Na druhou stranu, počet flavonoidních aglykonů je poměrně nízký. Při posuzování obsahu flavonoidů v materiálu

se volí dvě cesty. Stanovuje se obsah dominantního flavonoidního glykosidu (např. rutinu) nebo se veškeré glykosidy převedou kyselou hydrolyzou na aglykony a stanoví se jejich celkové množství. Tento postup také vyžaduje méně standardních látek (Dadáková, 2009).

2.3.1 Chromatografie

Chromatografie patří mezi jednu z nejvýznamnějších analytických separačních metod. Zajišťuje dělení složek organických i anorganických látek mezi dvě fáze, a to fází nepohyblivou (stacionární fáze) a pohyblivou (mobilní fáze). Ačkoli bývá pohyblivou fází plyn nebo kapalina, nepohyblivá část může mít rozdílnou formu. Nepohyblivou fází mohou být částičky pevné fáze, film kapaliny na pevné látce či kapalina umístěná na nosiči. Tyto dvě fáze jsou rozdílné některými fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Pro zjednodušení se jakákoli forma stacionární fáze označuje jako sorbent. (Křížek, Šíma, 2015)

Sorbentem se naplní kolona, kterou prostupuje mobilní fáze. Při kontaktu fáze stacionární s fází mobilní, obsahující vzorek, dochází k interakcím, které jsou rozhodující pro průběh dělicího procesu (Křížek, Šíma, 2015).

Podle interakcí se jednotlivé chromatografické metody dělí např. na adsorpční, rozdělovací, iontově výměnnou či gelovou. Názvy byly odvozeny na základě mechanismu separace. Jelikož je však separace podmíněna dvěma i více mechanismy, je v praxi používanější členění na kapalinovou a plynovou chromatografii podle charakteru mobilní fáze (Křížek, Šíma, 2015).

2.3.1.1 Kapalinová chromatografie

Kapalinová chromatografie je specifická forma sloupcové chromatografie používající se zpravidla v biochemii k analýze pro oddělení, identifikaci a kvantifikaci vybrané látky. HPLC využívá jako separační prostředí kolony naplněné stacionární fází a pumpy čerpající mobilní fází přes kolonu. Další součástí přístroje je detektor, který registruje rozdělené složky směsi. Vzorek se zavádí v malém množství pomocí mikrostříkačky nebo

automatického injektoru do proudu mobilní fáze a je zpomalován vlivem chemických a fyzikálních interakcí na stacionární fázi (Křížek, Šíma, 2015).

Zpoždění je závislé na povaze analytu a složení jak stacionární, tak mobilní fáze. Čas, ve kterém analyt vychází z konce kolony, se nazývá retenční čas. Nejvíce používanými rozpouštědly bývají jakékoliv kombinace vody a organických sloučenin (nejběžnější je methanol a acetonitril) (Xiang et. al, 2006, Abidi, 1991). Aby byla separace úspěšná, musí se během analýzy měnit složení mobilní fáze. Tyto změny jsou známé jako gradientová eluce (Xiang et. al, 2006). Gradient odděluje směsi analytu na základě afinity analytu pro aktuální mobilní fázi (Malviya et. al 2010).

Kapalinovou chromatografii použili například Caridi et al. (2006) ke stanovení kvercetinu a jeho glukosidů. I Ying et al. (2009) stanovili polyfenoly v hlohu peřenoklaném.

2.3.1.2 Kapilární zónová elektroforéza

Kapilární zónová elektroforéza, též známá jako vysokoúčinná kapilární elektroforéza (HPCE), patří mezi novější vysoce moderní analytické techniky. Tato dělicí technika využívá k separaci složek vzorku jejich rozdílné pohyblivosti ve stejnosměrném elektrickém poli vytvářeném v křemenné kapiláře (Křížek, Šíma, 2015).

Mezi hlavní výhodu této metody patří možnost navýšení svorkového napětí až k hodnotě 30 kV, což by u běžné elektroforézy způsobilo zahřátí tlumivého roztoku, a tím k následnému znehodnocení analýzy. Při použití této metody je však vzniklé teplo odvedeno stěnou kapiláry do prostoru okolo termostatu (Křížek, Šíma, 2015).

Křemenná kapilára má však také velmi významnou vlastnost, a tou je existence elektroosmotického toku kapaliny kapilárou. Elektroosmotický tok je proudění kapaliny kapilárou jedním směrem, a to ke katodě. Tento jev je způsoben nahrazováním iontů H^+ na vnitřní straně povrchu kapiláry nejčastěji za Na^+ ionty, které jsou běžně součástí tlumivého roztoku. Kationty sodíku směřují vlivem své hydratace za sebou a strhávají i roztok v kapiláře. Tento tok je při $pH \approx 2$ skoro nulový, ale se vzrůstem pH se zvyšuje (Křížek, Šíma, 2015).

Při kapilární elektroforéze se pracuje se dvěma rezervoáry naplněnými tlumivými roztoky, které jsou spojeny kapilárou, která je rovněž naplněná tlumivým roztokem. Principem

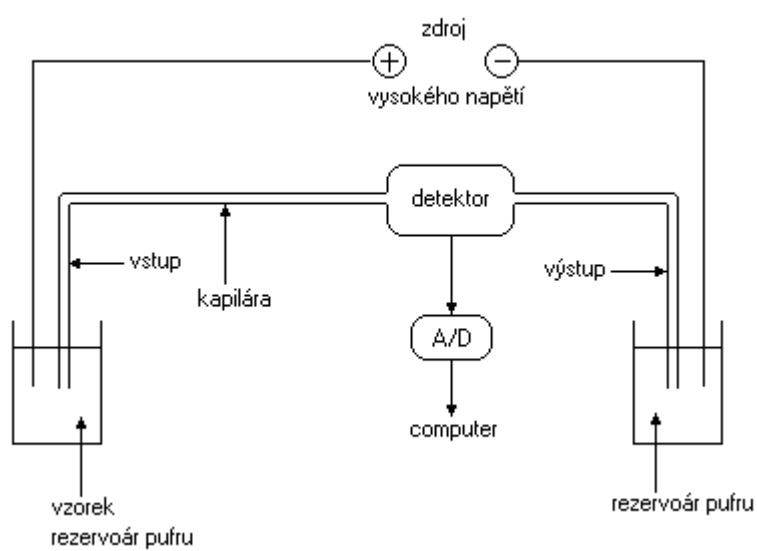
této reakce je při 10-30 kV elektroosmotický tok, který transportuje kationty i anionty směrem k detektoru. Cestou k detektoru ale dochází k jejich separaci, v závislosti na délce kapiláry, rychlosti elektroosmotického toku a pohyblivosti separovaných iontů (Křížek, Šíma 2015).

2.3.1.2.1 Micelární elektrokinetická kapilární chromatografie (MECC)

Technika MECC pomáhá využívat kapilární zónovou elektroforézu i pro rozdělování látek, které jsou nenabitě (elektroneutrální). Při této metodě se v tlumivém roztoku rozpouští v tzv. nadkritické koncentraci (10-20 mmol.l⁻¹) povrchově-aktivní látka (tenzid). Nejčastěji se používá dodecylsulfát sodný. V důsledku nadkritické koncentrace dochází ke tvorbě micel, kdy jsou hydrofobní konce tenzidu obráceny směrem do micely a naopak hydrofilní (a s nábojem) část molekuly tenzidu směřuje do roztoku. Mezi molekulami volného i vázaného tenzidu do micely existuje dynamická rovnováha, takže v roztoku micely neustále vznikají a rozpadají se. S micelami mohou podobně reagovat i nenabitě organické látky, jako reagují v kapalinové chromatografii se stacionární fází. Pro dobu, jak dlouho se příslušná složka vzorku bude vyskytovat uvnitř micely, je rozhodující zejména polarita dané látky. Čím je látka méně polární, tím déle a častěji se bude vyskytovat v hydrofobním jádře micel a jelikož nabitě micely směřují kapilárou ke katodě, pohybují se s nimi také elektroneutrální látky (Křížek, Šíma, 2015).

Analyzátor pro KZE je složen ze zdroje vysokého napětí, ze kterého jsou vyvedeny dvě elektrody. Každá z elektrod je umístěna do rezervoárů s tlumivým roztokem, který vyplňuje i kapiláru o délce 15 až 100 cm přemostující oba rezervoáry. Poblíž katodového konce kapiláry je okénko, které vzniklo odstraněním vnějšího polyimínového pokryvu. Tímto okénkem příčně prochází ultrafialové nebo viditelné záření ze zdroje skrz kapiláru až k detektoru. Celá kapilára musí být umístěna v termostatu, protože stabilita teploty je důležitá pro správné provedení analýzy.

Tuto metodu zkoušeli Andrade et al. (1997) pro stanovení flavonoidů v medu. Další, kdo tuto metodu použili, byli Caridi et al., kteří se pokoušeli o stanovení kvercetinu v cibuli (2006).



Obrázek 12 Schéma kapilární chromatografie. Zdroj: Biochemie.sweb.cz

3 CÍLE PRÁCE

Z teoretické části vyplynulo, že zeleniny rodu *Allium* mohou být zdrojem fenolických látek, které vykazují antioxidační, antikarcinogenní, neuroprotektivní účinky. Nejvýznamnějšími polyfenoly je kvercetin, kemferol, myricetin, luteolin, morin a apigenin.

Pro analýzu výše vybraných fenolických látek byla použita metoda micelární elektrokinetické kapilární chromatografie.

Hlavními cíli této práce bylo:

- vypracovat literární rešerši o polyfenolických látkách a zaměřit se na jejich prospěšný vliv na lidské zdraví,
- stanovit obsah nejvýznamnějších polyfenolických látek metodou HPLC,
- porovnat hodnoty získané za rok 2015 a 2016 s odbornými články.

4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

4.2 *Seznam chemikálií*

- kyselina chlorovodíková, methanol, hydrogenuhličitan sodný (Lachema, Brno)
- kyselina askorbová (Merck, Německo)
- kyselina α -naftyloctová (Spolana, Neratovice)
- demineralizovaná voda, připravovaná na zařízení firmy Premier (USA)

4.3 *Seznam pomůcek a přístrojů*

- sada laboratorního skla technické
- váhy Kern (Německo)
- analytické váhy AB 204 Mettler (Švýcarsko)
- lyofilizátor Alpha 1-2 Christ (Německo)
- kombinovaná lednice Bosch (Německo)
- termostatovaná vodní lázeň MLW 8 (Německo)
- odstředivka MLW T 52,1 (Německo)
- pH-metr InoLab WTW (Německo)
- filtrační zařízení Sigma – Aldrich (Steinheim/Německo)
- filtry ze skleněných vláken GF/C Whatman (Velká Británie)
- zařízení na SPE extrakci (vývojové dílny JU)
- kolonky SPE Merck Li Chrolut RP – 18 (Německo)
- kapalinový chromatograf Agilent 1200 Series Rapid Resolution LC System (Agilent Technologies, USA)
- chromatografická kolona Zorbax SB-C18 (Agilent Technologies, USA)

4.4 Odběr materiálu

Vzorky vybraných kořenových rostlin uznaných odrůd byly pěstovány v roce 2015 a 2016 na pozemku Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (N 48°58'29.528'', E 14°26'52.057). Všechna osiva uznaných odrůd vyprodukovala firma Semo Smržice u Prostějova. Osiva byla zakoupena v obchodní síti v Českých Budějovicích.

Tabulka 2 Jednotlivé druhy cibulí použité k analýze

	Český název	Latinský název
1	Cibule prorůstavá	<i>Allium x proliferum</i>
2	Cibule kuchyňská žlutá	<i>Allium cepa</i> L.
3	Cibule kuchyňská červená	<i>Allium cepa</i> L.
4	Pórek letní	<i>Allium porrum</i> L.
5	Cibule bílá zimní	<i>Allium fistulosum</i> L.
6	Cibule červená letní	<i>Allium cepa</i> L.
7	Pažitka čínská	<i>Allium tuberosum</i>
8	Cibule bílá obří	<i>Allium cepa</i> L.
9	Cibule šalotka	<i>Allium cepa</i> var. <i>Agregatum</i>

4.5 Úprava vzorků

Rostlinný materiál byl po sklizni očištěn na povrchu a byly z něho vybrány součásti, které se konzumují (zelená nadzemní i podzemní část). Následovalo krájení na části silné maximálně 0,5 cm, bezprostřední zmrazení na teplotu -16°C a do jednoho měsíce od odběru proběhla lyofilizace (0,1 mbar, -50°C, 24 hodin). Lyofilizovaný materiál byl poté homogenizován na laboratorním mlýnku a do analýzy byl homogenizovaný materiál uchováván v mrazícím boxu (-18°C) v uzavřené plastové vzorkovnici.

