Bioaktivní látky čajů z Jižní Ameriky a čajů z jiných netradičních zdrojů

Bc. Ladislav Mucha

Diplomová práce
2014

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav analýzy a chemie potravin
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Ladislav Mucha**
Osobní číslo:	**T12562**
Studijní program:	**N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Forma studia:	**kombinovaná**
Téma práce:	**Bioaktivní látky čajů z Jižní Ameriky a čajů zájinych netradičních zdrojů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. **Charakteristika vybraných druhů bylinných čajů.**
2. **Zdravotní účinky zkoumaných bylinných čajů.**
3. **Biologicky aktivní látky vybraných bylinných čajů.**

II. Praktická část

1. **Shromáždění vzorků a příprava extraktů.**
2. **Stanovení antioxidační aktivity, celkových polyfenolů a flavonoidů.**
3. **Zpracování výsledků a jejich vyhodnocení.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1] MANACH C., SCALBERT, A., MORAND, CH., REMESY, CH., JIMENEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. American Journal of Clinical Nutrition, 2004, 79, 727-747.

[2] HECK, C. I., DE MEJIA, E. G. Yerba Mate Tea (Ilex paraguariensis): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. Journal of Food Science, 2007, 72, 138-151.

[3] KLETTER, C., GLASL S., PRESSER, A., WERNER, I., REZNICEK, G., NARANTUYA, S. Morphological, chemical and functional analysis of catuaba preparations. Planta Medica 2004, 70, 993-1000.

[4] SARI, F., TURKMEN, N., POLAT, G., VELIOGLU, Y. S. Total polyphenol, antioxidant and antibacterial activities of black mate tea. Food Science and Technology Research, 2007, 13, 265-269.

[5] PARK, B. S., LEE, K. G., SHIBAMOTO, T., LEE, S. E., TAKEOKA, G. R. Antioxidant activity and characterization of volatile constituents of Taheebo (Tabebuia impetiginosa Martius ex DC). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51, 295-300.

[6] KORBELÁŘ, J., ENDRIS, Z., KREJČA J., Naše rostliny v lékařství. 5. přeprac. vyd. Praha: Avicenum, 1981, 504 s. ISBN: 735 21-08/31 08-092-81.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Mlček, Ph.D.**
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2014**

Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2014**

Ve Zlíně dne 10. února 2014

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Jiří Mlček, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Mucha Ladislav Obor: Technologie, hygiena a ekonomika výroby

P R O H L Á Š E N Í

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 2. 5. 2014

Ladislav Mucha
.....

[1] *zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:*
(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.
[2] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*
(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).
[3] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*
(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.
(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše, přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá stanovením bioaktivních látek v čajích z Jižní Ameriky a čajů z jiných netradičních zdrojů, konkrétně byly zkoumány tyto bylinné čaje: Cesmína paraguayská, Wira Wira, Muňa Muňa, Lapacho, Catuaba, Vilcacora, Myrtovník citronový, Vousatka citronová, Ostropestřec mariánský. V teoretické části diplomové práce je uvedeno obecné chemické složení bylinných čajů a blíže jsou popsány zkoumané druhy vzorků, jejich botanická charakteristika, chemické složení, použití a zdravotní účinky. Dále je specifikována antioxidační aktivita, polyfenolické látky a flavonoidy. V praktické části jsou vyhodnoceny údaje o antioxidační aktivitě, celkových polyfenolech a flavonoidech získané laboratorní analýzou. Tyto výsledky jsou zpracovány do přehledných grafů a tabulek a porovnány s výsledky uvedenými v odborné literatuře.

Klíčová slova: bylinné čaje, zdravotní účinky, antioxidační aktivita, polyfenoly, flavonoidy.

ABSTRACT

Master's thesis deals with the determination of bioactive substance in teas in South America and teas produced from non-traditional sources, especially were studied these herbal teas: Yerba mate, Wira Wira, Muna Muna, Lapacho, Catuaba, Vilcacora, Myrtle lemon, Lemon grass, Milk thistle. In the theoretical part of the thesis is indicated a chemical composition of herbal tea and closer are described types of samples, their botanical characteristics, chemical composition, use and health effects. Furthermore, is specified antioxidant activity, Polyphenolic compounds and flavonoids. In the practical part are evaluated data of the antioxidant activity, total Polyphenols and flavonoids obtained by laboratory analysis. The-se results are processed in clear charts and graphs and compared with the results given in the literature.

Keywords: herbal teas, health effects, antioxidant activity, polyphenols, flavonoids.

Poděkování

Děkuji panu Ing. Jiřímu Mlčkovi, Ph.D. za jeho ochotu, pomoc a cenné rady při zpracování diplomové práce. Dále děkuji panu Ing. Jakubovi Kotůlkovi, který mně pomáhal při analýze vzorků v laboratořích.

Zvláštní poděkování patří mé rodině za podporu a porozumění.

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

OBSAH

ÚVOD **11**
I TEORETICKÁ ČÁST **12**
1 ČAJ **13**
1.1 PRAVÉ ČAJE 13
1.1.1 Čajovník (*Camellia*) 13
1.1.2 Rozdělení pravých čajů 13
1.2 BYLINNÉ ČAJE 14
1.2.1 Technologie výroby bylinných čajů 14
1.2.2 Chemické složení bylinných čajů 15
2 VYBRANÉ DRUHY BYLINNÝCH ČAJŮ **18**
2.1 CESMÍNA PARAGUAYSKÁ (*ILEX PARAGUARIENSIS*) 18
2.1.1 Taxonomie 18
2.1.2 Základní popis 18
2.1.3 Použití 18
2.1.4 Chemické složení 18
2.2 WIRA WIRA (*GNAPHALIUM GRAVEOLENS*) 18
2.2.1 Taxonomie 18
2.2.2 Základní popis 19
2.2.3 Použití 19
2.2.4 Chemické složení 19
2.3 MUŇA MUŇA (*MINTHOSTACHYS SETOSA*) 19
2.3.1 Taxonomie 19
2.3.2 Základní popis 19
2.3.3 Použití 19
2.3.4 Chemické složení 20
2.4 LAPACHO (*TABEBUIA AVELLANEDAE*) 20
2.4.1 Taxonomie 20
2.4.2 Základní popis 20
2.4.3 Použití 21
2.4.4 Chemické složení 21
2.5 CATUABA (*ERYTHROXYLUM CATUABA*) 21
2.5.1 Taxonomie 21
2.5.1 Základní popis 21
2.5.2 Použití 22
2.5.3 Chemické složení 22
2.6 VILCACORA (*UNCARIA TOMENTOSA*) 22
2.6.1 Taxonomie 22
2.6.2 Základní popis 22
2.6.3 Použití 23
2.6.4 Chemické složení 23
2.7 MYRTOVNÍK CITRÓNOVÝ (*BACKHOUSIA CITRIODORA*) 23
2.7.1 Taxonomie 23
2.7.2 Základní popis 23
2.7.3 Použití 24

2.7.4 Chemické složení 24
2.8 VOUSATKA CITRONOVÁ (*CYMBOPOGON CITRATUS*) 24
2.8.1 Taxonomie 24
2.8.2 Základní popis 24
2.8.3 Použití 25
2.8.4 Chemické složení 25
2.9 OSTROPESTŘEC MARIÁNSKÝ (*SILYBUM MARIANUM*) 25
2.9.1 Taxonomie 25
2.9.2 Základní popis 25
2.9.3 Použití 26
2.9.4 Chemické složení 26
3 ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA 27
3.1 ROZDĚLENÍ ANTIOXIDANTŮ 27
3.2 VZNIK VOLNÝCH RADIKÁLŮ 27
3.3 PŮSOBENÍ RADIKÁLU 28
3.3.1 Kyslíkové radikály - ROS 28
3.3.2 Dusíkaté radikály - RNS 29
4 POLYFENOLY 31
ROZDĚLENÍ POLYFENOLŮ 31
4.1 FENOLOVÉ KYSELINY 31
4.2 STILBENY 32
4.3 LIGNANY 32
4.4 FLAVONOIDY 33
4.4.1 Flavony 34
4.4.2 Flavonoly 34
4.4.3 Flavanoly - katechiny 35
4.4.4 Flavanony 35
4.4.5 Anthokyanidiny 36
4.4.6 Isoflavony 36
II PRAKTICKÁ ČÁST 37
5 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE 38
6 MATERIÁL A METODIKA PRÁCE 39
6.1 POUŽITÉ VZORKY K ANALÝZE 39
6.2 POUŽITÉ PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ 39
6.3 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE 39
6.4 METODIKA PRÁCE 40
6.4.1 Příprava vzorků bylinných čajů 40
6.4.2 Stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH 41
6.4.3 Pracovní postup stanovení antioxidační aktivity 41
6.4.4 Stanovení celkových polyfenolů metodou FCM 42
6.4.5 Pracovní postup stanovení celkových polyfenolů 42
6.4.6 Stanovení celkových flavonoidů 43
6.4.7 Pracovní postup stanovení celkových flavonoidů 43
6.5 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ VÝSLEDKU 43
7 VÝSLEDKY A DISKUZE 44

7.1 ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA 44
7.1.1 Obsah antioxidantů - výluh ve vodě 44
7.1.2 Obsah antioxidantů - výluh v metanolu 45
7.1.3 Porovnání obsahu antioxidantů 46
7.2 CELKOVÝ OBSAH POLYFENOLŮ 47
7.2.1 Obsah polyfenolů - výluh ve vodě 47
7.2.2 Obsah polyfenolů - výluh v metanolu 48
7.2.3 Porovnání obsahu polyfenolů 49
7.3 CELKOVÝ OBSAH FLAVONOIDŮ 50
7.3.1 Obsah flavonoidů - výluh ve vodě 50
7.3.2 Obsah flavonoidů - výluh v metanolu 51
7.3.3 Porovnání obsahu flavonoidů 52
7.4 DISKUZE 53
7.4.1 Cesmína paraguayská (*Ilex paraguariensis*) 55
7.4.2 Wira Wira (*Gnaphalium graveolens*) 56
7.4.3 Muňa Muňa (*Minthostachys setosa*) 56
7.4.4 Lapacho (*Tabebuia avellanedae*) 57
7.4.5 Catuaba (*Erythroxylum catuaba*) 58
7.4.6 Vilcacora (*Uncaria tomentosa*) 58
7.4.7 Myrtovník citronový (*Backhousia citriodora*) 59
7.4.8 Vousatka citronová (*Cymbopogon citratus*) 60
7.4.9 Ostropestřec mariánský (*Silybum marianum*) 60
ZÁVĚR 62
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 64
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 83
SEZNAM OBRÁZKŮ 86
SEZNAM TABULEK 87
SEZNAM PŘÍLOH 88

ÚVOD

Čaje jsou bohatým zdrojem bioaktivních látek, které mají příznivý účinek na lidské zdraví, například v prevenci nebo zmírnění následků civilizačních chorob (ateroskleróza, rakovina, infarkt myokardu, diabetes mellitus, atd.). Antioxidační látky obsažené v bylinách mají schopnost reagovat s volnými radikály, které tak eliminují v neškodné produkty a tím chrání organismus. Mezi nejčastěji vyskytující se látky s antioxidační aktivitou v materiálech rostlinného původu patří polyfenoly a to zejména flavonoidy.

V dnešní globalizované společnosti se dají získat bylinné čaje i z netradičních zdrojů, jako jsou pralesy a svahy hor Jižní Ameriky (Cesmína paraguayská, Wira Wira, Muňa Muňa, Lapacho, Catuaba, Vilcacora), tak deštné lesy Austrálie (Myrtovník citronový), nebo z tropických oblastí Afriky a Asie (Vousatka citronová), či celosvětově rozšířené byliny (Ostropestřec mariánský). U některých z těchto netradičních zdrojů jsou uváděny rozsáhlé léčebné účinky, které právě výše uvedené vlastnosti vykazují.

V této práci byla laboratorní analýzou zkoumána antioxidační aktivita, celkový obsah polyfenolických látek a flavonoidů bylinných čajů. Ke stanovení antioxidační aktivity byla použita metodu DPPH s následným měření absorbance pomocí spektrofotometru. Ke stanovení obsahu celkových polyfenolů byla použita spektrofotometrická metoda s Folin-Ciocalteuovým činidlem. Celkové flavonoidy byly stanoveny spektrofotometrickou metodou s chloridem hlinitým a dusitanem sodným.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ČAJ

Konzumace čaje má dlouho-dobou tradici. Čaj je nejčastějším kulturním nápojem na světě. Připravuje se vyluhováním lístků z čajovníku. Čajem se také označují nálevy, odvary a výluhy z bylin a ovoce. Proto čaje dělíme na:

- **čaje pravé**
- **ovocné čaje**
- **bylinné čaje** [1,2,3]

1.1 Pravé čaje

Všechny čaje pravé pocházejí z rostliny čajovníku. Dnešní kulturně pěstovaný čajovník pochází z čajovníku planého. Jeho dlouholetým šlechtěním byla vypěstována celá řada odrůd. Botanicky se čajovník řadí do rodu *Camellia*, který zahrnuje 267 druhů a poddruhů stromů a keřů z čeledi *Theaceas* [1,4].

1.1.1 Čajovník (*Camellia*)

Čajovník pochází z oblasti Darjeelingu, Assamu a jižní Číny. Čajovníky mají lesklé listy, jejichž čepele nebývají zcela rozevřené. Čajovník má jemné, střídavě uspořádané listy protáhle vejčitého tvaru 4 až 20 cm dlouhé a na okrajích jemně až hrubě zubaté. Mladé listy jsou měkké, poddajné, porostlé jemnými chloupky. Jde o nejcennější část rostliny. Květy čajovníku vyrůstají jednotlivě nebo po dvou až třech z úžlabí listů na krátkých stopkách, lístky jsou bílé, narůžovělé nebo nažloutlé barvy. Mají pět okvětních plátků a příjemně voní. Plodem je tří až čtyřpouzdrá kožovitá a lysá tobolka. Květy ani plody se ke zpracování na výrobu čaje nepoužívají. Pro pěstování má největší význam čajovník čínský, asámský a indočínský [1,5,6,7].

- **Čajovník čínský** (*Camellia sinensis*) je drobnolistá keřovitá rostlina. Pokud roste divoce, dorůstá do výšky až 6 m. Vyrábí se z něj hlavně zelený čaj.
- **Čajovník asámský** (*Camellia assamica*) je stálezelený strom, dorůstá do výše až patnácti metrů, jeho listy jsou dvakrát tak velké jako listy čajovníku čínského. Čaj z čajovníku asámského má tmavě červenou barvu.
- **Čajovník indočínský** je nejméně rozšířený. Stromy dorůstají velikosti okolo šesti metrů. Pěstují se výhradně ve vyšších polohách Srí Lanky [4].

1.1.2 Rozdělení pravých čajů

Rozdělení pravých čajů je závislé na způsobu zpracování. Výroba čaje je proces, který má několik fází: tj. sběr čajovníkových lístků, zavadnutí listů, rolování, fermentace, sušení a třídění čaje. Zahřívání a napařování probíhá pouze u polofermentovaných a nefermentova-

ných čajů. Pravé čaje dělíme do tří skupin podle průběhu fermentace: **nefermentované čaje** (bílé a zelené čaje)**, částečně fermentované čaje** (oolong a červené čaje), **zcela fermentované čaje** (černé čaje) [8].

1.2 Bylinné čaje

Bylinné čaje mají za sebou více jak 3 000 let historie a kulturního vývoje. Rozsáhlé znalosti o bylinách měli již Egypťané, Číňané, Babyloňané. Řada nápojů připravených z bylin získala oblibu zejména pro své léčivé účinky [9].

Bylinný čaj nepatří mezi pravé čaje, to znamená, že jeho převládající složkou nejsou listy čajovníku *Camellia*. Bylinné čaje se nejčastěji připravují z různých částí bylin nebo jejich směsí. Také mohou být smíchány s pravým nebo ovocným čajem, přičemž obsah bylin musí činit minimálně 50 % hmotnosti [10].

1.2.1 Technologie výroby bylinných čajů

- **Sklizeň**

Účinné látky v bylinách jsou rozloženy buď v celé rostlině, nebo se nachází jen v některých jejich částech. Většinou se sbírá část rostliny, která obsahuje nejvíce účinných látek. Složení a celkový obsah látek v bylinách je proměnlivý, proto se musí dodržovat nejvhodnější období sklizně.

Z nadzemních částí rostlin se sbírá nať (*herba*), mladý vršek (*summitas*), lodyha (*caulis*), pupen (*gemma*), list (*folium*), dřevo (*lignum*), kůra (*cortex*), květ (*flos*), plod (*fructus*), stopka (*stipes*), semeno (*semen*) a výtrusy (*sporae*).

Z podzemních rostlinných částí se sbírá kořen (*radix*), oddenek (*rhizoma*), hlíza (*tuber*), cibule (*bulbus*) [11].

- **Sušení**

Při sušení bylinných čajů musíme dbát na to, aby teplota nebyla příliš vysoká. Sušení je prováděno v tenkých vrstvách přirozeným nebo umělým teplem do 35 °C. Čaje nesmíme vystavovat přímému slunečnímu záření. Při vysoké teplotě se vypařuje nadměrné množství účinných látek. Byliny jsou usušené, když jsou tvrdé a drobivé. Kontrolu může provést v hermeticky uzavřené nádobě, v které se nesmí objevit orosení či plíseň [12].

- **Skladování**

Na kvalitě se velmi významně podílí i skladování bylinných čajů po usušení. Bylinné čaje skladujeme v chladu, suchu a temnu. Maximální doba skladování je dva roky v závislosti na druhu čaje. Dobře uložené čaje si tak dlouho zachovávají své zbarvení, vůni i nezměně-

né obsahové látky, a tím i léčivé vlastnosti [11,13].

1.2.2 Chemické složení bylinných čajů

Pletiva rostlinného organismu se skládají z vody a sušiny. Obsah vody v pletivech rostoucích vegetativních orgánů rostlin je 70 - 95 %, v zásobních pletivech semen a v buňkách mechanických pletiv 5 - 15 %. Sušinu tvoří organické a minerální (anorganické) látky. Organické látky tvoří 90 - 95 % sušiny [14].

Primární produkty rostlin

Produkty primární jsou považovány za nezbytné pro zajištění základních životních funkcí rostliny. Jedná se především o sacharidy dále o aminokyseliny, základní stavební jednotky bílkovin, a lipidy [9,14,15].

- **Sacharidy**

Sacharidy jsou produkty fotosyntézy v zelené části bylin. Mají funkci stavební a zásobní. Jednoduché sacharidy - glukóza a fruktóza slouží jako zdroje energie, složitější polysacharidy - škrob, inulin, pektiny, slizy a celulóza slouží jako stavební látky. Sacharidy rostlinných organismů, jsou zdrojem energie pro metabolické procesy, zúčastňují se osmotických procesů a poskytují uhlík pro jiné organické látky [9,14,15].

- **Bílkoviny**

Bílkoviny v bylinách plní funkci stavební jako součást buněčných struktur. Podstatnou část bílkovin tvoří enzymy, které se podílejí na chemických změnách (polyfenoloxidasy, proteasy, transaminasy, lipoxygenasa, chlorofylasy, pektinesterasy...) [9,14,15].

- **Tuky**

Mezi tuky obsažené v rostlinách patří jednoduché lipidy - glyceridy, ceridy a složené lipidy - fosfolipidy a glykolipidy. Glyceridy - tuhé tuky se v bylinách vyskytují vzácně. Ceridy - vosky chrání bylinu před vysycháním. Zvláštní význam mají oleje, které jsou nositelem účinku tzv. vitaminu [9,14].

- **Minerální látky**

Obsah minerálních látek je závislý na geografickém původu, klimatických podmínkách a půdním podloží bylin. Mezi významné minerální látky v rostlinách patří křemičitany a soli vápníku, sodíku, draslíku ale také P, S, Mg, Cl, Fe, Mn stopová množství toxických prvků Pb, Cd, As a mnohé jiné [9,14,15].

- **Rostlinná barviva**

Zahrnují rozmanitou škálu nejrůznějších struktur, z nichž některé jsou i nositelem biologického účinku, jiné dodávají jen barvu některým partiím rostlin. Podle rozpustnosti ve

vodě lze rozlišit hydrochromy (anthokyany, betalainy, flavonoidy, chinony) barviva buněčné šťávy a lipochromy (chlorofyly, karotenoidy) - barviva plastidická [11].

- **Organické kyseliny**

Většinou se vyskytují v dužnatých plodech. Snižují pH a tím zvyšují odolnost rostlin proti některým mikroorganizmům. V rostlinných materiálech převládá kyselina šťavelová, citronová, vinná a jablečná. Mívají projímavé účinky [9,11,15].

- **Alkaloidy**

Alkaloidy jsou dusíkaté, bazické sloučeniny, většinou přítomny ve formě solí s organickými kyselinami, jejich role v rostlinách není doposud známá, spousta z nich je pro člověka prudkým jedem.

Důležitými alkaloidy jsou například chinolinové alkaloidy, mezi které patří chinin, který se využívá jako lék proti malárii. Významnou skupinou jsou také purinové alkaloidy, do nichž patří kofein a theobromin. Ty v malých dávkách stimulují centrální nervovou soustavu. Dále sem například patří opiové alkaloidy, atropin, nikotin aj. [9,11,14].

- **Glykosidy**

Glykosidy jsou hojně rozšířeny v celé rostlinné říši. Glykosidy jsou zásobní a ochranné látky rostlin, většinou hořké a jedovaté. Podle aglykonu se dělí na několik skupin, např. flavanoidní, steroidní, antrachinové a další. Proto také mají glykosidy velmi rozmanité působení. Glykosidy velmi účinně působí na srdeční sval, střevní sliznici, nebo jako antirevmatikum či desinficiens močových cest [9,11,14,15].

- **Flavonoidy**

Flavonoidy jsou deriváty fenylchromanu a odvozují se od tří základních skeletů: flavan, isoflavan a neoflavan. Hlavní třídy flavonoidů v čaji jsou flavanoly a flavonoly. Lze je nalézt pouze v rostlinné říši, kde jsou hojně rozšířeny ve květech a plodech. Vedle zajímavých biologických účinků, fungují flavonoidy rovněž jako rostlinná barviva dodávající žlutou, červenou až modrou barvu. Podporují účinek vitamínu C, zabezpečují funkci krevních kapilár, rozšiřují koronární cévy a chrání organizmus před infekcí. Některé flavonoidy mají příznivý močopudný a antiseptický účinek, regenerují jaterní tkáň atd. [9,11,14, 15].

- **Fytoncidy**

Přírodní antibiotika neboli fytoncidy jsou obsaženy ve vyšších rostlinách jako obrana vůči cizím organismům. Mají antibiotické účinky na bakterie a antimikrobiální účinek i na kvasinky. Z chemického hlediska se řadí mezi silice, které jsou výraznou chuťovou a vonnou složkou některých rostlin, např. koření a aromatických bylin. Fytoncidy pomáhají posilovat imunitní a oběhový systém a zmírňují zánětlivé stavy. Jejich výhodou je především to, že

nemají vedlejší účinky a nepoškozují střevní mikroflóru. Patří mezi ně chemické látky jako je například tomatin, allicin, lupulin, azulen, alkylisothiokyanáty, atd. [9,11,14,15].

- **Saponiny**

Jako saponiny jsou označovány ty složky rostlin, jejichž vodné roztoky třepáním silně pění, mají tedy vlastnosti povrchově aktivních látek. Z chemického hlediska jsou saponiny glykosidy, obsahují lipofilní aglykon (sapogenin) a hydrofilní cukerný zbytek. Lze je rozdělit na neutrální a kyselé, terpenické a steroidní. Působí diureticky, rozpouštějí hlen a mají mírně projímavý účinek [9,11,14,15].

