

Změny antioxidačních vlastností *Basidiomycet* v závislosti na kuchyňské úpravě

Bc. Marie Olšová

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marie Olšová**
Osobní číslo: **T11124**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Změny antioxidačních vlastností Basidiomycet v závislosti na kuchyňské úpravě**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakterizujte vyšší houby.
2. Popište chemické složení vyšších hub.
3. Antioxidanty a jejich aspekty výskytu v přírodě.

II. Praktická část

1. Metodika kulinárních a chemických stanovení.
2. Prezentace výsledků a jejich diskuze s literaturou.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1]IKOVÁŘ, L. Breviř o houbách, 1. vydání, Olympia, Praha 1999.

[2]ISMOTLACHA, M. Kapesní atlas hub, 1. vydání, Ottovo nakladatelství, Praha 2002.

[3]KALAC, P. Houby víme, co jíme?, 1. vydání, Dona, České Budějovice 2008.

[4]IVELIŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. Chemie potravin II., 3. vydání, OSSIS, Havlíčkův Brod 2009.

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

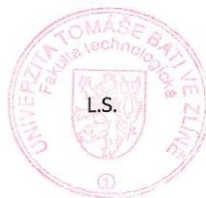
Datum zadání diplomové práce: **16. ledna 2013**

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

Ve Zlíně dne 4. února 2013



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 2. 5. 2013

..... Olšová Marie

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 nevydělečně 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 vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

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

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

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

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim 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 přihlíádne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem teoretické části mé diplomové práce bylo charakterizovat vyšší houby. V práci jsem se zabývala chemickým složením *basidiomycet*, zejména ve vztahu k antioxidačním vlastnostem. V praktické části byly sledovány změny antioxidačních vlastností v závislosti na odlišném kuchyňském zpracování. Ve svých měřeních jsem prokázala vliv mražení, sušení a vaření na antioxidační vlastnosti, kdy docházelo k úbytku antioxidační aktivity a změně obsahu polyfenolů a flavonoidů.

Klíčová slova: *Basidiomycety*, antioxidanty, polyfenoly, flavonoidy

ABSTRACT

The theoretical part of my diploma thesis aims to characterize higher fungi. The work deals with the chemical composition of *basidiomycetes*, particularly in relation to antioxidant properties. The practical part monitors the changes in antioxidant properties, depending on the different processing in the kitchen. My measurements demonstrate the influence of freezing, drying and cooking on the antioxidant properties, where there was a loss of antioxidant activity and change of the content of polyphenols and flavonoids.

Keywords: *Basidiomycetes*, antioxidants, polyphenols, flavonoids

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu diplomové práce, panu doc. Ing. Otakaru Ropovi, Ph.D. za jeho cenné rady, připomínky a čas, který mi věnoval během vypracování této práce.

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

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 HOUBY	12
1.1 CHARAKTERISTIKA HUB	12
1.2 ČLENĚNÍ HUB	13
1.2.1 Vyšší houby (<i>Eumycota</i>)	13
1.3 STAVBA VYŠŠÍCH HUB	14
1.3.1 Tělo (stélka = talus).....	14
1.3.1.1 Podhoubí (mycelium).....	14
1.3.1.2 Plodnice	14
1.3.1.3 Klobouk	15
1.3.1.4 Lupeny	15
1.3.1.5 Třeň (noha).....	15
1.3.1.6 Další části.....	16
2 VYŠŠÍ HOUBY	17
2.1 BEDLA VYSOKÁ (<i>MACROLEPIOTA PROCERA</i>).....	17
2.2 HLÍVA ÚSTRÍČNÁ (<i>PLEUROTUS OSTREATUS</i>)	18
2.3 KLOUZEK OBECNÝ (<i>SUILLUS LUTEUS</i>)	19
2.4 PEČÁRKA POLNÍ (<i>AGARICUS CAMPESTRIS</i>)	20
2.5 PEČÁRKA DVOUVÝTRUSNÁ (<i>AGARICUS BISPORUS</i>)	21
3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VYŠŠÍCH HUB	22
3.1 VODA A SUŠINA	22
3.2 SACHARIDY	22
3.3 BÍLKOVINY	23
3.4 LIPIDY	23
3.5 VITAMINY	24
3.6 MINERÁLNÍ LÁTKY	24
3.7 TĚŽKÉ KOVY.....	24
3.8 AROMATICKÉ LÁTKY	24
3.9 BARVIVA	25
4 ANTIOXIDANTY	26
4.1 ČLENĚNÍ ANTIOXIDANTŮ	27
4.1.1 Primární a sekundární antioxidanty.....	27
4.1.2 Podle původu.....	27
4.1.3 Podle struktury	28
5 FENOLY	29

5.1	POLYFENOLY	29
5.1.1	Flavonoidy.....	30
5.1.2	Fenolové kyseliny.....	32
5.1.3	Stilbeny a lignany	33
6	KUCHYŇSKÁ ÚPRAVA HUB.....	34
6.1	SUŠENÍ	34
6.2	MRAŽENÍ.....	34
6.3	VAŘENÍ	35
II	PRAKTICKÁ ČÁST	36
7	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	37
8	METODIKA KULINÁRNÍCH A CHEMICKÝCH STANOVENÍ.....	38
8.1	ZÍSKÁNÍ POKUSNÉHO MATERIÁLŮ.....	38
8.2	ÚPRAVA VZORKU PŘED CHEMICKOU ANALÝZOU	38
8.3	PŘÍPRAVA EXTRAKTU	39
8.4	CHEMICKÁ ANALÝZA.....	39
8.4.1	Stanovení antioxidační aktivity - Metoda činnosti radikálů DPPH	39
8.4.2	Stanovení obsahu polyfenolů – Metoda s Folin-Ciocalteuovým činidlem.....	40
8.4.3	Stanovení obsahu flavonoidů	40
9	VÝSLEDKY	41
9.1	SROVNÁVACÍ STUDIE ČTYŘ DRUHŮ PLODNIC VYŠŠÍCH HUB A JEJICH ANTIOXIDAČNÍCH VLASTNOSTÍ – MRAŽENÍ A SUŠENÍ	41
9.2	VLIV KULINÁRNÍ ÚPRAVY NA ANTIOXIDAČNÍ VLASTNOSTI TŘÍ DRUHŮ PLODNIC VYŠŠÍCH HUB	43
10	DISKUZE	46
10.1	ANTIOXIDAČNÍ VLASTNOSTI V HOUBÁCH UPRAVENÝCH SUŠENÍM	46
10.2	ANTIOXIDAČNÍ VLASTNOSTI V HOUBÁCH UPRAVENÝCH MRAŽENÍM	48
10.3	ANTIOXIDAČNÍ VLASTNOSTI V HOUBÁCH UPRAVENÝCH VAŘENÍM.....	49
	ZÁVĚR	52
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ	61
	SEZNAM TABULEK.....	62

ÚVOD

Houby jsou eukaryotní, jednobuněčné, mnohobuněčné, stélkaté a heterotrofní organismy. Lidé je používají jako součást své stravy již od nepaměti. Dlouhodobými zkušenostmi se člověk naučil rozeznávat jedlé houby od nejedlých. Houby jsou nejen pochutinami, ale i potravinami, z nichž se připravují hodnotné pokrmy. Obsahují 85–90 % vody, minimální množství bílkovin, tuků, malé množství vitaminů skupiny B a vitamin D. Jsou hůře stravitelné. Používají se pro svoje chuťové a aromatické vlastnosti.

Antioxidanty jsou látky, které omezují aktivitu volných kyslíkových radikálů, snižují pravděpodobnost jejich vzniku nebo je převádějí do méně reaktivních nebo nereaktivních stavů. Tím omezují proces oxidace v organismu. Důležitou úlohu mají antioxidanty v potravinářství. Prodlužují trvanlivost potravin, zachovávají chuť a zpomalují ztrátu barvy ovoce a zeleniny. Zabraňují oxidaci a žluknutí tuků, ochraňují některé vitaminy a aminokyseliny před oxidací.

Houby se vyznačují krátkou trvanlivostí, proto se kromě zpracování v čerstvém stavu uchovávají různými způsoby pro pozdější použití. Nejstarším způsobem konzervace je sušení, kdy dochází k postupnému odpařování vody. Při zmrazování si houby zachovávají většinu svých chuťových vlastností. Dále můžeme houby dusit ve vlastní šťávě, nakládat do octového nálevu či soli, zkvašovat, upravovat na různé výtažky apod.

Cílem mé diplomové práce bylo sledovat ve vybraných druzích vyšších hub upravených mražením a sušením antioxidační aktivitu, obsah polyfenolů a flavonoidů. Dalším cílem bylo sledovat, jaký vliv má vaření po různě dlouhou dobu na antioxidační vlastnosti vyšších hub.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HOUBY

1.1 Charakteristika hub

Houby představují rozmanitou skupinu organismů a mikroorganismů [1]. Vedle říší živočichů a rostlin tvoří paralelní a samostatnou podříši [2]. Jsou definovány jako eukaryotní, stélkaté organizmy. Eukaryotní proto, že jejich buňky mají pravá jádra s jadernou membránou, a stélkaté proto, že jejich tělo, nazývané stélka, má jednoduchou stavbu [3].

Na rozdíl od rostlin, nejsou houby schopny fotosyntézy. Nemohou využívat sluneční energii k tvorbě uhlíkatých sloučenin z oxidu uhličitého a vody. Houbám totiž chybí chlorofyl (listová zeleň). Musí získávat organické látky potřebné pro svoji existenci a růst, z živých či mrtvých rostlinných nebo živočišných organismů [4]. Stěny buněk jsou tvořeny chitinem. Houby jsou nepostradatelné pro koloběh látek v přírodě. Mohou napadat živé organismy (paraziti nebo původci mykóz). Látky, které obsahují, však mohou i chránit (v lékařství, např. antibiotika). Kvasinky a plísně potraviny nejen kazí, ale naopak umožňují lidem jiné důležité potraviny vyrábět (např. pivovarské a pekařské kvasinky, ušlechtilé plísně při výrobě sýrů). [5].