Tabulka 3 Obsah sušiny v %

Druh cibule	Rok 2015	Rok 2016
Cibule prorůstavá	21,7	16,2
Cibule kuchyňská žlutá	14,3	13,7
Cibule kuchyňská červená	14,8	14,4
Pórek letní	14,0	10,1
Cibule bílá zimní	11,8	10,0
Cibule červená letní	11,8	9,3
Pažitka čínská	12,0	10,1
Cibule bílá obří	7,9	7,9
Šalotka	17,7	--

4.6 Stanovení flavonoidních aglykonů v lyofilizovaném materiálu

Pro posouzení obsahu celkových flavonoidů v materiálu byla vybrána metoda, při které se stanoví obsah flavonoidních aglykonů. Je to jednodušší postup než stanovovat jednotlivé glykosidy. Vlastnímu stanovení předchází kyselá hydrolýza materiálu v prostředí HCl. Stanoví se vybrané flavonoidní aglykony, které se kyselou hydrolýzou uvolňují z lyofilizovaného nebo sušeného materiálu. Metodou lze stanovit obsah významných flavonolů, a to kvercetin, kemferol a myricetin, flavonů luteolin a apigenin. Postup metody je uvedený v publikovaných pracích Dadákové et al. (2001) a Dadákové a Kalinové (2010).

4.7 Metodika stanovení polyfenolů metodou HPLC

1. Příprava vzorků. Do 100 ml varné baňky jsem navažovala lyofilizované homogenizované vzorky o hmotnosti 0,250 g s přesností na 0,001 g. Hmotnosti jsem si zaznamenávala.
2. Do baňky jsem dále přidala přibližně 80 mg kyseliny askorbové, 12,5 ml methanolu, 7,5 ml vody a 5 ml 6M HCl.
3. Baňky byly zahřívány ve vodní lázni pod zpětným chladičem při 85 °C 2 hodiny. Po uplynuté době se baňky nechaly vychladnout 10 minut mimo lázeň, ale stále pod zpětným chladičem.
4. Po vychladnutí jsem k neutralizaci přidala do baněk po 2 mg NaHCO₃.

5. Obsah baněk jsem dále převedla do odstředivacích kyvet a varnou baňku jsem vypláchla 7,5 ml methanolem. Kyvety jsem doplnila destilovanou vodou na přibližně stejný objem a odstředovala 15 minut při 3500 otáčkách. Tento proces proběhl dvakrát a vždy po vylití extraktu jsem baňku vyplachovala vodou.
6. Na odstředování navazovala úprava pH pomocí nasyceného roztoku NaHCO₃ na hodnotu 3. Změny pH jsem sledovala na pH metru a pokud došlo ke snížení pod hodnotu 3, přidala jsem pár kapek HCl.
7. Dalším krokem byla filtrace. Filtrace probíhala přes filtr ze skleněných vláken na vakuovém filtračním zařízení. Po aplikaci vzorku se na filtr nalilo 5 ml methanolu kvůli vymytí zachycených látek. Filtrát byl převeden do 500 ml odměrné baňky a doplněn po rysku vodou. Obsah baněk byl dobře promíchán.
8. Následovalo ředění 1:10 (50 ml vzorku, zbytek methanol) z důvodu vysoké koncentrace stanovovaných sloučenin ve vzorku. Ředící roztok byl 5% roztok methanolu.
9. Připravené a označené kolonky jsem kondicionovala (2 x 2,5 methanolu, 2 x 2,5 ml voda) a poté do nich aplikovala celý naředěný vzorek. Po protečení vzorku jsem kolonky promývala 4 x 2,5 ml vody. Nakonec jsem nechala kolonky sušit procházejícím vzduchem po dobu 20 minut.
10. Zachycený analyt byl eluován 2 x 0,7 ml methanolu, eluát byl jímán do měrné vialky. Do eluátu jsem přidala 0,1 ml roztoku vnitřního standardu (methanolický roztok kyseliny α -naftylactové, 2 mg/ml).

4.8 Analytická koncovka

Vzorky byly měřeny na kapalinovém chromatografu Agilent 1200 Series Rapid Resolution LC System (Agilent Technologies, USA) s DA UV VIS detektorem.

Byla použita chromatografická kolona Zorbax SB-C18 (4,6 x 50 mm, zrnitost sorbentu 1,8 μ m, výrobce Agilent Technologies).

4.8.1 Chromatografické podmínky

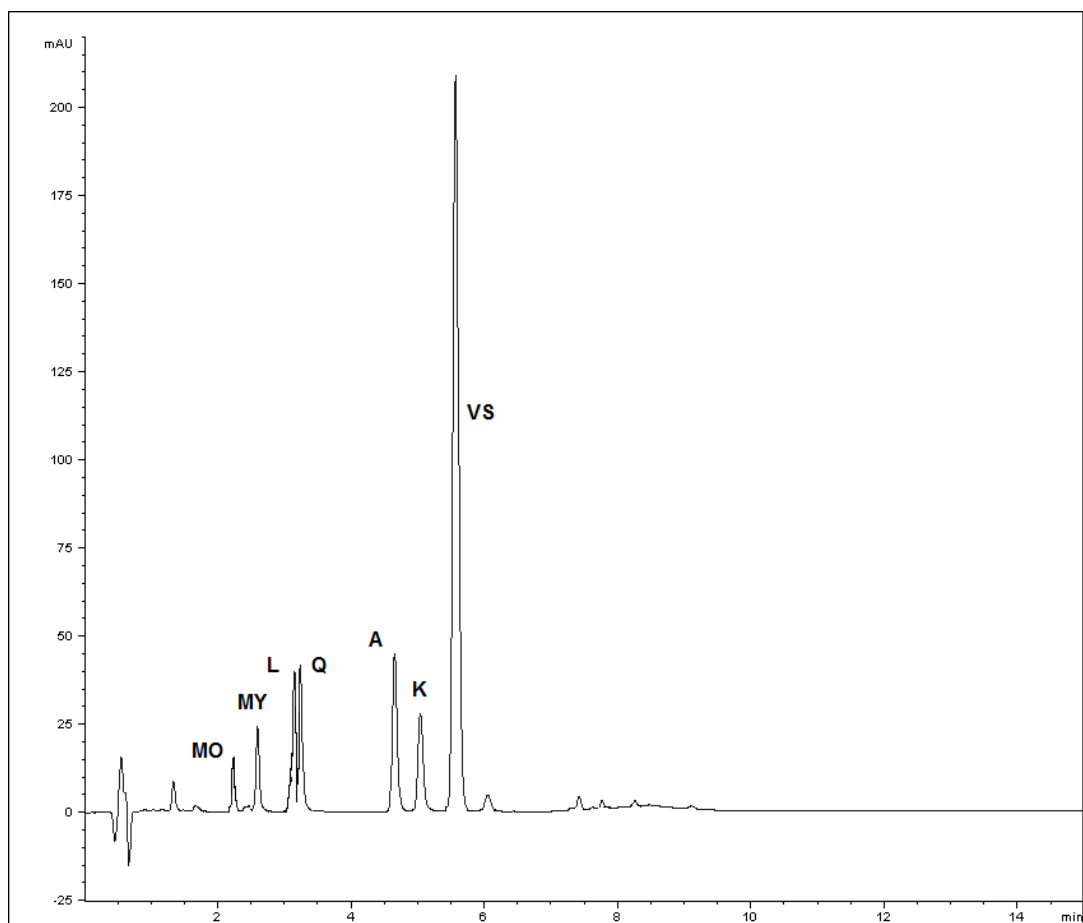
Fáze A byla složena z 5% acetonitrilu a 0,1% kyseliny mravenčí, fáze B z 0,1% kyseliny mravenčí v 100% acetonitrilu. Při analýze byl použit gradient následujícího složení (v %

fáze B): 0-1 minuta: 20-25% B, 1-5 minuta: 25-30% B, 5-7 minuta: 30-50% B, 7-9 minuta: 50-20% B. Následovala kondicionace kolony dlouhá 6 minut při počátečním složení mobilní fáze (20% B). Průtok mobilní fáze byl nastaven na 1ml/min. Analýza probíhala při 25°C, odezvy analyzovaných látek byly čteny při 270 nm.

Jako analytická odezva byl použit poměr ploch píků aglykonu a vnitřního standardu. Kvantifikace obsahu stanovované látky se provedla pomocí kalibrační závislosti. Roztoky pro vytvoření kalibrační křivky byly připraveny ze zásobních roztoků v rozsahu 5-100 µg/ml. Mez detekce je 1 mg/kg a mez stanovitelnosti 5 mg/kg sušiny. Analýza vzorků se prováděla dvakrát, výsledky byly zprůměrovány a byla vypočítána směrodatná odchylka, která je uvedena v tabulkách. Pro veškeré výpočty byly použity nástroje programu MS Office Excel.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Vzorky za rok 2015 a 2016 byly analyzovány metodou HPLC. Byla sledována přítomnost těchto látek: myricetin, morin, luteolin, kvercetin, apigenin a kemferol, ale podařilo se identifikovat pouze kvercetin a kemferol. V tabulce č. 4 je uvedena legenda k chromatografickému záznamu analýzy standardu, podle kterého se pak následují látky rozpoznávaly.



Obrázek 14 Chromatografický záznam standardu

Tabulka 4 Legenda k obrázkům a pořadí při analýze

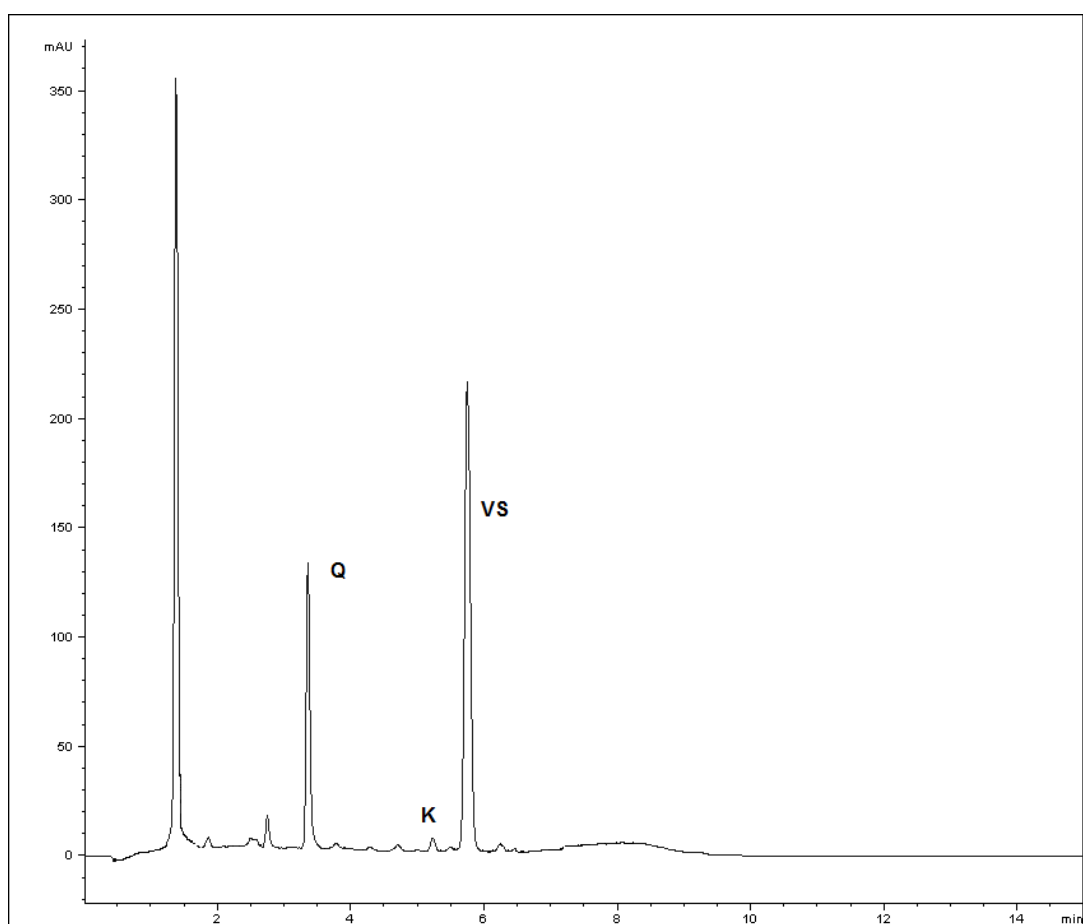
	Zkratka	Analyt
1	MY	Myricetin
2	MO	Morin
3	L	Luteolin
4	Q	Kvercetin
5	A	Apigenin
6	K	Kemferol
7	VS	kys. α -naftyloctová

5.2 Cibule prorůstavá

Tabulka 5 Množství fenolických látek

Rok	Koncentrace (mg/kg) sušiny		Průměr (mg/kg)		Směrodatná odchylka		Koncentrace (mg/kg) čerstvé hmoty	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Kvercetin	1970	817	1980	1003,5	10,0	187	430	163
	1990	1190						
Kemferol	79,6	93,0	79,5	119,5	0,1	26,5	17,3	19,4
	79,4	146						

Analýza cibule poschodové ukázala velice zajímavé výsledky. Ačkoli nepatří mezi nejčastěji pěstované cibule, dosahuje při analýze vzorků z roku 2015 nejvyšší hodnoty kvercetinu (429 ± 10 mg/kg čerstvé hmotnosti). Naopak množství kemferolu je spíše průměrné, $17,3 \pm 0,1$ mg/kg čerstvé hmotnosti (tab. 4). V roce 2016 již tak vysoká hodnota kvercetinu nebyla, pouze 163 ± 187 mg/kg čerstvé hmotnosti. Hodnota kemferolu byl naopak mírně větší, $19,4 \pm 26,5$ mg/kg čerstvé hmotnosti.