- **Silice**

Silice jsou éterické oleje, směsi zpravidla vonných látek různých druhů, nejčastěji terpenické. Jsou to těkavé, intenzivně vonící směsi přírodních látek olejovité konzistence, lipofilní, ve vodě špatně rozpustné. Čaji dodávají vůni a podílejí se i na jeho chuti. Působí desinfekčně, mají účinky na nervovou soustavu. Povzbuzují vyměšování trávicích šťáv, podporují chuť k jídlu. Stimulují činnost oběhové a dýchací soustavy [9,11,14,15].

- **Třísloviny**

Třísloviny jsou bezdusíkaté vysokomolekulární látky svíravé chuti s bakteriálními účinky. Dělí se na hydrolyzovatelné (gallotaniny, ellagové třísloviny) a nehydrolyzovatelné (kondenzované, katechinové). Třísloviny jsou lokalizovány jen v některých určitých partiích rostliny (listy, plody, kůra). Omezují vyměšování sliznic, zastavují drobná krvácení a urychlují obnovu poškozených tkání. Vnitřně se používají zejména při průjmech, otravách alkaloidy těžkými kovy, snižují sekreci potních žláz [9,11,14,15].

- **Hořčiny**

Hořčiny jsou různé typy sloučenin většinou nejedovaté, bezdusíkaté látky, které mají hořkou chuť. Povzbuzují chuť k jídlu. Příznivě ovlivňují činnost trávícího systému, ale jinak nemají žádný výrazný zdravotní význam. [9,11,14,15].

2 VYBRANÉ DRUHY BYLINNÝCH ČAJŮ

2.1 Cesmína paraguayská (*Ilex paraguariensis*)

2.1.1 Taxonomie

Rostliny: (*Plantae*) Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*) Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*) Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*) Řád: cesmínotvaré (*Aquifoliales*) Čeleď: cesmínovité (*Aquifoliaceae*) Rod: cesmína (*Ilex*) Druh: paraguayská (*paraguariensis*) [16].

2.1.2 Základní popis

Cesmína je 10 až 15 metrů vysoký strom původem z Argentiny, Brazílie a Paraguay [17]. Kůra stromu je velmi světlá až bílá a hladká. Cesmína má dlouhé, vejčité a kožovitě lesklé listy, které rostou střídavě. Pravidelné bílé květy vyrůstají v paždí listů (Obr. 20 viz př. I). Plodem jsou fialovočervené kulaté peckovice. Nejlépe roste na stinném místě chráněném před silnými větry. Většinou jsou to místa uprostřed lesů nebo v blízkosti potoků [17,18].

2.1.3 Použití

Užívanou částí jsou listy, ze kterých se připravuje čaj maté. Maté se stalo kulturním a léčebným nápojem celé oblasti Jižní Ameriky od Amazonky na jih. Tradičně se popíjí z kalabasy s bombillou, kalabasa je vydlabaná tykev, bombilla je kovová trubička se sítkem na spodním konci. Rozdělujeme jej na zelené - Rancho a pražené - Pampero [19].

2.1.4 Chemické složení

Maté má výrazné povzbuzujícími účinky. Obsahuje kofein, teofylin, teobromin, silice, různé kyseliny, alkaloidy, flavonoidy, saponiny, asi 20 druhů aminokyselin, minerální látky (Ca, K, Fe, Si, Mn, P aj.), vitamíny (A, B_1, B_2, B_3, B_5, C, E), beta karoten. Díky vysokému množství vitamínu C pomáhá léčit nachlazení [20,21,22,23].

2.2 Wira Wira (*Gnaphalium graveolens*)

2.2.1 Taxonomie

Říše: rostliny (*Plantae*) Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*) Oddělení: krytosemenné (Magnoliophyta) Třída: dvouděložné (*Spermatopsida*) Řád: kvetoucích (*Asterales*) Čeleď: hvězdnicovitých (*Asteraceae*) Rod: vlněný (*Gnaphalium*) Druh: vonící (*Graveolens*) [24].

2.2.2 Základní popis

Wira Wira (Zaječí uši) je druh horské peruánské protěže z čeledi hvězdnicovitých. Tato drobná bylina, bývá celá pokrytá bělavým chmýřím, barvy světlo-šedě-zelené až žlutavě zabarvené se žlutými kvítky (Obr. 21 viz př. I), která dorůstá výšky 20 až 40 cm. Nalézt ji můžeme ve vlhkém kamenitém terénu, ve výškách s nadmořskou výškou 3500 m n. m. Má příjemnou aromatickou vůni. Mísí se travinami, které rostou ve svazích podél vrcholků Peru, Chile a Argentiny [25].

2.2.3 Použití

Pro svou specifickou, lehce nahořklou, příjemnou chuť je vyhledávaným nápojem zvláště v chladnějším počasí. K přípravě čaje se používají nadzemní části byliny [26].

2.2.4 Chemické složení

Wira Wira obsahuje taniny, alkaloidy, triterpeny, steroly, betasitosterol, glukosidy, antrakinony, flavony, chalkony, diterpenické labdeny a gnaphaleny. Obsahuje vitamín C, B, stopové prvky (P, Mg, Ca, K, Na) [26,27,28].

2.3 Muňa Muňa (*Minthostachys setosa*)

2.3.1 Taxonomie

Říše: rostliny (*Plantae*) Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheophyta*) Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*) Třída: nižší dvouděložné (*Magnoliopsida*) Řád: hluchavkotvaré (*Lamianae*) Čeleď: hluchavkovité (*Lamiaceae*) Rod: mátočistec (*Minthostachys*) Druh: hedvábný (*setosa*) [29].

2.3.2 Základní popis

Muňa Muňa je bylinka rostoucí na sušších, kamenitých stráních peruánské a bolivijské krajiny. Dorůstá výšky 1 - 2 metry a najít ji můžeme ve výškách od 2700 - 3400 m n. m. Její listy mají elipsovitý, někdy oválný tvar, lodyha je jemně ochmýřená. Malé a bílé květy jsou složené v hustá květenství ve tvaru košíků (Obr. 22 viz př. I). Rostlina má charakteristické mentolové aroma [30,31].

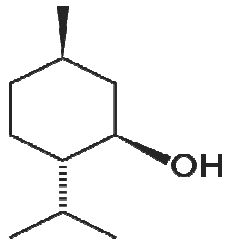
2.3.3 Použití

Z lístků se připravuje odvar v kombinaci s limetkou, který má mentolovo-citronovou pří-

chuť. Sušené lístky se díky obsahu éterických olejů používají k aromatizaci potravin. Vůně čerstvé rostliny odpuzuje škůdce uskladněných brambor a zeleniny [30,31].

2.3.4 Chemické složení

Minthostachys setosa obsahuje flavonoidy zejména flavony, mentolové silice (Obr. 1) a jeho estery, menton, mentofuran, isomenton, pulegon, karyofylon, karvakrilacetát, spatilenon, limonen, pryskyřice, terpineol, terpeny: geraniol, cineol a linalol, isoamilický alkohol, třísloviny, vitaminy C, B_1, stopové prvky (Ca, P, Mg, K, Na, Mn) [30,31].



Obr. 1*: Strukturní vzorec mentolu*

2.4 Lapacho (*Tabebuia avellanedae*)

2.4.1 Taxonomie

Říše: rostliny (*Plantae*) Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheophyta*) Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*) Třída: dvouděložné (*Spermatopsida*) Řád: hluchavkotvaré (*Lamianae*) Čeleď: trubačovité (*Bignoniaceae*) Rod: mravenčí (*Tabebuia*) Druh: (*avellanedae*) [32].

2.4.2 Základní popis

Lapacho je strom pocházející z lesů v celé střední a jižní Ameriky. Roste v Brazílii, zasahuje až do Francouzské Guyany, Bolívie, Paraguaye a severní Argentiny. V literatuře se často zaměňují rody *Tecoma* a *Tabebuia*, odlišují se od sebe obsahem účinné látky Lapacholu, který obsahuje rod *Tebebuia*. Rod *Tabebuia* je nečastěji zastoupen třemi potažmo dvěmi druhy - *T. avellanedae* synonymum *T. impetiginosa* a druhem *T. serratifolia* [33]. Lapacho je jeden z největších a nejsilnějších tropických lesních stromů s hladkou kůrou a trubkovitými květy. *Tabebuia avellanedae* je obrovský baldachýnový, pomalu rostoucí strom z čeledi trubačovitých, rozšířený v amazonských deštných pralesích na severovýchodě Brazílie. Listy má oválné, složené. Kvete velmi intenzivně od července do září, poté, co se zbaví listů. Pro své červenofialové až fialové výrazné květy (Obr. 23 viz př. I) se

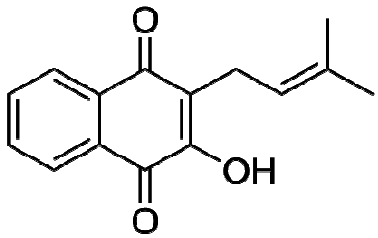
stromy *Tabebuia avellanedae* se využívají jako okrasné rostliny parků a veřejných prostranství [34].

2.4.3 Použití

Z Lapacha se připravuje především bylinný čaj, nazývaný též nápoj Inků. Je připravován z vnitřní kůry stromu *Tabebuia* [33].

2.4.4 Chemické složení

Kůra obsahuje především fenolické, iridoidní, fenyletanoidní, lignanové a isokumarínové glykosidy, naftochinony, antrachinony. Naftochinony a antrachinony jsou látky, které se v jedné rostlině vyskytují jen zřídka společně. Nejvýznamnějším naftochinonem je lapachol (Obr. 2). Dále obsahuje flavonoidy, vitamíny (B, C, provitamín A) a stopové prvky (Ca, K, P, Mg Si, Sn a Mn) [35,36,37,38,39,40].



Obr. 2*: Strukturní vzorec lapacholu*

2.5 Catuaba (*Erythroxylum catuaba*)

2.5.1 Taxonomie

Říše: rostliny (*Plantae*) Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*) Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*) Třída: dvouděložné (*Rosopsida*) Řád: pryšcotvaré (*Malpighiales*) Čeleď: rudodřevovité (*Erythroxylaceae*) Rod: rudodřev (*Erythroxylum*) Druh: posilující (*catuaba*) [41,42].

2.5.1 Základní popis

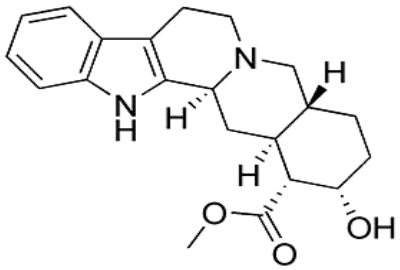
Erythroxylum catuaba je malý, rychle rostoucí strom, který produkuje žluté a oranžové květy (Obr. 24 viz př. I) a malé, tmavě-žluté, oválné, nepoživatelné ovoce. Patří společně s Kokainovníkem pravým do rodu rudodřevů, neobsahuje však žádné nelegální či návykové látky. Jako první popsali moc rostliny indiáni kmene Tupi, žijící v oblastech severních deštných pralesů Jižní Ameriky. Catuaba roste v deštných pralesech podél severní části Brazílie v Amazonii [43,44].

2.5.2 Použití

Kůra stromu *Erythroxylum catuaba* se používá na přípravu čaje a alkoholových tinktur [45].

2.5.3 Chemické složení

Catuaba obsahuje alkaloidy - johimbin (Obr. 3), třísloviny, aromatické oleje, pryskyřice, fytosteroly, cyklolignany, sesquiterpeny, flavonoidy a flavonolignany. Dále obsahuje vitamíny (A, B a C), stopové prvky (Mn, K, Ca, Mg) [46,47,48].



Obr. 3*: Strukturní vzorec yohimbinu*

2.6 Vilcacora (*Uncaria tomentosa*)

2.6.1 Taxonomie

Říše: rostliny (*Plantae*) Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*) Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*) Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*) Řád: hořcotvaré (*Gentianales*) Čeleď: *mořenovité* (*Rubiaceae*) Rod: řemdihák (*Uncaria*) Druh: plstnatý (*tomentosa*) [49].

2.6.2 Základní popis

Vilcacora nebo také Una de gato, Kočičí dráp, roste v tropických lesích amazonské džungle až do výšek 800 m n. m. [50]. Rod *Uncaria* není pouze jihoamerickou doménou, celkem se ve světě vyskytuje přes třicet druhů uncarií. Pouze dvě však obsahují účinné látky (alkaloidy) a vyskytují se pouze ve Střední a Jižní Americe. Jsou to *Uncaria tomentosa* a *Uncaria guyanensis*. *U. tomentosa* je oranžově kvetoucí, světle hnědá popínavá rostlina, někdy mylně nazývaná liánou. Její silná zdřevnatělá lodyha oplétá jiné rostliny. Mladé výhonky pokrývá jemné chmýří. Má srdcovité nebo oválně vejcovité listy. U násady každého páru listů se nacházejí trny, připomínající drápek (Obr. 25 viz př. I). Díky tomu je rostlina nazývána „kočičí dráp". Plody ve tvaru váčku obsahují 2 - 3 mm velká semena.

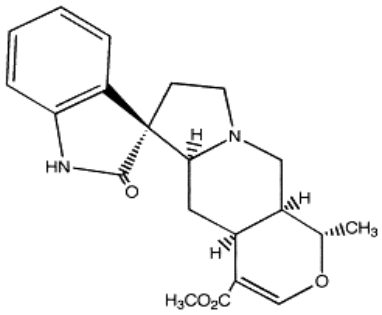
Bohatství půdního podloží a klimatické podmínky v džungli vytváří rozhodující vliv na její vzrůst i fytochemické složení [51].

2.6.3 Použití

Z Vilcacory se připravuje odvary k vnitřnímu použití. Jako léčivá se používá hlavně kůra, ale pouze její vnitřní část obsahuje všechny potřebné složky. Vnější kůra je odpadem, který je však bohužel někdy nabízen dodavateli jako kůra vnitřní [51].

2.6.4 Chemické složení

Obsahuje indolové alkaloidy jako je izopteropodin (Obr. 4), polyfenoly, fytosteroly (převážně ß-sitosterol), flavonoid epikatechin, glykosidy kyseliny chinolinové, terpeny, kyselinu ursulovou [51,52].



Obr. 4*: Strukturní vzorec izopteropodinu*

2.7 Myrtovník citrónový (*Backhousia citriodora*)

2.7.1 Taxonomie

Rostliny: (*Plantae*) Podříše: semenotvorné (*Angiospermss*) Oddělení: dvouděložné (*Eudicots*) Třída: dvouděložné (*Rosids*) Řád: myrtovníkotvorné (*Myrtales*) Čeleď: myrtovníkovité (*Myrtaceae*) Rod: myrtovník (*Backhousia*) Druh: citronová (*citriodora*) [53].

2.7.2 Základní popis

Myrtovník citronový je malý rod 6 druhů. Je strom původem z australských deštných pralesů. Divoce roste v deštných lesích pobřežního státu Queensland od Brisbane až po Cairns. V přírodě se vyskytuje jako veliký keř a také jako strom střední velikosti. Keř dosahuje výšky 3,3 m. Nároky této rostliny na klimatické podmínky jsou poměrně vysoké. Myrtovníku se totiž nejlépe daří v místech od polostínu do plného slunce. Mladým rostlinám nedělá dobře mráz. Množí se za pomocí řízků, protože semena obtížně klíčí. Listy

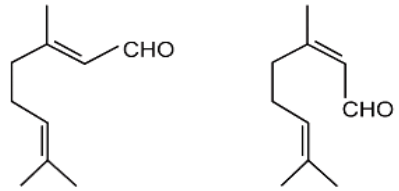
jsou 5 - 12 cm dlouhé, vejčité, kopinaté, bledě zelené, v mládí načervenalé, trochu zubaté, silně vonné po citronu. Květy bývají krémově bílé (Obr. 26 viz př. I), mají 5 - 7 mm v průměru, jsou početné, v okoličnatých svazečcích [54,55].

2.7.3 Použití

Myrtovník citronový se používá do čajových směsí a nápojů. Květy, listy a plody se používají jako látky určené k aromatizaci, nebo jsou součástí antiseptických a dezinfekčních prostředků, na ošetření povrchových vrstev potravin jako přírodní antimikrobiální látky [56,57].

2.7.4 Chemické složení

Myrtovník citronový je světově nejbohatší přírodní zdroj citralu - lemonalu (Obr. 5), kterého *Backhousia citriodora* obsahuje 90 - 98 %. Listy obsahují silice jako neral (alfa citral) a geranial (beta citral). Jsou také dobrým zdrojem fenolických sloučenin, luteinu, rutinu, kyselin, quercetinu, antioxidantů, vitaminu (C, E), stopových prvků (Mg, Zn a Ca) [58].



Obr. 5: *Strukturní vzorec citralu*

2.8 Vousatka citronová (*Cymbopogon citratus*)

2.8.1 Taxonomie

Říše: rostliny (*Plantae*) Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*) Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*) Třída: jednoděložné (*Liliopsida*) Řád: lpnicotvaré (*Poales*) Čeleď: *lipnicovité* (*Poaceae*) Rod: tráva (*Cymbopogon*) Druh: citronová (*citratus*) [59].

2.8.2 Základní popis

Citronová tráva česky správně voňatka a lidově citronela či vousatka citronová je statná, vytrvalá tropická tráva. Botanicky patří mezi trávy, konkrétně lipnicovité. Rod *Cymbopogon* zahrnuje přes 30 druhů, které rostou v tropických oblastech Afriky a Asie [60]. Pů-

vodní domovinou je Malajsie, ve starém Egyptě tuto aromatickou rostlinku znali už před třemi tisíci lety [59]. Vytváří husté trsy dorůstající do výšky 120 - 150 cm. Úzké, dlouhé, tenké, šedozelené trávovité listy vyrůstají z dužnaté báze (Obr. 27 viz př. I) a všechny části rostliny mají silnou citronovou vůni [60].

2.8.3 Použití

Rozsekané listy vousatky citronové se přidávají v Asii k přípravě čaje, aby mu dodali jemnější vůni, a odvar z vousatky pije lid v Indii jako lék. *Cymbopogon citratus* se využívá se také k dochucení pokrmů v asijské kuchyni jako koření. Aromatické silice dodají pokrmům citronovou chuť i aroma, ale neokyselí je. Citronela se používá především čerstvá, ale i sušená či zmrazená. Zachovají-li se správné postupy konzervace, neztratí nic ze svého výrazného aroma. Používá se do salátů nebo jsou součástí různých polévek, omáček a pokrmů z masa, drůbeže či ryb [59,61].

2.8.4 Chemické složení

Primární chemické složkou citrónové trávy je, citral - lemonal, aldehyd zodpovědný za svou jedinečnou citronovou vůni [62]. Dále obsahuje silice nerol, limonen, linalool a geraniol. Citronová tráva je také bohatá na flavonoidy působící jako antioxidanty, kyselinu listovou (B_9), pyridoxin (B_6), kyselina pantotenová (B_5) a thiamin (B_1). Antioxidačních vitamíny jako je vitamín C a vitamín A. Stopové prvky (K, Zn, Ca, Fe, Mn, Se, Cu a Mg) [63].

2.9 Ostropestřec mariánský (*Silybum marianum*)

2.9.1 Taxonomie

Říše: rostliny (*Plantae*) Podříše: vyšší rostliny (*Cormobionta*) Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*) Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*) Řád: hvězdnicotvaré (*Asterales*) Čeleď: hvězdnicovité (*Asteraceae*) Rod: ostropestřec (*Silybum*) Druh: mariánský (*marianum*) [64,65].

2.9.2 Základní popis

Ostatní společné názvy pro tento druh jsou požehnaný Ostropestřec mariánský a bodlák. Ostropestřec mariánský je jednoletá nebo dvouletá bylina z čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*). Pokud je to dvouletka, vypučí na jaře trsem bodlinatých listů s výraznými bílými žilkami. Ostropestřec mariánský je obvykle 60 až 150 cm vysoká bylina s kulovitým koře-

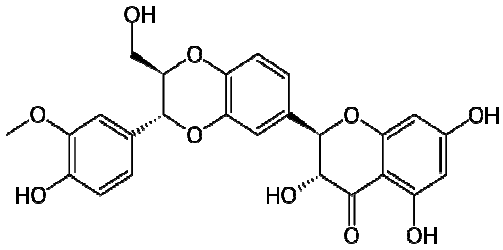
nem a chudě větvenou lodyhou. Květy jsou purpurově červené až fialové, s dlouhou bílou korunní trubkou, asi 3,5 až 4 cm dlouhé (Obr. 28 viz př. I). Původně rostl v jižní Evropě, nyní se nachází po celém světě. Léčivé části rostliny jsou zralé semínka [64,65].

2.9.3 Použití

Odvary ze semen se používají k vnitřnímu použití. Ze semen se získávají extrakty a vyrábí se také tinktury. V dřívějších dobách se konzumovali různé části ostropestřce většinou vařené nebo pražené [66].

2.9.4 Chemické složení

Obsahuje flavonolignany silybin (Obr. 6), silydianin a silychristin, kterým se souhrnně říká silymarin [66,67,68]. Dále jsou v plodech přítomny bílkoviny (27 %), olej (30 %) složený z nenasycených mastných kyselin, biogenní aminy tyramin a histamin, aminokyseliny, cukry, silice a tokoferol. Stopové prvky (Ca, Cu, Fe, Na, P, S) [69,70].



Obr. 6*: Strukturní vzorec silybinu*

3 ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA

Antioxidační aktivita (AOA) je definována jako schopnost sloučeniny (směsi látek) inhibovat oxidační degradaci různých sloučenin (např. zabraňovat peroxidaci lipidů). Měly by se rozlišovat dva pojmy - antioxidační kapacita a reaktivita. Antioxidační kapacita poskytuje informaci o délce trvání antioxidačního účinku, reaktivita charakterizuje počáteční dynamiku průběhu antioxidačního procesu při určité koncentraci antioxidantu [71,72].
Jednou z možností, jak chránit organismus před vlivem volných radikálů, je působení antioxidantů. Antioxidanty volným radikálům poskytují vlastní elektron a tím zamezí odběru elektronu z jiných molekul v organismu. Po této reakci se z nich stávají také volné radikály, ale existují další antioxidanty, které jim pomohou vrátit se do původního stavu. Kromě endogenních nízkomolekulárních antioxidantů, jako je glutation, kyselina močová, koenzym Q a další, se mezi exogenní řadí mnoho látek přírodního původu [73,74,75].

3.1 Rozdělení antioxidantů

Antioxidanty lze podle Kochhara a Rossella dělit do následujících pěti skupin:

- Primární antioxidanty - zhášejí přímo volné radikály dodáním vodíku nebo elektronů, čímž vzniknou stabilnější produkty (např. polyfenolové sloučeniny, tokoferoly, butylhydroxyanizol).
- Sloučeniny reagující přímo s kyslíkem - odstraňují jej z uzavřeného systému (např. askorbová kyselina, askorbát, askorbylpalmitát).
- Sekundární antioxidanty - brání oxidaci řadou jiných nepřímých mechanismů jako je rozklad hyperoxidů na stabilní produkty (např. dilaurylthiopropionáty, thiopropionová kyselina).
- Enzymatické antioxidanty - jako jsou glutathionperoxidasa, katalasa nebo peroxidasa.

  Chelatační a maskující činidla - kyselina fosforečná, fosfáty, kyselina citronová, aminokyseliny, EDTA [76].