Houby zkoumá věda zvaná mykologie. V dnešní době známe asi 300 000 druhů. V České republice můžeme nalézt asi 600 druhů zatím známých hub, z čehož jedlých je jen menší část, ostatní jsou jedovaté, nejedlé nebo nepoživatelné [6].

Růst hub je podmíněn souhrnem vnějších činitelů, zejména klimatických. Mezi nejdůležitější patří vhodná teplota, ještě důležitějším činitelem ovlivňujícím růst hub je vlhkost vzduchu a půdy, či jiného substrátu (stupeň vlhkosti a kyselosti, obsah živin, především organických látek, ale i vápníku či jiných prvků) a přítomnost určitých druhů stromů nebo jiných zelených rostlin, bez kterých se mnohé druhy hub nemohou náležitě vyvíjet. Růst hub nepříznivě ovlivňují také mechanické zásahy do přírodního prostředí [7]. Nejvíce hub najdeme tam, kde se hromadí hodně organických látek, v lesích, na kompostech, apod. [8].

1.2 Členění hub

Vlastní houby jsou členěny do pěti oddělení (kmenů) chytridiomycety (*Chytridiomycota*), mikrosporidie (*Microsporidiomycota*), zygomycety (*Zygomycota*), houby vřeckovýtrusé (*Ascomycota*) a houby stopkovýtrusé (*Basidiomycota*) [9].

Chytridiomycety tvoří trubicovité, mnohjaderné mycelium. Jedná se o primitivní oddělení hub. Do tohoto oddělení patří saprofitické houby, které ve vlhkém prostředí parazitují na rostlinách [10].

Mikrosporidie dříve protozoální oddělení přiřazené k houbám. Mikrosporidie jsou intracelulární parazité organel živočichů a prvoků [10].

Spájkivé houby (zygomycety) netvoří plodnice. Jejich pohlavní spory (zygospory) mají dlouhou životnost a jsou schopné vyčkávat na příznivé podmínky před vyklíčením. Spájkivé houby tvoří rovněž nepohlavní spory ve sporangiích na konci vláknitých sporangioforů [11].

1.2.1 Vyšší houby (*Eumycota*)

Vyšší houby rozdělujeme podle způsobu tvorby výtrusů na dva podkmeny, a to na houby vřeckaté a stopkaté [8].

U vřeckatých hub (*ascomycetes*) se výtrusy vytvářejí uvnitř kyjovitých, červovitých nebo měchýřovitých vřecek (asků), které obvykle obsahují osm výtrusů a jsou uloženy v hymeniu [4]. V hymeniu se nacházejí vřecka. Hymenium může být na vnější straně plodnice (např. u smržů), nebo mohou být vřecka rozptýlena uvnitř plodnice (např. u lanýžů). Mnohé vřeckovýtrusé houby netvoří plodnice, ale rozmnožují se nepohlavními výtrusy (konidiemi) [11]. Vřeckovýtrusé houby se živí převážně saprotrofně, jsou známé i parazitické druhy a představují nejpočetnější skupinu hub (asi 60 % všech druhů) [12]. Vlastní askomycety čítají asi 30 000 druhů. Mezi houbami vřeckatými je také několik jedlých hub [13]. Mezi houby vřeckaté patří například ucháč (*Gyromitra*), smrž (*Morchella*), kačenka (*Verpa*), lanýž (*Tuber*) a chřapáč (*Helvella*) [14],

Společným znakem hub stopkovýtrusých (*basidiomycetes*) je způsob vzniku výtrusů, které se tvoří na zvláštních buňkách zvaných bazidie [15]. Výtrusy se vytvářejí na jedné až čtyřech krátkých stopečkách (sterigmatech), vyrůstajících z vrcholu kyjovitých buněk [4]. Téměř všechny stopkovýtrusé houby vytvářejí plodnice [11]. Stopkaté houby

se živý převážně saprotrofně, ale patří mezi ně i velké množství mykorrhizních druhů [12]. Mezi houby stopkaté se řadí houby lupenaté (*Agaricales*), nelupenaté (*Aphyllophorales*) a břichatky (*Gasterales*) [14].

1.3 Stavba vyšších hub

1.3.1 Tělo (stélka = talus)

Tělo vyšších hub se skládá z protáhlých buněk. Jsou to vlákna s přehrádkami, obvykle 5–10 mm tlustá a někdy různě spletená. Z nich je utvořeno jak celé tělo hub, tak plodnice [8]. Základním tělem hub není plodnice, ale podhoubí, odborně nazývané mycelium [6].

1.3.1.1 Podhoubí (*mycelium*)

Vlastní tělo houby se skládá z bezbarvé spleti tenkých, navzájem propletených vláken, zvaných hyfy. Soubor hyf se označuje jako podhoubí (*mycelium*) [5], které má celkem jednoduchou strukturu [6]. Hyfy, ukryté v substrátu, tvoří mycelium (podhoubí), na kterém se za příznivých podmínek vytvářejí plodnice [11]. Hyfy přijímají výživné látky celým svým povrchem [2]. Podhoubí je citlivé na světlo, roste v mrtvém nebo ještě živém dřevě, v těle zvířat či vzácněji i jiných hub. Za příhodných podmínek vytváří podhoubí plodnice, které již můžeme vidět a které nám dokládají přítomnost podhoubí [5]. Má-li podhoubí dobré podmínky ke svému životu, produkuje plodnice. Některé nižší druhy hub mají podhoubí pouze jednoleté, většinou ale půjde spíše o podhoubí vytrvalé [6].

1.3.1.2 Plodnice

Plodnice je část houby nad zemí, kterou sbíráme [6]. Slouží k rozmnožování [12]. Na přesně určených místech, která jsou u různých skupin hub velmi rozdílná, se v plodnicích tvoří výtrusy (spory). Za příznivých podmínek pak může výtrus vyklíčit a vytvořit nové podhoubí [5]. Plodnice jsou u hub tvarově oddělené části stélky. U většiny vřeckovýtrusných a stopkovýtrusných hub slouží jako orgány nesoucí výtrusy. Plodnice je tvořena houbovými vlákny, která jsou velmi hustě spletená [2].

Houbové plodnice vykazují velkou morfologickou rozmanitost tvarů s několika způsoby utváření výtrusorodé vrstvy (*hymenia*). *Hymenium* se může nacházet na lupenech,

v rourkách, na hladkém povrchu plodnice, u některých hub uvnitř plodnice [10]. Hymenium (rouško) může být umístěno na svrchní nebo spodní straně, jako je tomu u terčoplodých a lupenatých hub, nebo ukryto uvnitř plodnice jako u pýchavek (*Lycoperdon*) a lanýžů (*Tuber*) [1]. Velikostí se plodnice liší druh od druhu a mohou mezi nimi být opravdu značné rozdíly. Některé jsou okem sotva viditelné, jejich velikost se měří v desetinách milimetru, jiné plodnice dosahují velikosti až kolem jednoho metru [2]. Dužnina plodnice může být pevná, měkká, tuhá, lámavá, pružná, houbovitá nebo jemná, šťavnatá nebo suchá a ve stáří často drolivá. Většinou je bílá nebo žlutá, reaguje zbarvením na pomačkání. Mnohé houby mají plodnice bez nápadné dužniny (např. vřeckovýtrusné houby (*Ascomycota*), kuřátka (*Ramaria*), atd.) [16].

1.3.1.3 Klobouk

Klobouk je hlavní a nejkvalitnější částí plodnice. Jeho povrch může mít nejrozličnější strukturu a barvu. Významným znakem u lupenatých hub je připojení lupenů ke třeni [6]. Tvar klobouku a charakter povrchu se může měnit během dozrávání plodnic [11]. Pokožka klobouku může být jedno nebo více barvená. Spodní strana klobouku je místem vzniku výtrusů, drobných částí sloužících k rozmnožování [16].

1.3.1.4 Lupeny

Lupeny jsou na spodní straně klobouku. Jsou různě husté a odlišně přirostlé ke třeni, a to buď zoubkem, nebo přímo [16]. Lupeny mohou být různě vysoké, také jejich tloušťka se liší. Na okrajích mohou být proloženy kratšími lupeny, hrana lupenů dole může být rovná nebo zubatá. Některé lupeny jsou na omak lámavé a křehké, jiné tuhé [6]. Barva lupenů může být bílá, béžová, žlutavá, růžová, fialová, hnědá nebo červená [16].