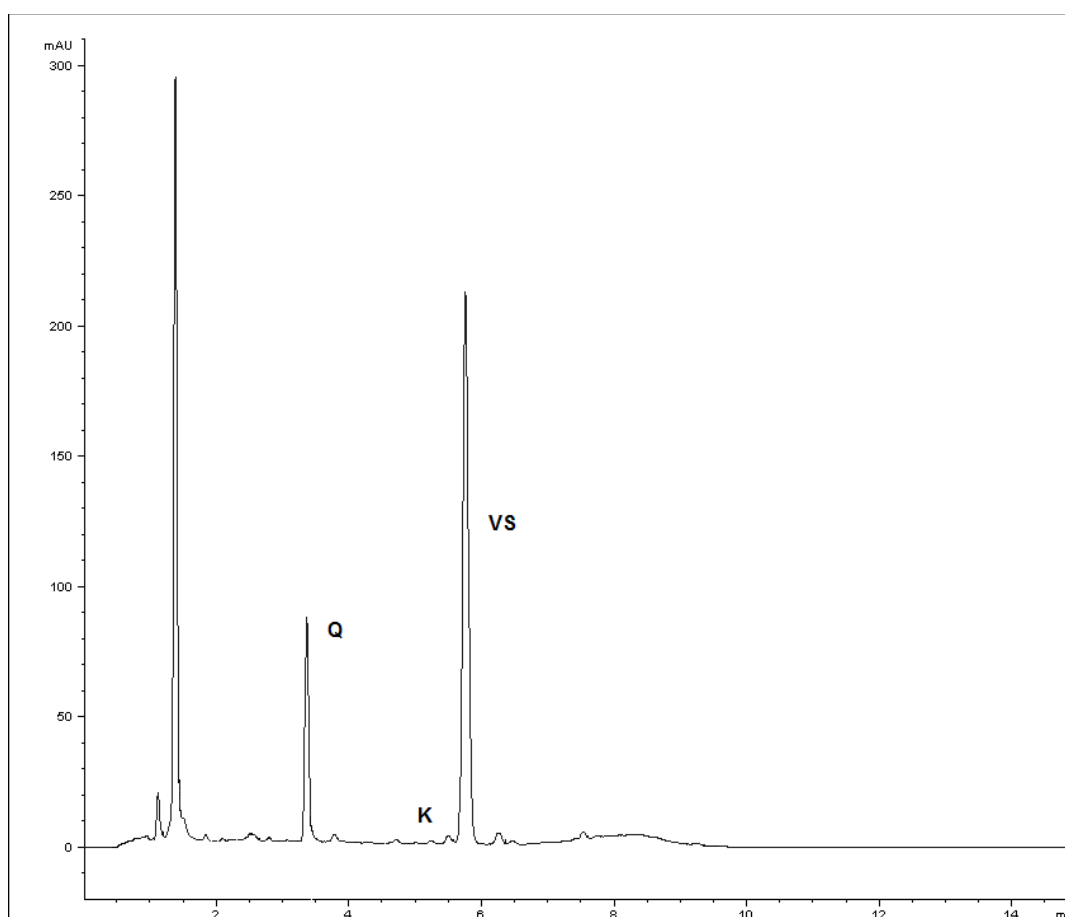
Obrázek 15 Chromatografický záznam analýzy cibule prorůstavé (2015)

5.3 Cibule kuchyňská žlutá

Tabulka 6 Množství fenolických látek

Rok	Koncentrace (mg/kg) sušiny		Průměr (mg/kg)		Směrodatná odchylka		Koncentrace (mg/kg) čerstvé hmoty	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Kvercetin	1430	186	1440	2040	10,0	180	206	280
	1450	222						
Kemferol	38,1	13,8	32,5	15,3	5,6	1,45	4,65	2,06
	26,9	16,7						

Cibule kuchyňská žlutá patří mezi nejpoužívanější zeleninu v České republice. Výsledky z roku 2015 ukazují hodnotu kvercetinů 206 ± 10 mg/kg čerstvé hmoty a $4,65 \pm 5,6$ mg/kg čerstvé hmoty kemferolu. Analýza vzorků za rok 2016 neukázala žádné větší odlišnosti. Zjištěné hodnoty kvercetinů byly mírně vyšší 279 ± 180 a kemferolu naopak snižené, $2,06 \pm 5,6$ mg/kg čerstvé hmotnosti. Jiné studie, například od Aoyana a Yamamoto (2007), vykazují značné rozdílnosti. Celkové množství kvercetinů naměřili 414 ± 22 mg/kg čerstvé hmotnosti a kemferol nebyl detekovaný vůbec. Další, kdo se zabýval složením fenolických sloučenin, je Nuutila et. al (2003). Jejich výsledky se však s mými také neshodují. Množství kvercetinů stanovili 1080 ± 141 mg/kg. V uvedené práci kemferol stanoven nebyl (tab. 5). Rozdíly jsou asi způsobeny tím, že v této práci byla cibule odebírána i s jedlou natí, která má jiný obsah flavonoidů než samotná cibule.



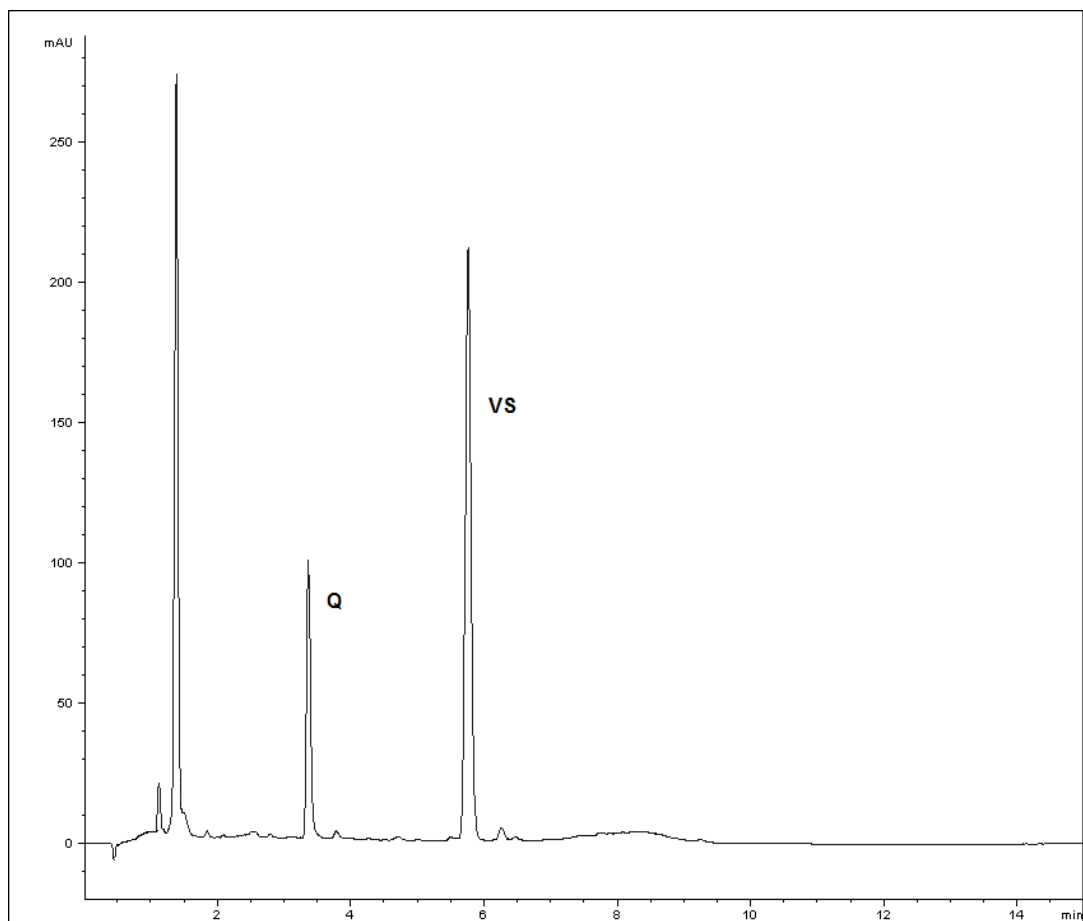
Obrázek 16 Chromatografický záznam analýzy cibule kuchyňské žluté (2015)

5.4 Cibule kuchyňská červená

Tabulka 7 Množství fenolických látek

	Koncentrace (mg/kg) sušiny		Průměr (mg/kg)		Směrodatná odchylka		Koncentrace (mg/kg) čerstvé hmoty	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Kvercetin	1580	103	1525	1270	55,0	240	226	183
	1470	151						
Kemferol	41,1	<LOQ	41,3	-	0,2	-	6,0	-
	41,5							

Druhé největší množství kvercetinu ukázala analýza cibule kuchyňské červené, a to 226 ± 55 mg/kg čerstvé hmotnosti. Nuutila et. al (2003) analýzu červené cibule provedl také a jejich výsledek však byl vyšší, 1926 ± 266 mg/kg č. hm. Naopak Aoyana a Yamamoto (2007) se spíše přiblížili mé výsledné hodnotě kvercetinu, identifikovali množství 680 ± 55 mg/kg č. hm. Ani jedné studii se však nepodařilo detekovat kemferol, jehož množství mi vyšlo $6 \pm 0,2$ mg/kg čerstvé hmotnosti. Vzorky cibule kuchyňské červené pěstované v roce 2016 ukázaly nižší hodnotu kvercetinu, 183 ± 240 mg/kg čerstvé hmotnosti, kemferol byl v hodnotě pod mezí stanovitelnosti (tab. 6).