3.2 Vznik volných radikálů

Buňky živého organismu v průběhu svého buněčného života prakticky nepřetržitě produkují volné radikály, reaktivní kyslíkové radikály označované jako ROS (Reactive Oxygen Species) a reaktivní dusíkaté radikály označované jako RNS (Reactive Nitrogen Species). Volné radikály rychle reagují a díky této vlastnosti mohou poškodit organismus, podílejí se

na jeho stárnutí a zvýšená tvorba reaktivních forem kyslíku a dusíku (RONS) nebo nedostatečná ochrana před nimi může vést k rozvoji mnoha nemocí [74].

Jedním z procesů, kde může také docházet ke vzniku volných radikálů je dýchací řetězec v mitochondriích. K exogenním faktorům, které výrazně zvyšují produkci volných radikálů, patří kouření, průmyslové znečištění životního prostředí, pesticidy, řada léčiv (zejména potom celková anestetika) či organická rozpouštědla [77].

3.3 Působení radikálu

Působení radikálu má zpravidla tři fáze. První z nich, tvorba radikálu, může být iniciací dalších reakcí. Radikály jsou zpravidla vysoce reaktivní, snaží se vytvořit elektronový pár, a tak jsou schopné rychle předat nebo odejmout elektron jiné molekule. Pokud radikál atakuje další molekulu, změní ji na radikál, a tím dochází k propagaci reakce. Spojením dvou radikálů se vytvoří z nepárových elektronů elektronový pár a tím je reakce ukončena, došlo k její terminaci [78].

3.3.1 Kyslíkové radikály - ROS

Kyslík je silným oxidantem a reaguje s velkým množstvím organických i anorganických látek. Za nejdůležitější reaktivní formu kyslíku je považován superoxidový radikál $O_2^{\bullet-}$, z něhož vznikají další reaktivní formy kyslíku (Tab. 1) [79].

Tab. 1: *Formy reaktivních radikálů podle centrálního atomu* [80]

REAKTVNÍ FORMY KISLÍKU			
Radikály		**Ne-radikály**	
Superoxidový anion radikál	$O_2^{\bullet-}$	Peroxid vodíku	H_2O_2
Hydroxylový radikál	$^{\bullet}OH$	Singletový kyslík	$^1O_2$
Peroxylový radikál	$ROO^{\bullet}$	Hydroperoxid	ROOH
Alkoxylový radikál	$RO^{\bullet}$	Kyselina chlorná	HOCl
Hydroperoxylový radikál	$HO_2^{\bullet}$		

Superoxid - $O_2^{\bullet-}$

patří ke slabším oxidantům. Snadno podléhá dismutaci, takže často reagují dvě molekuly superoxidu, které si vzájemně předávají elektrony, za vzniku molekuly kyslíku a peroxidu vodíku. Nejčastěji je neutralizován superoxiddismutázou, vitamínem E a C [79,81].

$$O_2 + e^- \rightarrow O_2^{\bullet -}, \quad O_2^{\bullet -} + O_2^{\bullet -} \rightarrow O_2 + H_2O_2 \qquad (1)$$

Mezi jeho nejdůležitější reakce patří zejména schopnost redukovat ionty železa a mědi [79,81].

$$O_2^{\bullet -} + Fe^{3+} \rightarrow O_2 + Fe^{2+} \qquad (2)$$

Hydroxylový radikál - $^{\bullet}OH$

Tato extrémně reaktivní látka je jedním z nejsilnějších oxidačních činidel. Kteroukoliv látku ve své blízkosti hydroxyluje nebo ji zbavuje vodíku. Na rozdíl od superoxidů nemohou být hydroxylové radikály neutralizovány enzymy. Nejčastěji je neutralizován vitamínem E a albuminem [82].

$$RH + OH^{\bullet} \rightarrow R^{\bullet} + H_2O \qquad (3)$$

Anion - O_2^{2-}

Vzniká redukcí superoxidu $O_2^{\bullet -}$ nebo molekulárního kyslíku O_2. V organismu dokáže přijímat protony a přechází na peroxid vodíku H_2O_2. Poškozuje i místa vzdálená od svého vzniku díky své schopnosti velmi snadno prostupovat membránami [83].

Singletový kyslík - $^1O_2$

V lidském těle vzniká po absorpci světla některými pigmenty (fotosenzitizace kůže) nebo při spontánní neenzymové dismutaci superoxidu. V těle reaguje například s nenasycenými mastnými kyselinami a tvoří z nich lipidové peroxidy. Reaguje také s nukleovými kyselinami a aminokyselinami. Je neutralizován vitaminem C nebo E [83].

Peroxid vodíku - H_2O_2

Sám není radikálem. V prostředí, v kterém se nevyskytují kovy, je téměř netoxický, ale v přítomnosti kovů, hlavně železa Fe^{2+} a mědi Cu^{+}, se redukuje a vytváří hydroxylový anion OH^- a hydroxylový radikál $OH^{\bullet}$. V těle je peroxid vodíku neutralizován enzymy - glutathionperoxidázou obsahující selen nebo katalázou [83].

(Fentonova reakce):

$$H_2O_2 + Fe^{2+} \rightarrow OH^{\bullet} + OH^- + Fe^{3+} \qquad (4)$$

Kyselina chlorná - HClO

Kyselina chlorná je silný oxidant.

$$H_2O_2 + Cl^- + H^+ \rightarrow HClO + H_2O \qquad (5)$$

3.3.2 Dusíkaté radikály - RNS

Reaktivní formy dusíku jsou pro organismy důležité (Tab. 2). Nejvýznamnější a základní sloučeninou celého systému reaktivních forem dusíku je oxid dusnatý [84].

Tab. 2: *Formy reaktivních radikálů podle centrálního atomu* [80]

REAKTIVNÍ FORMY DUSÍKU			
Radikály		**Neradikály**	
Oxid dusnatý	$^{\cdot}NO$	Peroxynitrit	$ONOO^-$
Oxid dusičitý	$^{\cdot}NO_2$	Nitrosyl	NO^+
		Kyselina dusitá	HNO_2
		Nitronium	NO_2^+
RADIKÁLY ODVOZENÉ OD ORGANICKÝCH SLOUČENIN			
Alkylsulfanylový radikál	$RS^{\cdot}$	Fenyldiazinový radikál	$Ph\text{-}N{=}N^{\cdot}$
Trichlormethylový radikál	$^{\cdot}CCl_3$		

Oxid dusnatý - $NO^{\cdot}$

Oxid dusnatý je plyn. Ve své struktuře má jeden nepárový elektron, takže je v podstatě radikálem. V organismu dokáže rychle reagovat jen s přechodnými kovy. Vznikají reakcí oxidu dusnatého s SH skupinami cysteinu, albuminu nebo glutathionu [84].

$$GS^{\cdot} + NO^{\cdot} \rightarrow GSNO \quad (6)$$

Oxid dusnatý je přeměňován na celou řadu vysoce reaktivních metabolitů např. při rychlé reakci se superoxidem vzniká peroxynitrit [84].

$$NO + O_2^{\cdot -} \rightarrow ONOO^- \quad (7)$$

4 POLYFENOLY

V rostlinách se vyskytují strukturně velmi různorodé fenolové sloučeniny. Vzhledem k jejich širokému rozšíření a vysoké koncentraci v rostlinách jsou běžnou součástí lidské potravy. Nejběžnějšími rostlinnými polyfenoly jsou fenolové kyseliny, lignany, stilbeny a flavonoidy. Donedávna byly také u těchto látek objevovány většinou jen škodlivé a nepříznivé účinky, neboť polyfenoly jsou schopné se vázat na makromolekuly (bílkoviny, sacharidy, trávicí enzymy) a tím se snižuje nutriční hodnota potravy. Postupně však docházelo k poznání jejich antioxidačních vlastností a využitelnosti v lidském organismu [85].
Polyfenoly rostlinám slouží jako stavební a strukturní složky. Jsou zodpovědné za chuťové, vonné a barevné látky květů a plodů a také slouží jako obranné látky chránící před škůdci, infekcemi, chladem, mechanickým poškozením či jiným stresem. Polyfenolické sloučeniny tvoří mnoho podvojných skupin chemických sloučenin, které vznikají esterifikací, metylací nebo polymerací [86].

Rozdělení polyfenolů

Polyfenolické sloučeniny se dají rozdělit do několika skupin v závislosti na počtu aromatických kruhů a způsobu vazby mezi jednotlivými aromatickými kruhy.

- Fenolové kyseliny
- Stilbeny
- Lignany
- Flavonoidy [87]

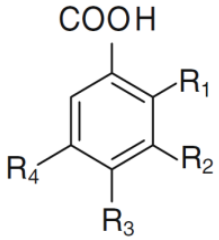
4.1 Fenolové kyseliny

Fenolické kyseliny patří do skupiny fenolických antioxidantů běžně se vyskytujících v rostlinné říši.

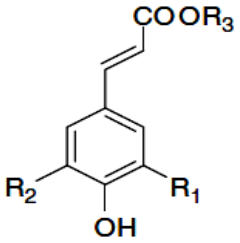
Z hlediska chemické struktury jsou fenolové kyseliny odvozené od kyseliny benzoové a kyseliny skořicové. Hlavními deriváty hydroxybenzoových kyselin (Obr. 7) jsou kyselina gallová, gentisová, p-hydroxybenzoová, protokatechová, syringová, salicylová a vanilová. Hydroxyskořicové (Obr. 8) kyseliny patří do skupiny fenylpropanoidů. Hlavními zástupci jsou kyselina kávová, p-kumarová, ferulová a sinapová. [87].

Fenolové kyseliny se v rostlinách se nacházejí buď ve formě volné, rozpustné konjugované (esterové vázané na sacharidové složky) nebo vázané (spojené kovalentně vazbami se složkami buněčné stěny). Technologické zpracování potravin tepelnou úpravou, pasterizací a mrazením přispívá k uvolňování fenolických kyselin z vazeb**,** ale celkový obsah kyselin se tepelným zpracováním mění jen v nepatrné míře**.** Ztráty vyluhováním do máčecí vody

tvoří méně než 2 % z celkového podílu kyselin. Koncentrace volných kyselin v ovoci a rostlinných materiálech se zvyšuje i fermentačním procesem a skladováním [88,89].



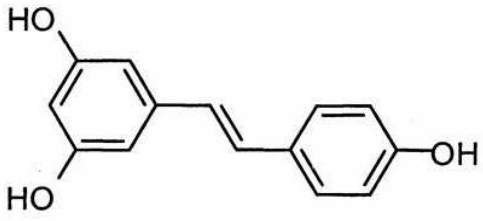
Obr. 7: *Kyselina hydroxybenzoová*



Obr. 8: *Kyselina hydroxyskořicová*

4.2 Stilbeny

Stilbeny jsou strukturně podobné flavonoidům, jsou v lidské výživě zastoupeny pouze v malém množství. Vyskytují se ve volné formě nebo vázané jako glykosidy. Některé z nich prokazují antimikrobní vlastnosti, a proto se řadí mezi fytoalexiny, což jsou sekundární metabolity rostlin, které slouží rostlinám jako aktivní obranné látky. Z této skupiny je nejvýznamnějším zástupcem stilben zvaný resveratrol (3,5,4-trihydroxi-stilben) (Obr. 9), který se objevuje v izomerech -trans, -cis a -transcis. Pouze trans má estrogenní účinky. Resveratrolu se připisuje významná úloha v prevenci kardiovaskulárních nemocí, vykazuje antiaterogenní, protizánětlivé a antioxidační účinky, v posledních letech jsou zkoumány jeho možné antikarcinogenní účinky. Vyšší obsah trans resveratrolu je v slupce hroznů v menším množství se vyskytuje ve víně. Z hlediska obsahu resveratrolu je vhodné pro konzumaci zejména červené zelí, brokolice, červená řepa nebo konzumace čaje [90].



Obr. 9: *Základní struktura resveratrolu*

4.3 Lignany

Lignany jsou významnou skupinou biologicky činných sekundárních metabolitů polyfenolického typu a zároveň fenylpropanového původu. Lignany jsou striktně definovány jako

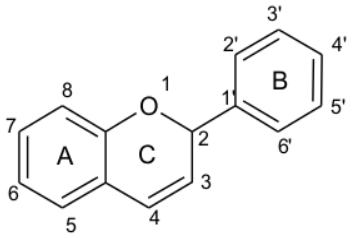
dimery vzniklé oxidativní dimerizací dvou fenylpropanových jednotek spojených centrálními uhlíky jejich propanových bočních řetězců v polohách C-8 a C-8´. Propojením dalších vazeb C-C a C-O, za spoluúčasti propanových částí molekuly v různém oxidačním stupni, vznikají všechny možné strukturní typy a formy lignanů [91]. Pro svoji estrogenní aktivitu bývají lignany také řazeny do skupiny fytoestrogenů. Lignany se nacházejí především v různých druzích semen, v celých zrnech, luscích zeleniny a také v ovoci. Při technologickém zpracování však dochází k odstranění lignanů se slupkami společně s vlákninou a proto je lidská strava na tyto látky celkem chudá. Nejbohatším zdrojem lignanů tak zůstává lněné semínko, lněný olej a celozrnné žitné pečivo [87].

4.4 Flavonoidy

Flavonoidy jsou přírodní bioaktivní látky, které jsou přítomny v téměř každém druhu ovoce, zeleniny a od nich odvozených výrobků. Flavonoly lze nalézt především v ovoci a zelenině, zatímco v bylinách a koření jsou obsaženy flavony. Bohatými přírodními zdroji flavanolů jsou čaj, kakao, hroznové semena nebo jablečná slupka. Flavanony se primárně nacházejí v různých citrusových plodech a anthocyanidiny v barevných plodech. Sója je bohatá na isoflavony [92].

Chemická struktura flavonoidů

Základem struktury flavonoidů je flavanový cyklický skelet skládající se ze dvou substituovaných benzenových kruhů (A a B) a pyranového kruhu C, napojeného na kruh B v poloze C-2 (Obr. 10). Na hydroxylové skupiny flavonoidů se např. mohou navázat molekuly glukosy nebo rhamnosy, může to být také glukuronová kyselina, galaktosa nebo jiný sacharid [85,93].



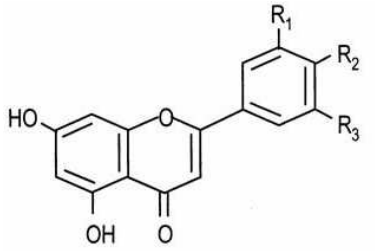
Obr. 10: *Základní struktura flavonoidů*

Rozdělení flavonoidů

Flavonoidy se podle stupně oxidace C 3 cyklu rozdělují na 6 základních skupin [94]:
flavony, flavonoly, flavanoly, flavanony, anthokyanidiny, isoflavony

4.4.1 Flavony

Flavony mají rovinnou strukturu (Obr. 11). Jsou mnohem méně běžné než flavonoly. Flavony jsou přítomny zejména v bylinách a cereáliích a způsobují jejich žluté zbarvení. Nejreprezentativnějšími přírodními flavony jsou apigenin a luteolin. Mezi hlavní přírodní zdroje patří také různé koření a byliny (máta peprná, majoránka, oregano, tymián). Ze zeleniny jsou to kromě petržele artyčoky a celer, přičemž celerové semeno obsahuje 30 krát vyšší množství apigeninu. Apigenin obsahuje i pseudocereálie čirok [92,95].

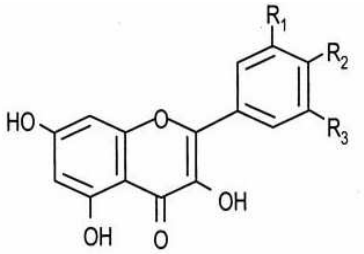


Obr. 11*: Chemická struktura flavonů*

R_1 = H, R_2 = OH: Apigenin
R_1 = R_2 = OH: Luteolin

4.4.2 Flavonoly

Hlavním zástupcem početné skupiny flavonoidů jsou flavonoly (Obr. 12). Flavonoly jsou přírodní pigmenty světle žluté přítomné v květech a listech u téměř 80 % vyšších rostlin a také v ovoci, v menší míře je obsahuje zelenina či cereálie. V menším množství se flavonoly a jejich glykosidy nachází v čaji. Nejdůležitějšími flavonoly v čaji jsou kemferol, kvercetin a myricetin. Tvoří 2 - 3 % vodného extraktu čaje. Nalézají se rovněž ve víně, kde jejich koncentrace dosahuje až 45 mg flavonolů v jednom litru. Flavonoly se častěji vyskytují jako glykosidy než v neglykosilované formě (aglykony). Cukerná část flavonolu může být glukóza, rhamnóza, galaktóza, arabinóza a fruktóza. Běžným glykosidem rostlin je rutin, který s dalšími glykosidy vykazuje antioxidační vlastnosti, které mají vliv na pružnost a permeabilitu krevních kapilár [92, 95].

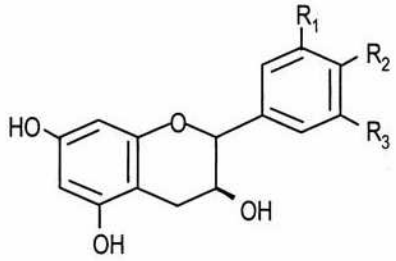


Obr. 12: *Chemická struktura flavonolů*

R_2 = OH, R_1 = R_3 = H: Kemferol
R_1 = R_2 = OH, R_3 = H: Kvercetin
R_1 = R_2 = R_3 = OH: Myricetin

4.4.3 Flavanoly - katechiny

Flavanoly (Obr. 13) existují jako monomery (katechiny) a polymery (proanthokyanidiny). Proanthokyanidiny, také známé jako kondenzované tanniny, jsou dimery, oligomery a polymery katechinů. Tanniny vytvářejí svíravou chuť u ovoce (vinná réva, broskve, bobule, jablka, hrušky), nápojů (víno, čaj, pivo, jablečný mošt). Během zrání postupně vymizí. Flavanoly se vyskytují se zejména v zeleném a černém čaji, kde jsou zodpovědné za jejich přirozenou hořkou chuť. V přírodě jsou nejrozšířenější katechin, epikatechin a jejich estery s kyselinou gallovou. Většinou jsou nejvyšší koncentrace jednotlivých flavanolů v zeleném čaji, což vyplývá z procesů použitých při jeho výrobě (není např. fermentovaný jako černý čaj). Kromě toho vysoké koncentrace obsahují i kakaové boby či semena hroznů [92,95].

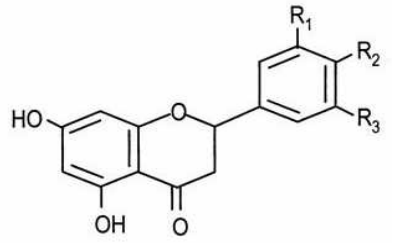


Obr. 13: *Chemická struktura flavanolů*

$R_1 = R_2 = OH$, $R_3 = H$: Katechiny
$R_1 = R_2 = R_3 = OH$: Gallokatechin

4.4.4 Flavanony

Flavanony (Obr. 14) se v přírodě vyskytují zejména ve formě konjugátů s disacharidy v poloze C 7 na základním flavonoidovém skeletu. Jsou přítomny hlavně v citrusovém ovoci. V přírodě lze nalézt z jejich zástupců zejména hesperetin (pomeranče), eriodictyol (citrony) a naringenin (grapefruity) resp. jejich glykosidy. Naringenin obsahují koření jako oregano a rozmarýn. Ze zeleniny nejvíce naringeninu obsahují artyčoky. Naringenin je přítomen i v čiroku [92,95].

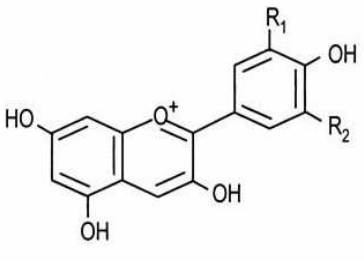


Obr. 14: *Chemická struktura flavanonů*

$R_1 = H$, $R_2 = OH$, $R_3 = H$: Naringenin
$R_1 = R_2 = OH$, $R_3 = H$: Eriodictyol
$R_1 = OH$, $R_2 = OCH_3$, $R_3 = H$: Hesperetin

4.4.5 Anthokyanidiny

Anthokyanidiny (Obr. 15) jsou blízké deriváty flavonolu, avšak obsahují místo karbonylové skupiny -CO- oxoniovou skupinu. Antokyanidiny jsou v přírodě rozšířené pigmenty s modrou, fialovou nebo červenou barvou. Jsou odpovědné za charakteristickou barvu květů, ovoce příp. listů dané rostliny. V přírodě najdeme např. pelargonidin, kyanidin, delfinidin, petunidin a malvidin. Nejrozšířenější z antokyanidinů je kyanidin. Anthokyaniny se nalézají především v ovoci, bobulích hroznů, modrých odrůd révy vinné, v cereáliích, a v některých druzích listové a kořenové zeleniny (červené zelí, fazole, lilek baklažán, cibule a ředkvička). Anthokyanidiny mají antioxidační aktivitu. Používají se v potravinářském průmyslu jako přírodní barviva [92,95,96].

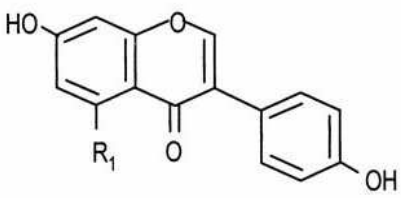


Obr. 15: *Chemická struktura anthokyanidinů*

$R_1 = R_2 = H$: Pelargonidin,
$R_1 = OH$, $R_2 = H$: Kyanidin
$R_1 = R_2 = OH$: Delfinidin,
$R_1 = OCH_3$, $R_2 = OH$: Petunidin
$R_1 = R_2 = OCH_3$: Malvidin

4.4.6 Isoflavony

Isoflavony (Obr. 16) se řadí mezi fytoestrogeny, v přírodě jsou přítomné zejména v luštěninách. Nejrozšířenější jsou genistein a daidzein. Genistein je přítomen v sóji a z ní odvozených produktech. Isoflavony působí jako antioxidanty, některé mají antimikrobní účinky (patří k fytoncidům). Isoflavony ovlivňují metabolismus steroidů a funkci estrogenního receptoru [92]. Isoflavony a některé jejich deriváty však vykazují toxické účinky spojené s jejich estrogenní aktivitou [96].



Obr. 16: *Chemická struktura isoflavonů*

$R_1 = H$: Daidzein
$R_1 = OH$: Genistein

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bioaktivní látky jsou důležitým faktorem ochrany lidského organismu. Zkoumáním bylinných čajů mohou být odhaleny jejich významné zdroje.

V diplomové práci se zabývám bylinnými čaji z Jižní Ameriky a jiných netradičních zdrojů.

Cíle diplomové práce byly stanoveny takto:

1. U vzorků bylinných čajů stanovit antioxidační aktivitu, obsah polyfenolických látek a falvonoidů.
2. Dosažené výsledky zpracovat a zobrazit v tabulkách a grafech a poté je porovnat se zdroji v odborné literatuře.

6 MATERIÁL A METODIKA PRÁCE

6.1 Použité vzorky k analýze

Vzorky čajů byly zakoupeny v obchodní síti.