1.3.1.5 Třeň (noha)

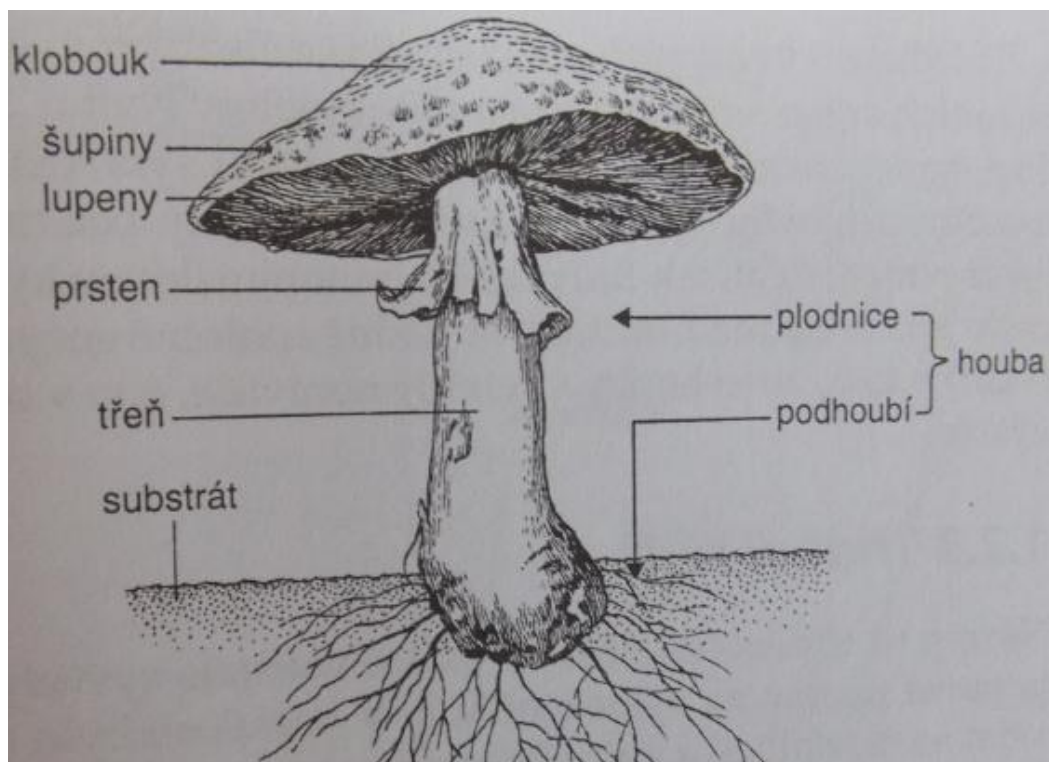
Třeň nese klobouk [8]. Na třeni sledujeme jeho velikost, tvar, povrch a barvu [6]. Podle připojení známe třeň středový, výstřední a boční. Bývá uvnitř plný, dutý nebo s dutinami [8]. Třeňe mohou být krátké či dlouhé [16]. Tvar je rozmanitý. Velmi důležité je ukončení třeňe. Tvar a uzpůsobení báze je velmi důležitým poznávacím znakem mnoho rodů a druhů. Třeň může být jednobarevný, ale často bývá vícebarevný nebo jen v různých odstínech téže barvy [8]. U některých druhů třeň chybí (např. u pýchavky (*Lycoperdon*) a

některých druhů stromových hub). V zásadě mohou být tři základní typy: klasický, excentrický, výjimečně postranní [6].

1.3.1.6 Další části

Plachetka je u některých druhů hub velmi zřetelná během vývoje plodnice. Celková plachetka pokrývá v mládí celou plodnici. Růstem se plachetka roztrhne a na klobouku i na bázi třeně nechává zbytky. Na klobouku jsou to známé tečky, na bázi jsou to různé útvary, nejznámější je pochva, bradavky [8].

Prsten je zbytek závoje (plachetky), který v mládí zčásti obaluje výtrusorodou vrstvu a později se trhá. Prsten může být rýhovaný či hladký, přepislý nebo vystoupavý, úplný nebo pomíjivý. Zbytky závoje mohou u některých druhů hub vytrvávat při okraji klobouku. Odpadající prsten se může zachytit na pochvě obalující hlízovitou bázi třeně či zcela odpadnout [16]. Pevně přirostlé prsteny se označují výrazem límec [8].



Obrázek číslo 1: Plodnice houby [9]

2 VYŠŠÍ HOUBY

2.1 Bedla vysoká (*Macrolepiota procera*)

Klobouk je deštníkovitý až plochý s vyklenutým, tmavě šedohnědým středem a se soustřednými přitisklými šupinami [11]. Klobouk někdy dosahuje šířky až přes 30 cm. Vždy vzpřímený, hlízovitě ztlustělý třeň vynáší klobouk někdy až do výše půl metru [15]. Mladé plodničky mají klobouk celý nahnědlý, růstem se pokožka klobouku [8] trhá a třepí do hnědých odstávajících šupin. Mezi šupinami je vidět bledou vatovitou dužninu. Klobouk má tupý hrbol, který většinou zůstává nerozpukaný, celistvě hnědý. I hnědá pokožka třeně se trhá, takže na třeni zůstává bledé příčné žíhání. Třeň je dřevnatý, uvnitř vycpaný až dutý. Nese prsten s dvojím ostřím, často cípovitě potrhaným a ve stáří často snadno posuvným. Lupeny má bedla vysoká bílé, široké, od třeně odsedlé [2]. Dužnina je bělavá, suchá a neměnicí se [8].

Bedla vysoká roste od července do října, někdy i do listopadu, nejvíce však v září. Často vyrůstá ve skupinkách ve vysoké trávě lesních pasek, na okraji lesů listnatých i jehličnatých, nejvíce však ve smíšených lesích [8]. Jedlá, velmi chutná houba v různých úpravách za čerstva [7].



Obrázek číslo 2: Bedla vysoká (*Macrolepiota procera*)

2.2 Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*)

Klobouk je jazykovitý až vějířovitý, hladký [17], 5–20 cm široký [18], více či méně lasturovitý s modrošedým zbarvením v mládí, ve stáří tmavě šedomodrým až hnědým [11]. Lupeny jsou bílé, později našedlé nebo nažloutlé, poměrně řídké vysoké 5–15 mm, dlouhé a hluboce sbíhavé na krátký boční třen. Třen je umístěn výstředně nebo po straně klobouku, je krátký [8], tuhý, bělavý, někdy může téměř chybět [17]. Dužnina je bílá, bělavá, měkká, neměnlivá a trochu tužší [8]. Má příjemnou chuť a vůni [11].

Roste hojně, v trsech nebo středovitě nad sebou [17], od konce léta do zimy [18], na širokém spektru odumřelých nebo odumírajících listnatých stromů, mnohem vzácněji na jehličnanech. Tento druh dává přednost chladnému počasí [11]. Při mírných teplotách ji nacházíme po celou zimu [17].

Je to jedlá a velmi dobrá houba, která je vítaným přínosem do kuchyně. Tvoří velké, masité plodnice, jež jsou vhodné v kuchyni pro přípravu nejrůznějších pokrmů. Starší plodnice jsou někdy velmi tuhé [8].



Obrázek číslo 3: Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*)

2.3 Klouzek obecný (*Suillus luteus*)

Klobouk je 4–12 cm široký, polokulovitý [7], široce kuželovitý, vyklenutý a nakonec téměř plochý, slizký a lesklý, čokoládově hnědý a žlutohnědý, ve stáří vybledající, s pokožkou snadno, sloupnutelnou. Rourky jsou široce přirostlé, vzácně mírně sbíhavé [17], se žlutým až hnědavě žlutými ústími, která v mládí zakrývá bělavý závoj [7]. Třeň válcovitý, na vrcholu jemně žlutavě nebo hnědavě zrnitý, s drobnou síťkou. Velum je bělavé, na spodní straně fialové, zanechává na třeni výrazný blanitý prsten [17]. Pod prstenem je třeň bílý, ve stáří purpurový, nad prstenem světle žlutý s tmavšími šupinami [11]. Dužnina bělavá až citronově žlutá, ve třeni hnědavá, na řezu neměnná [17]. Voní hříbovitě a je velmi chutná [8].

Roste dost hojně, jednotlivě nebo ve skupinkách, pod borovicemi od nížin až do vysokohorského stupně [17]. Výjimečně roste již v květnu nebo červnu. Hlavně však v září a říjnu, za příhodného počasí i v listopadu. Najdeme je v malých borovinách, někdy i ve smrčínách, v nížinách i vysočinách na písčitých půdách. Někdy roste ve velkých shlucích. Na podzim má tmavší barvu klobouku [8]. Je to jedlá a chutná houba [18].



Obrázek číslo 4: Klouzek obecný (*Suillus luteus*) [17]

2.4 Pečárka polní (*Agaricus campestris*)

Známa jedlá houba s poněkud načervenalou bílou plodnicí [11]. Klobouk 5–12 cm, široce kuželovitý až polokulovitý, pak vyklenutý až plochý, dlouho na okraji podvinutý, v mládí se zbytky vln, hladký a lesklý, poté soustředně jemně prstíkatý, bílý ve stáří s hnědým nádechem [17]. S hladkým až vláknitým povrchem [11]. Lupeny volné, světle masové [17]. V mládí živě růžové, později hnědočervené až černohnědé. Třeň je na vrcholu vždy lysý a hladký, pod prstenem v mládí s bělavým, téměř vatovitým oděním, na bázi často žlutohnědavý [7]. Drobný prsten je jednoduchý a hladký [11]. Dužnina poměrně masitá, nepříliš tvrdá, bělavá, na řezu často slabě červenající, především ve třeni, v mládí s kořenitou vůní a příjemnou chutí, ve stáří dosti nepříjemně páchne [7].

Roste hojně, většinou ve skupinách, na loukách, polích a pastvinách, obvykle na bohatých půdách. Je to proměnlivý druh s několika odrůdami [17]. Roste hlavně po vydatnějších deštích, od května do října, nejvíce v červenci a srpnu.

Pečárka polní (*Agaricus campestris*) je jedlá, nejvíce sbíraný druh pečárek [8]. V mládí je chutná a vhodná k libovolné úpravě. Starší plodnice se zčernalými lupeny už nejsou vhodné ke konzumaci [7].



Obrázek číslo 5: Pečárka polní

(*Agaricus campestris*)

2.5 Pečárka dvouvýtrusná (*Agaricus bisporus*)

Klobouk je 5–15 cm široký [19], zpočátku téměř kulovitý až polokulovitý [20], později vyklenutý, na vrcholu plochý, někdy uprostřed mírně vmáčklý, v mládí hladký [8]. Zbarvení je velmi proměnlivé, u mladých exemplářů vyrostlých v přírodě zprvu většinou bělavý a ve stáří hnědě šupinatý [19], se zbytkem vela [20]. U pěstovaných druhů s hladkým, trvale bílým nebo žlutavým kloboukem. Okraj klobouku je dlouho podvinutý s bělavými zbytky závoje [19]. Lupeny jsou husté, v mládí [20] narůžovělé až masově růžové [8], ve stáří tmavohnědé až černohnědé [20]. Třeň je 3–7 cm vysoký, 1–3 cm tlustý, válcovitý, pevný, plný, nahoře bílý, vláknitý až vločkatý [8]. Dužnina je bílá [8], nepřiliš tvrdá [20], na řezu lehce červenající, s nakyslou vůní po houbách a oříškovou chutí [8].