Obrázek 17 Chromatografický záznam analýzy cibule kuchyňské červené (2015)

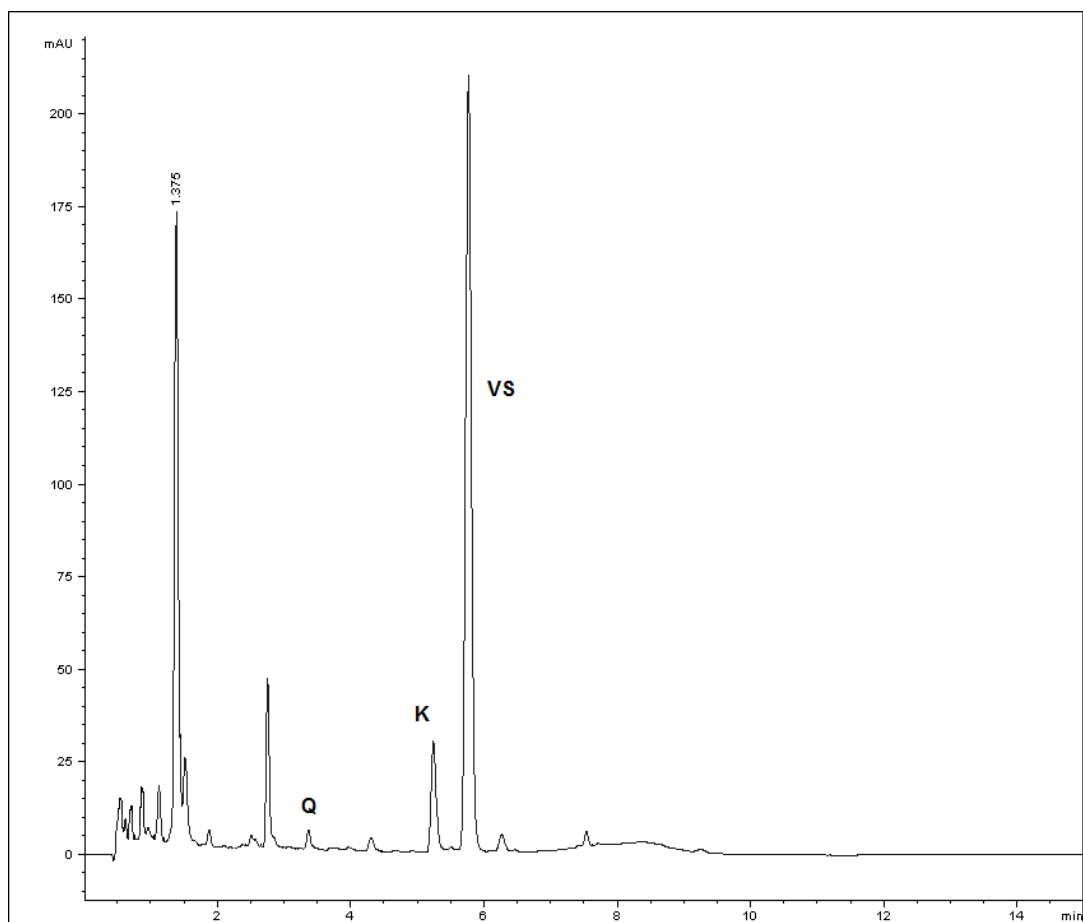
5.5 Pórek letní

Tabulka 8 Množství fenolických látek

	Koncentrace (mg/kg) sušiny		Průměr (mg/kg)		Směrodatná odchylka		Koncentrace (mg/kg) čerstvé hmoty	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Kvercetin	145	280	144,5	273	0,5	7,5	20,0	27,6
	144	265						
Kemferol	315	439	335,5	431	20,5	8,0	46,9	43,5
	356	423						

Výsledky analýzy póru letního z roku 2015 byly následující: množství kvercetinu $20 \pm 0,5$ mg/kg čerstvé hmotnosti a množství kemferolu $46,9 \pm 20,5$ mg/kg č. hm. Hodnoty

získané analýzou vzorků za rok 2016 ukázala velice podobné výsledky, hodnota kvercetinu byla $27,6 \pm 7,5$ mg/kg čerstvé hmotnosti a hodnota kemferolu byla $43,5 \pm 8$ mg/kg čerstvé hmotnosti (tab. 7). Nepodařilo se mi najít jinou studii, která by se zabývala stanovením těchto látek, a proto jsou moje výsledky jedinečné.



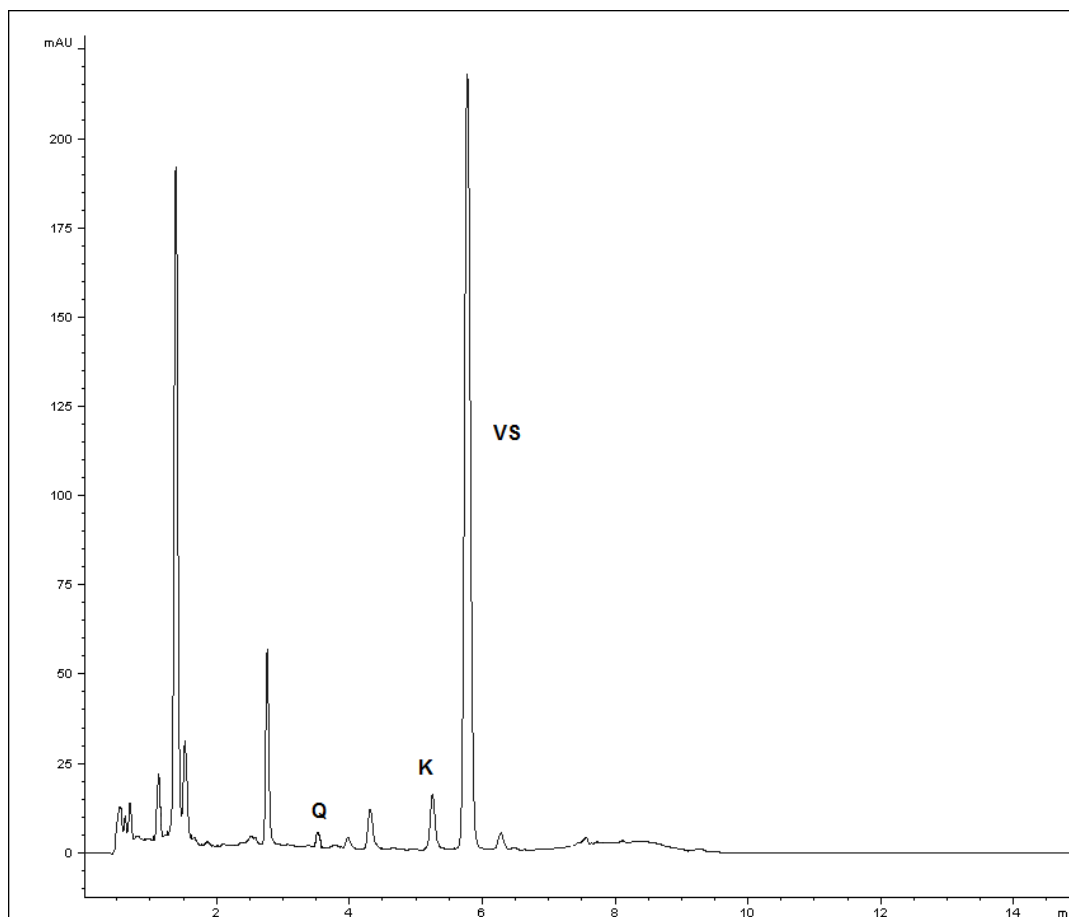
Obrázek 18 Chromatografický záznam analýzy pórku letního (2015)

5.6 Cibule bílá zimní

Tabulka 9 Množství fenolických látek

Rok	Koncentrace (mg/kg) sušiny		Průměr (mg/kg)		Směrodatná odchylka		Koncentrace (mg/kg) čerstvé hmoty	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Kvercetin	14,5	97,6	14,55	99,3	0,05	1,7	1,72	10,0
	14,6	101						
Kemferol	171	135	177,5	141,5	6,5	6,5	21,0	14,2
	184	148						

Neměřené hodnoty fenolů u cibule bílé zimní nedosáhly žádných vysokých hodnot. Množství kvercetinu bylo $1,72 \pm 0,05$ mg/kg čerstvé hmotnosti a kemferolu $21,0 \pm 6,5$ mg/kg čerstvé hmotnosti. Studium cibule bílé zimní se také zabývali Aoyana a Yamamoto (2007). Množství obou látek bylo velice podobné, naměřili $14,2 \pm 1$ mg/kg č. hmotnosti kvercetinu a 269 ± 21 mg/kg čerstvé hmotnosti kemferolu. Hodnoty kvercetinu získané za rok 2016 byly mírně zvýšené, $10,0 \pm 1,7$ mg/kg čerstvé hmotnosti, zatímco hodnoty kemferolu naopak zvýšené $14,2 \pm 6,5$ mg/kg čerstvé hmotnosti (tab. 8).



Obrázek 19 Chromatografický záznam analýzy cibule bílé zimní (2015)

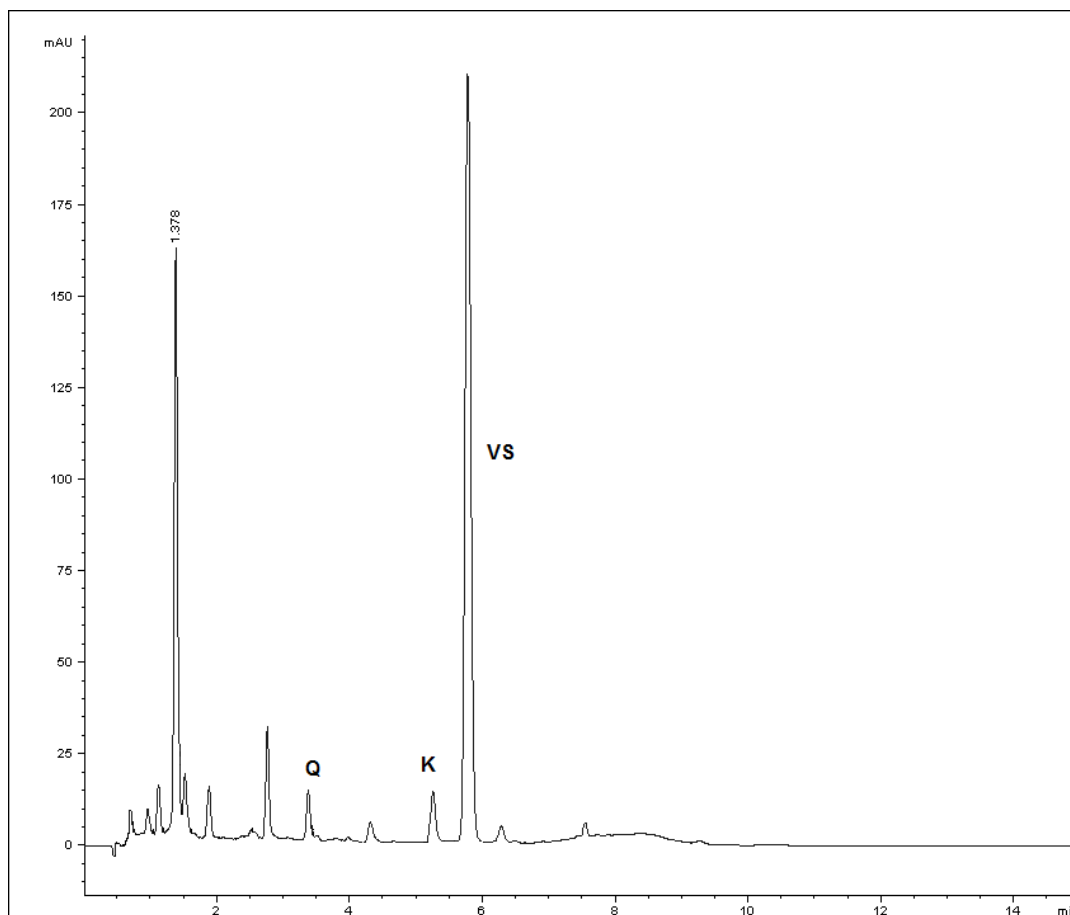
5.7 Cibule červená letní

Tabulka 10 Množství fenolických látek

	Koncentrace (mg/kg) sušiny		Průměr (mg/kg)		Směrodatná odchylka		Koncentrace (mg/kg) čerstvé hmoty	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Kvercetin	196	311	217	362,5	21,0	51,5	25,6	33,8
	238	414						
Kemferol	152	114	164	120,5	12,0	6,5	19,4	11,3
	176	127						

Cibule červená letní, která ač je stejného rodu jako cibule kuchyňská, měla při analýze vzorku z roku 2015 velice nízké hodnoty obou dvou stanovených látek. Hodnota

kvercetinů byla $25,6 \pm 21$ mg/kg čerstvé hmotnosti a hodnota kemferolu $19,4 \pm 12$ mg/kg čerstvé hmotnosti. Analýza tohoto druhu cibule byla provedena i za rok 2016. Hodnota kvercetinů byla mírně vyšší $33,8 \pm 51,5$ mg/kg čerstvé hmotnosti, hodnota kemferolu nižší $11,3 \pm 6,5$ mg/kg čerstvé hmotnosti (tab. 9). Studii, která by se zabývala tímto druhem, jsem nenašla v žádném odborném článku. Vzhledem k velké oblíbenosti této odrůdy cibule považuji moje výsledky za důležité.