- sypaný bylinný čaj Mate Green. Země původu: Brazílie. Hmotnost: 60 g.
- sypaný bylinný čaj Wira Wira. Země původu: Peru. Hmotnost: 50 g.
- sypaný bylinný čaj Muňa muňa. Země původu: Peru. Hmotnost: 50 g.
- sypaný bylinný čaj Lapacho - Matto Grosso. Země původu: Brazílie. Hmotnost: 50 g.
- sypaný bylinný čaj Catuaba. Země původu: Brazílie. Hmotnost: 50 g.
- sypaný bylinný čaj Vilcacora (Kočičí dráp) Uncaria tomentosa Willd. D. C. Země původu: Peru. Hmotnost: 50 g.
- sypaný bylinný čaj Myrtovník citronový BIO. Země původu: Austrálie. Hmotnost: 50 g.
- sypaný bylinný čaj Vousatka citronová (list). Země původu: Egypt. Hmotnost: 50g.
- sypaný bylinný čaj Ostropestřec (plod). Země původu: ČR. Hmotnost: 100 g.

6.2 Použité přístroje a zařízení

Měření antioxidační aktivity, celkových polyfenolů a flavonoidů bylo provedeno za pomoci těchto přístrojů a zařízení:

- UV spektrofotometr
- analytické váhy
- elektrický vařič
- laboratorní sklo a pomůcky
- mikropipety
- filtrační papír

6.3 Použité chemikálie

- redestilovaná voda
- metanol
- etanol

- Na_2CO_3
- $NaNO_2$
- NaOH
- $AlCl_3$
- DPPH
- Folin-Ciocalteuvo činidlo
- kyselina askorbová
- kyselina gallová
- Rutin trihydrát

6.4 Metodika práce

6.4.1 Příprava vzorků bylinných čajů

Vzorky pro výluh ve vodě byly připravny podle návodu uvedeném na spotřebitelském balení. Navážky byly váženy na analytických vahách na čtyři desetinná místa a to:

- **Mate Green** - 1 čajová lžička suroviny (0,7384 g) byla zalita 1,5 dl vody o teplotě 80 °C. Následné luhování trvalo 5 minut.
- **Wira Wira** - 1 čajová lžička suroviny (0,5230 g) byla zalita 2 dl vroucí vody. Následné luhování trvalo 5 minut.
- **Muňa Muňa** - 1 polévková lžíce suroviny (0,8292 g) byla zalita 0,5 l vroucí vody. Následné luhování trvalo 5 minut.
- **Lapacho** - 1 polévková lžíce suroviny (0,6864g) byla povařena po dobu 5 minut v 0,5 l vody. Následné luhování trvalo 15 minut.
- **Catuaba** - 1 polévková lžíce suroviny (0,5518 g) byla povařena po dobu 5 minut v 0,5 l vody. Následné luhování trvalo 15 minut.
- **Vilcacora** - 1 polévková lžíce suroviny (1,0200 g) byla povařena po dobu 25 minut v 0,5 l vody.
- **Myrtovník citronový** - 1 čajová lžička suroviny (0,5345 g) byla zalita 1,5 dl vroucí vody. Následné luhování trvalo 5 minut.
- **Vousatka citronová** - 1 čajová lžička suroviny (0,4186 g) byla zalita 1,5 dl vroucí vody. Následné luhování trvalo 8 minut.
- **Ostropestřec** - 1 čajová lžička suroviny (1,6224 g) byla rozmělněna v třecí misce a poté zalita 2,5 dl vroucí vody. Následné luhování trvalo 15 minut.

Všechny vzorky byly následně přefiltrovány přes filtrační papír. Získané filtráty byly použity pro následnou analýzu.

Vzorky pro extrakci v metanolu

Z každého druhu bylinného čaje bylo na analytických vahách naváženo stejné množství suroviny, na čtyři desetinná místa, jako bylo použito pro výluh ve vodě. Ostropestřec byl rozmělněn v třecí misce. Navážené vzorky byly smíchány s 50 ml metanolu. Poté proběhla extrakce po dobu 24 hodin. Po uplynutí extrakční doby byly všechny vzorky přefiltrovány přes filtrační papír. Získané filtráty byly použity pro následnou analýzu.

6.4.2 Stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH

DPPH test je založen na schopnosti stabilního volného radikálu 1,1'-difenyl-2-pikrylhydrazylu reagovat s donory vodíku. DPPH vykazuje silnou absorpci v UV-VIS spektru. Při tomto testu se po redukci antioxidantem (AH) nebo radikálem ($R^{\bullet}$) roztok odbarví:

$$DPPH^{\bullet} + AH \rightarrow DPPH\text{-}H + A^{\bullet} \quad (8)$$

$$DPPH^{\bullet} + R^{\bullet} \rightarrow DPPH\text{-}R \quad (9)$$

V metanolovém prostředí tvoří radikál DPPH modrofialové zbarvení. V případě, že je roztok DPPH smíchán s látkou, která je donorem vodíku, zbarví se roztok světle žlutě. Reakce se nejčastěji měří spektrofotometricky při vlnové délce 517 nm. Jako standard se nejčastěji používá kyselina askorbová [97].

6.4.3 Pracovní postup stanovení antioxidační aktivity

Nejdříve byl připraven extrakt vzorků potom zásobní roztok z 0,024 g DPPH a 100 ml metanolu. Z tohoto roztoku byl připraven pracovní roztok, který vznikl smícháním 10 ml zásobního roztoku s 45 ml metanolu. Při vlnové délce 515 nm byla proměřena absorbance pracovního roztoku. Následně byla (napipetováním do odměrné baňky) vytvořena reakční směs, smícháním 450 μl zfiltrovaného vzorku s 8,55 ml pracovního roztoku a tato směs byla ponechána hodinu ve tmě. Poté byla proměřena absorbance jednotlivých vzorků. Vždy byla provedena tři měření vedle sebe. Výsledná absorbance byla přepočtena pomocí kalibrační křivky standardu a vyjádřena jako ekvivalentní množství kyseliny askorbové (AAE - Askorbic Acid Equivalents). Kalibrační řada byla vytvořena ze zásobního roztoku

kyseliny askorbové o koncentracích 40, 80, 120, 160, 200 mg/l. Absorbance byla opět proměřena při vlnové délce 515 nm. Antioxidační kapacita byla vypočítána jako pokles hodnoty absorbance pomocí vzorce:

$$(\%) = (A_0 - A_1 / A_0) * 100\ \%,$$

kde A_0 je absorbance pracovního roztoku bez vzorku a A_1 je absorbance pracovního roztoku se vzorkem [97].

6.4.4 Stanovení celkových polyfenolů metodou FCM

Spektrofotometrická metoda založená na použití Folin-Ciocalteuova (FC) činidla se používá pro měření celkových koncentrací fenolových látek v přírodních produktech. Folin-Ciocalteuovo činidlo neobsahuje fenol, ale obsahuje sloučeniny, které jsou schopny reagovat s fenolickými sloučeninami. Fenolové sloučeniny reagují jen v alkalickém prostředí, cca pH 10. Principem dané metody je redukce FC činidla, složeného ze směsi kyseliny fosfowolframové a kyseliny fosfomolybdenové, na směs modrých oxidů wolframu a molybdenu, prostřednictvím oxidace fenolů obsažených ve vzorku. Intenzita zbarvení je závislá na koncentraci látky s antioxidačními schopnostmi přítomné ve vzorku. Při reakci dochází k redukci látky na chromogeny, které jsou měřeny při absorbanci v rozmezí vlnových délek 700 - 760 nm. Jako standard slouží kyselina gallová. Výsledná hodnota je přepočítávána na ekvivalentní množství kyseliny gallové (GAE - Galic Acid Equivalents) [98].

6.4.5 Pracovní postup stanovení celkových polyfenolů

Do 10 ml odměrné baňky bylo vždy nepipetováno 0,1 ml vzorku, 0,5 ml Folin-Ciocalteuova činidla, 1,5 ml 20% Na_2CO_3 a obsah byl doplněn destilovanou vodou. Připravený roztok ve zkumavkách byl řádně promíchán. Zároveň byl také připraven slepý pokus (blanc), který obsahoval pouze destilovanou vodu, Folin-Ciocalteuovo činidlo a 20% Na_2CO_3. Proti němu byly pak měřeny ostatní vzorky při vlnové délce 765 nm. Měření bylo prováděno třikrát vedle sebe. Ze zásobního roztoku kyseliny gallové byla vytvořena kalibrační řada o koncentracích 50, 100, 200, 400, 600, 800 mg/l. Dále bylo přidáno 0,5 ml Folin-Ciocalteuova činidla, 1,5 ml 20% Na_2CO_3. Absorbance byla opět proměřena při vlnové délce 765 nm. Pomocí sestavené kalibrační křivky kyseliny gallové bylo vypočítáno množství celkových polyfenolů ve vzorku [98].

6.4.6 Stanovení celkových flavonoidů

Celkové množství flavonoidů se stanovuje kolorimetricky podle vybarvení extraktu dusitanem sodným a chloridem hlinitým v prostředí 30 % etanolu a hydroxidu sodného. Změna zbarvení je sledována spektrofotometricky při vlnové délce 510 nm. Jako standard slouží katechin nebo rutin o koncentraci 1 $mol \cdot l^{-1}$ [98].

6.4.7 Pracovní postup stanovení celkových flavonoidů

Stanovení celkového množství flavonoidů v bylinných extraktech bylo provedeno za použití orientační metody s hexahydrátem chloridu hlinitého a dusitanem sodným. Pro analýzu byl použit 30% roztok etanolu, 0,5 mol/l roztok dusitanu sodného, 0,3 mol/l roztok chloridu hlinitého, 1 mol/l roztok hydroxidu sodného a 1 mol/l roztok rutinu jako standardu. Reakční směs byla připravena napipetováním 0,3 ml vzorku, 3,4 ml etanolu, 0,15 ml $NaNO_2$, 0,15 ml $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ do 10 ml odměrné baňky a promíchána. Po 5 minutách byl přidán 1 ml NaOH. Zároveň byl také připraven slepý pokus, který se skládal ze stejných chemikálií, pouze vzorek byl nahrazen stejným množstvím destilované vody. Proti slepému pokusu byly měřeny ostatní vzorky při vlnové délce 506 nm. Celková koncentrace flavonoidů byla vypočtena z kalibrační křivky rutinu jako standardu a vyjádřena v g/kg sušené hmoty [98].

6.5 Statistické vyhodnocení výsledku

Pro vyhodnocení dosažených výsledku byl použit programy LibreOffice 4.2.2 a Microsoft Office Excel 2007.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Antioxidační aktivita

Antioxidační aktivita je vyjádřena jako obsah AAE v g/kg jednotlivých sušených bylinných čajů. Obsahy antioxidantů byly vypočteny z koncentrací látek dosažených výluhem ve vodě a metanolu. Výsledky byly následně vyjádřený v tabulkách a graficky znázorněny.

7.1.1 Obsah antioxidantů - výluh ve vodě

Tab. 3*: Průměrný obsah antioxidantů v sušeném bylinném čaji výluh ve vodě*

OBSAH ANTIOXIDANTŮ - VÝLUH VE VODĚ	
Název bylinného čaje	**Obsah antiox. v g AAE/kg ± S.D.**
Mate Green	33,76 ± 0,04
Wira Wira	68,43 ± 0,08
Muňa Muňa	122,57 ± 2,35
Lapacho - Matto Grosso	42,74 ± 0,38
Catuaba	157,17 ± 0,58
Vilcacora	30,08 ± 1,21
Myrtovník citronový BIO	23,65 ± 0,38
Vousatka citronová (list)	20 ± 0,51
Ostropestřec (plod)	9,04 ± 0,08

Antioxidační aktivita zjištěná laboratorní analýzou z vodného výluhu se u sušených vzorků bylinných čajů pohybovala v rozmezí 9,04 - 157,17 g AAE/kg. Z výsledků měření vyplývá, že nejvyšší antioxidační aktivitu vykazuje Catuaba (157,17 ± 0,58 g AAE/kg) a Muňa Muňa (122,57 ± 2,35 g AAE/kg). Oproti tomu nejnižší hodnotu antioxidační aktivity vykazuje, Ostropestřec (9,04 ± 0,08 g AAE/kg).

7.1.2 Obsah antioxidantů - výluh v metanolu

Tab. 4: *Průměrný obsah antioxidantů v sušeném bylinném čaji výluh v metanolu*

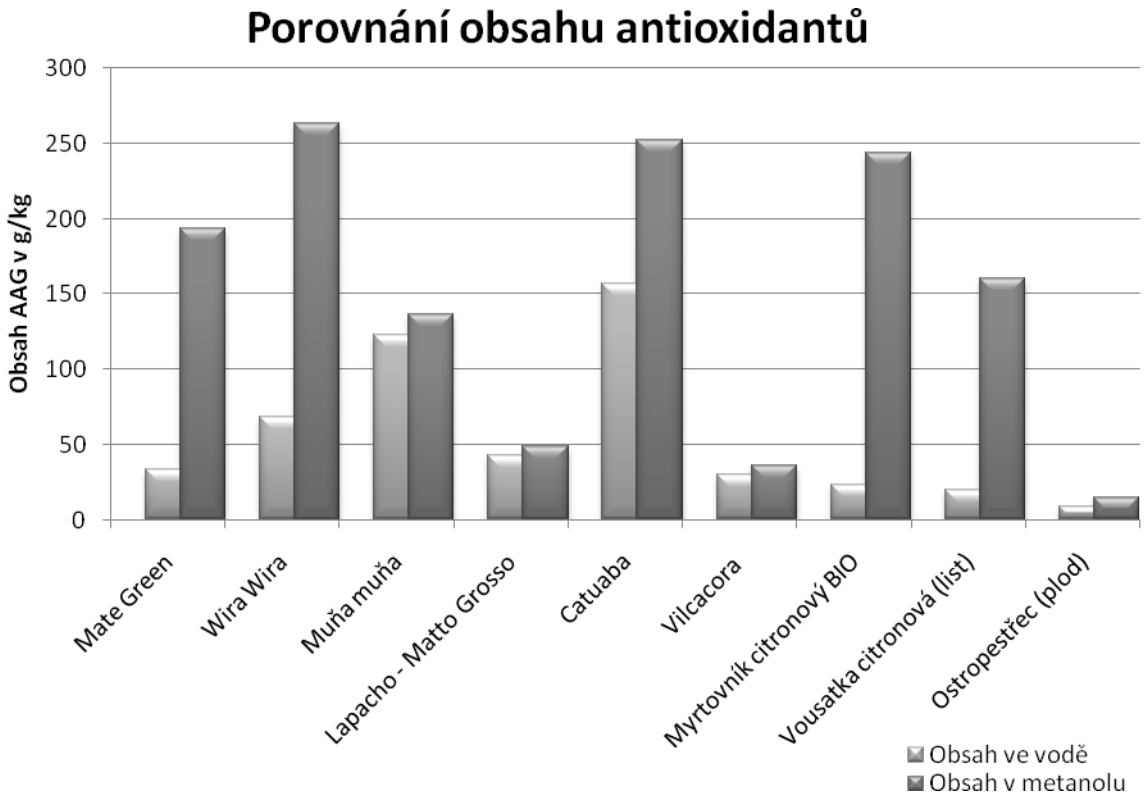
OBSAH ANTIOXIDANTŮ - VÝLUH V METANOLU	
Název bylinného čaje	**Obsah antiox. v g AAE/kg ± S.D.**
Mate Green	194 ± 0,23
Wira Wira	263 ± 4,07
Muňa Muňa	136,68 ± 9,47
Lapacho - Matto Grosso	48,88 ± 0,07
Catuaba	252,24 ± 5,70
Vilcacora	36,2 ± 0,10
Myrtovník citronový BIO	244,2 ± 5,45
Vousatka citronová (list)	160,44 ± 3,49
Ostropestřec (plod)	14,6 ± 0,08

Antioxidační aktivita zjištěná laboratorní analýzou z metanolového výluhu se u sušených vzorků bylinných čajů pohybovala v rozmezí 14,6 - 263 g AAE/kg. Z výsledků měření vyplývá, že nejvyšší antioxidační aktivitu vykazuje Wira Wira (263 ± 4,07 g AAE/kg), Catuaba (252,24 ± 5,70 g AAE/kg) a Myrtovník citronový BIO (244,2 ± 5,45 g AAE/kg). Oproti tomu nejnižší hodnotu antioxidační aktivity vykazuje Ostropestřec (14,6 ± 0,08 g AAE/kg).

7.1.3 Porovnání obsahu antioxidantů

Tab. 5: *Obsah antioxidační aktivity ve vodě a metanolu*

OBSAH ANTIOXIDANTŮ - VÝLUH VE VODĚ A METANOLU		
Název bylinného čaje	**Obsah antiox. v g AAE/kg ± S.D.**	
Mate Green	33,76 ± 0,04	194 ± 0,23
Wira Wira	68,43 ± 0,08	263 ± 4,07
Muňa Muňa	122,57 ± 2,35	136,68 ± 9,47
Lapacho - Matto Grosso	42,74 ± 0,38	48,88 ± 0,07
Catuaba	157,17 ± 0,58	252,24 ± 5,70
Vilcacora	30,08 ± 1,21	36,2 ± 0,10
Myrtovník citronový BIO	23,65 ± 0,38	244,2 ± 5,45
Vousatka citronová (list)	20 ± 0,51	160,44 ± 3,49
Ostropestřec (plod)	9,04 ± 0,08	14,6 ± 0,08



Obr. 17: *Obsah antioxidační aktivity ve vodě a metanolu*

Při porovnání vodného a metanolového výluhu je patrné, že dosažená antioxidační aktivita je u všech vzorků v metanolovém výluhu vyšší. Nejvyšší rozdíly vyjádřené jako násobek antioxidační aktivity vykazují Myrtovník citronový BIO a to více jak 10 násobné množství a Vousatka citronová (list) 8 krát více antioxidantů než ve vodném výluhu. Následují, Mate Green téměř 6 krát více a Wira Wira necelé 4 násobné množství antioxidantů. Nejmenší rozdíly vykazují Lapacho - Matto Grosso 12,5% nárůst a Vilcacora 17% nárůst antioxidační aktivity v metanolovém výluhu oproti vodnému výluhu.

7.2 Celkový obsah polyfenolů

Celkový obsah polyfenolických látek je vyjádřen jako GEA v g/kg jednotlivých sušených bylinných čajů. Obsahy polyfenolů byly vypočteny z koncentrací látek dosažených výluhem ve vodě a metanolu. Výsledky byly následně vyjádřený v tabulkách a graficky znázorněny.

7.2.1 Obsah polyfenolů - výluh ve vodě

Tab. 6: *Průměrný obsah polyfenolů v sušeném bylinném čaji výluh ve vodě*

OBSAH POLYFENOLŮ - VÝLUH VE VODĚ	
Název bylinného čaje	**Obsah polyfen. v g GEA/kg ± S.D.**
Mate Green	32,16 ± 0,55
Wira Wira	44,36 ± 0,69
Muňa Muňa	124,89 ± 9,30
Lapacho - Matto Grosso	14,49 ± 1,65
Catuaba	228,44 ± 2,88
Vilcacora	41,07 ± 2,78
Myrtovník citronový BIO	18,52 ± 0,51
Vousatka citronová (list)	6,73 ± 0,81
Ostropestřec (plod)	14,79 ± 0,56

Celkový obsah polyfenolů zjištěný laboratorní analýzou z vodného výluhu se u sušených vzorků bylinných čajů pohybovala v rozmezí 6,73 - 228,44 g GEA/kg. Nejvyšší množství vykazuje Catuaba (228,44 ± 2,88 g GEA/kg) a Muňa Muňa (124,89 ± 9,30 g GEA/kg). Oproti tomu nejnižší hodnotu polyfenolů vykazují Vousatka citronová (6,73 ± 0,81 g GEA/kg) a Lapacho - Matto Grosso (14,49 ± 1,65 g GEA/kg).

7.2.2 Obsah polyfenolů - výluh v metanolu

Tab. 7: *Průměrný obsah polyfenolů v sušeném bylinném čaji výluh v metanolu*

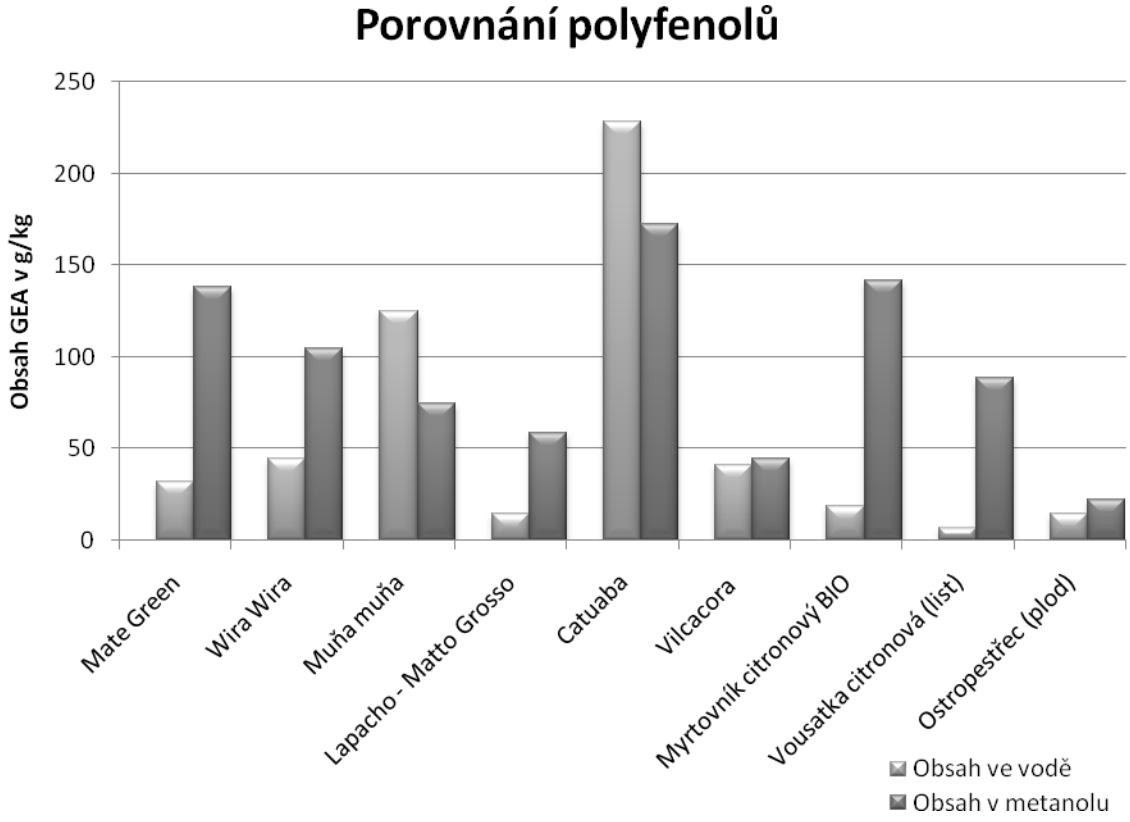
OBSAH POLYFENOLŮ - VÝLUH V METANOLU	
Název bylinného čaje	**Obsah polyfen. v g GEA/kg ± S.D.**
Mate Green	138,41 ± 0,18
Wira Wira	104,62 ± 4,20
Muňa Muňa	74,63 ± 3,76
Lapacho - Matto Grosso	58,47 ± 6,94
Catuaba	172,56 ± 11,22
Vilcacora	44,38 ± 0,67
Myrtovník citronový BIO	141,45 ± 2,16
Vousatka citronová (list)	88,7± 4,55
Ostropestřec (plod)	22,46 ± 1,58

Celkový obsah polyfenolů zjištěný laboratorní analýzou z metanolového výluhu se u sušených vzorků bylinných čajů pohyboval v rozmezí 22,46 - 172,56 g GEA/kg. Nejvyšší množství polyfenolů vykazuje Catuaba (172,56 ± 11,22 g AAE/kg) a Myrtovník citronový BIO (141,45 ± 2,16 g GEA/kg). Nejnižší hodnotu vykazují Ostropestřec (22,46 ± 1,58 g GEA/kg). Vilcacora (44,38 ± 0,67 g GEA/kg).