Roste hojně v parcích a zahradách [19], na okrajích cest, na polích a lesích [8], často na hromadách kompostu a jiných, dobře pohnojených stanovištích [19]. Ve volné přírodě je to poměrně vzácný druh. Její vyšlechtěné odrůdy se uměle pěstují ve velkém množství [5]. Pro pěstovanou pečárku se používá název žampion [8]. Je to dobrá jedlá houba [20].



Obrázek číslo 6: Pečárka dvouvýtrusná

(*Agaricus bisporus*)

3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VYŠŠÍCH HUB

3.1 Voda a sušina

Obsah vody ve většině druhů hub se pohybuje v rozpětí 86–94 %, zbytek, tedy 6–14 %, představuje tzv. sušina (suchá hmota). Obsah sušiny je ve značné míře záležitostí druhu, ale závisí i na řadě vnějších faktorů.

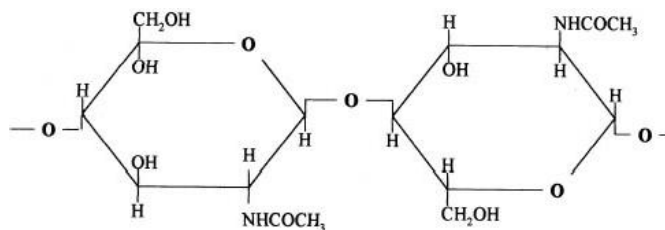
Sušina vyšších hub se skládá z dusíkatých látek, sacharidů, lipidů, minerálních látek, vitamínu, barviv, enzymů, pigmentů [21].

3.2 Sacharidy

Sacharidy tvoří převažující složku houbové sušiny, obvykle 50–60 % [22]. Obsah volných monosacharidů a cukerných alkoholů je v houbách nižší než 1 % v sušině. Podstatnou část představuje cukerný alkohol mannitol, který se podílí na objemovém růstu plodnice a zpevňuje třeň. Z monosacharidů výrazně převažuje glukosa. Pro houby je charakteristická trehalosa (přesněji α,α -trehalosa), disacharid složený ze dvou glukos [21]. Množství mannitolu a trehalosy se značně liší mezi druhy [22]. Houby obsahují i další rozpustné cukry jakou je arabinóza, maltóza, sorbit, inosit a další [14].

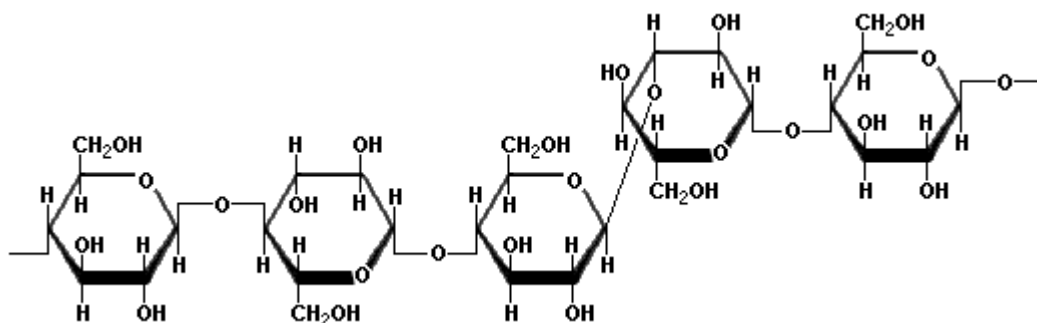
Zásobním polysacharidem hub je glykogen. Obvyklý obsah je 5–10 % v sušině hub. Jeho přítomnost v houbách nepředstavuje z hlediska lidské výživy zvláštní přínos. Stavebními jednotkami jsou molekuly glukosy [21].

Chitin je stavební polysacharid, který tvoří základní složku buněčných stěn hub [21], v nichž představuje 80–90 % v sušině [22]. Způsobuje jejich pevnost. Stavební jednotkou je chitosamin [21]. Chitin je nerozpustný ve vodě. Je nestravitelný pro člověka, snižuje stravitelnost ostatních složek hub [22].



Obrázek číslo 7: Vzorec chitinu [23]

Beta-glukany jsou stavební polysacharidy, řazené mezi hemicelulosity [21]. Tvoří hlavní složku buněčných stěn hub [24]. Stavební jednotkou je cyklická forma D-glukosy [21]. U hub jsou vázány glykosidickou vazbou 1→3 a 1→6. Beta-glukany jsou z části rozpustnou i nerozpustnou složkou vlákniny. Obsah beta-glukanů je 0,21–0,53 g/100 g v sušině hub [25].



Obrázek číslo 8: Vzorec beta-glukanu [23]

3.3 Bílkoviny

Sušina hub obsahuje 5–30 % bílkovin. Jejich množství záleží na druhu houby a jejím stáří. Nejvíce bílkovin je v mladých plodnicích [14]. Volných aminokyselin je v houbách velmi málo, jen kolem 1 % v sušině, což je asi dvacetina ve srovnání s množstvím aminokyselin vázaných v bílkovinách. Volné aminokyseliny jsou méně významné z výživového hlediska, podílejí se na sensorických vlastnostech hub - vůni a chuti [21]. V houbách jsou i takové druhy aminokyselin, které lidské tělo nevyužívá a některé mohou vyvolávat alergické reakce [26]. Bílkovinného charakteru jsou amatoxiny a falotoxiny, prudké houbové jedy (polypeptidy) [14].

3.4 Lipidy

Z výživového hlediska jsou houby jen málo významným zdrojem lipidů a nenasycených mastných kyselin [21].

Obsah celkových lipidů se pohybuje od 2 do 6 % v sušině [22]. Většinou se jedná o glyceridy a glykolipidy, méně jsou zastoupeny fosfolipidy [15]. V houbách je obsaženo několik desítek mastných kyselin. Pouze tři kyseliny výrazně převažují. Jsou to kyselina linolová, kyselina olejová a nasycená kyselina palmitová [22]. Kyselina alfa-linolenová je

zastoupena jen v zanedbatelném množství. Hlavním fosfolipidem je fosfatidylcholin (lecitin) [21].

3.5 Vitaminy

Houby obsahují také některé vitaminy, především provitamin A [26] a vitaminy skupiny B (B₁ a B₂), nejvíce je ho v nižších houbách. V menším množství jsou zastoupeny také vitaminy D, E, K, PP [7] a v některých houbách byl zjištěn i vitamin C. Vitamin D zůstává zachován i v sušených houbách [14].

3.6 Minerální látky

V houbách je více minerálních látek než v zelených rostlinách. Jejich obsah závisí na místě růstu, složení půdy, věku a druhu houby [7]. Obsah minerálních látek v houbách bývá obvykle 5–12 % v sušině [27].

Houby obsahují zvýšené obsahy fosforu a draslíku a také relativně vysoký obsah hořčíku [27]. Dále houby obsahují sloučeniny vápníku, železa a stopy fluóru, mědi, manganu, kobaltu, titanu, ale i olova. Obsah těchto látek stoupá se stářím plodnice, zejména v houbách rostoucích u silnic [8].

3.7 Těžké kovy

Houby ze svého okolí vstřebávají některé nežádoucí prvky, a to i jedovaté např. rtuť, arzén, kadmium, chrom, vanad, beryllium. Koncentrace těchto prvků může být v houbách několikrát vyšší než v okolní půdě [7]. Výrazně vyšší obsahy nežádoucí prvků jsou ve vysoce znečištěných oblastech, jako například v blízkosti kovu hutí nebo ve městech [27].

3.8 Aromatické látky

Houby obsahují mnoho aromatických sloučenin, pryskyřičných látek, alkaloidů, kyselin a dalších látek, které se podílejí na charakteristických vůních a chutích, jimiž houbové plodnice často oplývají [8].

V houbách se vždy vyskytuje současně řada vonných, případně zapáchajících látek, z nichž některá obvykle převládá. Dosud známé vonné látky hub se obvykle člení na těkavé

a netěkavé. Netěkavé látky ovlivňují vnímání vůně v kombinaci s chuťovými vjemy při konzumaci hub. Těkavé složky lze zařadit do několika skupin [21] deriváty oktanu a oktenu, nižší terpeny, benzaldehyd a příbuzné látky, sirné sloučeniny a různé další látky.

Některé vůně a pachy jsou pronikavější u čerstvých hub, jiné naopak vynikají u hub sušených. Vůně a pachy jsou u jednotlivých druhů stálé [7].

3.9 Barviva

Barevnost hub je způsobena četnými a různorodými barvivy (pigmenty). Druhy hub s výrazně zbarvenými plodnicemi se vesměs vyskytují na zastíněných stanovištích, zatímco na místech prosvětlených jde vesměs o druhy bílé či světle hnědé. Intenzita zbarvení určitého druhu není stálá, závisí zejména na stáří plodnice a stáří houby na stanovišti, teplotě a přístupu světla [21].