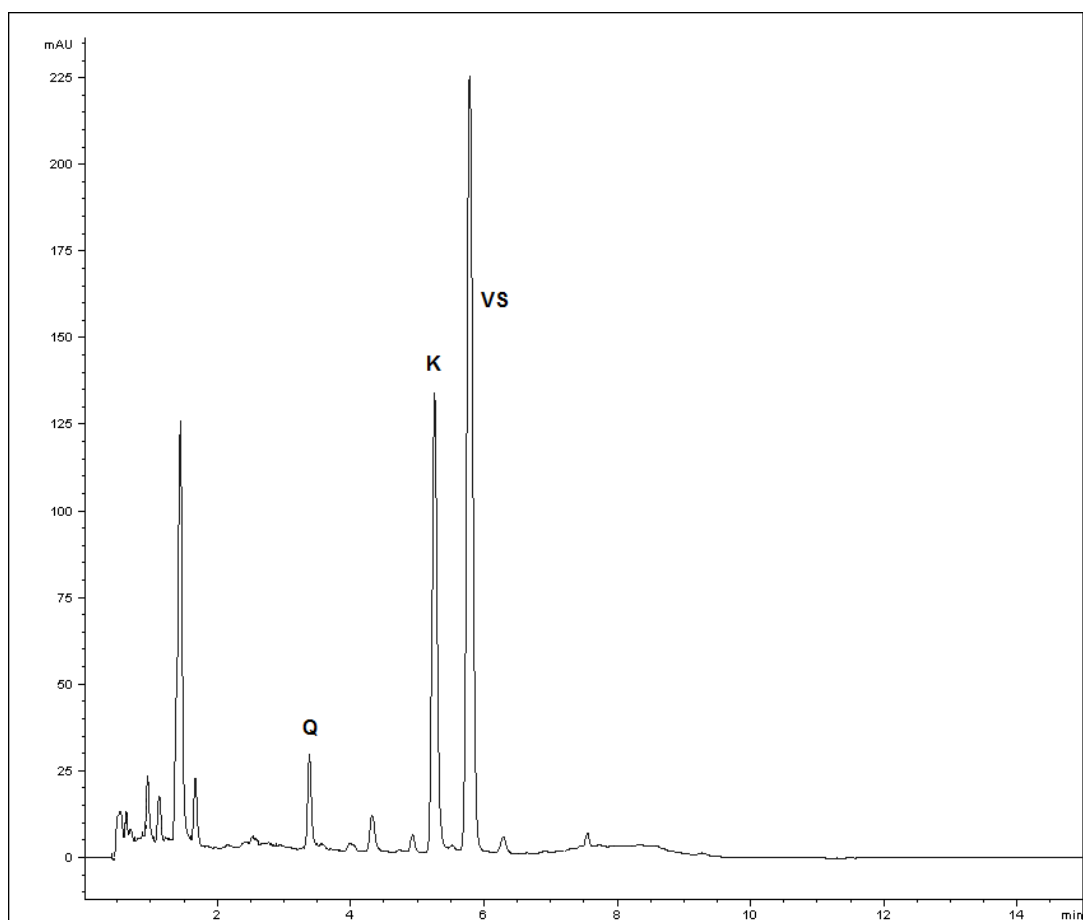
Obrázek 20 Chromatografický záznam analýzy cibule červené letní (2015)

5.8 Pažitka čínská

Tabulka 11 Množství fenolických látek

Rok	Koncentrace (mg/kg) sušiny		Průměr (mg/kg)		Směrodatná odchylka		Koncentrace (mg/kg) čerstvé hmoty	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Kvercetin	416	811	449,5	838,5	33,5	27,5	53,9	84,7
	483	866						
Kemferol	1310	1930	1415	1960	105	30,0	170	198
	1520	1990						

Množství analyzovaného kvercetinu bylo $53,9 \pm 33,5$ mg/kg čerstvé hmotnosti. Nejvíce kemferolu jsem zjistila právě u čínské pažitky, množství bylo 170 ± 105 mg/kg čerstvé hmotnosti. Hodnoty získané stanovením těchto látek za rok 2016 byly však ještě vyšší. Kvercetin bylo $84,7 \pm 27,5$ mg/kg čerstvé hmotnosti a kemferolu 198 ± 30 mg/kg čerstvé hmotnosti. (tab. 10). Pažitku čínskou zkoumal i Nuutila et. al (2003), avšak jejich hodnota kemferolu byla podstatně vyšší, 235 ± 34 mg/kg čerstvé hmotnosti.



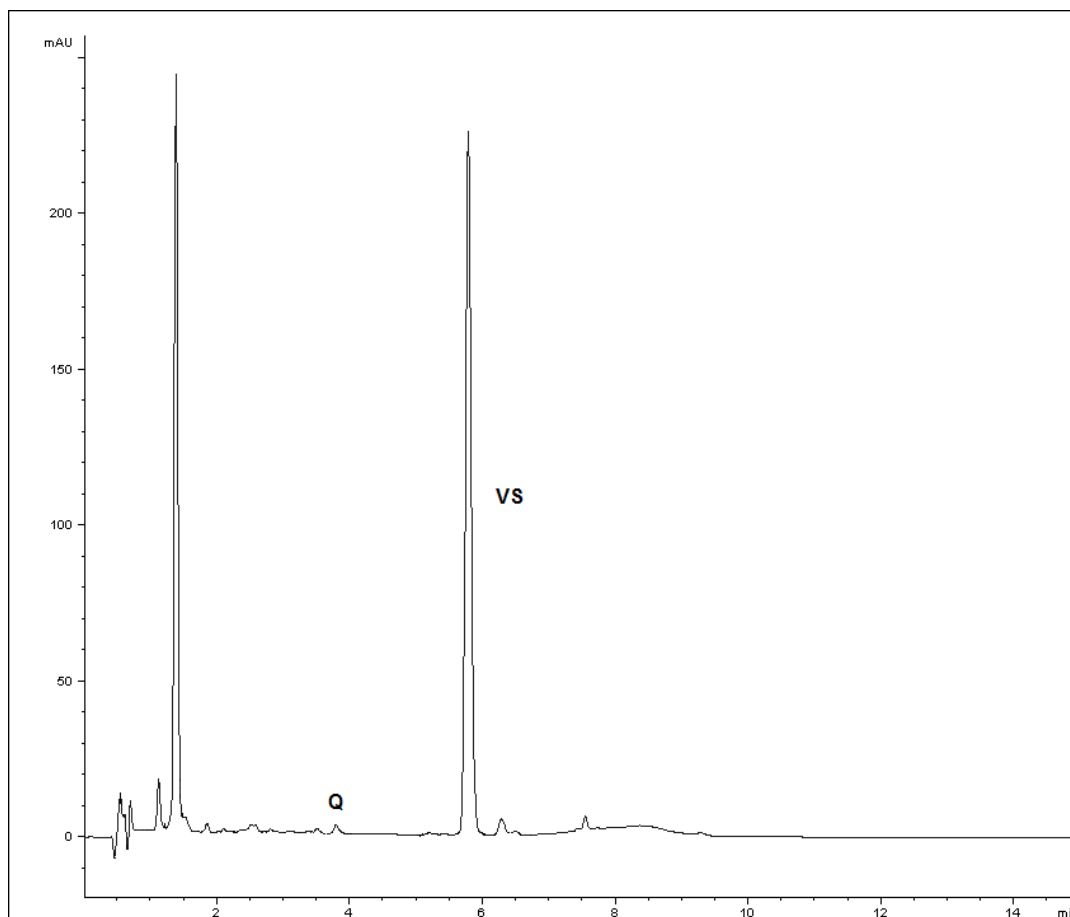
Obrázek 21 Chromatografický záznam analýzy pažitky čínské (2015)

5.9 Cibule bílá obří

Tabulka 12 Množství fenolických látek

	Koncentrace (mg/kg) sušiny		Průměr (mg/kg)		Směrodatná odchylka		Koncentrace (mg/kg) čerstvé hmoty	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Kvercetin	14,6	314	14,4	330,5	0,25	16,5	1,1	26,2
	14,1	347						
Kemferol	< LOQ	< LOQ	-	-	-	-	-	-

Analýza cibule bílé obří, patřící též k rodu *Allium cepa* L, ukázala také značné rozdíly ve složení identifikovaných látek. Zjištěné množství kvercetinu ze vzorku pěstovaného v roce 2015 bylo pod mezí stanovitelnosti, analyzovaný vzorek pěstovaný o rok později ukázal mnohem vyšší hodnotu kvercetinu, a to $26,2 \pm 16,5$ mg/kg čerstvé hmotnosti. Kemferol se nepodařilo identifikovat ani v jednom roce (tab. 11). Hodnoty kvercetinu jsou oproti studii dle Nuutila et al. (2003) nižší, jejich výsledek byl $85 \pm 12,42$ mg/kg čerstvé hmotnosti.



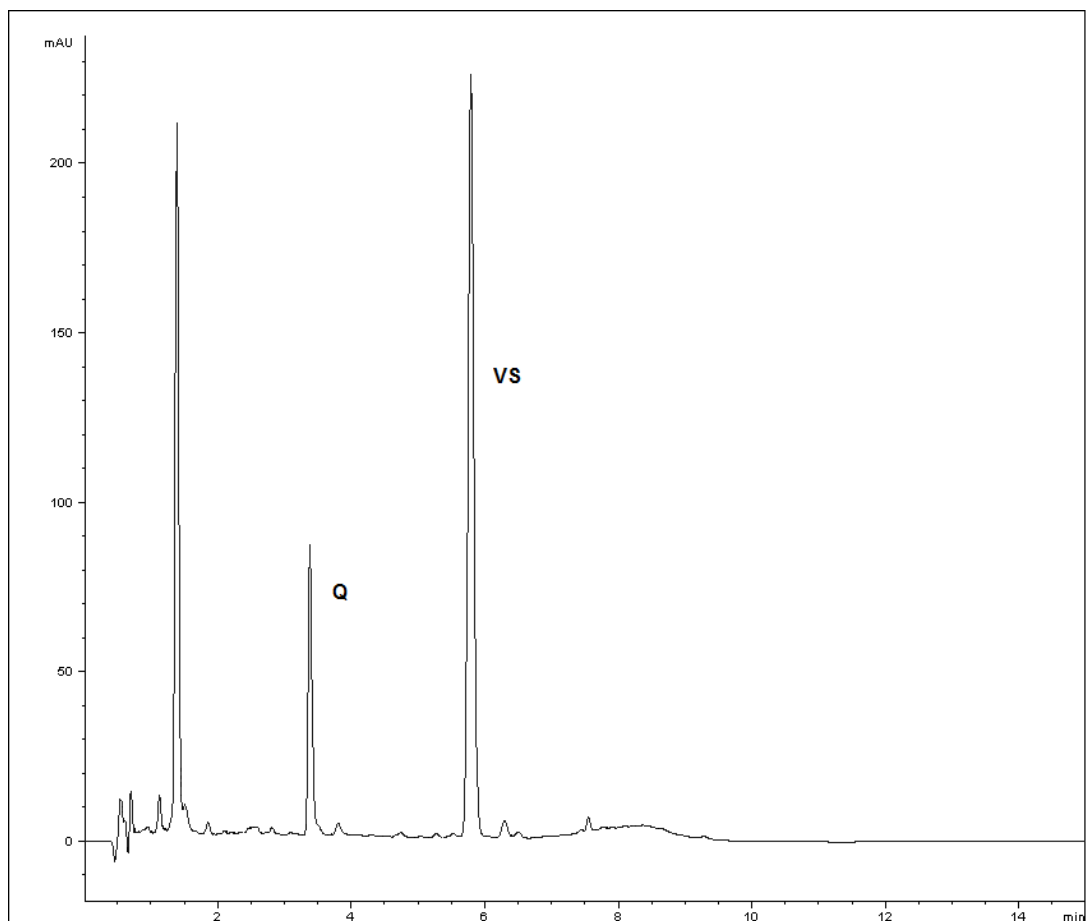
Obrázek 22 Chromatografický záznam analýzy cibule bílé obří (2015)

5.10 Cibule šalotka

Tabulka 13 Množství fenolických látek

Rok	Koncentrace (mg/kg) sušiny		Průměr (mg/kg)		Směrodatná odchylka		Koncentrace (mg/kg) čerstvé hmoty	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Kvercetin	1240	-	1250	-	10,0	-	221	-
	1260							
Kemferol	< LOQ	-	-	-	-	-	-	-

Výsledek analýzy (tab. 12) cibule šalotky vypěstované v roce 2015 ukázal druhé největší množství kvercetinu hned po cibuli prorůstavé, a to 221 ± 10 mg/kg čerstvé hmotnosti. Množství kemferolu bylo pod mezí stanovitelnosti. V roce 2016 se cibule šalotka vypěstovat nepodařila.