7.2.3 Porovnání obsahu polyfenolů

Tab. 8: *Obsah celkových polyfenolů ve vodě a metanolu*

OBSAH POLYFENOLŮ - VÝLUH VE VODĚ A METANOLU		
Název bylinného čaje	**Obsah polyfen. v g GEA/kg ± S.D.**	
Mate Green	32,16 ± 0,55	138,41 ± 0,18
Wira Wira	44,36 ± 0,69	104,62 ± 4,20
Muňa Muňa	124,89 ± 9,30	74,63 ± 3,76
Lapacho - Matto Grosso	14,49 ± 1,65	58,47 ± 6,94
Catuaba	228,44 ± 2,88	172,56 ± 11,22
Vilcacora	41,07 ± 2,78	44,38 ± 0,67
Myrtovník citronový BIO	18,52 ± 0,51	141,45 ± 2,16
Vousatka citronová (list)	6,73 ± 0,81	88,7± 4,55
Ostropestřec (plod)	14,79 ± 0,56	22,46 ± 1,58



Obr. 18: *Obsah celkových plyfenolů ve vodě a metanolu*

Při porovnání vodného a metanolového výluhu je patrné, že obsah polyfenolů je u sedmi vzorků v metanolovém výluhu vyšší. Nejvyšší rozdíly vyjádřené jako násobek obsahu folyfenolů vykazují Vousatka citronová (list) a to více jak 13 násobné množství a Myrtovník citronový BIO 7,5 krát více polyfenolů než ve vodném výluhu. Následují, Mate Green 4,3 krát více a Lapacho - Matto Grosso 4 násobné množství polyfenolů. Nejmenší rozdíly vykazuje Vilcacora 7,5% nárůst polyfenolů v metanolovém výluhu oproti vodnému výluhu. Vyšší hodnoty o více jak 40 % obsahu polyfenolů ve vodném výluhu vykazuje Muňa Muňa a o 24 % Catuaba.

7.3 Celkový obsah flavonoidů

Celkový obsah flavonoidů je vyjádřen jako obsah standardu rutinu v g/kg jednotlivých sušených bylinných čajů. Obsahy flavonoidů byly vypočteny z koncentrací látek dosažených výluhem ve vodě a metanolu. Výsledky byly následně vyjádřený v tabulkách a graficky znázorněny.

7.3.1 Obsah flavonoidů - výluh ve vodě

Tab. 9: *Průměrný obsah flavonoidů v sušeném bylinném čaji výluh ve vodě*

OBSAH FLAFONOIDŮ - VÝLUH VE VODĚ	
Název bylinného čaje	**Obsah flavon. v g rutinu/kg ± S.D.**
Mate Green	24,86 ± 0,45
Wira Wira	6,31 ± 4,61
Muňa Muňa	48,39 ± 2,95
Lapacho - Matto Grosso	4,74 ± 1,04
Catuaba	142,72 ± 2,03
Vilcacora	7,48 ± 1,60
Myrtovník citronový BIO	4,42 ± 0,80
Vousatka citronová (list)	5,55 ± 0,37
Ostropestřec (plod)	0,69 ± 0,22

Celkový obsah flavonoidů zjištěný laboratorní analýzou z vodného výluhu se u sušených vzorků bylinných čajů pohyboval v rozmezí 0,69 - 142,72 g rutinu/kg. Nejvyšší množství flavonoidů vykazuje Catuaba (142,72 ± 2,03 g rutinu/kg) a Muňa muňa (48,39 ± 2,95 g rutinu/kg). Nejnižší hodnotu vykazují Ostropestřec (0,69 ± 0,22 g rutinu/kg) a Myrtovník citronový BIO (4,42 ± 0,80 g rutinu/kg)

7.3.2 Obsah flavonoidů - výluh v metanolu

Tab. 10: *Průměrný obsah flavonoidů v sušeném bylinném čaji výluh v metanolu*

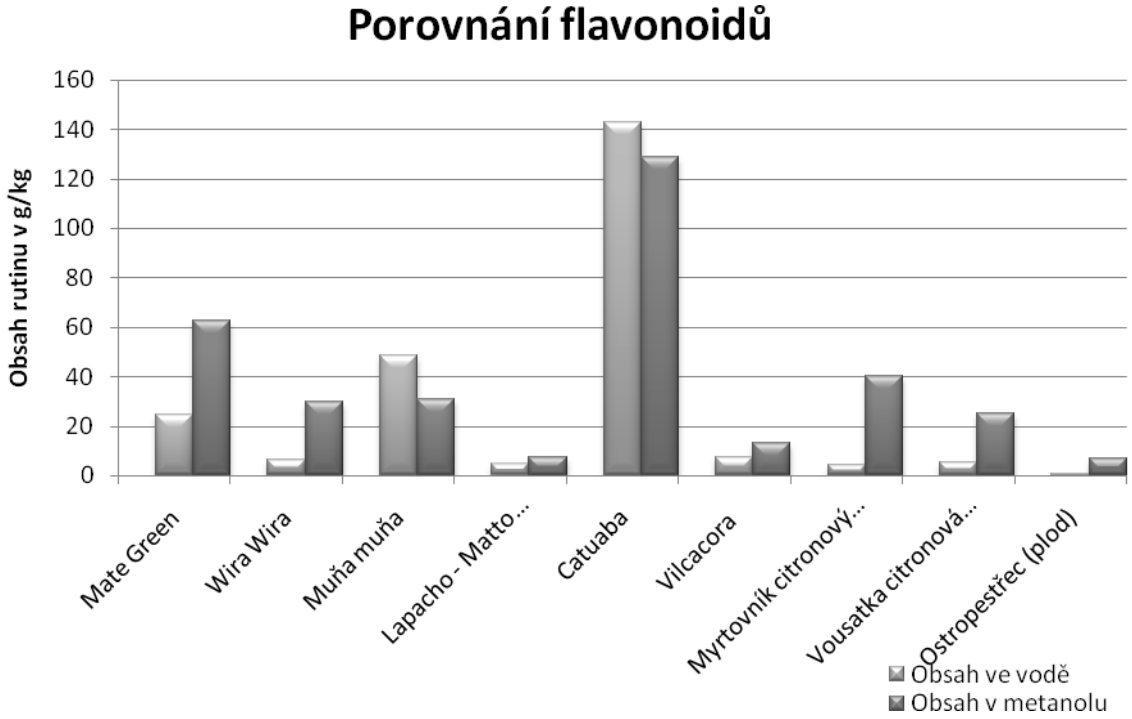
OBSAH FLAFONOIDŮ – VÝLUH V METANOLU	
Název bylinného čaje	**Obsah flavon. v g rutinu/kg ± S.D.**
Mate Green	62,84 ± 5,21
Wira Wira	30,07 ± 0,92
Muňa Muňa	30,65 ± 0,94
Lapacho - Matto Grosso	7,58 ± 0,07
Catuaba	128,6 ± 2,96
Vilcacora	13,24 ± 0,89
Myrtovník citronový BIO	39,99 ± 1,70
Vousatka citronová (list)	25,11 ± 0,78
Ostropestřec (plod)	7,13 ± 0,04

Celkový obsah flavonoidů zjištěný laboratorní analýzou z metanolového výluhu se u sušených vzorků bylinných čajů pohyboval v rozmezí 7,13 - 128,6 g rutinu/kg. Nejvyšší množství flavonoidů vykazuje Catuaba (128,6 ± 2,96 g rutinu/kg) a Mate Green (62,84 ± 5,21 g rutinu/kg). Nejnižší hodnotu vykazují Ostropestřec (7,13 ± 0,04 g rutinu/kg) a Lapacho - Matto Grosso (7,58 ± 0,07 g rutinu/kg).

7.3.3 Porovnání obsahu flavonoidů

Tab. 11: *Obsah celkových flavonoidů ve vodě a metanolu*

OBSAH FLAVONOIDŮ - VÝLUH VE VODĚ A METANOLU		
Název bylinného čaje	**Obsah falvon. v g rutinu/kg ± S.D.**	
Mate Green	24,86 ± 0,45	62,84 ± 5,21
Wira Wira	6,31 ± 4,61	30,07 ± 0,92
Muňa Muňa	48,39 ± 2,95	30,65 ± 0,94
Lapacho - Matto Grosso	4,74 ± 1,04	7,58 ± 0,07
Catuaba	142,72 ± 2,03	128,6 ± 2,96
Vilcacora	7,48 ± 1,60	13,24 ± 0,89
Myrtovník citronový BIO	4,42 ± 0,80	39,99 ± 1,70
Vousatka citronová (list)	5,55 ± 0,37	25,11 ± 0,78
Ostropestřec (plod)	0,69 ± 0,22	7,13 ± 0,04



Obr. 19: *Obsah celkových flavonoidů ve vodě a metanolu*

Při porovnání vodného a metanolového výluhu je patrné, že obsah flafonoidů je u sedmi vzorků v metanolovém výluhu vyšší. Nejvyšší rozdíly vyjádřené jako násobek obsahu flavonoidů vykazují Ostropestřec (plod) a to více jak 10 násobné množství a Myrtovník citronový BIO 9 krát více flavonoidů než ve vodném výluhu. Následuje Wira Wira 4,7 krát více a Vousatka citronová (list) 4,5 násobné množství flavonoidů. Nejmenší rozdíly vykazuje Vilcacora 43,5% nárůst flavonoidů v metanolovém výluhu oproti vodnému výluhu. Vyšší hodnoty o více jak 36 % obsahu flavonoidů ve vodném výluhu vykazuje Muňa Muňa a téměř o 10 % Catuaba.

7.4 Diskuze

Předmětem analýzy bylo 9 vzorků různých částí bylinných čajů převážně z Jižní Ameriky ale také Austrálie, Afriky a Evropy. Analyzována byla antioxidační aktivita, celkový obsah polyfenolických látek a flavonoidů v bylinných extraktech. Příprava extraktů byla provedena ve vodě dle návodu pro přípravu čaje a výluhem v metanolu po dobu 24 hodin. Dosažené výsledky byly přepočítány na komerčně prodávanou sušinu.

Antioxidační aktivita a volné radikály jsou pojmy velmi často skloňované, jak v současném medicínském výzkumu, tak mezi veřejností zajímající se o zdravý životní styl. Vlastní antioxidanty, resp. látky s antioxidačním efektem mají značný význam z hlediska eliminaci volných radikálů, zejména kyslíku a dusíku. Antioxidační působení se týká ochrany buněk a jejich struktur a současně se podílí na eliminaci účinků tzv. oxidačního stresu.

K přírodním látkám s antioxidačními účinky, které jsou přijímané potravou, jsou v prvé řadě tradičně řazeny antioxidační vitaminy C, E a karotenoidy. Denní příjem všech antioxidantů byl odhadnut na 1 g. V poslední době se však mnohem větší význam přikládá dalším přírodním látkám, zejména polyfenolickým sloučeninám, mezi které patří např. flavonoidy, katechiny a fenolické kyseliny. Většinu přírodních antioxidantů přijímáme jako součást složitých směsí, jejichž složky mohou reagovat s různými radikály různými mechanismy [75].

Antioxidační aktivita zjištěná laboratorní analýzou dle postupu popsaného v kapitole 6.4.3 se u vodného výluhu sušených vzorků bylinných čajů pohybovala v rozmezí 9,04 - 157,17 g AAE/kg. Antioxidační aktivita zjištěná laboratorní analýzou z metanolového výluhu se u sušených vzorků bylinných čajů pohybovala v rozmezí 14,6 - 263 g AAE/kg.

Pro porovnání uvádím hodnoty černých a zelených čajů antioxidační aktivity, které byly stanoveny couluometrií. Autoři této studie uvádí, že jejich výsledky mohou sloužit jako

referenční hodnoty, protože při couluometrii se eliminují nedostatky při přípravě analyzovaných vzorků. Pro černé čaje se antioxidační aktivita pohybovala mezi 17,8 - 186,6 g quercetinu/kg a pro zelené čaje 31,2 - 190,0 g quercetinu/kg sušeného vzorku [99].

Rostlinné polyfenoly jsou nejrozšířenějšími sloučeninami s redukčními účinky v naší stravě. Jejich denní příjem se pohybuje mezi 500 - 700 mg. V testech antioxidační aktivity polyfenoly často předčí vitamíny nebo endogenní antioxidanty jako je např. kyselina močová. V současnosti roste zájem o studium těchto přírodních látek, protože jejich příjem v potravě je dáván do souvislostí s jejich možnou rolí v prevenci nemocí spojených s oxidačním stresem, jako je rakovina a kardiovaskulární choroby. Mezi nejvýznamnější zdroje polyfenolických sloučenin patří zelený čaj, byliny a lesní ovoce [85].
Celkové polyfenoly zjištěné laboratorní analýzou dle postupu popsaného v kapitole 6.4.5 se u vodného výluhu sušených vzorků bylinných čajů pohybovala v rozmezí 6,73 - 228,44 g GEA/kg a 22,46 - 172,56 g GEA/kg u vzorku extrahovaných metanolem.
Pro porovnání uvádím hodnoty celkových polyfenolických látek ve vybraných černých čajích, které se pohybovaly v rozmezí 80,5 - 134,9 g GEA/kg a hodnoty zelených čajů 65,8 - 106,2 g GEA/kg [100].

Flavonoidy jsou v rostlinách přítomné ve všech jejich částech: v listech, květech, plodech i semenech. Častokrát lze pozorovat jejich akumulaci ve vnějších obalových vrstvách, jakými jsou slupky (jablko, hrozny, cibule), protože jejich biosyntézu stimuluje sluneční záření. Na množství přítomných flavonoidů má vliv nejen rovnost a druhová diverzita, ale také sezónní a klimatické podmínky i způsob technologické úpravy při přípravě konkrétních jídel z čerstvých surovin. Hlavními zdroji flavonoidů v lidské stravě jsou zejména ovoce, zelenina a nápoje jako čaj a víno [92].

Stanovit průměrný denní příjem flavonoidů přijatých prostřednictvím stravy je složité, protože konzumace jejich přírodních zdrojů u lidí je velmi individuální. Obsah flavonoidů v jednotlivých potravinách vykazuje značnou variabilitu, těžko se určuje dopad technologických procesů přípravy a úpravy pokrmů, který do vysoké míry ovlivňuje konečný příjem flavonoidů. Z dostupných informací lze říci, že průměrný denní příjem flavonoidů se pohybuje přibližně v rozmezí 150 až 300 mg/den [67].

Studie ukázaly, že flavonoidy vykazují prospěšné účinky na lidské zdraví. Tyto přírodní fytochemikálie disponují spektrem biologických účinků, z nich významné je protizánětlivé,

kardioprotektivní, protirakovinné, antimikrobiální, antialergické či hepatoprotektivní působení [92].

Celkové flavonoidy zjištěné laboratorní analýzou dle postupu popsaného v kapitole 6.4.7 se u vodného výluhu sušených vzorků bylinných čajů pohybovaly v rozmezí 0,69 - 142,72 g rutinu/kg a 7,13 - 128,6 g rutinu/kg sušiny u vzorku extrahovaných metanolem. Pro porovnání uvádím hodnoty celkových flavonoidů ve vybraných černých a zelených čajích, které se pohybovaly v rozmezí 4,7 - 204,7 g katechinu/kg sušiny [101].

Vzhledem k různorodosti vzorků a odlišným způsobům přípravy bylinných čajů jsou dosažené výsledky značně variabilní. Pro porovnání s cizími zdroji proto bylo nutné použít výsledky dosažené nejenom jinými metodami, ale také výsledky analýz jiných rostlin a jejich částí.

7.4.1 Cesmína paraguayská (*Ilex paraguariensis*)

Antioxidační aktivita naměřená u **Mate Green,** z metanolového výluhu, byla 194 ± 0,23 g AAE/kg. To odpovídá naměřeným hodnotám v kakau 200 - 250 g troloxu/kg práškového kakaa [102]. Obsah polyfenolů 32,16 ± 0,55 g GEA/kg naměřených z vodného výluhu spadá do rozmezí hodnot 21 - 71 g GEA/kg zjištěných v zahraniční studii [103]. U metanolového extraktu bylo, v Mate Green, naměřeno 138,41 ± 0,18 g GEA/kg. Hartwig a kol. uvádí obsah polyfenolů 134 ± 0,40 g GEA/kg suché byliny [104]. Obsah celkových flavonoidů ve vodě a metanolu byl 24,86 ± 0,45 g rutinu/kg a 62,84 ± 5,21 g rutinu/kg. Yang a kol., při stanovování obsahu flavonoidů u bylin používaných se v čínské lidové medicíně, naměřili hodnotu pro Reveň tangutskou (*Rheum palmatum*) 26,19 ± 0,03 g quercetinu/kg [105]. Rasool a kol. ve své studii naměřil pro Barvínek růžový (*Catharanthus roseus*) 54 g quercetinu/kg sušiny [106]. Cesmína paraguayská má díky vysokému obsahu kofeinu, a theofylinu, výrazné stimulační a povzbuzující vlastnosti, avšak bez většiny negativních účinků dostavujících se při pití kávy [107,108,109]. Složení Cesmíny paraguayské zahrnuje celou řadu polyfenolů, xantinů, caffeoylových derivátů, saponinů a minerálů, které mají řadu zdravotních účinků [110,111,112,113, 114,115]. Cesmína paraguayská má antioxidační účinky [21,22,112,116,117,118,119], antiobezitární účinky [120]. Vodný extrakt zabraňuje peroxidaci lipidů [121,122,123] a snižuje hladinu cholesterolu [124]. Cesmínu paraguayskou lze použít k léčbě diabetu [125] nebo jako diuretika (vylučující moč) [126]. Vykazuje chemopreventativní (protinádorové), protiplísňové účinky [127] a antimikrobiální vlastnosti [128,129,130,131,132]. Pomáhá také při trávení [133].

7.4.2 Wira Wira (*Gnaphalium graveolens*)

U **Wira Wira** byla stanovena nejvyšší hodnota antioxidantů a to z metanolového extraktu 263 ± 4,07 g AAE/kg sušiny. Tato hodnota se dá srovnat s antioxidační aktivitou naměřenou u Nového koření - sušené mleté 251,29 g troloxu/kg [134]. **Wira Wira** vykazovala nižší hodnoty naměřených polyfenolů z vodného výluhu 44,36 ± 0,69 g GEA/kg než hodnoty černých a zelených čajů. Tato hodnota polyfenolů přibližně odpovídá 42 ± 1,5 g GEA/kg stanovených u čaje Pu-erh [135]. Naopak hodnota z metanolového výluhu 104,62 ± 4,20 g GEA/kg spadá do hodnot polyfenolů obsažených v černých a zelených čajích. Dále bylo naměřeno množství celkových flavonoidů ve vodě a metanolu 6,31 ± 4,61 g rutinu/kg a 30,07 ± 0,92 g rutinu/kg. Wira Wira tak jako Ostropestřec patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae).* Pro porovnání uvádím hodnoty flavonoidů naměřené u bylin z čeledi hvězdnicovitých uvedených ve studii Fraisse a kol. Ti stanovili pro Zlatobýl obecný (*Solidago virgaurea L.*) 6,73 ± 0,32 g luteolinu/kg a Rmenec sličný (*Chamaemelum nobile*) 22,33 ± 1,11 g luteolinu/kg sušiny. Stanovení prováděli kalorimetrický z extraktu vody a etanolu v poměru 1:1 [136]. Wira Wira se používá k úlevě od žaludečních onemocnění nebo jako diuretikum (vylučování moči) a antipyretikum (snižující horečku) [137]. *Gnaphalium graveolens* se používá k léčení kožních infekcí, a jako protizánětlivý prostředek [28]. V Mexiku se čaj z Wira Wira používá k léčbě různých onemocnění dýchacích cest, například kašele, astmatu, nachlazení, chřipky, vykašlávání a bronchiální postižení [138]. Wira Wira vykazuje vysokou antimikrobiální aktivitu proti následujícím bakteriím: *Staphylococcus aureus, Enterococcus faecalis, Streptococcus pneumoniae, Streptococcus pyogenes, Escherichia coli* a *Candida albicans* [27,28,139].

7.4.3 Muňa Muňa (*Minthostachys setosa*)

Muňa Muňa vykazovala vyrovnané hodnoty naměřené antioxidační aktivity ve vodě a metanolu 122,57 ± 2,35 g AAE/kg a 136,68 ± 9,47 g AAE/kg. To naznačuje, že neobsahuje významné množství antioxidantů extrahovaných v nepolárních rozpouštědlech. Celkové polyfenoly, které byly naměřeny u Muňa Muňa, dosahovaly hodnot z vodného výluhu 124,89 ± 9,30 g GEA/kg a 74,63 ± 3,76 g GEA/kg z metanolového extraktu. Yapuchura Mamani ve své diplomové práci uvádí průměrnou hodnotu pro extrakci z vody a organických rozpouštědel 92,7 g GEA/kg sušiny [140]. Peppermint - citrus type (*Mentha × piperita*) z rodu *Lamiaceae* vykazovala 89,6 g GEA/kg sušiny z vodného výluhu [141]. Pro srovnání obsahu celkových flavonoidů ve vodě a metanolu 48,39 ± 2,95 g rutinu/kg a 30,65 ± 0,94 g rutinu/kg, uvádím hodnoty ze studie Benchikha a kol., kteří stanovili hod-

noty pro *Origanum majorana* 57,55 g rutinu/kg a *Origanum vulgare* 36,63 g rutinu/kg sušiny [142]. Studie dokázaly, že esenciální olej z *Minthostachys setosa* má inhibiční účinek na stafylokoky a enteropatogeny [143]. Muňa Muňa rozšiřuje dýchací cesty, je tedy vhodná při astmatu. Má protizánětlivý účinek a antibiotický účinek. Není vhodné jí používat dlouhodobé, protože může mít nežádoucí účinky, jako je jaterní dysfunkce [144]. Bylina je také velmi často používána pro svůj insekticidní (hubící hmyz) a larvicidní (hubící larvy) účinek při ochraně uskladněné zeleniny (nejčastěji brambor) proti škůdcům [145].

7.4.4 Lapacho (*Tabebuia avellanedae*)

Lapacho - Matto Grosso tak jako Muňa Muňa vykazovalo vyrovnané hodnoty naměřené antioxidační aktivity ve vodě a metanolu 42,74 ± 0,38 g AAE/kg a 48,88 ± 0,07 g AAE/kg sušiny. Což rovněž naznačuje, že neobsahuje významné množství antioxidantů extrahovaných v nepolárních rozpouštědlech. Celkové polyfenoly dosáhly hodnot ve vodě a metanolu 49 ± 1,65 g GEA/kg a 58,47 ± 6,94 g GEA/kg sušiny. Pro přípravu čaje z této rostliny se používá kůra stromu. Pro porovnání uvádím hodnoty polyfenolů z kůry stromů *Azadirachta indica, Terminalia arjuna, Acacia nilotica a Eugenia jambolana* rostoucí v Indii, které se taky využívají pro přípravu čajů. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí 78 - 112 g GEA/kg sušiny z metanolového extraktu [146]. Pro srovnání obsahu celkových flavonoidů ve vodě 4,74 ± 1,04 g rutinu/kg a metanolu 7,58 ± 0,07 g rutinu/kg sušiny u Lapacho - Matto Grosso, uvádím hodnoty ze studie Yang a kol. Ti při stanovení obsahu flavonoidů u bylin používající se v čínské lidové medicíně, naměřili hodnoty pro Pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*) 4,13 ± 1,5 g quercetinu/kg a Korkovník armurský (*Phellodendron amurense*) 7,48 ± 0,49 g quercetinu/kg sušiny [105]. Lapacho má tedy pro svůj obsah fenolických látek vysokou antioxidační aktivitu [33,147,148]. Tato rostlina má také specifickou antibakteriální aktivitu, která se uplatňuje na některé nemoci trávicího systému. Studie ukazují, že antrachinon-2-karboxylová kyselina a lapachol působí selektivní inhibici některých mikroorganismů, jako jsou *Clostridium para-putrificum, Clostridium perfringens, Escherichia coli* a *Helicobacter pylori*. Zároveň nemá negativní vliv (neinhibuje) *Bifidobacterium bifidum, Bifidobacterium adolescentis, Bifidobacterium, Lactobacillus acidophilus infantis* a *Lactobacillus casei* [34,149,150]. Řada studií zkoumajících účinky extraktů nebo izolovaných látek z Lopacha dokázala signifikantní (významný) cytotoxický (usmrcující) účinek na růst a metabolismus některých nádorových buněk [39,151,152,153,154,155,156,157].