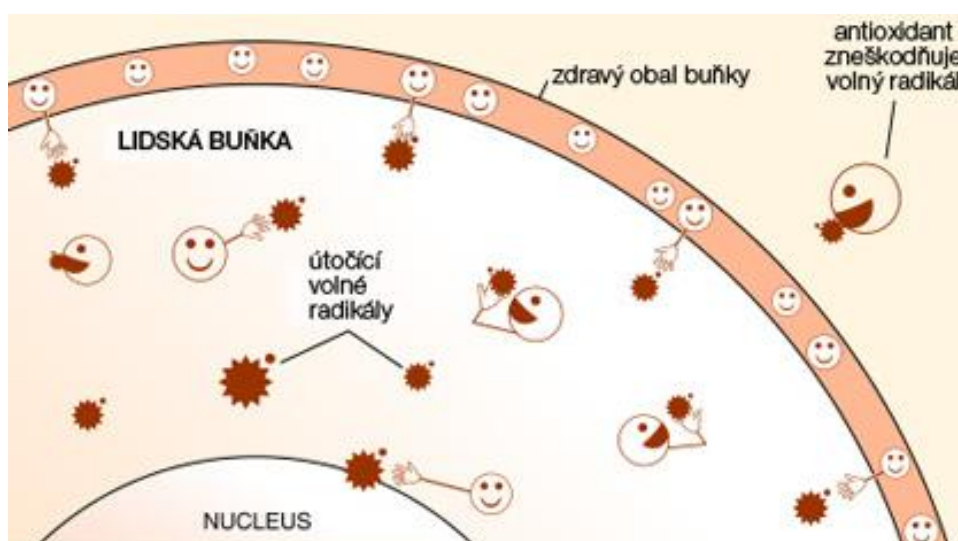
Ve srovnání s rostlinami chlorofyly a antokyany nejsou v houbách přítomny. Karotenoidy jsou obsaženy v houbách rodu liška (*Cantharellus*). Dochází také k barveným změnám po mechanickém poškození tkání, které jsou u některých hub způsobeny enzymaticky - oxidací polyfenolů [22].

Chlorofyly a antokyany nejsou v houbách přítomny. Betalaniny, karotenoidy a další terpenoidy jsou rozšířené pouze u některých druhů vyšších hub. Nejvíce z pigmentů vyšších hub představují chinony [28].

4 ANTIOXIDANTY

Antioxidanty jsou definovány jako látky, jejichž molekuly omezují aktivitu volných kyslíkatých radikálů, které převádějí do méně reaktivních nebo nereaktivních forem [29]. Jiná definice je charakterizuje jako látky bránící organismy před škodlivým vlivem volných radikálů, které mohou způsobovat řadu vážných onemocnění, jako jsou rakovina nebo kardiovaskulární nemoci. Tyto volné radikály vznikají v těle jak vlivem vnějšího prostředí (kouření, výfukové plyny, apod.), tak vlivem vnitřního prostředí organismu (např. syntéza adrenalinu) [30].

Lze je také definovat jako sloučeniny, které regulují oxidační pochody v organismu, zabráňují nežádoucím reakcím a poskytují ochranu buněčným strukturám proti volným radikálům [29]. V lidském organismu tvoří ochranu před oxidačním poškozením nejen antioxidanty syntetizované v těle, ale i ty, které přijímáme potravou [31]. Jednotlivé antioxidanty mají různé funkce [32].



Obrázek číslo 9: Schéma účinku antioxidantů [33]

Vlastní antioxidanty, resp. látky s antioxidačním efektem mají značný význam z hlediska eliminace volných radikálů, zejména kyslíku a dusíku. Antioxidační působení se týká ochrany buněk a jejich struktur, před nežádoucím působením těchto radikálů a podílejí se současně na eliminaci účinků oxidačního stresu v živočišných i rostlinných buňkách. Antioxidanty enzymové a neenzymové tvoří tzv. přirozený ochranný systém organismu [29]. Dostatek antioxidantů v potravě pomáhá snížit především riziko srdečně cévních chorob a

některých typů rakoviny. Hlavními zdroji jsou ovoce, zelenina, čaj a celozrnné obiloviny [21].

Antioxidační účinek látek vyplývá z jejich specifické struktury. Kromě struktury ovlivňuje antioxidační aktivitu antioxidantů i pH systému a stabilita sloučenin během zpracování suroviny (teplota, fermentace). Důležitá je též přítomnost dalších látek v systému, které mohou působit jako synergisté, nebo jako antagonisté [31].

4.1 Členění antioxidantů

Antioxidanty se člení podle několika hledisek [21].

4.1.1 Primární a sekundární antioxidanty

- K primárním antioxidantům náleží všechny českou legislativou povolené látky (askorbová a erythorbová kyselina a jejich deriváty, tokoferoly, fenolové antioxidanty, galláty).
- K sekundárním antioxidantům se řadí například cystein, peptidy obsahující cystein, mehtionin, lipoová kyselina a další přirozeně se vyskytující sloučeniny, které se však jako antioxidanty nepoužívají [34].

4.1.2 Podle původu

- Přírodní antioxidanty se nacházejí v téměř všech druzích rostlin, ze kterých se izolují s využitím vhodných extrakční technik [30]. Kromě enzymů, některých vitamínů a minerálů, existují i jiné sloučeniny známé jako fytochemikálie a flavonoidy s antioxidačními vlastnostmi. Nejvýznamnější přírodní antioxidanty jsou vitaminy E a C [35], askorbová kyselina (vitamin C), fenolové látky (především flavonoidy, fenolové kyseliny, jednoduché fenoly, stilbeny) a karotenoidy, přičemž nejvíce zastoupenými antioxidanty v potravě jsou flavonoidy a fenolové kyseliny [34],
- Syntetické antioxidanty doplňují, nahrazují a rozšiřují antioxidanty přírodní [34]. Účinné jsou syntetické antioxidanty, jako jsou BHA, BHT nebo estery gallové kyseliny. Díky možným zdravotním rizikům z používání syntetických antioxidantů, jsou přírodní antioxidanty spotřebiteli považovány za přijatelnější [31].

4.1.3 Podle struktury

- Fenolové – z povolených přírodních látek k nim náleží tokoferoly, fenolové antioxidanty a galláty, ale také řada dalších sloučenin přítomných v potravinách koření a v jiných přírodních materiálech
- Endioly – z povolených látek zahrnují askorbovou a erythorbovou kyselinu, dále jejich soli aj. deriváty [34]

5 FENOLY

Fenoly tvoří pestrou skupinu sloučenin, které jsou z chemického hlediska velmi heterogenní [36]. Jedná se o aromatické sloučeniny [37], které obsahují jedno nebo více aromatických jader substituovaných hydroxylovými skupinami [38]. Fenolické sloučeniny představují jednu z nejpočetnějších, široce rozšířenou skupinu látek rostlinného původu. V současné době je známo více než 8 000 fenolových látek [39] s velkou rozmanitostí struktur [38]. Fenoly jsou téměř všudypřítomné v rostlinných potravinách (zelenina, obiloviny, luštěniny, ovoce, ořechy, aj.) a v nápojích (vína, jablečných moštů, pivo, čaj, kakao, atd.) [39]. V přírodních materiálech se fenolické látky vyskytují ve velmi různých koncentracích, ať již jde o jednotlivé skupiny nebo o množství. Vyskytují se ve všech částech rostlin. V některých případech se podílejí podstatným způsobem i na jejich zbarvení, eventuálně i chuti. Obsah rostlinných fenolů závisí v rámci jednotlivých druhů i na odrůdě [36].

Fenoly se uplatňují jako vonné látky. Jedná se o některé jednoduché fenoly, které vznikají jako degradační produkty fenolových kyselin, produkty jejich redukce a další deriváty hydroxyfenolových kyselin. Fenoly jsou také významnými chuťovými látkami (například kondenzované třísloviny zvané flavolany, které jsou nositeli trpké chuti), přírodními barvivy (některé chinony, lignany, flavonoidy a jim příbuzné stilbeny, xanthony aj.). Některé fenoly vykazují výrazné biologické účinky, a řadí se proto například mezi obranné látky rostlin zvané fytoalexiny, přírodní antioxidanty nebo přirozené toxické složky potravin [34].

Fenoly, které se v potravinách uplatňují jako vonné a chuťové látky, jsou buď primárními složkami některých silic, nebo vznikají jako sekundární aromatické látky při zpracování potravin. Primárními složkami jsou fenoly strukturně související s příslušnými alkyletery. Sekundárně vznikají zejména z fenolových kyselin a ligninu při termických procesech a také působením mikroorganismů. Významné jsou zejména sloučeniny odvozené od fenolu, guajakolu a syringolu [34].

5.1 Polyfenoly

Polyfenoly jsou produkty sekundárního metabolismu rostlin [39]. Jsou důležitými složkami potravinářských výrobků rostlinného původu. Tyto sloučeniny jsou přímo spojeny

s organoleptickými vlastnostmi potravin, jako je chuť, hořkost a barva. Přítomnost fenolů v potravě je přínosem pro zdraví vzhledem k jejich antioxidační, protizánětlivé a vazodilatačních vlastností. Zdravotními účinky polyfenolů závisí na spotřebovaném množství a jejich biologické dostupnosti [40]. Představují nejhojněji zastoupené antioxidanty v naší stravě a jsou široce rozšířené složky v ovoci, zelenině, obilovinách, luštěninách, čokoládě a v nápojích jako je čaj, káva a víno [41].

Jako antioxidanty, mohou polyfenoly chránit buněčné složky před oxidačními poškození [41], Podporují prevenci degenerativních onemocnění, zejména rakoviny, kardiovaskulárních onemocnění, osteoporózu, diabetes mellitus a neurogenerativních onemocnění [42]. Mají také biologické účinky, jako je inhibice nebo snížení počtu různých enzymů [41]. Polyfenoly jsou schopny zabíjet nebo zastavit růst mikroorganismů, jako jsou bakterie, houby nebo prvoci [40]. Biologická dostupnost se liší mezi různými druhy [41].

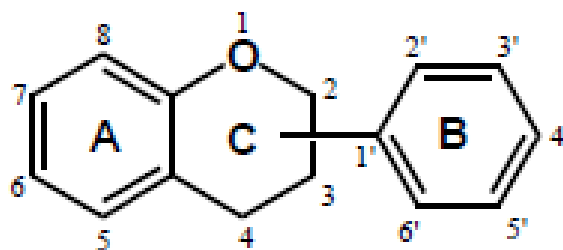
Polyfenoly jsou antioxidanty, které doplňují a podporují funkci antioxidačních vitaminů a enzymů jako ochranu před oxidativním stresem způsobený nadměrným počtem reaktivních forem kyslíku [42]. V rostlinách jsou zastoupeny jako glykosidy s různými jednotkami cukru a acylových cukrů v různých polohách polyfenolové kostry [43].