Obrázek 23 Chromatografický záznam analýzy cibule šalotky (2015)

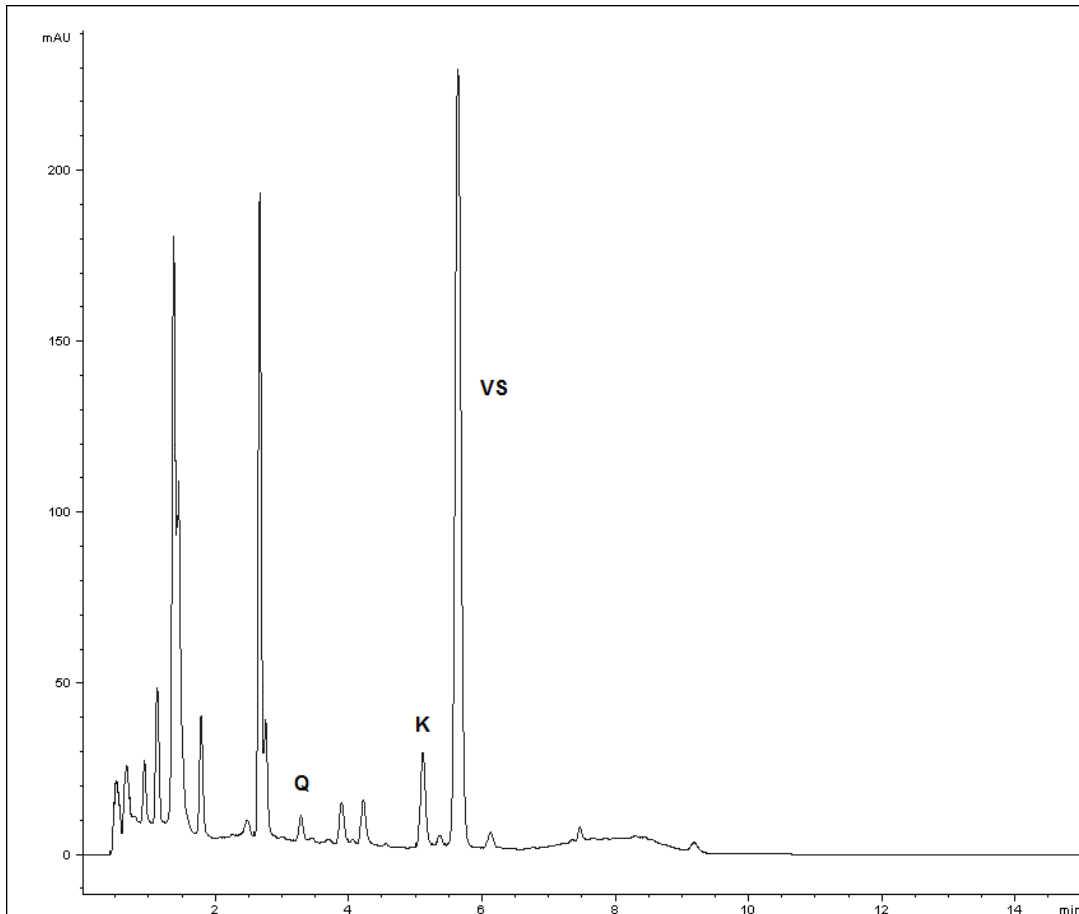
5.11 Pažitka pravá

Tabulka 14 Množství fenolických látek

	Koncentrace sušiny (mg/kg)		Průměr (mg/kg)		Směrodatná odchylka		Čerstvá hmotnost (mg/kg)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Kvercetin	-	153 149	-	151	-	2,0	-	15,4
Kemferol	-	268 321	-	294,5	-	26,5	-	30,1

Analýza pažitky pravé ukázala druhou nejnižší hodnotu kvercetinu, která byla $15,4 \pm 2$ mg/kg čerstvé hmotnosti. Hodnoty kemferolu byly spíše průměrné, $30,1 \pm 26,5$ mg/kg

čerstvé hmotnosti. Pažitku pravou se podařilo vypěstovat pouze v roce 2016, nelze tedy porovnávat s rokem předchozím.



Obrázek 24 Chromatografický záznam analýzy pažitky pravé (2016)

Z analýzy vzorků z let 2015 a 2016 vyplývají odchylky. Tyto odchylky vznikly v důsledku rozdílných klimatických podmínek. Rok 2015 byl extrémně suchý a horký a v době odběru vzorků, který proběhl na konci července, byly u všech odebíraných odrůd velmi zredukované zelené části a převládaly části podzemní v poměru 1:2. Vzhledem k takto výborným podmínkám byly hodnoty kvercetinu i kemferolu vyšší. Zatímco rok 2016 byl mnohem chladnější a vlhčí. U cibulové zeleniny převládala zelená část, která byla dobře vyvinutá (poměr 2:1).

6 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo z odborné literatury co nejlépe popsat polyfenolické látky a jejich prospěšné účinky na lidské zdraví a stanovit jejich množství ve vybraných druzích zeleniny rodu *Allium*.

Analyzovalo se celkem deset různých vzorků, které byly pěstovány na pozemku Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity roku 2015 a 2016. Analýza byla provedena metodou HPLC a měly být sledovány tyto látky: myricetin, morin, luteolin, kvercetin, apigenin a kemferol.

Z dostupných informací získaných během studia polyfenolických látek vyplynulo, že nejvíce se vyskytují flavonoly, s hlavními zástupci kvercetinem a kemferolem. Tato informace se potvrdila, neboť se již další látky stanovit nepodařilo.

Z výsledků vyplývá, že ze vzorků z roku 2015 obsahovala nejvíce kvercetin cibule prorůstavá s hodnotou 430 ± 10 mg/kg čerstvé hmotnosti a nejvíce kemferolu měla pažitka čínská, a to 170 ± 105 mg/kg čerstvé hmotnosti. V roce 2016, kdy byly podmínky pro pěstování jiné, vznikly mírně odlišné výsledky. Největší množství kvercetin bylo naměřeno u cibule kuchyňské žluté, 280 ± 180 mg/kg čerstvé hmotnosti. Nejvíce kemferolu ale opět měla pažitka čínská. Naměřená hodnota v roce 2016 byla však jednou tak vysoká, 198 ± 30 mg/kg čerstvé hmotnosti.

Tato bakalářská práce poukazuje na důležitost konzumace ovoce a zeleniny, neboť jsou bohatým zdrojem zdraví prospěšných látek.

7 SEZNAM LITERATURY

1. ABIDI, S. L., 1991. High-performance liquid chromatography of phosphatidic acids and related polar lipids. *Journal of Chromatography A*. 587(2), 193-203. [cit. 2017-02-24]. DOI: 10.1016/0021-9673(91)85156-A. ISSN 00219673. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/002196739185156A>
2. ADLERCREUTZ, H. a MAZUR, W., 1997. Phyto-oestrogens and Western Diseases. *Annals of Medicine*. 29(2), 95-120. [cit. 2017-02-15]. DOI: 10.3109/07853899709113696. ISSN 0785-3890. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/07853899709113696>
3. Agriculture, forestry and fishery statistics [online], 2016. 1. Belgie: © European Union [cit. 2016-07-24]. ISBN 978-92-79-57816-8. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7158355/KS-FK-15-101-EN-N.pdf/79470e8c-abf3-43d3-8cd4-84880962cdd4>
4. ANDRADE, P., FERRERES, F., GIL, M. I. a TOMÁS-BARBERÁN, A. F., 1997. Determination of phenolic compounds in honeys with different floral origin by capillary zone electrophoresis. *Food Chemistry* [online]. 60(1), 79-84 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1016/S0308-8146(96)00313-5. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814696003135>
5. AOYAMA, S. a YAMAMOTO, Y., 2007. Antioxidant Activity and Flavonoid Content of Welsh Onion (*Allium fistulosum*) and the Effect of Thermal Treatment. *Food Science and Technology Research*. 13(1), 67-72. [cit. 2017-02-24]. DOI: 10.3136/fstr.13.67. ISSN 1344-6606. Dostupné také z: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/fstr/13.67?from=CrossRef>
6. AQUILANO, K., BALDELLI, S., ROTILIO, G. a CIRIOLO, M. R., 2008. Role of Nitric Oxide Synthases in Parkinson's Disease: A Review on the Antioxidant and Anti-inflammatory Activity of Polyphenols. *Neurochemical Research* [online]. 33(12), 2416-2426 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1007/s11064-008-9697-6. ISSN 0364-3190. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11064-008-9697-6>
7. ARTS, I.C.W a HOLLMAN, P.C.H, 2005. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 81(1), 317-325 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <http://ajcn.nutrition.org/content/81/1/317S.long>

8. ASAMI, D. K., HONG, Y-J., BARRETT, D. M. a MITCHEL, A. E. L, 2003. Comparison of the Total Phenolic and Ascorbic Acid Content of Freeze-Dried and Air-Dried Marionberry, Strawberry, and Corn Grown Using Conventional, Organic, and Sustainable Agricultural Practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 51(5), 1237-1241 [cit. 2017-03-29]. ISBN 10.1021/jf020635c. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf020635c>
9. ATHAR, M, BACK J, TANG X, KIM K, KOPELOVICH L, BICKERS D a KIM A, 2007. Resveratrol: A review of preclinical studies for human cancer prevention. *Toxicology and Applied Pharmacology* [online]. 224(3), 274-283 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1021/jf020635c. ISBN 10.1021/jf020635c. ISSN 0041008x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0041008X06005035>
10. AVIRAM, M., DORNFELD, L., ROSENBLAT, M., VOLKOVA, N., KAPLAN, M., COLEMAN, R., HAYEK, T., PRESSER, D., FUHRMAN, B., 2000. Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 71(5), 1062-1076 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <http://ajcn.nutrition.org/content/71/5/1062.long>
11. BARONE, E., CALABRESE, V. a MANCUSO, C., 2009. Ferulic acid and its therapeutic potential as a hormetin for age-related diseases. *Biogerontology* [online]. 10(2), 97-108 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1007/s10522-008-9160-8. ISSN 1389-5729. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10522-008-9160-8>
12. BLOCK, Eric., c2010. *Garlic and other alliums* [online]. Cambridge, UK: RSC Pub. [cit. 2017-03-28]. ISBN 978-1849731805.
13. BREWSTER, J. L., c2008. *Onions and other vegetable alliums*. 2nd ed. Cambridge, MA: CABI North American Office. *Crop production science in horticulture*, 15.
14. CARIDI, D., TRENERRY, V., ROCHFORT, S., DUONG, S., LAUGHER, D. a JONES, R., 2007. Profiling and quantifying quercetin glucosides in onion (*Allium cepa* L.) varieties using capillary zone electrophoresis and high performance liquid chromatography. *Food Chemistry*. 105(2), 691-699. [cit. 2017-02-20]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.12.063. ISSN 03088146. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814607000441>

15. CHEN, A. Y. a CHEN, Y. Ch., 2013. A review of the dietary flavonoid, kaempferol on human health and cancer chemoprevention. *Food Chemistry* [online]. 138(4), 2099-2107 [cit. 2017-03-29]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.11.139. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814612019176>
16. Cibule jako přírodní lék, 2006. *Bylinky.eu* [online]. [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <https://www.bylinky.eu/cibule-jako-prirodni-lek.html>
17. CLIFFORD, M. N., 1999. Chlorogenic acids and other cinnamates—Nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 79(3), 362-372 [cit. 2016-07-24]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/229455350_Chlorogenic_acids_and_othe_r_cinnamates-Nature_occurrence_and_dietary_burden
18. CLIFFORD, M. N., 2000. Anthocyanins—nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80(7), 1063-72. [cit. 2016-07-24]. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<1063::AID-JSFA605>3.0.CO;2-Q.
19. COOK, N. C a SAMMAN, S., 1996. Flavonoids - Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *Journal of the European Ceramic Society* [online]. 7(2), 66-76 [cit. 2016-11-20]. DOI: 10.1016/S0955-2863(95)00168-9. ISSN 09552219. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/257396437_Flavonoids-Chemistry_metabolism_cardioprotective_effects_and_dietary_sources
20. DADÁKOVÁ, E. a KALINOVÁ, J., 2010. Determination of quercetin glycosides and free quercetin in buckwheat by capillary micellar electrokinetic chromatography. *Journal of Separation Science* [online]. 33(11), 1633-1638 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1002/jssc.200900809. ISSN 16159306. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/jssc.200900809>
21. DADÁKOVÁ, E., PROCHÁZKOVÁ, E. a KŘÍŽEK, M., 2001. Application of micellar electrokinetic capillary chromatography for quantitative analysis of quercetin in plant materials. *Electrophoresis* [online]. 22(8), 1573–1578 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/11951923_Application_of_micellar_electrokinetic_capillary_chromatography_for_quantitative_analysis_of_quercetin_in_plant_materials