7.4.5 Catuaba (*Erythroxylum catuaba*)

Vyšší antioxidační aktivita u **Catuaby** 252,24 ± 5,70 g AAE/kg z metanolového výluhu je srovnatelná, stejně jako u Mate Green**,** s obsahem antioxidantů v kakau 200 - 250 g troloxu/kg práškového kakaa [102]. Celkové polyfenoly dosahovaly hodnot ve vodě 228,44 ± 2,88 g GEA/kg a v metanolu 172,56 ± 11,22 g GEA/kg sušiny. Pro přípravu čajů z Catuaby se používá kůra stromu. Pro porovnání uvádím hodnoty polyfenolů z kůry dubu (*Quercus robur*), borovice (*Pinus maritimaa*) a skořice (*Cinnamomum zeylanicum*) stanovené z vodného výluhu 397,03; 360,76 a 309,23 g GEA/kg sušiny vzorku [158]. Vysoké hodnoty celkových flavonoidů u Catuaby 142,72 ± 2,03 g rutinu/kg z vodného výluhu a 128,6 ± 2,96 g rutinu/kg sušiny u metanolového extraktu, snesou srovnání jen s hodnotou 127,5 g quercetinu/kg sušiny u Dried Water Caltrop (vodní ořech) extrahovaném v metanolu [159]. Bylo prokázáno, že extrakt z kůry *Erythroxylum catuaba* má ochranný účinek proti infekcím, které způsobuje *Escherichia coli* a Stafilococus aureus u lidí nemocných HIV. Catuaba se nedoporučuje jako primární léčba AIDS, ale spíše jako obrana proti oportunní (využívající příležitosti) infekci. Tato studie byla provedena na myších [160]. Catuaba je nejznámější brazilské rostlinné afrodiziakum. Catuba má schopnost posílit erekci a libido. Bylina také normalizuje funkci prostaty a zabraňuje reinfekci prostaty baterií *Escherichia coli* [43,44]. Extrakt z Catuby inhibuje destičkové fosfolipázy A 2 a dokazuje tak možné protizánětlivé vlastnosti [161].

7.4.6 Vilcacora (*Uncaria tomentosa*)

Hodnoty celkové antioxidační aktivity, celkových polyfenolů a falvonoidů se u **Vilcacory** pohybovaly v rozmezí hodnot stanovených u černých a zelených čajů uvedených výše. Vilcacora stejně tak jako Lapacho - Matto Grosso a Muňa Muňa dosahovala vyrovnaných hodnot antioxidační aktivity z výluhu ve vodě a metanolu 30,08 ± 1,21 g AAE/kg a 36,2 ± 0,10 g AAE/kg sušiny. Takže také patrně neobsahuje významné množství antioxidantů extrahovaných v nepolárních rozpouštědlech. Vilcacora dosahovala ve vodě a metanolu celkových polyfenolů 41,07 ± 2,78 g GEA/kg a 44,38 ± 0,67 g GEA/kg sušiny. Pro přípravu čaje z této rostliny se používá kůra stromu, proto obsah celkových plyfenolů můžeme porovnat, stejně jako u Lapacho - Matto Grosso, s hodnotami 78 - 112 g GEA/kg sušiny uvedenými ve studii Sultana a kol. [146]. Celkové polyfenoly u Vilcacory a Lapacho - Matto Grosso nekorelují s antioxidační aktivitou. To může být způsobeno použitou metodou DPPH, jež vyjadřuje celkovou antioxidační kapacitu jako ekvivalent kyseliny askorbové. Hodnoty celkových flavonoidů dosažených ve vodě a metanolu 7,48 ± 1,60 g ruti-

nu/kg a 13,24 ± 0,89 g rutinu/kg sušiny jsou nižšími hodnotami v rozmezí celkový favonoidů černých a zelených čajů, které se pohybovaly v rozmezí 4,7 - 204,7 g katechinu/kg sušiny [101]. Vilcacora omezuje smrt epitelových buněk v reakci na oxidační stres [162]. Potlačuje edémy prostřednictvím inhibice cyklooxygenázy 1 a 2 [163]. *Uncaria tomentosa* má díky obsahu fenolových látek značnou antioxidační aktivitu [163,164]. Bylo prokázáno, že alkaloidy izolované z Vilcacori způsobují zvýšenou fagocytózu nádorových buněk, snižují účinek volných radikálů a mají antineoplastické (protinádorové) účinky [165,166,167,168,169]. Látky obsažené v *Uncaria tomentosa* inhibují růst a šíření několika různých nádorových buněk, které způsobují neuroblastom (maligní embryonální nádor nervové tkáně), gliom (nitrolební nádor), leukémii a rakovinu prsu [169,170,171,172].

7.4.7 Myrtovník citronový (*Backhousia citriodora*)

Antioxidační aktivita naměřená u **Myrtovníku citronového BIO** ve vodném a metanolovém výluhu dosahovala hodnot 23,65 ± 0,38 g AAE/kg a 244,2 ± 5,45 g AAE/kg sušiny. Chan a kol. naměřili pro Myrtovník citronový výluh ve vodě 136 ± 79 g AAE/kg, což je několika násobně více. Toto množství je přibližně střední hodnotou pro naměřené hodnoty ve vodě a v metanolu. Antioxidační aktivita z metanolu odpovídá množství, které naměřili pro Zelený čaj 250 ± 28 g AAE/kg [173]. Rozdíl je patrně daný odlišnou přípravou vzorků k analýze. Myrtovník citronový dosahoval ve vodě a metanolu hodnot celkových polyfenolů 18,52 ± 0,51 a 141,45 ± 2,16 g GEA/kg. Výrazně vyšší hodnoty v metanolu jsou patrně způsobeny obsahem éterických olejů, které se lépe extrahují v nepolárních rozpouštědlech. Dudonne a kol. ve své studii zjistili z vodného výluhu hodnoty Myrtovníku citronového 31,4 ± 5,9 g GEA/kg sušiny [158]. Hodnoty v metanolu se dají srovnat s kapradinami *Davallia mariesii* 140,64 ± 8,54 g katechinu/kg sušiny. Výluhy z této kapradiny se používá v čínské lidové medicíně [174]. Celkové flavonoidy u Myrtovníku citronového BIO dosahovaly hodnot pro výluh ve vodě 4,42 ± 0,80 g rutinu/kg a 39,99 ± 1,70 g rutinu/kg v metanolu. Tyto hodnoty korelují s hodnotami pro antioxidační kapacitu a celkové polyfenoly. Hlavní chemické složky Myrtovníku jsou terpenoidní aldehydy, jako je citral, geranial a neral. Výzkum prokázal, že citral jako aktivní složka indukuje apoptózu (buněčnou smrt) v nádorových buňkách [175]. Esenciální olej z myrty citronové má významné antimikrobiální účinky, které jsou silnější než citral [176,177]. Silice má antimikrobiální vlastnosti, avšak neředěná silice je toxická pro lidské buňky in vitro [178]. Bylo prokázáno, že Myrtovník citronový má inhibiční účinek na bakterie způsobující otravy jídlem, jako jsou (*Enterococcus faecalis, E. coli, Listeria monocytogenes, P. aeruginosa, Salmonella enteri-*

tidis, Salmonella typhimurium a S. Aureus) [178,179,180]. Olej z myrty citronové se dá použít jako lék na kožní léze způsobené virem *Molluscum contagiosum* (MCV), což je onemocnění postihující děti a pacienty se sníženou imunitou. U devíti z šestnácti pacientů se ukázalo významné zlepšení [179].

7.4.8 Vousatka citronová (*Cymbopogon citratus*)

Antioxidační aktivita **Vousatky citronové (list)** dosahovala hodnot 20 ± 0,51 g AAE/kg a 160,44 ± 3,49 g AAE/kg v sušině z výluhu ve vodě a metanolu. Chan a kol. naměřili pro Vousatku citronovou hodnotu z vodného výluhu 3,54 ± 31 g AAE/kg, to je zde významně méně. Rozdíl je patrně daný odlišnou přípravou vzorků k analýze. Hodnoty v metanolu odpovídají hodnotě, kterou naměřili pro čaj Ti Kuan Yin 161,7 ± 25 g AAE/kg [173]. Vousatka citronová (list) dosahovala ve vodě a metanolu hodnot celkových polyfenolů 6,73 ± 0,81 a 88,7± 4,55 g GEA/kg sušiny. Výrazně vyšší hodnoty v metanolu jsou zřejmě, jako u Myrtovníku citronového, způsobeny obsahem éterických olejů. Nízké hodnoty celkových polyfenolů z vodného výluhu se dají porovnat s Libečkem lékařským (*Levisticum officinale Koch*) 19,7 g GEA/kg sušiny [141]. Hodnoty v metanolu lze srovnat s kapradinou *Pseudodrynaria coronans* 108,18 ± 3,12 g katechinu/kg sušiny [174]. Celkové flavonoidy byly u Vousatky citronové (list) 5,55 ± 0,37 g rutinu/kg pro výluh ve vodě a 25,11 ± 0,78 g rutinu/kg sušiny z extraktu z metanolu. Tyto hodnoty korelují s hodnotami pro antioxidační kapacitu a celkové polyfenoly. Vousatka citronová se používá jako sedativum [61], také pro snížení zažívacích potíží [181] a pro pozitivní účinky na CNS k potlačení migrén [182]. Vousatka citronová se také používá jako repelent [183], má antimykotické a antibakteriální vlastnosti [59,184]. Pomáhá při léčbě aftů [184]. Olejový extrakt z listů Vousatky citronové má protizánětlivé účinky [185]. Citral obsažený v *Andropogon citratus* vykazuje antioxidační aktivitu [62]. Vousatka citronová působí vasorelaxačně (uvolňuje cévy), ale mechanismus působení nebyl objasněn [186]. Chemické složky v *Andropogon citratus* indukují apoptózu u některých nádorových buněk, zatímco normální buňky jsou ponechány nepoškozené, ale tento účinek nebyl studován u pacientů s karcinomem [187,188].

7.4.9 Ostropestřec mariánský (*Silybum marianum*)

Nejnižší naměřené hodnoty antioxidační aktivity vykazoval **Ostropestřec (plod)** pro výluh ve vodě 9,04 ± 0,08 g AAE/kg a 14,6 ± 0,08 g AAE/kg pro výluh v metanolu. Tyto hodnoty jsou přesto vysoké v porovnání s naměřenými hodnotami uvedenými ve studii Wojci-

kowski a kol., kteří pro extrakt ve vodě naměřili hodnoty 2,68 g troloxu/kg a pro metanolový extrakt 6,59 g troloxu/kg plodu ostropestřce [189]. Rozdíl je patrně daný použitou metodou ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), která vykazuje nižší hodnoty než metoda DPPH. Ostropestřec (plod) dosahoval hodnot celkových polyfenolů ve vodném výluhu 14,79 ± 0,56 g GEA/kg sušiny a 22,46 ± 1,58 g GEA/kg sušiny v metanolovém výluhu. Dudonne a kol. naměřili ve své studii hodnotu 14,84 ± 0,17 g GEA/kg ze semen *Abelmoschus moschatus* z vodného extraktu [158]. Z metanolového extraktu bylo ze semen Ostropestřce naměřeno 34,2 g rutinu/kg. Tato hodnota je vyšší zřejmě kvůli upravené metodě stanovení za pomoci Folin-Ciocalteuova činidla a uhličitanu sodného [190]. Celkové flavonoidy dosahovaly hodnot ve vodě a metanolu 0,69 ± 0,22 g rutinu/kg a 7,13 ± 0,04 g rutinu/kg sušiny. Ostropestřec a Wira Wira patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae).* Pro porovnání uvádím hodnoty flavonoidů naměřené u bylin z čeledi hvězdnicovitých uvedených ve studii Fraisse a kol. Ti stanovili pro Sadec konopáč (*Eupatorium cannabinum*) 8,1 ± 0,41 g luteolinu/kg. Stanovení prováděli kalorimetrický z extraktu vody a etanolu v poměru 1:1 [136]. Adamczak a kol. uvádí pro Šípek (plod) (*Fructus cynosbati*) hodnotu 0,52 ± 0,20 g quercetinu/kg sušiny pro výluh ve vodě [191]. Studie prokázaly aktivitu Ostropestřce proti buňkám způsobující rakovinu jater in vitro. Ostropestřec mariánský má regenerační účinky na jaterní buňky poničené alkoholem nebo hepatitidou B a C [192]. Extrakt ze *Silybum marianum* má antimykotické účinky, brání růstu dermatofyt (mikroskopické houby napadající povrchové vrstvy pokožky či nehty a vlasy) [193]. Jedena pilotních studií ukázala, že ostropestřec mariánský je stejně účinný při léčbě obsedantně-kompulzivní poruchy jako fluoxetin [194]. Extrakt z ostropestřce mariánského se používá v lékařství k léčbě otravy způsobené muchomůrkou zelenou respektive hlízdnatou (*Amanita phalloides*) [193]. *Silybum marianum* se podává k regeneraci pacientům po prodělané chemoterapii [195].

ZÁVĚR

Netradiční zdroje bylinných čajů se stávají významným zdrojem doplňku stravy. Bylinné čaje obsahují prospěšné látky pro lidský organismus, jako jsou antioxidanty, vitamíny a stopové prvky. Výzkumy potvrzují významnou úlohu antioxidantů v prevenci a ochraně lidského zdraví spočívající v eliminaci volných radikálů. Převaha volných radikálů, nad látkami schopnými je redukovat, způsobuje oxidační stres. K tomu přispívá i nezdravý životní styl, kouření, konzumace alkoholu a nedostatek pohybu. Poškození volnými radikály se může podílet na ateroskleróze, cukrovce a v rozvoji mnoha dalších chronických onemocnění. Z tohoto důvodu je důležitá strava obsahující vyvážené množství potravin bohatých na antioxidanty.

Cílem diplomové práce bylo stanovit antioxidační aktivitu, celkové množství polyfenolů a falvonoidů ve zkoumaných vzorcích bylinných čajů a potvrdit tak potencionálně významný zdroj antioxidantů. Pro stanovení antioxidační aktivity byla použita metoda DPPH. Pro stanovení celkových polyfenolů byla použita Folin-Ciocalteuova metoda a pro celkové flavonoidy orientační metoda s dusitanem sodným a chloridem hlinitým. Měření probíhalo za použití spektrofotometru. Extrakce bylinných čajů byla provedena výluhem ve vodě dle návodu pro přípravu a výluhem v metanolu.

Výluhy v metanolu vykazovaly vyšší hodnoty než výluhy ve vodě. Je to patrně dané jejich elektronegativitou a delší dobou extrakce.

Antioxidační aktivita se pohybovala ve ve vodném a metanolovém výluhu v rozmezí 9,04 - 157,17 g AAE/kg a 14,6 - 263 g AAE/kg sušiny. Nejnižší hodnoty vykazoval Ostropestřec (plod). Nad limitní hodnoty oproti běžně konzumovaným černým a zeleným čajům vykazovala Wira Wira 263 ± 4,07 g AAE/kg, Catuaba 252,24 ± 5,70 g AAE/kg a Myrtovník citronový BIO 244,2 ± 5,45 g AAE/kg z metanolového výluhu.

Celkové polyfenolické látky ve vodném a metanolovém výluhu se pohybovaly v rozmezí 6,73 - 228,44 g GEA/kg a 22,46 -172,56 g GEA/kg sušiny. Nejnižší hodnoty byly naměřeny u Vousatky citrónové. Nejvyšší hodnoty celkových polyfenolů vykazovala opět Catuaba 228,44 ± 2,88 a 172,56 ± 11,22 g GEA/kg sušiny z vodného a metanolového výluhu.

Celkové falvonoidy se ve vodném a metanolovém výluhu pohybovaly v rozmezí 0,69 - 142,72 g rutinu/kg a 7,13 - 128,6 g rutinu/kg sušiny. Nejnižší hodnoty byly naměřeny u Ostropestřce a nejvyšší hodnoty u Catuaby 142,72 ± 2,03 a 128,6 ± 2,96 g rutinu/kg sušiny.

Naměřené hodnoty antioxidační aktivity, celkových polyfenlů a flavonoidů potvrzují, že uvedené bylinné čaje jsou významným zdrojem antioxidantů. Významně se však, co do obsahu, nevybočují od antioxidantů obsažených v běžně konzumovaných černých a zelných čajích. Vyšších hodnot v rozsahu obsahu antioxidantů černých a zelených čajů dosahovaly Muňa Muňa a Myrtovník citrónový (bio) a Wira Wira. Naprostou výjimkou je Catuaba, která vykazovala vysoké hodnoty ve všech sledovaných parametrech antioxidantů a nepřímo se tak mohou potvrdit vědecké studie použití Catuaby v prevenci onemocnění u lidí nakažených virem HIV.

Obsah antioxidační aktivity, celkových polyfenolů a flavonoidů u zkoumaných bylin může být ovlivněn klimatickými podmínkami, půdní diverzibilitou, technikou sklizně a způsobem skladování. Tyto faktory přispívají k odlišným výsledkům sledovaných antioxidantů při porovnání s cizími zdroji. U některých ze zkoumaných bylinných čajů ani nebylo možné provést adekvátní porovnání z důvodu nedostatku zdrojů k této problematice. Hledání nových přírodních zdrojů antioxidantů je věnována velká pozornost, ať už z důvodu lidské výživy k ochraně zdraví nebo jako zdroj antioxidantů sloužící k prodloužení údržnosti potravin. Je však důležité si uvědomit, že antioxidanty v rostlinách někdy doprovází látky, které přímo nebo ve větším množství škodí lidskému organismu. Rostliny bohaté na antioxidanty mají často výraznou chuť a vůni, což pro ně může být limitujícím faktorem. Nadměrný příjem antioxidantů není zárukou pevného zdraví ani řešením zdravotních problémů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. WACHENDORFOVÁ, V. *Čaj*. Praha: Slovart, 2007. 96 s. ISBN 978-80-7209-922-1.

2. PRATT, J. N., ROSEN, D. *Rádce milovníka čaje. 1. vyd*. Praha: Pragma, 1999. 128s. ISBN 80-7205-672-7.

3. RUNJIN, W., HAASEOVÁ, E. A. *Léčíme se čínskými čaji. 1. vyd*. Praha: Ivo Železný, 2003. 117s. ISBN 80-237-3802-X.

4. ARCIMOVIČOVÁ, J., VALÍČEK P. Vůně čaje. Benešov: 2000. 145 s. ISBN 80-86231-10-0.

5. OPPLIGER, P. *Nová kniha o zeleném čaji*. Praha: Pragma, 2000. 80 s. ISBN 80-7205-758-8.

6. HOBHOUSE, H. *Šest rostlin, které změnily svět. 1. vyd*. Praha: Academia, 2004. 337 s. ISBN: 80-200-1179-X.

7. PETTIGREWOVÁ, J. *Průvodce pro znalce – čaj. 1. vyd.* Praha: Slovart, 2001. 172 s. ISBN: 80-7209-212-X.

8. ALMAJANO, M. P., CARBO, R., JIMENEZ, J. A. L., GORDON, M. H. *Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions*. Food Chemistry. 2008, roč. 108, č. 1, s. 55-63.

9. BULÁNKOVÁ, I. *Léčivé rostliny na naší zahradě. 1 vyd*. Praha: Grada Publishing, 2005. 88 s. ISBN 80-247-1274-1.

10. BERÁNEK, J. *Slovník potravinářů a gastronomů. 1. vyd*. Praha: Mag UTB ve Zlíně, Consulting, 2005. 104 s. ISBN: 80-86724-04-2.

11. KORBELÁŘ, J., ENDRIS, Z., KREJČA J. *Naše rostliny v lékařství. 5. přeprac. vyd*. Praha : Avicenum, 1981. 504 s. ISBN: 735 21-08/31 08-092-81.

12. SAMWALD, A., *Sušíme ovoce, zeleninu, bylinky, houby*. Praha: Grada, 2008. 127 s. ISBN: 978-80-247-2566-6.

13. WOJTOWICZ, D. *Bylinky z naší zahrady. 1 vyd*. Brno: Computer Press, 2004. 72 s. ISBN 80-251-0240-8.

14. JANČA, J., ZENTRICH, J. A. *Herbář léčivých rostlin, 1. vyd*. Praha: Eminent, 1995. 288 s. ISBN 80-85876-02-7.

15. MORAVCOVÁ, J. *Biologicky aktivní přírodní látky, VŠCHT- interní studijní pomůcka*. Praha: 2006. 108 s.

16. PENDELL, D. *Pharmako dynamis : excitanty a empatogenika. 1. vyd*. Praha : Dybbuk, 2005. 131-138 s. ISBN 80-86862-06-2.

17. HECK, C. I., DE MEJIA, E. G. *Yerba Mate Tea (Ilex paraguariensis): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations*. Journal of Food Science, 2007. 72:R138-151.

18. GRIGIONI, G., CARDUZA, F., IRURUETA, M., PENSEL, N. *Flavour characteristics of Ilex paraguariensis infusion, a typical Argentine product, assessed by sensory evaluation and electronic nose*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2004. 84:427-432.

19. OLMOS, V., BARDONI, N., RIDOL, A., VILLAAMIL, E. *Caffeine levels in beverages from Argentina's market: application to caffeine intake assessment*. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess, 2009. 26:275-81.

20. FILIP, R., LOPEZ, P., GIBERTI, G., COUSSIO, J., FERRARO, G. *Phenolic compounds in seven South American Ilex species*. Fitoterapia, 2001. 72:774-778.

21. BASTOS, D., ISHIMOTO, E., MARQUES, M., FERRI, A., TORRES, E. *Essential oil and antioxidant activity of green mate and mate tea (Ilex paraguariensis) infusions*. Journal of Food Composition and Analysis, 2006. 19:538-543.

22. BASTOS, D., SALDANHA, L., CATHARINO, R., SAWAYA, A., CUNHA, I., CARVALHO, P., EBERLIN, M. *Phenolic antioxidants identified by ESI-MS from yerba mate (Ilex paraguariensis) and green tea (Camelia sinensis) extracts*. Molecules, 2007. 12:423-432.

23. BRAVO, L., GOYA, L., LECUMBERRI, E. *LC/MS characterization of phenolic constituents of mate (Ilex paraguariensis, St. Hil.) and its antioxidant activity compared to commonly consumed beverages*. Food Research International, 2007. 40:393-405.