Polyfenoly jsou rozděleny do několika tříd podle počtu fenolových kruhů. Hlavní skupiny jsou:

- flavonoidy
- fenolové kyseliny
- stilbeny a lignany [41]

5.1.1 Flavonoidy

Flavonoidy tvoří nejčastější skupinu rostlinných polyfenolů [44]. Jedná se o velice rozsáhlou skupinou obsahující v molekule dva benzenové kruhy spojené tříuhlíkovým řetězcem. Jedná se o uspořádání C₆-C₃-C₆. Běžně bývají všechny tři kruhy substituovány hydroxyskupinami nebo methoxyskupinami a jednotlivé deriváty se liší pouze stupněm substituce a oxidace [34]. Bylo popsáno více než 5 000 různých flavonoidních látek [44] a stále se nacházejí nové sloučeniny [34].



Obrázek číslo 10: Základní struktura flavonoidů [41]

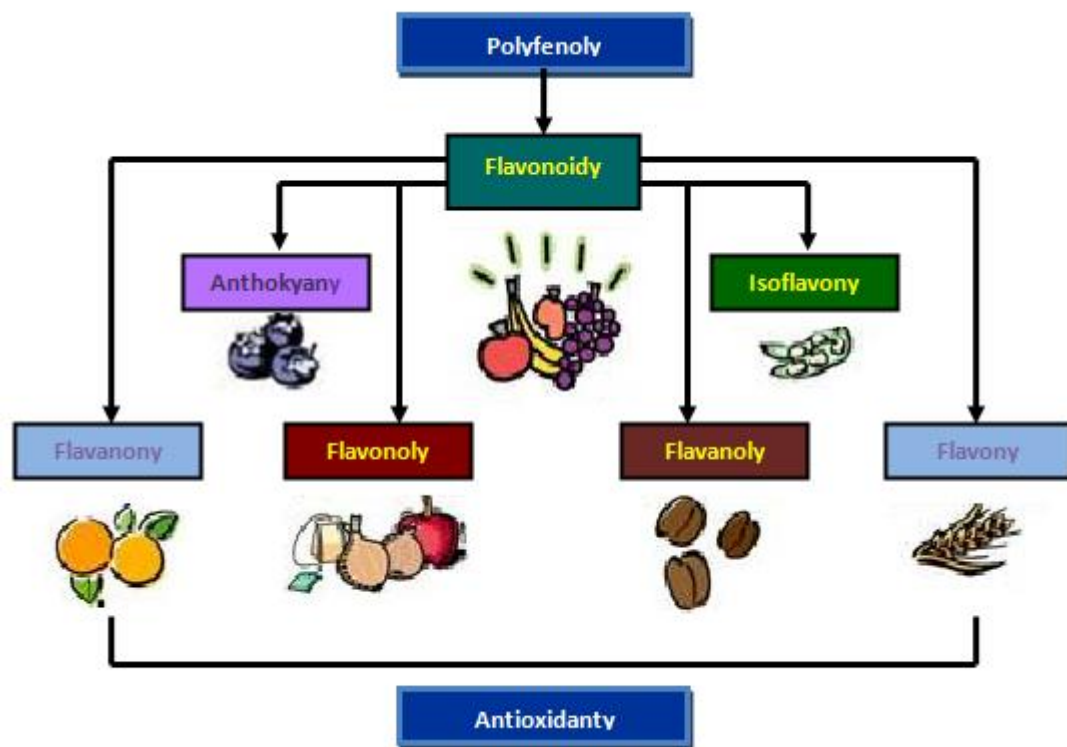
Svými vlastnostmi se liší od jiných fenolových pigmentů, a proto jsou uváděny jako samostatná skupina rostlinných barviv [34]. Flavonoidy jsou ve vodě rozpustné [43] barevné sloučeniny uplatňující se v rostlinných systémech [36]. Nacházejí se jako barviva v zelenině, ovoci, zrninách, v listech a kůře stromů [43]. V přírodě se vyskytují jak ve formě volné, tak i glykosidicky vázané. Obě formy jsou barevné a téměř stejně stálé. S výjimkou anthokyanů jsou málo pestré (světle až citrónově žluté) a během technologických operací ani během skladování potravin se nemění do té míry, aby podstatným způsobem ovlivnily barvu zpracovávané potraviny. Barevná intenzita může být pozměněna tvorbou komplexních sloučenin flavonoidů s těžkými kovy. Některé flavonoidní látky jsou rovněž důležitými antioxidanty [36].

Pouze některé flavonoidy jsou důležité jako přírodní rostlinná barviva, jiné jsou významné pro svoji chuť (jsou to trpké a hořké látky nebo jejich prekurzory) nebo mají významné biologické účinky [34].

Flavonoidy se vyskytují v různých koncentracích, ty které jsou biologicky aktivní, se nazývají bioflavonoidy. Některé mají až 50-krát větší antioxidační aktivitu než vitamin C a E [43].

Flavonoidy jsou rozděleny do 6 podtříd:

- Flavony (apigenin, luteonin)
- Flavonoly (quercetin, myricetin)
- Flavanony (naringenin, hesperidin)
- Flavanoly = katechiny (epikatechin, gallokatechin)
- Anthokyanidiny (kyanidin, pelargonidin)
- Isoflavony (genistein, diadzein) [41,44]



Obrázek číslo 11: Rozdělení flavonoidů [45]

5.1.2 Fenolové kyseliny

Fenolové kyseliny jsou aromatické sekundární rostlinné metabolity, vyskytující se v rostlinných potravinách [46]. Představují polyfenolické sloučeniny, které se dále rozdělují do dvou základních skupin [44], a to na deriváty kyseliny benzoové a deriváty kyseliny skořicové [41].

Hydroxybenzoové kyseliny jsou součástí komplexních struktur, jako jsou hydrolyzovatelné taniny (gallotaniny a ellagotanniny). Hydroxyskořicové kyseliny jsou častější, a zahrnují kyseliny p-kumarovou, kávovou a ferulovou [47].

Ve volné formě se tyto kyseliny vyskytují zřídka [47]. Fenolické kyseliny ve volné formě jsou obsaženy zejména v ovoci a zelenině. Ve vázané formě jsou fenolové kyseliny obsaženy v zrnech a semenech [44]. Vázanou formu představují glykosylované deriváty nebo estery kyseliny chinové (chininové) [47].

5.1.3 Stilbeny a lignany

Stilbeny jsou skupinou substituovaných sekundárních metabolitů rostlin. Volné stilbeny se v malém množství nacházejí v několika druzích rostlin, kde doprovázejí příslušné glykosidy [34]. Hlavním představitelem stilbenů je resveratrol. Je obsažen ve více než 70 druzích rostlin, například v podzemnici olejné, révě vinné [41]. Má antimikrobní a antioxidační účinky [34].

Lignany jsou skupinou fenolových sloučenin [34]. Vznikají spojením dvou fenypropanových jednotek. Vyskytují se v přírodě převážně ve volné formě. V lidské stravě je obsaženo malé množství lignanů [41].

6 KUCHYŇSKÁ ÚPRAVA HUB

V této kapitole mé diplomové práce jsou popsány pouze ty kuchyňské úpravy hub, které byly prováděny pro jednotlivá stanovení.

6.1 Sušení

Sušení patří mezi oblíbené [1] a vhodné konzervační metody [48]. Jedná se o nejstarší, nejčastěji používaný [26] a poměrně jednoduchý způsob konzervace [49]. Houby obsahují 90 % vody, takže ztráta jejich hmotnosti při sušení je výrazná. Sušené houby neztrácejí svou vůni ani chuť [1]. Houby k sušení mají být nepřežralé, čerstvé a zdravé, neumývají se, pouze se důkladně čistí [49]. Očistí se nožem a odstraní se silně perforované části. Potom se ostrým nožem podélně krájí na pravidelné plátky široké 2–4 mm tak, aby co nejvíce plátků mělo spojenou třeň s hlavičkou. Nakrájené houby se rozloží v tenké vrstvě [48], na síto z plastické hmoty, aby se vzájemně nepřekrývaly [26]. Při teplotě do 40 °C se předsuší, až ztratí lepkavost. Potom se předsušené houby vloží do sušárny [48] a dosušíme je při teplotě maximálně 80 °C [26].

K sušení jsou nejvhodnější hříbky, ale suší se i klouzky kozáky a žampiony. Každý druh se musí sušit samostatně [48].

6.2 Mražení

Zmrazování je účinnou konzervační metodou, houby si zachovávají většinu chuťových vlastností [50]. Při tomto způsobu konzervace si potraviny zachovávají také živiny. Mražení poskytuje čerstvější chuť než sušení nebo jiný způsob konzervace [51]. Zpomaluje chemické změny, které mohou ovlivnit kvalitu potravin nebo je mohou znehodnotit [52].

Houby se zmrazují co nejdříve po sbírání [49]. Při teplotách pod 0 °C se životní pochody mikrobů zastavují a aktivita enzymů se potlačuje. Zmrazujeme je při teplotě -18 °C, při této teplotě je také uchovávané [50]. Velké očištěné houby nakrájíme na menší kusy, malé necháme vcelku. Převaříme je asi 5 minut v 2 % roztoku soli. Houby, které mění barvu, můžeme namočit do roztoku s kyselinou citronovou. Potom je scedíme, ochladíme studenou vodou, necháme okapat a zcela vychladnout [49]. Okapané a vychladlé je pak balíme. Můžeme je také v obalu zalít slabým slaným nálevem. Tak dojde

k úplnému vytěsnění vzduchu a konzervace je účinnější [50]. Mohou se také zmrazovat nasucho [49].