22. DAI, Q., BORENSTEIN, A. R., WU, Y., JACKSON, J. C. a LARSON, E. B., 2006. Fruit and Vegetable Juices and Alzheimer's Disease: The Kame Project. *The American Journal of Medicine* [online]. 119(9), 751-759 [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1016/j.amjmed.2006.03.045. ISSN 00029343. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002934306006772>
23. DE WILDE-DUYFJES, B. E. E., 1973. Typification of 23 *Allium* Species Described by Linnaeus and Possibly Occurring in Africa. *Taxon* [online]. 22(1) [cit. 2016-08-15]. DOI: 10.2307/1218035. ISSN 00400262. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/1218035?origin=crossref>
24. DEMROW, H. S., SLANE, P. R. a FOLTS, J. D., 1995. Administration of Wine and Grape Juice Inhibits In Vivo Platelet Activity and Thrombosis in Stenosed Canine Coronary Arteries. *Circulation* [online]. 91(4), 1182-1188 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1161/01.CIR.91.4.1182. ISSN 0009-7322. Dostupné z: <http://circ.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.CIR.91.4.1182>
25. FERNANDEZ DE SIMON, B., PEREZ-ILZARBE, J., HERNANDEZ, T., GOMEZ-CORDOVES, C. a ESTRELLA, I., 1992. Importance of phenolic compounds for the characterization of fruit juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 40(9), 1531-1535 [cit. 2017-03-28]. DOI: 10.1021/jf00021a012. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00021a012>
26. SHAHIDI, F. a NACZK, M., 2003. *Phenolics in Food and Nutraceuticals* [online]. 2nd ed. London: CRC Press [cit. 2016-12-18]. ISBN 02-035-0873-4.
27. FRITSCH, R. M., BLATTNER, F. R. a GURUSHIDZE, M., 2010. New Classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (WEBB & BERTHEL.) ROUY (*Alliaceae*) Based on Molecular and Morphological Characters. *Phyton*. 49(2), 145-220. [cit. 2017-03-05].
28. GARCÍA-LAFUENTE, A., GUILLAMÓN, E., VILLARES, A., ROSTAGNO, M. A. a MARTÍNEZ, J. A., 2009. Flavonoids as anti-inflammatory agents: implications in cancer and cardiovascular disease. *Inflammation Research* [online]. 58(9), 537-552 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1007/s00011-009-0037-3. ISSN 1023-3830. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00011-009-0037-3>
29. HERRMANN, K., 1976. Flavonols and flavones in food plants: a review. *International Journal of Food Science*. 11(5), 433-448. [cit. 2017-01-26]. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1976.tb00743.x. ISSN 09505423. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1976.tb00743.x>

30. HERTOOG, M. G. L., HOLLMAN, P. C. H. a KATAN, M. B., 1992. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 40(12), 2379-2383. [cit. 2017-01-27]. DOI: 10.1021/jf00024a011. ISSN 0021-8561. Dostupné také z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00024a011>
31. Jak pěstovat a sklízet ozimou cibuli?, 2011. IReceptář.cz [online]. Tarsago [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/zahrada/uzitkova-zahrada/jak-pestovat-a-sklizet-ozimou-cibuli/>
32. JOHNSON, I. T., WILLIAMSON, G. a MUSK, S. R. R., 1994. Anticarcinogenic Factors in Plant Foods: A New Class of Nutrients? *Nutrition Research Reviews* [online]. 7(01), 175- [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1079/NRR19940011. ISSN 0954-4224. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0954422494000120
33. JUNG, E. H., KIM, S. R., HWANG, I. K. a HA, T. Y., 2007. Hypoglycemic Effects of a Phenolic Acid Fraction of Rice Bran and Ferulic Acid in C57BL/KsJ-db/db Mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 55(24), 9800-9804 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1021/jf0714463. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0714463>
34. KAMARAJ, S., VINODHKUMAR, R., ANANDAKUMAR, P., JAGAN, S., RAMAKRISHNAN, G. a DEVAKI, T., 2007. The Effects of Quercetin on Antioxidant Status and Tumor Markers in the Lung and Serum of Mice Treated with Benzo(a)pyrene. *Biological* [online]. 30(12), 2268-2273 [cit. 2017-03-25]. DOI: 10.1248/bpb.30.2268. ISSN 0918-6158. Dostupné z: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/bpb/30.2268?from=CrossRef>
35. KASSIM, M., ACHOUI, M., MUSTAFA, M. R., MOHD, M. A. a YUSOFF K. M., 2010. Ellagic acid, phenolic acids, and flavonoids in Malaysian honey extracts demonstrate in vitro anti-inflammatory activity. *Nutrition Research* [online]. 30(9), 650-659 [cit. 2016-07-24]. DOI: 10.1016/j.nutres.2010.08.008. ISSN 02715317. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0271531710001715>
36. Keep Your Onions & Potatoes Separated And Other Tips For Storing Fruits & Vegetables, 2014. *Consumerist* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <https://consumerist.com/2014/04/05/keep-your-onions-garlic-separated-and-other-tips-for-storing-fruits-vegetables/>

37. KIM, T. K., 2015. Edible Medicinal and Non Medicinal Plants: Volume 9, Modified Stems, Roots, Bulbs. 1. Dordrecht: Springer Netherlands. ISBN 978-94-017-9511-1.
38. KONDRATYUK, T. P. a PEZZUTO, J. M., 2004. Natural Product Polyphenols of Relevance to Human Health. Archives Of Physiology And Biochemistry [online]. 42(s1), 46-63 [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1080/13880200490893519. ISSN 1381-3455. Dostupné z: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1080/13880200490893519>
39. KŘÍŽEK, M. a ŠÍMA, J., 2015. Analytická chemie. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. ISBN 978-80-7394-486-5.
40. LAKENBRINK, CH., LAPCZYNSKI, S., MAIWALD, B. a ENGELHARDT, U. H., 2000. Flavonoids and Other Polyphenols in Consumer Brews of Tea and Other Caffeinated Beverages. Journal of Agricultural and Food Chemistry [online]. 48(7), 2848-2852 [cit. 2017-01-29]. DOI: 10.1021/jf9908042. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf9908042>
41. LETENNEUR L., PROUST-LIMA, C., LE GOUGE, A., DARTIGUES, J. a BARBERGER-GATEAU, P., 2007. Flavonoid Intake and Cognitive Decline over a 10-Year Period. American Journal of Epidemiology [online]. 165(12), 1364-1371 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1093/aje/kwm036. ISSN 0002-9262. Dostupné z: <https://academic.oup.com/aje/article-lookup/doi/10.1093/aje/kwm036>
42. LUQMAN, S. a RIZVI, S. I., 2006. Protection of lipid peroxidation and carbonyl formation in proteins by capsaicin in human erythrocytes subjected to oxidative stress. Phytotherapy research [online]. 20(4), 303-306 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1002/ptr.1861. ISBN 10.1002/ptr.1861. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ptr.1861>
43. MAEDA, K., KUZUYA, M., CHENG, X. W., et al., 2003. Green tea catechins inhibit the cultured smooth muscle cell invasion through the basement barrier. Atherosclerosis [online]. 166(1), 23-30 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1016/S0021-9150(02)00302-7. ISSN 00219150. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021915002003027>
44. MACHEIX, J-J., FLEURIET, A. a BILLOT, J., c1990. Fruit phenolics. Boca Raton, Fla.: CRC Press. ISBN 978-084-9349-683.
45. MAKRIS, D. P. a ROSSITER, J. T., 2001. Domestic Processing of Onion Bulbs (*Allium cepa*) and Asparagus Spears (*Asparagus officinalis*): Effect on Flavonol

- Content and Antioxidant Status. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 49(7), 3216-3222 [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1021/jf001497z. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf001497z>
46. MALVIYA, R., BANSAL, V., PAL, O. P. a SHARMA, P. K., 2010. High performance liquid chromatography: a short review. *Journal of Global Pharma Technology*. 2(5), 5. [cit. 2016-12-15]. ISSN 0975 – 8542.
 47. MANACH, C., SCALBERT, A., MORAND, CH., RÉMÉSY, CH. a JIMÉNEZ, L., 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 79(5), 727-747 [cit. 2016-07-25]. Dostupné z: <http://ajcn.nutrition.org/content/79/5/727.full>
 48. MARKUS, M. A. a MORRIS, B. J., 2008. Resveratrol in prevention and treatment of common clinical conditions of aging. *Clinical Interventions in Aging* [online]. 3(2), 331–339 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2546476/>
 49. MATSUI, T., EBUCHI, S., KOBAYASHI, M., FUKUI, K., SUGITA, K., TERAHARA, N. a MATSUMOTO, K., 2002. Anti-hyperglycemic Effect of Diacylated Anthocyanin Derived from Ipomoea batatas Cultivar Ayamurasaki Can Be Achieved through the α -Glucosidase Inhibitory Action. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 50(25), 7244-7248 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1021/jf025913m. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf025913m>
 50. MIZUNO, M., TSUCHIDA, H., KOZUKUE, N. a MIZUNO, S., 1992. Rapid Quantitative Analysis and Distribution of Free Quercetin in Vegetables and Fruits. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* [online]. 39(1), 88-92 [cit. 2017-01-10]. DOI: 10.3136/nskkk1962.39.88. ISSN 0029-0394. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk1962/39/1/39_1_88/_pdf
 51. NARDINI, M., NATELLA, F. a SCACCINI, C., 2009. Role of dietary polyphenols in platelet aggregation. A review of the supplementation studies. *Platelets* [online]. 18(3), 224-243 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1080/09537100601078083. ISSN 0953-7104. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537100601078083>
 52. NUUTILA, A. M., PUUPPONEN-PIMIÄ, R., AARNI, M. a OKSMAN-CALDENTY K-M., 2003. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food*

- Chemistry. 81(4), 485-493 [cit. 2017-02-10]. DOI: 10.1016/S0308-8146(02)00476-4. ISSN 03088146. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814602004764>
53. OLTHOF, M. R., HOLLMAN, P. C. H. a KATAN, M. B., 2001. Chlorogenic Acid and Caffeic Acid Are Absorbed in Humans. *The Journal of Nutrition* [online]. 131(1), 66-71 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://jn.nutrition.org/content/131/1/66.long>
54. Onions, © 2001-2017. World's healthiest foods [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=45>
55. PANDEY, K. B. a RIZVI, S. I., 2009. Plant Polyphenols as Dietary Antioxidants in Human Health and Disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2(5), 270-278. [cit. 2016-12-15]. DOI: 10.4161/oxim.2.5.9498. ISSN 1942-0900. Dostupné také z: <http://www.hindawi.com/journals/omcl/2009/897484/>
56. PANDEY, K. B. a RIZVI, S. I., 2010. Protective effect of resveratrol on markers of oxidative stress in human erythrocytes subjected to in vitro oxidative insult. *Phytotherapy Research* [online]. 24(S1), S11-S14 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1002/ptr.2853. ISSN 0951418x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ptr.2853>
57. PEKÁRKOVÁ, Eva, 2000. Pěstujeme zeleninu. 2. upr. vyd. Praha: Grada. Česká zahrada. ISBN 8024790408.
58. Pestré pěstování cibule: obří salátové, šalotky, cibulky k nakládání..., 2011. IReceptář.cz [online]. Tarsago [cit. 2017-01-27]. Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/zahrada/uzitkova-zahrada/pestre-pestovani-cibule-obri-salatove-salotky-cibulky-k-nakladani/>
59. PETERSON, J., DWYER, J., ADLERCREUTZ, H., SCALBERT, A., JACQUES, P. a MCCULLOUGH, M. L., 2014. Dietary lignans: physiology and potential for cardiovascular disease risk reduction. *Nutrition reviews* [online]. 68(10), 571-603 [cit. 2017-03-29]. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2010.00319.x. ISBN 10.1111/j.1753-4887.2010.00319.x. Dostupné z: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article-lookup/doi/10.1111/j.1753-4887.2010.00319.x>
60. Pěstujeme pórek letní i zimní, ©2017. AbecedaZahrady.cz [online]. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://abecedazahrady.dama.cz/clanek/pestujeme-porek-letni-i-zimni>