24. MICHAEL O. *Classification and Phylogeny of the South American Gnaphalieae (Asteraceae), in Arnaldoa*, 10(1), 2003, s. 45-60.

25. BRAKO, L., ZARUCCHI J. *Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot., 1993. Gard. 45.

26. BRACK, A., *Diccionario enciclopedico de plantas utiles del Perú, CBC - Centro de Estudios Regionales Andinos «Bartolomé de Las Casas», Perú*. Cuzco, 1999. ISBN 9972-691-21-0.

27. WAIBEL, R., ACHENBACH, H., TORRENEGRA, R., PEDROZO, J., & ROBLES, J. *Diterpenes from< i> Gnaphalium pellitum</i> and< i> Gnaphalium graveolens</i>*. Phytochemistry, 1992. 31 (7), 2415-2418.

28. VILLAGÓMEZ-IBARRA, J. R., SÁNCHEZ, M., ESPEJO, O., ZÚÑIGA-ESTRADA, A., TORRES-VALENCIA, J.M., JOSEPH-NATHAN, P. *Antimicrobial activity of three Mexican Gnaphlium species*. Fitoterapia, 2001. 72, 692-694.

29. SCHMIDT-LEBUHN, A. *Revision of the genus Minthostachys (Labiatae)*. In: Memoirs of the New York Botanical Garden, Bronx: 2008. 1-75 s. ISBN 978-0-89327-499-3.

30. SENATORE, F., *"Volatile costituentes of Minthostachys setosa (Briq.) Epl. (Lamiaceae) from Perù"*. F. F. J., 1998. 13. 263-265.

31. ULLOA, C. *Aromas y sabores andinos. Rev. Botánica Económica de Los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 2006. 313-328.

32. HUSSAIN, H., KROHN, K., AHMAD, V. U., MIANA, G. A., GREEN, I. R. *Lapachol: an overview*. Arkivoc, 2007. 2. 145-171.

33. WARASHINA, T., NAGATANI, Y., NORO, T. *Constituents from the bark of Tabebuia impetiginosa*. Chem. Pharm. Bull., 2006. 54(1), s. 14-20.

34. PARK, B.S., KIM, J.R., LEE, S.E., KIM, K.S., TAKEOKA, G.R., AHN, Y.J., KIM, J.H. *Selective growth-inhibiting effects of compounds identified in Tabebuia impetiginosa inner bark on human intestinal bacteria*. J Agric Food Chem, 2005. 53(4). 1152-7.

35. AWALE, S., KAWAKAMI, T., TEZUKA, Y., UEDA, J.Y., TANAKA, K., KADOTA, S. *Nitric oxide (NO) production inhibitory constituents of Tabebuia avellanedae from Brazil*. Chem. Pharm. Bull., 2005. 53(6). s. 710-3.

36. WARASHINA, T., NAGATANI, Y., NORO, T. *Further constituents from the bark of Tabebuia impetiginosa*. Phytochemistry, 2005. 66(5). s. 589-97.

37. WARASHINA, T., NAGATANI, Y., NORO, T. *Constituents from the bark of Tabebuia impetiginosa*. Phytochemistry, 2004. 65(13). s. 2003-11.

38. PINTO, C.N., DANTAS, A.P., DE MOURA, K.C., EMERY, F.S., POLEQUEVITCH, P.F., PINTO, M.C., DE CASTRO, S.L., PINTO, A.V. *Chemical reactivity studies with naphthoquinones from Tabebuia with anti-trypanosomal efficacy*. Arzneimittelforschung, 2000. 50(12). s. 1.

39. KOYAMAA, J., MORITAA, I., TAGAHARAA, K., HIRAIB, K. *Cyclopentene dialdehydes from Tabebuia impetiginosa*. Phytochemistry, 2000. 53(8). s. 869-872.

40. SUO, M., OHTA, T., TAKANO, F., JIN, S. *Bioactive Phenylpropanoid Glycosides from Tabebuia avellanedae.* Molecules, 2013. 18(7). 7336-7345.

41. KLETTER, C., GLASI, S., PRESSER, A., WERNER, I., REZNICEK, G., NARANTUYA, S. *Morphological, chemical and functional analysis of catuaba preparations*. Planta Med, 2004. 70: 993-1000.

42. SILVA, A. J. *Estudo botanico e chimico da catuaba (Erythroxylaceae Catuaba do Norte) - Parte I*. Rev Bras Farmacogn, 2004. 14(1). 67-77.

43. BRIGITTE, M. *Desktop Guide to Herbal Medicine*. Incorporated, 2007. Pg. 82. ISBN: 1591201934.

44. PHYLLIS, A. B. *Prescription for herbal healing*. Penguin, 2002. Pg. 25-26. ISBN 0-89529-869-4.

45. DALY, DC. *The genus Tetragastris and the forest of eastern Brazil*. *Studies in neotropical Burseraceae III*. Kew Bull, 1990. 45:179-94.

46. EVANS, W. C. *The comparative phytochemistry of the genus Erythroxylon*. J. Ethnopharmacol. 3, 1981. 265-277.

47. HAMBURGER, M. O., CORDELL, G. A. *A direct bioautographic TLC assay for compounds possessing antibacterial activity*. J. Nat. Prod. 50, 1987. 19-22.

48. HARRISBERG, J., DESETA, J. C., COHEN, L., TEMLETT, J., MILNE, F. J. *Cantharidin poisoning with neurological complications*. S. Afr. Med. J. 65, 1984. 614-615.

49. GATTUSO, M., DI SAPIO, O., GATTUSO, S., PEREYRA, L. *"Morphoanatomical Studies of Uncaria tomentosa and Uncaria guianensis Bark and Leaves"*. Phytomedicine, 2004. 11 (2-3): 213-223.

50. RIZZI, R., RE, F., BIANCHI, A., DE FEO, V., DE SIMONE, F., BIANCHI, L., STIVALA, L.A. *Mutagenic and antimutagenic activities of Uncaria tomentosa and its extracts*. Journal of Ethnopharmacology 38, 1993. 63-77.

51. HEITZMAN, M. E., NETO, C. C., WINIARZ, E., VAISBERG, A, J., HAMMOND, G. B. *Ethnobotany, phytochemistry and pharmacology of Uncaria (Rubiaceae)*. Phytochemistry 66, 2005. 5-29.

52. MONTORO, P., CARBONE, V., QUIROZ, D., DE SIMONE, F., PIZZA, C. *Identification and quantification of components in extracts of Uncaria tomentosa by HPLC-ES/MS*. Phytochem Anal., 2004. Jan-Feb a 15(1):55-64.

53. JONES, J. L. *Ornamental Rainforest Plants of Australia*. Reed Books, 1986. ISBN 978-0-7301-0113-0.

54. DORAN, J. C., BROPHY, J. J., LASSAK, E. V., HOUSE, A. P. N. *"Backhousia citriodora F. Muell. - Rediscovery and chemical characterization of the L-citronellal form and aspects of its breeding system"*. Flavour and Fragrance Journal, 2001. 16(5):325-328.

55. ZHAO, J., AGBOOLA, S. *Functional Properties of Australian Bushfoods - A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation*. RIRDC Publication, 2007. No 07/030.

56. HEGARTY, M. P., HEGARTY, E. E., WILLS, R. B. *Food Safety of Australian Plant Bushfoods. Rural Industries Research and Development Corporation*. RIRDC Project No AGP-1A. March 2001.

57. HESS-BUSCHMANN, S. *New Crop Industries Handbook.* Rural Industries Research and Development Corporation, 2004. 353-3578.

58. NHU-TRANG, T. T., CASABIANCA, H., GRENIER-LOUSTALOT, M. F. *Authenticity control of essential oils containing citronellal and citral by chiral and stable-isotope gas-chromatographic analysis*. Anal Bioanal Chem., 2006. 386 (7-8):2141-2152.

59. GANJEWALA, D., LUTHRA, R. *Essential oil biosynthesis and regulation in the genus Cymbopogon*. Nat Prod Commun, 2010. 5 (1):163-72.

60. SHARMA, P. R. *Anticancer activity of an essential oil from Cymbopogon flexuosus*. Chem Biol Interact, 2009. 179 (2-3):160-8.

61. SILVA, M. R. *Comparative anticonvulsant activities of the essential oils (EOs) from Cymbopogon winterianus Jowitt and Cymbopogon citratus (DC) Stapf. Inmice*. Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol, 2010. 381 (5):415-26.

62. NAKAMURA. Y. *A phase II detoxification enzyme inducer from lemongrass: identification of citral and involvement of electrophilic reaction in the enzyme induction*. Biochem Biophys Res Commun, 2003. 302 (3):593-600.

63. HLAVA, B., STARÝ, F., POSPÍŠIL, F. *Rostliny v kosmetice*. Praha: ARTIA, 1987. 238 s.

64. SLAVÍK, B., ŠTĚPÁNKOVÁ, J. *Květena České republiky 7*. Praha: Academia, 2004. ISBN 80-200-1161-7.

65. ROSE, F. *The Wild Flower Key*. Frederick Warne & Co. pp., 1981. 388-389. ISBN 0-7232-2419-6.

66. GREENLEE, H., ABASCAL, K., YARNEL, E., LADAS, E. *Clinical applications of Silybum marianum in oncology*. Integrative Cancer Therapies, 2007. 6:158-165.

67. KROLL, D. J., SHAW, H. S., OBERLIES, N. H. *Milk thistle nomenclature: why it matters in cancer research and pharmacokinetic studies*. Integrative Cancer Therapies, 2007. 6:110-119.

68. HOGAN, F., KRISHNEGOWDA, N., MIKHAILOVA, M., KAHLENBERG, M. *Flavonoid, silibinin inhibits proliferation and promotes cell-cycle arrest of human colon cancer*. J Surg Res, 2007. 143:58-65.

69. OPLETAL, L., VOLÁK, J. *Rostliny pro zdraví*. Praha: Aventinum, 1999. 176 s. ISBN 80-7151-074-2.

70. ŠKOTTOVÁ, N., ULRICHOVÁ, J. *Silymarin - Léčivo nebo doplněk stravy?* Česká a Slovenská farmacie 50, 2001. 66-69.

71. ROGINSKY, V., LISSI, E. A. *Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food.* Food chemistry, 2005. 92(2). 235-254.

72. LULC, M., LACHMAN, J., HAMOUZ, K., ORSEK, M., DVOREK, P., & HORECKOVE, V. *Výběr a zhodnocení vhodných metod pro stanovení anti-oxidační aktivity fialových a červených odrůd brambor*. Chem. listy, 2007. 101. 584-591.

73. FIDLER, M., KOLÁŘOVÁ, L. *Analíza antioxidant ů v chmelu a pivu*. Chem. Listy, 2009. 103. 232-235.

74. PAULOVÁ H., BOCHORÁKOVÁ H., TÁBORSKÁ E. Metody *stanovení antioxidačnè aktivity přírodních látek in vitro*. Chem. Listy, 2004. 98. 174.

75. RICE-EVANS, C. A., MILLER, N. J., PAGANGA, G. *Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids*. Free radical biology and medicine, 1996. 20(7). 933-956.

76. KOCHHAR, S. P., ROSSELL, J. B. *Detection, estimation and evaluation of antioxidants in food systems*. Springer Netherlands. In Food antioxidants, 1990. 19-64.

77. ŠTÍPEK, S. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a v nemoci*. Praha: Grada Publishing, 2000. 41-108.

78. ĎURAČKOVÁ, Z. *Voľné radikály a antioxidanty v medicíne I*. 1th ed. Bratislava. Slovak Academic Press, 1998. 285 p., ISBN 80-88908-11-6.

79. MAROUNEK, M., *Povaha a mechanismus účinku antioxidantů, význam ve výživě zvířat a lidí*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2006. st. 39.

80. TOBOLKOVÁ, B., POLOVKA, M., *Problémy spojené s vyjádřením antioxidační aktivity potravin*. FCH VUT a VÚP, [online].[cit. 2013-09-07]. Dostupný z WWW:. <http://www.preveda.sk/conference/download/id=154/presentation/>.

81. EVERETT, S. A., PATEL, K. B., DENNIS, M. F., STRATFORED, M. R. L., WARDMAN, P. *Oxidative denitrification of the antitumour druh hydroxyguanidine, Free Radic*. Biol, 1998. Med., 24 (1), s. 1-10.

82. SMIRNOFF, N., CUMBES, Q. J. *Hydroxyl radical scavening activity of compatible solutes*. Phytochemistry, 1989. 28(4): p. 1057-1060.

83. HALLIWELL, B. *Reactive oxygen species and teh central nervous system*. Journal of Neurochemistry, 1992. 59(5): p. 1609-1623.

84. MCCALL T., VALLANCE P. *Nitric oxide takes centre-stage with newly defined roles.* Trends Pharmacol. Science, 1992.13 (1), s.1-6.

85. SLANINA, J., TÁBORSKÁ, E. *Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka.* Chem. Listy, 2004. 98, 239-245.

86. KROON, P. A., CLIFFORD, M. N., CROZIER, A., DAY, A. J., DONOVAN, J. L., MANACH, C., WILLIAMSON, G. *How should we assess the effects of exposure to dietary polyphenols in vitro?*. The American journal of clinical nutrition, 2004. 80(1), 15-21.

87. MANDELOVÁ, L. *Antimutagenní aktivita obsahových látek v zelenině a v ovoci* [online]. [cit. 2013-09-14]. Disertační práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. Vedoucí práce Jiří Totušek. 2006. Dostupné z: <http://is.muni.cz/th/20828/lf_d/>.

88. LIU, R., H. *Potencial synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action*. In Journal of Nutrition, 2004. vol. 134, p. 3479S-3485S.

89. TIMORACKÁ, M., VOLLMANNOVÁ, A., BYSTRICKÁ, J. *Polyphenols in chosen species of legume-a review*. Potravinarstvo, 2010. 4(4). 65-72.

90. ŠMIDRKAL, J., FILIP, V., MELZOCH, K., HANZLOKOV, I., BUCKIOV, D., KŘÍSA, B., *Resveratrol*. Chem. Listy, 2001. 95. 602-609.

91. HARMATHA, J. *Strukturní bohatství a biologický význam lignanů a jim příbuzných rostlinných fenylpropanoidů*. Chemické listy, 2005. 99. 622-632.

92. DANIHELOVÁ, M., ŠTURDÍK, E. *Flavonoid natural sources and their importance in the human diet*. Potravinarstvo, 2011. 5(4). 12-24.

93. LUŠTINEC J., TÁRSKÝ V. *Úvod do fyziologie vyšších rostlin*. Univerzita Karlova v Praze: Karolinum, 2005. 261 s. ISBN: 80-246-0563-5.

94. DIENSTBIER, M., JANKOVÁ, L., SLADKÝ, P., DOSTÁLEK, P. *Metody předpovědi koloidní stability piva*. Chem. Listy, 2010. 104. 86-92.

95. MANACH C., SCALBERT A., MORAND CH., REMESY CH., JIMENEZ L. *Polyphenols: food sources and bioavailability*. Am. J. Clin. Nutr., 2004, roč. 79, č. 5, s. 727-747.

96. VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3. 2. vyd*. Tábor: Ossis, 2002. 368 s. ISBN 80-86659-02- X.

97. MOLINEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J Sci Technol, 2004. 26(2), 211-219.

98. YOO, K. M., LEE, C. H., LEE, H., MOON, B., & LEE, C. Y. *Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs*. Food Chemistry, 2008. 106(3). 929-936.

99. YASHIN, A., YASHIN, Y., & NEMZER, B. *Determination of Antioxidant Activity in Tea Extracts, and Their Total Antioxidant Content*. American Journal of Biomedical Sciences, 2011. 3(4).

100. KHOKHAR, S., MAGNUSDOTTIR, S. G. M. *Total phenol, catechin, and caffeine con-tents of teas commonly consumed in the United Kingdom*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002. 50.3: 565-570.

101. HENNING, S. M., FAJARDO-LIRA, C., LEE, H. W., YOUSSEFIAN, A. A., GO, V. L., & HEBER, D. *Catechin content of 18 teas and a green tea extract supplement correlates with the antioxidant capacity*. Nutrition and cancer, 2003. 45(2), 226-235.

102. YASHIN, Y.I. *Determination of antioxidants in coffee by an amperometric method*. Beer Beverages, 2009. 2, 45-47.

103. NEWELL, A., YOUSEF, G. G., LILA, M. A., RAMÍREZ-MARES, M. V., & GONZALEZ DE MEJIA, E. *Comparative in vitro bioactivities of tea extracts from six species of< i> Ardisia</i> and their effect on growth inhibition of HepG2 cells*. Journal of ethnopharmacology, 2010. 130(3), 536-544.

104. HARTWIG, V. G., BRUMOVSKY, L. A., FRETES, R. M., & BOADO, L. S. *A novel procedure to measure the antioxidant capacity of Yerba maté extracts*. Food Science and Technology (Campinas), 2012. 32(1), 126-133.

105. YANG, C. H., CHANG, H. W., LIN, H. Y., & CHUANG, L. Y. *Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities from 28 chinese herbal medicines*. Journal of pharmacognosy and phytochemistry, 2013. 294-305, ISSN 2278-4136.

106. RASOOL, N., RIZWAN, K., ZUBAIR, M., UR RAHMAN NAVEED, K., & IMRAN, I. *Antioxidant potential of different extracts and fractions of Catharanthus roseus shoots*. International journal of phytomedicine, 2011. 3(1).

107. KRAEMER, K. H. *Matesaponin 5, a Highly Polar Saponin from Ilex paraguariensis.* Phytochemistry. v. 42. n. 4, 1996. p. 1119-1122.

108. ATHAYDE, M. L., COELHO, G. C., SCHENKEL, E. P. *Caffeine and theobromine in epicuticular wax of Ilex paraguariensis A. St.-Hil*. Phytochemistry, 2000. 55:853-857.

109. FILIP, R., LOPEZ, P., COUSSIO, J., FERRARO, G. *Mate substitutes or adulterants: study of xanthine content*. Phytotherapy Research: 1998. 12:129-131.

110. ALIKARIDIS, F. *Natural constituents of Ilex species*. Journal of Ethnopharmacology, 1987. 20:121-144.

111. GOSMANN, G., SCHENKEL, E. P. *A new saponin from Mate, Ilex paraguariensis*. Journal of Natural Products, 1989. 52:1367-1370.

112. CARINI, M., FACINO, R., ALDINI, M. G. M., COLOMBO, L. *Characterization of phenolic antioxidants from mate (Ilex paraguayensis) by liquid chromatography mass spectrometry and liquid chromatography tandem mass spectrometry*. Rapid Communications in Mass Spectrometry, 1998. 12:1813-1819.

113. CLIFFORD, M. N., RAMIREZ-MARTINEZ, J. R. *Chlorogenic acids and purine alkaloids contents of mate (Ilex paraguariensis) leaf and beverage*. Food Chemistry, 1990. 35:13-21.

114. CARDOZO, JR. E. L., FERRARESE-FILHO, O., FILHO, L. C., FERRARESE, M. D. L. L., DONADUZZI, C. M., STURION, J. A. *Methylxanthines and phenolic compounds in mate (Ilex paraguariensis St. Hil.) progenies grown in Brazil*. Journal of Food Composition and Analysis, 2007. 20:553-558.

115. MARQUES, V., FARAH, A. *Chlorogenic acids and related compounds in medicinal plants and infusions*. Food Chemistry, 2009. 113:1370-1376.

116. GUGLIUCCI, A., STAHL, A. J. C. *Low-density-lipoprotein oxidation is inhibited by extracts of Ilex paraguariensis*. Biochemistry and Molecular Biology International, 1995. 35:47-56.

117. FILIP, R., LOTITO, S. B., FERRARO, G., FRAGA, C. G. *Antioxidant activity of Ilex paraguariensis and related species*. Nutrition Research, 2000. 20:1437-1446.

118. ANESINI, C., FERRARO, G., FILIP, R. *Peroxidase-like activity of Ilex paraguariensis*. Food Chemistry, 2006. 97:459-464.

119. PAGLIOSA, C. M., VIEIRA, M. PODESTÁ, A. R., MARASCHIN, M., ZENI, A. L. B., AMANTE, E. R., AMBONI, R. D. D. M. C. *Methylxanthines, phenolic composition, and antioxidant activity of bark from residues from mate tree harvesting. (Ilex paraguariensis A. St. Hil.)*. Food Chemistry, 2010. 122:173-178.

120. ANDERSEN, T., FOGH, J. *Weight loss and delayed gastric emptying following a South American herbal preparation in overweight patients*. Journal of Human Nutrition and Dietetics, 2001. 14:243-250.

121. GUGLIUCCI, A. *Antioxidant effects of Ilex paraguariensis: induction of decreased oxidability of human LDL in vivo*. Biochem. Biophys. Res. Commun., 1996 Jul. 224 (2), 338-44.

122. SCHINELLA, G.R., TROIANI, G., DAVILA, V., DE BUSCHIAZZO, P. M., TOURNIER, H. A. *Antioxidant effects of an aqueous extract of Ilex paraguariensis*. Biochem. Biophys. Res. Commun., 2000. 269 (2), 357-60.

123. SCHINELLA, G., FANTINELLI, J. C., MOSCA, S. M. *Cardioprotective effects of Ilex paraguariensis extract: evidence for a nitric oxide-dependent mechanism*. Clin. Nutr., 2005. 24 (3), 360-6.

124. MOSIMANN, A. L., WILHELM-FILHO, D., DA SILVA, E. L. *Aqueous extract of Ilex paraguariensis attenuates the progression of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits*. Biofactors, 2006. 25 (1), 59-70.

125. LUNCEFORD, N., GUGLIUCCI, A. *Ilex paraguariensis extracts inhibit AGE formation more eficiently than green tea*. Fitoterapia, 2005. 76:419-427.

126. GÖRGEN, M., TURATTI, K., MEDEIROS, A. R., BUFFON, A., BONAN, C. D., SARKIS, J. J. F., PEREIRA, G. S. *Aqueous extract of Ilex paraguariensis decreases nucleotide hydrolysis in rat blood serum*. Journal of Ethnopharmacology, 2005. 97:73-77.

127. FILIP, R., DAVICINO, R., ANESINI, C. *Antifungal activity of the aqueous extract of Ilex paraguariensis against Malassezia furfur*. Phytotherapy Research, 2010. 24:715-719.

128. KUBO, I., MUROI, H., HIMEJIMA, M. *Antibacterial activity against Streptococcus mutans of mate tea flavor components*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1993. 41:107-111.

129. HONGPATTARAKERE, T. *Natural antimicrobial components isolated from Yerba Mate (Ilex paraguariensis) leaves. Ph.D. dissertation*. University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA, 2000. p. 189.

130. SARI, F., TURKMEN, N., POLAT, G., VELIOGLU, Y. S. *Total polyphenol, antioxidant and antibacterial activities of black mate tea.* Food Science and Technology Research, 2007. 13:265-269.

131. TSAI, T. H., CHIEN, Y. C., LEE, C. W., TSAI. P. J. *In vitro antimicrobial activities against cariogenic streptococci and their antioxidant capacities: A comparative study of green tea versus different herbs*. Food Chemistry, 2008. 110:859-864.

132. BURRIS, K. P., DAVIDSON, P. M., STEWART JR., C. N., HARTE, F. *Antimicrobial activity of yerba mate (Ilex paraguariensis) aqueous extracts against Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus.* Journal of Food Science, 2011. 76 (6):M456-M462.

133. GORZALCZANY, S., FILIP, R., ALONSO, M. D., MINO, J., FERRARO, G. E., *Acevedo, C. Choleretic effect and intestinal propulsion of 'mate' (Ilex paraguariensis) and its substitutes or adulterants*. Journal of Ethnopharmacology, 2001. 75:291-294.