6.3 Vaření

Vaření hub je méně častá úprava. Houby se spíše blanšírují, a poté se nakládají. Vaření je tepelná úprava, při které působí na potraviny horká tekutina (voda) o teplotě 100 °C v uzavřené nádobě. Potravina je zcela nebo částečně ponořena v tekutině. Teplo se při vaření šíří vodou prouděním [53].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Plodnice vyšších hub jsou příjemným zpestřením jídelníčku. Již po staletí je známo, že obsahují řadu bioaktivních látek, z nichž některé mohou mít antioxidační vlastnosti. Vzhledem k tomu, že plodnice se většinou nedají konzumovat syrové, je nutné je tepelně upravit. Hlavním cílem mé diplomové práce bylo sledovat antioxidační vlastnosti vybraných druhů plodnic vyšších hub, a to v mražené a sušené formě a dále sledovat vliv kuchyňského zpracování na změny antioxidačních vlastností.

Konkrétní cíle diplomové práce byly stanoveny takto:

V teoretické části:

1. Charakterizovat vyšší houby.
2. Popsat chemické složení vyšších hub.
3. Popsat antioxidanty a aspekty jejich výskytu v přírodě.

V praktické části:

1. Provést kulinární a chemická stanovení.
2. Prezentovat získané výsledky a diskutovat je s literaturou.

8 METODIKA KULINÁRNÍCH A CHEMICKÝCH STANOVENÍ

8.1 Získání pokusného materiálu

Pro tuto diplomovou práci byly zvoleny čtyři druhy hub. Houby byly posbírány plně rozvinuté, nepřežralé, začátkem měsíce září. Z důvodu nepříznivého počasí byla část posbíraná v různých lesích a druhá část byla zakoupena v obchodní síti.

Pro účely diplomové práce byly analyzovány následující druhy hub:

- Bedla vysoká (*Macrolepiota procera*)
- Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*)
- Klouzek obecný (*Suillus luteus*)
- Pečárka dvouvýtrusná (*Agaricus bisporus*)
- Pečárka polní (*Agaricus campestris*)

Klouzek obecný (*Suillus luteus*) byl posbírán v lokalitě Veselí nad Moravou v jehličnatém lese. Bedla vysoká (*Macrolepiota procera*) a pečárka polní (*Agaricus campestris*) byly posbírány ve smíšeném lese v lokalitě Znojemsko.

Pečárka dvouvýtrusná (*Agaricus bisporus*) a hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) byly zakoupeny v obchodní síti.

8.2 Úprava vzorku před chemickou analýzou

Plodnice byly ihned po sběru očištěny a následně upraveny danou kuchyňskou úpravou. Pro každou úpravu byly posbírány tři plodnice. Vzorky byly upraveny sušením, mražením a vařením ve vodě po dobu 10, 15 a 20 minut.

Pro úpravu sušením jsem houby pečlivě očistila, rozřezala na podélné plátky. Rozložila jsem je na sítku ze silonového pletiva. Kladla jsem je v jedné vrstvě. Sušila jsem je při pokojové teplotě, dokud nebyly dostatečně suché. Sušení bylo skončené, když houby měli konstantní hmotnost a plátky se lámaly, nikoliv ohýbaly. Usušené houby jsem vložila do sklenic a uzavřela víčkem. Uchovávala jsem je v temnu.

Houby pro účel mražení jsem očistila, a v celku jsem je vložila do mikroténových sáčků a zmrazila při teplotě -18 °C.

Pro úpravu hub vařením byly houby posbírány, očištěny a uchovány tři dny na chladném místě. Po této době byly houby nakrájeny na menší kousky. Byly vloženy do nádoby, zality vodou a vařeny po různě dlouhou dobu. Tato doba byla 10, 15 a 20 minut.

8.3 Příprava extraktu

Po kuchyňském zpracování a před vlastním laboratorním měřením byly připraveny extrakty pomocí postupu popsaného Ropem et al. (2010). Tento postup extrakce byl upraven pro vlastní stanovení. Pro extrakci bylo naváženo 5 g vzorku (1 g u hub sušených) s přesností na 0,01 g do třecí misky, bylo přidáno 50 ml metanolu a směs byla rozetřena. Po homogenizaci byla směs kvantitativně převedena do Erlenmayerovy baňky. Baňka byla obalena folií a umístěna do vodní lázně o teplotě 25 °C na 24 hodin. Po uběhnutí této doby byla směs zfiltrována přes papírový filtr Filtrapak No.390 [54].

Tento postup byl stejný pro vzorky sušené, mražené i vařené.

8.4 Chemická analýza

V mé diplomové práci jsem stanovovala u hub různě kuchyňsky upravených antioxidační aktivitu, obsah polyfenolů a obsah flavonoidů.

8.4.1 Stanovení antioxidační aktivity - Metoda činnosti radikálů DPPH

Toto stanovení spočívá v reakci testované látky se stabilním radikálem DPPH (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl). Při reakci dochází k redukci radikálu za vzniku DPPH-H (difenylpikrylhydrazin) [55]. Redukce se projevuje odbarvením roztoku a poklesem absorbance. Reakce je nejčastěji sledována spektrofotometricky [56].

Stanovení antioxidační aktivity bylo provedeno metodou podle Ropa et al. (2010). Tato metoda byla následně upravena podle potřeby. Nejdříve byl připraven extrakt vzorku, poté byl připraven zásobní roztok z 0,024 g DPPH do 100 ml metanolu. Z tohoto roztoku byl připraven pracovní roztok, který vznikl smícháním 10 ml zásobního roztoku s 45 ml metanolu. Byla proměřena absorbance (A_0). Reakční směs byla vytvořena přidáním 450 μ l zfiltrovaného vzorku s 8,55 ml pracovního roztoku. Reakční směs byla na hodinu ponechána ve tmě. Poté byla proměřena absorbance jednotlivých vzorků při vlnové délce 515 nm. Byly provedeny vždy dvě měření a výsledky vyjádřeny v % úbytku [57].

8.4.2 Stanovení obsahu polyfenolů – Metoda s Folin-Ciocalteuovým činidlem

Folin-Ciocalteuové (F-C) činidlo je fenolové činidlo, které neobsahuje fenol. Činidlo reaguje s fenoly a redukující látky tvoří chromogeny, které mohou být detekovány spektrofotometricky [58].

Obsah polyfenolů byl stanoven postupem uvedeným Ropem et al. (2010). Tento postup byl upraven pro dané stanovení. Reakční směs byla připravena z 0,1 ml zfiltrovaného extraktu, 0,5 ml F-C činidla, 1,5 ml 20 % Na_2CO_3 a do 10 ml doplněno H_2O . Byl připraven také slepý pokus, který obsahoval pouze destilovanou vodu, F-C činidlo, 20% roztok Na_2CO_3 , proti němu byly pak měřeny ostatní vzorky při vlnové délce 765 nm. Měření bylo provedeno dvakrát vedle sebe [59].

Ze zásobního roztoku kyseliny gallové byla vytvořena kalibrační řada o koncentracích 50, 100, 200, 400, 600, 800 mg/l. Tyto koncentrace byly získány ředěním s H_2O v poměrech: 800 mg/l (bez ředění), 600 mg/l (3:1), 400 mg/l (1:1), 200 mg/l (1:3), 100 mg/l (1:7), 50 mg/l (1:1) z 100 mg/l. Dále bylo přidáno 0,5 ml F-C činidla, 1,5 ml 20% Na_2CO_3 . Absorbance byla proměřena při vlnové délce 765 nm. Výsledky byly vyjádřeny v mg kyseliny gallové/kg.

8.4.3 Stanovení obsahu flavonoidů

Pro stanovení obsahu flavonoidů byl použitý postup popsáný Ropem et al. (2011). Popsané stanovení bylo upraveno podle potřeb stanovení. Do 10 ml odměrné baňky bylo smícháno 0,3 ml extraktu, 3,4 ml 30 % ethanolu (96 % ethanol je 15 ml + 35 ml H_2O), 0,15 ml NaNO_2 (0,5 mol/l tj. 0,345 g do 10 ml H_2O) a 0,15 ml $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,3 mol/l tj. 0,7243 g s 10 ml H_2O). Po 5 minutách byl přidán 1 ml NaOH (1mol/l tj. 0,4 g s 10 ml H_2O). Takto připravená směs byla měřena při vlnové délce 506 nm [59].

Celková koncentrace flavonoidů byla vypočítána z kalibrační křivky pomocí rutinu jako standardu. Výsledky byly vyjádřeny v mg rutinu/kg.

9 VÝSLEDKY

9.1 Srovnávací studie čtyř druhů plodnic vyšších hub a jejich antioxidačních vlastností - mražení a sušení

V tabulce číslo 1 jsou uvedené naměřené hodnoty antioxidační aktivity, obsah polyfenolů a flavonoidů u čtyř druhů plodnic vyšších hub, které byly konzervované mražením.

Nejvyšší antioxidační aktivita u mražených hub byla zjištěna v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) a činila 72,76 % úbytku. Nejnižší množství 16,41 % úbytku bylo naměřeno v hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*). V pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) zakoupené v obchodní síti byla antioxidační aktivita jen o něco vyšší než u hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) a to 19,81 % úbytku. Úbytek 48,63 % byl zaznamenán u pečárky polní (*Agaricus campestris*) získané sběrem v lese.

Stejně jako u antioxidační aktivity bylo nejvyšší množství polyfenolů naměřeno v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*), a to 725,00 mg/kg. Nejnižší hodnota byla v hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) a činila 291,00 mg/kg. Pečárka dvouvýtrusná (*Agaricus bisporus*) zakoupená měla 410,44 mg/kg polyfenolů. U pečárky polní (*Agaricus campestris*) posbírané v lese byl obsah vyšší 692,50 mg/kg.

Nejvíce flavonoidů 514,89 mg/kg měla bedla vysoká (*Macrolepiota procera*). Nejnižší obsah 262,50 mg/kg byl zjištěn v zakoupené pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*). 290,00 mg/kg flavonoidů bylo v hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*). V pečárce polní (*Agaricus campestris*) bylo naměřeno druhé nejvyšší množství, které činilo 455,44 mg/kg.