61. Poschod'ová cibule: nebojte se experimentovat, ©2017. Abecedazahrady.cz [online]. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://abecedazahrady.dama.cz/clanek/poschodova-cibule-nebojte-se-experimentovat>
62. PRICE, K. R., BACON, J. R. a RHODES, M. J. C., 1997. Effect of Storage and Domestic Processing on the Content and Composition of Flavonol Glucosides in Onion (*Allium cepa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 45(3), 938-942 [cit. 2017-02-05]. DOI: 10.1021/jf9605916. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf9605916>
63. PRICE, S. F., BREEN, B. J., VALLADAO, M. a WATSON, B. T., 1995. Cluster Sun Exposure and Quercetin in Pinot noir Grapes and Wine. *American Journal of Enology and Viticulture*. 46(2), 187-194 [cit. 2017-02-09].
64. REINISALO, M., KÅRLUND, A., KOSKELA, A., KAARNIRANTA, K. a KARJALAINEN, R. O., 2015. Polyphenol Stilbenes: Molecular Mechanisms of Defence against Oxidative Stress and Aging-Related Diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2015, 1-24. [cit. 2017-02-05]. ISSN 1942-0900. Dostupné také z: <http://www.hindawi.com/journals/omcl/2015/340520/>
65. RENAUD, S. a DE LORGERIL, M., 1992. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Nutrition and Vascular Physiopathology Research Unit* [online]. 339(8808), 1523–1526 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1016/0140-6736(92)91277-F. ISBN 10.1016/0140-6736(92)91277-F. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/014067369291277F>
66. RIZVI, S. I. a MISHRA, N., 2009. Anti-oxidant effect of quercetin on type 2 diabetic erythrocytes. *Journal of Food Biochemistry* [online]. 33(3), 404-415 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1111/j.1745-4514.2009.00228.x. ISSN 01458884. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4514.2009.00228.x>
67. RIZVI, S. I. a ZAID, M. A., 2005. Impairment of sodium pump and Na/H exchanger in erythrocytes from non-insulin dependent diabetes mellitus patients: effect of tea catechins. *Clinica Chimica Acta* [online]. 354(1-2), 59-67 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1016/j.cccn.2004.11.008. ISSN 00098981. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0009898104005479>
68. RIZVI, S. I., ZAID, M. A., ANIS, R. a MISHRA, N., 2005. Protective role of tea catechins against oxidation-induced damage of type 2 diabetic erythrocytes. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* [online]. 32(1-2), 70-75 [cit. 2017-

- 03-26]. DOI: 10.1111/j.1440-1681.2005.04160.x. ISSN 0305-1870. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1440-1681.2005.04160.x>
69. ROBBINS, R. J., 2003. Phenolic Acids in Foods: An Overview of Analytical Methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(10), 2866-2887 [cit. 2016-11-28]. DOI: 10.1021/jf026182t. ISSN 0021-8561. Dostupné také z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf026182t>
70. ROGERIO, A. P., SÁ-NUNES, A. a FACCIOLI, L. H., 2010. The activity of medicinal plants and secondary metabolites on eosinophilic inflammation. *Pharmacological Research* [online]. 62(4), 298-307 [cit. 2016-11-28]. DOI: 10.1016/j.phrs.2010.04.005. ISSN 10436618. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1043661810001040>
71. SCALBERT, A., MANACH, C., MORAND, Ch., RÉMÉSY, Ch. a JIMÉNEZ, L., 2005. Dietary Polyphenols and the Prevention of Diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 45(4), 287-306 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1080/1040869059096. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1040869059096>
72. SCALBERT, A., a WILLIAMSON, G., 2000. Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. *The Journal of nutrition* [online]. 130(8), 2073-2085 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://jn.nutrition.org/content/130/8/2073S.full?related-urls=yes&legid=nutrition;130/8/2073S#ref-49>
73. SCARMEAS, N., LUCHSINGER, J. A., MAYEUX, R. a STERN, Y., 2007. Mediterranean diet and Alzheimer disease mortality. *Neurology* [online]. 69(11), 1084-1093 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1212/01.wnl.0000277320.50685.7c. ISSN 0028-3878. Dostupné z: <http://www.neurology.org/cgi/doi/10.1212/01.wnl.0000277320.50685.7c>
74. SEMWAL, D., SEMWAL, R., COMBRINCK, S. a VILJOEN, A., 2016. Myricetin: A Dietary Molecule with Diverse Biological Activities. *Nutrients*. 8(2), 90-. [cit. 2016-11-28]. DOI: 10.3390/nu8020090. ISSN 2072-6643. Dostupné také z: <http://www.mdpi.com/2072-6643/8/2/90>
75. SHARMA, K., KO, E. Y., ASSEFA, A. D., HA, S., NILE, S. H., LEE, E. T. a PARK, S. W., 2015. Temperature-dependent studies on the total phenolics, flavonoids, antioxidant activities, and sugar content in six onion varieties. *Journal of Food and Drug Analysis*. 23(2), 243-252 [cit. 2017-01-26]. DOI:

- 10.1016/j.jfda.2014.10.005. ISSN 10219498. Dostupné také z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1021949814001379>
76. SCHACHINGER, V., BRITTEN, M. B. a ZEIHNER, A. M., 2000. Prognostic Impact of Coronary Vasodilator Dysfunction on Adverse Long-Term Outcome of Coronary Heart Disease. *Circulation* [online]. 101(16), 1899-1906 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1161/01.CIR.101.16.1899. ISSN 0009-7322. Dostupné z: <http://circ.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.CIR.101.16.1899>
77. SINGH, M., ARSENEAULT, M., SANDERSON, T., MURTHY, V. a RAMASSAMY, Ch., 2008. Challenges for Research on Polyphenols from Foods in Alzheimer's Disease: Bioavailability, Metabolism, and Cellular and Molecular Mechanisms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 56(13), 4855-4873 [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1021/jf0735073. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0735073>
78. SPENCER, J. P. E., ABD EL MOHSEN, M. M., MINIHAINE, A.-M., MATHERS, J. C. a JIMÉNEZ, L., 2008. Biomarkers of the intake of dietary polyphenols: strengths, limitations and application in nutrition research. *British Journal of Nutrition*. 99(01), -. [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1017/S0007114507798938. ISSN 0007-1145. Dostupné také z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114507798938
79. SZKUDELSKI, T. a SZKUDELSKA, K., 2011. Anti-diabetic effects of resveratrol. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1215(1), 34-39. [cit. 2017-02-12]. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2010.05844.x. ISSN 00778923. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1749-6632.2010.05844.x>
80. Šalotka – rady pro snadné pěstování, 2015. *Zahradacentrum.cz* [online]. [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: <http://www.zahrada-centrum.cz/clanky/nahled/363-salotka-rady-pro-snadne-pestovani>
81. THOMPSON, L. U., ROBB, P., SERRAINO, M. a CHEUNG, F., 1991. Mammalian lignan production from various foods. *Nutrition and Cancer* [online]. 16(1), 43-52 [cit. 2017-03-29]. DOI: 10.1080/01635589109514139. ISSN 0163-5581. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01635589109514139>
82. TOMÁS-BARBERÁN, F. A a CLIFFORD, M. N., 2000. Flavanones, chalcones and dihydrochalcones – nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80(7), 1073–1080 [cit. 2017-02-20]. DOI:

- 10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<1073::AID-JSFA568>3.0.CO;2-B.
Dostupné také z:
https://www.researchgate.net/publication/229518564_Flavanones_chalcones_and_dihydrochalcones_-_Nature_occurrence_and_dietary_burden
83. TRONÍČKOVÁ, Eva, 1985. Zelenina. Praha: Artia.
84. TSAO, R., FOSSEN, T. a VÅGEN, I. M., 2010. Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols: A Source of Unique Dietary Flavonoids. *Nutrients*. 2(12), 1231-1246. [cit. 2017-01-20]. DOI: 10.3390/nu2121231. ISSN 2072-6643. Dostupné také z: <http://www.mdpi.com/2072-6643/2/12/1231/>
85. VELÍŠEK, J. a HAJŠLOVÁ J., 2009. *Chemie potravin. Rozš. a přeprac. 3. vyd.* Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-16-9.
86. VITA, J.A, 2005. Polyphenols and cardiovascular disease: effects on endothelial and platelet function. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 81(1), 292-297 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <http://ajcn.nutrition.org/content/81/1/292S.long>
87. VITRAC, X., MONTI, J.-P., VERCAUTEREN, J., DEFFIEUX, G. a MÉRILLON, J.-M., 2002. Direct liquid chromatographic analysis of resveratrol derivatives and flavanonols in wines with absorbance and fluorescence detection. *Analytica Chimica Acta* [online]. 458(1), 103-110 [cit. 2017-03-26]. DOI: 10.1016/S0003-2670(01)01498-2. ISSN 00032670. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003267001014982>
88. XIANG, Y., LIU, Y. a LEE, M. L., 2006. Ultrahigh pressure liquid chromatography using elevated temperature. *Journal of Chromatography A*. 1104(1-2), 198-202 [cit. 2017-02-15]. DOI: 10.1016/j.chroma.2005.11.118. ISSN 00219673. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002196730502368X>
89. YANG, Ch. S, LANDAU, J.M, HUANG, M.-T. a NEWMARK, H. L., 2001. Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. *Annual Review of Nutrition* [online]. 21(1), 381-406 DOI: 10.1146/annurev.nutr.21.1.381. ISSN 0199-9885. Dostupné z: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.nutr.21.1.381>
90. YASUKO, K., TOMOHIRO, N., SEI-ITSU, M., AI-NA, L., YASUO F. a TAKASHI, T., 1984. Caffeic acid is a selective inhibitor for leukotriene biosynthesis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism*. 792(1), 92-97

- [cit. 2017-01-26]. DOI: 10.1016/0005-2760(84)90287-X. ISSN 00052760.
Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/000527608490287X>
91. YING, X., WANG, R., XU, J., ZHANG, W., LI, H., ZHANG, C. a LI, F., 2009. HPLC determination of eight polyphenols in the leaves of *Crataegus pinnatifida* Bge. var. major. *Journal of Chromatographic Science* [online]. 47(3), 201-5 [cit. 2017-02-25]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.937.8097&rep=rep1&type=pdf>
92. Zdravá a chutná zelenina – pór, 2014. Primareceptář.cz [online]. [cit. 2016-09-27]. Dostupné z: <http://prima-receptar.cz/zdrava-a-chutna-zelenina-por/>

8 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK

1. Obrázek 1 Cibule prorůstavá (staženo, http://abecedazahrady.dama.cz/getfile.aspx?id_file=7203)
2. Obrázek 2 Cibule kuchyňská žlutá (staženo, <https://www.priletime.cz/Services/ImageHandler.ashx?size=1&img=YmQ1ZjM3MTJhMzdhdhN2Y4MS5qcGc=>)
3. Obrázek 3 Pór (staženo, <http://www.mipapalla.cz/img/placeholder/porek.jpg>)
4. Obrázek 4 Cibule bílá zimní (staženo, <https://www.truhlikov.cz/cibule-secka-sibirska-zimni>)
5. Obrázek 5 Pažitka čínská (staženo, <http://www.labuznik.cz/ingredience/pazitka/>)
6. Obrázek 6 Cibule šalotka (staženo, <http://www.dobrysalek.cz/sites/default/files/cibule-salotka.jpg>)
7. Obrázek 6 Šikimát (staženo, <http://www.akademon.cz/clanekDetail.asp?name=Nova%20synteza%20benzenoveho%20jadra%20pomoci%20dvou%20enzymu&source=0407>)
8. Obrázek 12 Schéma (staženo, <http://biochemie.sweb.cz/x/metody/foto/elektroforeza/kapilarni.jpg>)
9. Tabulka 1 Deriváty skupin fenolických kyselin (použité, <https://web.vscht.cz/~koplkr/Rostlinn%C3%A9%20fenoly%20a%20flavonoidy.pdf>)

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

HPCE – Vysokoučinná kapilární elektroforéza

HPLC – Vysokoučinná kapalinová chromatografie (High-Performance Liquid Chromatography)

LOQ – Mez stanovitelnosti (Limit of Quantification)

MECC – Micelární elektrokinetická kapilární chromatografie

MMP1 – Metaloproteináza 1

SPE – Extrakce pevným sorbentem (Solid-Phase Extraction)