134. CARLSEN, M. H., HALVORSEN, B. L., HOLTE, K., BOHN, S. K., DRAGLAND, S., SAMPSON, L., ... & BLOMHOFF, R. *The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide*. Nutr J, 2010. 9(3), 1-11.

135. RUSACZONEK, A., ŚWIDERSKI, F., & WASZKIEWICZ-ROBAK, B. *Antioxidant pro-perties of tea and herbal infusions--a short report.* Polish Journal of Food & Nutrition Sciences, 2010. 60(1).

136. FRAISSE, D., FELGINES, C., TEXIER, O., & LAMAISON, J. L. *Caffeoyl Derivatives: Major Antioxidant Compounds of Some Wild Herbs of the Asteraceae Family*. Food & Nutrition Sciences, 2011. 2(3).

137. CAMPOS-BEDOLLA, P., MONTAÑO, L. M., FLORES-SOTO, E., AGUILAR, A., PUEBLA, A. M., LOZOYA, X., VARGAS, M. H. *Effect of Gnaphalium conoideum HBK on guinea pig airway smooth muscle: role of 2+ L-type Ca channels*. J. Ethnopharmacol, 2005. 97, 267–272.

138. AGUILAR, A., CAMACHO, P., CHINO, S., JACQUEZ, P., LÓPEZ M. E. *Herbario medicinal del instituto mexicano del seguro social*. Información etnobotánica a Instituto Mexicano del Seguro Social: México, Mexico, 1994. p. 253.

139. ROJAS, G., LÉVARO, J., TORTORIELLO, J., & NAVARRO, V. *Antimicrobial evaluation of certain plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of respiratory diseases.* Journal of Ethnopharmacology, 2001. 74 (1), 97-101.

140. YAPUCHURA MAMANI, R. *Estudio de los componentes antioxidantes de las hojas de muña (Minthostachys mollis (Kunth) Griseb.)* E inca muña (Clinopodium bolivianum (benth.) Kuntze) 2010.

141. CHRPOVA, D., KOURIMSKA, L., GORDON, M. H., HERMANOVA, V., ROUBÍČKOVÁ, I., & PANEK, J. *Antioxidant activity of selected phenols and herbs used in diets for medical conditions.* Czech Journal of Food Sciences, 2010. 28(4), 317-325.

142. BENCHIKHA, N., LANEZ, T., MENACEUR, M., & BARHI, Z. *Extraction and antioxidant activities of two species origanum plant containing phenolic and flavonoid compouds.* Journal of Fundamental and Applied Sciences, 2013. 5(1), 120-128.

143. GHANNADI, A., HAJHASHEMI, V., ABRISHAMI, R. *Effects of the Persian Carum copticum fruit extracts on morphine withdrawal syndrome in mice*. Research in pharmaceutical sciences, 2012. 7.3:127.

144. SCHMITT, W., *Tratamiento Antitumoral con Plantas Medicinales*. II Congreso Internacional de Medicinas Tradicionales, Área Farmacognosia, Lima-Perú, 1988. Junio 2629.

145. CICCIA, G., COUSSIO, J., MONGELLI, E. *Insecticidal activity against Aedes aegypti larvae of some medicinal South American plants*. J Ethnopharmacol, 2000. Sep, 72 (1-2):185-9.

146. SULTANA, B., ANWAR, F., & PRZYBYLSKI, R. *Antioxidant activity of phenolic components present in barks of< i> Azadirachta indica</i>,< i> Terminalia arjuna</i>,< i> Acacia nilotica</i>, and< i> Eugenia jambolana</i> Lam. trees*. Food Chemistry, 2007. 104(3), 1106-1114.

147. TRIVEDI, N. P., RAWAL, U. M. *Hepatoprotective and antioxidant property of Andrographis paniculata (Nees) in BHC induced liver damage in mice.* Indian J. Exp. Biol., 2001. 39, 41-46.

148. PARK, B. S., LEE, K. G., SHIBAMOTO, T., LEE, S. E., TAKEOKA, G. R. *Antioxidant activity and characterization of volatile constituents of Taheebo (Tabebuia impetiginosa Martius ex DC).* J Agric Food Chem, 2003. 51 (1), 295-300.

149. PEREIRA, E. M., MACHADO, T.DE B., LEAL, I. C., JESUS, D. M., DAMASO, C. R., PINTO, A. V., GIAMBIAGI-DEMARVAL, M., KUSTER, R. M., SANTOS, K. R. *Tabebuia avellanedae naphthoquinones: activity against methicillin-resistant staphylococcal strains,. cytotoxic activity and in vivo dermal irritability analysis*. Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob., 2006. 22 (5), s. 5.

150. PARK, B .S., LEE, H. K., LEE, S. E., PIAO, X. L., TAKEOKA, G. R., WONG, R. Y., AHN, Y. J., KIM, J. H. *Antibacterial activity of Tabebuia impetiginosa Martius ex DC (Taheebo) against Helicobacter pylori*. J Ethnopharmacol., 2006. 105 (1-2), 255-62.

151. GUPTA, D., PODAR, K., TAI, Y., LIN, B., HIDESHIMA, T., AKIYAMA, M., LEBLANC, R., CATLEY, L., MITSIADES, N., MITSIADES, C., CHAUHAN, D., MUNSHI, N. C., ANDERSON, K. C. *β-lapachone, a novel plant product, overcomes drug resistance in human multiple myeloma cells*. Experimental Hematology, 2002. 30, (7), s 711-20.

152. PARK, H. J., AHN, K. J., AHN, S. D., CHOI, E.,SANG WOOK LEE, S. W., WILLIAMS, B., KIM, E. J., GRIFFIN, R., BEY, E .A., BORNMANN, W. G.,GAO, J. *Susceptibility of cancer cells to β-lapachone is enhanced by ionizing radiation.* International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics, 2005. 61 (1), s 212-9.

153. SUZUKI, M., AMANO, M., CHOI, J., PARK, H. J., WILLIAMS, B. W., ONO, K., SONG, C. W. *Synergistic effects of radiation and beta-lapachone in DU-145 human prostate cancer cells in vitro*. Radiat. Res., 2006. 165 (5), s. 525-31.

154. CHOI, Y. H., KANG, H. S., YOO, M. A. *Suppression of human prostate cancer cell growth by beta-lapachone via down-regulation of pRB phosphorylation and induction of Cdk inhibitor p21(WAF1/CIP1)*. J. Biochem. Mol. Biol., 2003. 36 (2), s. 223-9.

155. CHOI, B. T., CHEONG, J., CHOI, Y. H. *Beta-Lapachone-induced apoptosis is associated with activation of caspase-3 and inactivation of NF-kappaB in human colon cancer HCT-116 cells*. Anticancer Drugs., 2003. 14 (10), s. 845-50.

156. LEE, J. H., CHEONG, J., PARK, Y. M., CHOI, Y. H. *Down-regulation of cyclooxygenase-2 and telomerase activity by beta-lapachone in human prostate carcinoma cells*. Pharmacol. Res.., 2005 51 (6), s. 553-60.

157. WOO, H. J., CHOI, Y. H. *Growth inhibition of A549 human lung carcinoma cells by beta-lapachone through induction of apoptosis and inhibition of telomerase activity*. Int. J. Oncol., 2005. 26 (4), s. 1017-23.

158. DUDONNE, S., VITRAC, X., COUTIERE, P., WOILLEZ, M., & MERILLON, J. M. *Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2009, 57(5), 1768-1774.

159. TAIE, H. A. A., SALAMA, Z. A. E. R., & RADWAN, S. *Potential Activity of Basil Plants as a Source of Antioxidants and Anticancer Agents as Affected by Organic and Bio-organic Fertilization*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 2010. 38(1).

160. MANABE, H. *Effects of Catuaba extracts on microbial and HIV infection*. In vivo (Athens, Greece), 1992. 6, 2:161.

161. BARBOSA, NÁDIA R., ET AL. *Inhibition of platelet phospholipase A2 activity by catuaba extract suggests antiinflammatory properties*. Phytotherapy Research, 2004. 18. 11: 942-944.

162. MILLER, M. J. S., ANGELES, F. M., REUTER, B. K., BOBROWSKI, P., SANDOVAL, M. *Dietary antioxidants protect gut epithelial cells from oxidant-induced apoptosis*. BMC Complement Altern Med, 2001. 1:11.

163. AGUILAR, J. L., ROJAS, P., MARCELO, A., PLAZA, A., BAUER, R., ET AL. *Anti-inflamatory activity of two different extracts of Uncaria tomentosa (Rubiaceae)*. J Ethnopharmacol, 2002. 81:271–276.

164. SANDOVAL-CHACÓN, M., THOMPSON, J. H., ZHANG, X. J., LIU, X., MANNICK, E. E., ET AL. *Antiinflamatory actions of cat's claw: The role of NF-κB.* Aliment Pharmacol Ther, 1998. 12: 1279-1289.

165. REINHARD, K. H. *Uncaria tomentosa (Willd.) D.C.: cat's claw, una de gato or saventaro*. J Altern Complement Med, 1999. 5:143-51.

166. WAGNER, H., KREUTZKAMP, B., JURCIC, K. *Alkaloids from Uncaria tomentosa and their phagocytosis enhancement effect*. Planta Med, 1985. 5:419-423.

167. PANIAGUA-PÉREZ, R., MADRIGAL-BUJAIDAR, E., MOLINA-JASSO, D., REYES-CADENA, S., ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, I., ET AL. *Antigenotoxic, antioxidant and lymphocyte induction effects produced by pteropodine.* Basic Clin Pharmacol Toxicol, 2009. 104: 222-227.

168. BACHER, N., TIEFENTHALER, M., STURM, S., STUPPNER, H., AUSSERLECHNER, M. J., ET AL. *Oxindole alkaloids from Uncaria tomentosa induce apoptosis in proliferating, G0/G1-arrested and bcl-2-expressing acute lymphoblastic leukaemia cells*. Br J Haematol, 2005. 132: 615-622. .

169. GARCÍA PRADO, E., GARCÍA GIMENEZ, M. D., DE LA PUERTA VÁSQUEZ, R., ESPARTERO SÁNCHEZ. J. L., SÁENZ RODRÍGUEZ, M. T. *Antiproliferative effects*

of mitraphylline, a pentacyclic oxindole alkaloid of. Uncaria tomentosa on human glioma and neuroblastoma cell lines. Phytomedicine, 2007. 14:2802-84.

170. SHENG, Y., PERO, R. W., AMIRI, A., BRYNGELSSON, C. *Induction of apoptosis and inhibition of proliferation in human tumor cells treated with extracts of Uncaria tomentosa*. Anticancer Res, 1998. 18:3363-3368.

171. PILARSKI, R., POCZEKAJ-KOSTRZEWSKA, M., CIESIOŁKA, D., SZYFTER, K., GULEWICZ, K. *Antiproliferative activity of various Uncaria tomentosa preparations on HL-60 promyelocytic leukemia cells*. Pharmacol Rep, 2007. 59:565-572.

172. RIVA, L., CORADINI, D., DI FRONZO, G., DE FEO, V., DE TOMMASI, N., ET AL. *The antiproliferative effects of Uncaria tomentosa extracts and fractions on the growth of breast cancer cell line*. Anticancer Res, 2001. 21:2457-2461.

173. CHAN, E. W. C., LIM, Y. Y., CHONG, K. L., TAN, J. B. L., & WONG, S. K. *Antioxidant properties of tropical and temperate herbal teas*. Journal of food composition and analysis, 2010. 23(2),185-189.

174. CHANG, H. C., HUANG, G. J., AGRAWAL, D. C., KUO, C. L., WU, C. R., & TSAY, H. S. *Antioxidant activities and polyphenol contents of six folk medicinal ferns used as "Gusuibu"*. Botanical Studies, 2007. 48(4), 397-406.

175. NATIV D., ET., AL. *Citral is a New Inducer of Caspase-3 in Tumor Cell Lines*. Planta Med, 2005. 71, (5):484-488.

176. JENNY, M., WILKINSON, ET., AL. *Bioactivity of Backhousia citriodora: Antibacterial and Antifungal Activity, J. Agric*. Food Chem., 2003. 51 (1), pp 76-81.

177. LASSAK, E. V., MCCARTHY, T. *Australian Medcinal Plants*. Australia: Methuen, 1983. p. 98, ISBN 0-454-00438-9.

178. HAYES, A. J., MARKOVIC, B. *"Toxicity of Australian essential oil Backhousia citriodora (Lemon myrtle). Part 1. Antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity"*. Food and Chemical Toxicology 2002. 40 (4):535–543.

179. BURKE, B. E., BAILLIE, J. E., OLSON, R. D. *Essential oil of Australian lemon myrtle (Backhousia citriodora) in the treatment of molluscum contagiosum in children*. Biomed Pharmacother, 2004. 58 (4):245-247.

180. DUPONT, S., CAFFIN, N., BHANDARI, B., DYKES, G. *In vitro antibacterial activity of Australia native herb extracts against food-related bacteria*. Food Control, 2006. 17 (11):929-932.

181. CARLINI, E. A. *Pharmacology of lemongrass (Cymbopogon citratus Stapf). I. Effects of teas prepared from the leaves on laboratory animals*. J Ethnopharmacol, 1986. 17 (1):37-64.

182. LEITE, J. R., *Pharmacology of lemongrass (Cymbopogon citratus Stapf). III. Assessment of eventual toxic, hypnotic and anxiolytic effects on humans*. J Ethnopharmacol, 1986. 17 (1):75-83.

183. NERIO, L. S., OLIVERO-VERBEL, J., STASHENKO, E. *Repellent activity of essential oils: a review*. Bioresour Technol, 2010, 101 (1):72-8.

184. WRIGHT, S. C., MAREE, J. E., SIBANYONI, M. *Treatment of oral thrush in HIV/AIDS patients with lemon juice and lemon grass (Cymbopogon citratus) and gentian violet*. Phytomedicine, 2009. 16 (2-3):118-24.

185. CHAOUKI, W. *Citral inhibits cell proliferation and induces apoptosis and cell cycle arrest in MCF-7 cells*. Fundam Clin Pharmacol, 2009. 23 (5):549-56.

186. RUNNIE, I. *Vasorelaxation induced by common edible tropical plant extracts in isolated rat aorta and mesenteric vascular bed*. J Ethnopharmacol, 2004. 92 (2-3):311-6.

187. KUMAR, A. *An essential oil and its major constituent isointermedeol induce apoptosis by increased expression of mitochondrial cytochrome c and apical death receptors in human leukaemia HL-60 cells*. Chem Biol Interact, 2008. 171 (3):332-47.

188. DUDAI, N. *Citral is a new inducer of caspase-3 in tumor cell lines*. Planta Med, 2005. 71 (5):484-8.

189. WOJCIKOWSKI, K., STEVENSON, L., LEACH, D., WOHLMUTH, H., & GOBE, G. *Antioxidant capacity of 55 medicinal herbs traditionally used to treat the urinary system: a comparison using a sequential three-solvent extraction process*. The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 2007. 13(1), 103-110.

190. JUODEIKIENE, G., CIZEIKIENE, D., CESKEVICIUTE, V., VIDMANTIENE, D., BASINSKIENE, L., AKUNECA, I., ... & PETRAUSKAS, A. *Solid-State Fermentation of Silybum marianum L. Seeds Used as Additive to Increase the Nutritional Value of Wheat Bread*. Food Technology and Biotechnology, 2013. 51(4), 528-538.

191. ADAMCZAK, A., BUCHWALD, W., ZIELIŃSKI, J., & MIELCAREK, S. *Flavonoid and organic acid content in rose hips (Rosa L., sect. Caninae DC. EM. Christ.).* Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 2012. 54(1), 105-112.

192. LAH, J. J., CUI, W., HU, K. Q. *Effects and mechanisms of silibinin on human hepatoma cell lines*. World J Gastroenterol, 2007. 13 (40): 5299-5305.

193. SALLER, R., BRIGNOLI, R., MELZER, J., MEIER, R.*"An updated systematic review with meta-analysis for the clinical evidence of silymarin"*. Forschende Komplementarmedizin, 2008 15:1, s. 9-20.

194. SALEHI, M., HASANLOO, T., MEHRABIAN, S., FARAHMAND, S. *"Effects of Silybum marianum (L.) Gaertn seeds extract on dermatophytes and saprophytes fungi in vitro compare to clotrimazol"*. Pharmaceutical Sciences, 2011. 16:4, s. 203-210.

195. LADAS, E. J., KROLL, D. J., OBERLIES, N. H., CHENG, B., NDAO, D. H., RHEINGOLD, S. R., KELLY, K. M. *A randomized, controlled, double blind, pilot study of milk thistle for the treatment of hepatotoxicity in childhood acute lymphoblastic leukemia (ALL)*. Cancer, 2010. 116 (2), 506-513.

196. *Ilex paraguariensis* [online]. [cit. 2013-09-29]. Dostupný z WWW:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Yerba_mate>.

197. *Gnaphalium graveolens* [online]. [cit. 2013-09-29]. Dostupný z WWW:

<http://fineantiqueprintsandart.com/product.php?productid=16238&cat=0&page=1#detailed_images>.

198. *Minthostachys setosa* [online]. [cit. 2013-09-29]. Dostupný z WWW:

<http://www.tambonatura.com/es/plantas-medicinales/muna.html>.

199. *Tabebuia impetiginosa* [online]. [cit. 2013-09-29]. Dostupný z WWW:

<http://www.lottus.cz/index.asp?menu=1564&record=3618>.

200. *Erythroxylum catuaba* [online]. [cit. 2013-09-29]. Dostupný z WWW:

<http://visenna.com/Erythroxylum-catuaba-bark>.

201. *Uncaria tomentosa* [online]. [cit. 2013-09-29]. Dostupný z WWW:

<http://wellnesshealth.wellnet.me/attachments/Image/produkti/klasik_hit/vilcacora.jpg>.

202. *Backhousia citriodora* [online]. [cit. 2013-09-29]. Dostupný z WWW:

<http://www.morningtonpeninsulafoods.com/sites/default/files/lemon-myrtle.jpg>.

203. *Andropogon citratus* [online]. [cit. 2013-09-29]. Dostupný z WWW: <http://stuartxchange.org/Tanglad.html>.

204. *Silybum marianum* [online]. [cit. 2013-09-29]. Dostupný z WWW: <http://www.alchemy-works.com/Resources/silybum%20marianum%20eng2.jpg>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AAE	Askorbic acid equivalents
AH	Reduktivní antioxidant
AIDS	Syndrom získaného selhání imunity
aj.	A jiný, a jiní, a jiné
$AlCl_3$	Chlorid hlinitý
antiox.	Antioxidanty
AOA	Antioxidační aktivita
apod.	A podobně
atd.	A tak dále
BIO	Biologický, ekologický
cca	Přibližně
cm	Centimetr
CNS	Centrální nervová soustava
ČR	Česká republika
dl	Decilitr
DPPH	1,1'-difenyl-2-pikrylhydrazyl
EDTA	Kyselina ethylendiamintetraoctová
FC	Folin-Ciocalteho činidlo
FCM	Folin-Ciocalteho metoda
g	Gram
GAE	Galic acid equivalents
H_2O	Voda
HIV	Virus lidské imunitní nedostatečnosti
l	Litr
m	Metr

m n. m.	Metry nad mořem
MCV	*Molluscum contagiosum*
mg	Miligram
mm	Milimetr
mol	Látkového množství
Na_2CO_3	Uhličitan sodný
$NaNO_2$	Dusitan sodný
NaOH	Hydroxid sodný
např.	Například
nm	Nanometr
Obr.	Obrázek
pH	Vodíkový potenciál
polyfen.	Polyfenoly
př.	Příloha
příp.	Případně
$R^{\bullet}$	Radikál
resp.	Respektive
RNS	Reaktivní formy dusíku
RONS	Reaktivní formy kyslíku a dusíku
ROS	Reaktivní formy kyslíku
S.D.	Směrodatná odchylka
SH	Sulfanylová skupina
Tab.	Tabulka
tj.	To je
tzv.	Takzvaný
UV	Ultrafialové záření

UV-VIS	Ultrafialovo-viditelná spektroskopie
µl	Mikrolitr
°C	Celsiův stupeň

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1*: Strukturní vorec mentolu* 20
Obr. 2*: Strukturní vzorec lapacholu* 21
Obr. 3*: Strukturní vzorec yohimbinu* 22
Obr. 4*: Strukturní vzorec izopteropodinu* 23
Obr. 5: *Strukturní vzorec citralu* 24
Obr. 6*: Strukturní vzorec silybinu* 26
Obr. 7: *Kyselina hydroxybenzoová* 32
Obr. 8: *Kyselina hydroxyskořicová* 32
Obr. 9: *Základní struktura resveratrol* 32
Obr. 10: *Základní struktura flavonoidů* 33
Obr. 11: *Chemická struktura flavonů* 34
Obr. 12: *Chemická struktura flavonolů* 34
Obr. 13: *Chemická struktura flavanolů* 35
Obr. 14: *Chemická struktura flavanonů* 35
Obr. 15: *Chemická struktura anthokyanidinů* 36
Obr. 16: *Chemická struktura isoflavonů* 36
Obr. 17: *Obsah antioxidační aktivity ve vodě a metanolu* 46
Obr. 18: *Obsah celkových plyfenolů ve vodě a metanolu* 49
Obr. 19: *Obsah celkových flavonoidů ve vodě a metanolu* 52
Obr. 20*: Ilex paraguariensis* 89
Obr. 21: *Gnaphalium graveolens* 89
Obr. 22: *Minthostachys setosa* 90
Obr. 23: *Tabebuia avellanedae* 90
Obr. 24: *Erythroxylum catuaba* 91
Obr. 25: *Uncaria tomentosa* 91
Obr. 26: *Backhousia citriodora* 92
Obr. 27: *Cymbopogon citratus* 92
Obr. 28: *Silybum marianum* 93

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: *Formy reaktivních radikálů podle centrálního atomu* 28
Tab. 2: *Formy reaktivních radikálů podle centrálního atomu* 30
Tab. 3*: Průměrný obsah antioxidantů v sušeném bylinném čaji* 44
Tab. 4: *Průměrný obsah antioxidantů v sušeném bylinném čaji* 45
Tab. 5: *Obsah antioxidační aktivity ve vodě a metanolu* 46
Tab. 6: *Průměrný obsah polyfenolů v sušeném bylinném čaji* 47
Tab. 7: *Průměrný obsah polyfenolů v sušeném bylinném čaji* 48
Tab. 8: *Obsah celkových polyfenolů ve vodě a metanolu* 49
Tab. 9: *Průměrný obsah flavonoidů v sušeném bylinném čaji* 50
Tab. 10: *Průměrný obsah flavonoidů v sušeném bylinném čaji* 51
Tab. 11: *Obsah celkových flavonoidů ve vodě a metanolu* 52

SEZNAM PŘÍLOH

PI Obrázky vybraných bylin

PŘÍLOHA P I: OBRÁZKY VYBRANÝCH BYLIN

Obr. 20*: Ilex paraguariensis* [196]

Obr. 21: *Gnaphalium graveolens* [197]

Obr. 22: *Minthostachys setosa* [198]

Obr. 23: *Tabebuia avellanedae* [199]

Obr. 24: *Erythroxylum catuaba* [200]

Obr. 25: *Uncaria tomentosa* [201]

Obr. 26: *Backhousia citriodora* [202]

Obr. 27: *Cymbopogon citratus* [203]

Obr. 28: *Silybum marianum* [204]