Tabulka číslo 1: Obsah antioxidantů, polyfenolů a flavonoidů v mražených houbách

	Způsob získání	Antioxidační aktivita (% úbytku)	Polyfenoly (mg/kg)	Flavonoidy (mg/kg)
Pečárka dvouvýtrusná (<i>Agaricus bisporus</i>)	koupeno	19,81	410,44	262,50
Pečárka polní (<i>Agaricus campestris</i>)	posbíráno	48,63	692,50	455,44
Bedla vysoká (<i>Macrolepiota procera</i>)	posbíráno	72,76	725,00	514,89
Hlíva ústříčná (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	koupeno	16,41	291,00	290,00

Tabulka číslo 2 uvádí hodnoty antioxidační aktivity, obsah polyfenolů a flavonoidů v houbách upravených sušením.

Nejvyšší úbytek antioxidační aktivity 80,76 % měla pečárka polní (*Agaricus campestris*) posbíraná v lese. Zatímco nejnižší úbytek 17,46 % byl zaznamenán v hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*). V pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) zakoupené činil úbytek 32,54 %. Druhý nejvyšší úbytek 48,46 % byl zjištěn v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*).

Při stanovování obsahu polyfenolů byla nejnižší hodnota 4 387,50 mg/kg zjištěna v posbírané pečárce polní (*Agaricus campestris*). Pečárka dvouvýtrusná (*Agaricus bisporus*) zakoupená měla 4 905,00 mg/kg polyfenolů. Nejvyšší obsah byl naměřen v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) a činil 6 387,50 mg/kg. V hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) bylo 4 571,65 mg/kg polyfenolů.

Nejvíce flavonoidů 4 075,00 mg/kg bylo v zakoupené pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*). Pečárka polní (*Agaricus campestris*) posbíraná v lese měla 3 938,35 mg/kg polyfenolů. V hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) byl obsah flavonoidů téměř stejný 3 937,50 mg/kg. V bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) bylo naměřeno nejnižší množství flavonoidů, a to 2 155,00 mg/kg.

Tabulka číslo 2: Obsah antioxidantů, polyfenolů a flavonoidů v sušených houbách

	Způsob získání	Antioxidační aktivita (% úbytku)	Polyfenoly (mg/kg)	Flavonoidy (mg/kg)
Pečárka dvouvýtrusná <i>(Agaricus bisporus)</i>	koupeno	32,54	4 905,00	4 075,00
Pečárka polní <i>(Agaricus campestris)</i>	posbíráno	80,76	4 387,50	3 938,35
Bedla vysoká <i>(Macrolepiota procera)</i>	posbíráno	48,46	6 387,50	2 155,00
Hlíva ústříčná <i>(Pleurotus ostreatus)</i>	koupeno	17,46	4 571,65	3 937,50

9.2 Vliv kulinární úpravy na antioxidační vlastnosti tří druhů plodnic vyšších hub

V tabulce číslo 3 jsou zaznamenány změny antioxidačních vlastností při vaření po dobu 10, 15 a 20 minut u zakoupené pečárky dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*).

Nejnižší antioxidační aktivita byla naměřena u vaření po dobu 10 minut. Tato hodnota činila 24,62 % úbytku. Prostřední hodnota 26,76 % úbytku byla při 15-ti minutovém vaření. Nejvyšší úbytek 28,78 % byl při vaření po dobu 20 minut.

Nejvyšší obsah polyfenolů 882,50 mg/kg byl zaznamenán při vaření 10-ti minutovém. Nejméně, a to 315,00 mg/kg bylo naměřeno při 15-ti minutovém vaření. Při vaření 20 minut činil obsah polyfenolů 541,56 mg/kg.

Nejvíce flavonoidů 411,56 mg/kg bylo při vaření po dobu 10 minut. Množství 387,50 mg/kg bylo zjištěno při 20-ti minutovém vaření. O něco nižší obsah 293,22 mg/kg byl naměřen při vaření 15-ti minutovém.

Tabulka číslo 3: Obsah antioxidační aktivity, polyfenolů a flavonoidů v pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) upravené vařením

Dušení	Antioxidační aktivita (% úbytku)	Polyfenoly (mg/kg)	Flavonoidy (mg/kg)
10 minut	24,62	882,50	411,56
15 minut	26,76	315,00	293,22
20 minut	28,78	541,56	387,50

Tabulka číslo 4 uvádí naměřené hodnoty antioxidační aktivity, obsah polyfenolů a flavonoidů v hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) po dobu vaření 10, 15 a 20 minut.

Při 10-ti minutovém vaření byl úbytek antioxidační aktivity 12,61 %. Nejnižší hodnota 10,87 % úbytku byla naměřena při vaření po dobu 15 minut. Naopak nejvyšší množství 14,79 % úbytku bylo při 20-ti minutovém vaření.

Nejvyšší množství polyfenolů 476,56 mg/kg bylo zjištěno při vaření 15-ti minutovém. Nejméně polyfenolů 351,56 mg/kg bylo při vaření 10 minut. Střední obsah 457,50 mg/kg byl při 20-ti minutovém vaření.

Nejvíce flavonoidů 385,44 mg/kg bylo naměřeno při vaření 20 minut. Nejnižší množství 165,00 mg/kg bylo zjištěno při 10-ti minutovém vaření. O něco více flavonoidů 175,00 mg/kg bylo zjištěno při vaření po dobu 15 minut.

Tabulka číslo 4: Obsah antioxidační aktivity, polyfenolů a flavonoidů v hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) upravené vařením

Vaření	Antioxidační aktivita (% úbytku)	Polyfenoly (mg/kg)	Flavonoidy (mg/kg)
10 minut	12,61	351,56	165,00
15 minut	10,87	476,56	175,00
20 minut	14,79	457,50	385,44

V tabulce číslo 5 jsou uvedeny zjištěné obsahy antioxidační aktivity, polyfenolů a flavonoidů v klouzku obecném (*Suillus luteus*) při vaření po dobu 10-ti, 15-ti a 20-ti minut.

Antioxidační aktivita při jednotlivých dobách vaření se od sebe velmi nelišila. Vařením po dobu 10 minut byla antioxidační aktivita 36,05 % úbytku. Při 15-ti minutovém vaření byla hodnota úbytku antioxidační aktivity o něco nižší, a to 34,36 %. Nejvyšší úbytek činil 37,31 % při vaření 20 minut.

Obsahy polyfenolů nebyly rovněž příliš odlišné. Nejvyšší množství 588,22 mg/kg bylo zjištěno při vaření po dobu 15 minut. Naopak nejméně polyfenolů 510,44 mg/kg bylo naměřeno při vaření 10-ti minutovém. Obsah 570,44 mg/kg byl při 20-ti minutovém vaření.

Nejvíce flavonoidů bylo zjištěno vařením po dobu 15 minut, a to 352,50 mg/kg. Střední hodnota byla 315,00 mg/kg při vaření po dobu 10 minut. Nejnižší obsah 285,00 mg/kg byl naměřen při vaření 20-ti minutovém.

Tabulka číslo 5: Obsah antioxidační aktivity, polyfenolů a flavonoidů v klouzku obecném (Suillus luteus) upraveného vařením

Vaření	Antioxidační aktivita (% úbytku)	Polyfenoly (mg/kg)	Flavonoidy (mg/kg)
10 minut	36,05	510,44	315,00
15 minut	34,36	588,22	352,50
20 minut	37,31	570,44	285,00

10 DISKUZE

Houby jsou eukaryotické, heterotrofní organismy, obklopeny buněčnou stěnou obsahující chitin [60]. Jedná se o velmi rozmanitou skupinu organismů. Jsou považovány za samostatnou říši, podobně jako rostliny a živočichové [17]. Z potravinářského hlediska se houby přiřazují k zelenině [8]. Představují příjemné zpestření jídelníčku [17]. Konzumují se ve formě jídel, v nichž tvoří houby hlavní složku, a nejsou tedy pouze přísadami [61]. Houby mohou mít velkou nutriční hodnotu [62].

Nejvíce zastoupenými složkami biologických materiálů hub jsou voda, bílkoviny, sacharidy a lipidy [21]. Houby jsou bohaté na bílkoviny, se značným množstvím esenciálních aminokyselin. Tuky jsou obsaženy v malém množství. V jedlých houbách je také důležitý obsah vitaminů (B₁, B₂, B₁₂, C, D a E) [62], jsou rovněž bohatým zdrojem minerálních látek [63]. Houby dále obsahují mnoho aromatických sloučenin, pryskyřičných látek, alkaloidů, kyselin a dalších látek [8]. Jsou zde barviva, která spolu s vonnými složkami ovlivňují éterickou a kulinární hodnotu hub [21].

Houby mají antioxidační aktivitu [63]. Antioxidační aktivita je definována jako schopnost sloučeniny inhibovat oxidační degradaci různých sloučenin [64]. Antioxidanty jsou chemické látky, které chrání buňky před poškozením volnými radikály [63]. Polyfenoly jsou hlavní rostlinné fenolické látky s antioxidační aktivitou [65]. Nachází se v různých částech rostlin, například v kořenech, listech, plodech [66]. Flavonoidy jsou sekundární rostlinné fenolické látky [67] obsahující v molekule 2 benzoové kruhy spojené tříuhlíkovým řetězcem [68]. Mají významné antioxidační a chelatační vlastnosti. Nejvíce jsou obsaženy v ovoci, zelenině, čaji, víně a kakau [67].

Cílem diplomové práce bylo sledovat antioxidační vlastnosti vyšších hub upravených mražením a sušením. Dalším cílem bylo sledovat vliv kuchyňského zpracování na změny antioxidačních vlastností plodnic daných druhů vyšších hub.

10.1 Antioxidační vlastnosti v houbách upravených sušením

Antioxidační aktivita v pečárce polní (*Agaricus campestris*) činila v mé práci 80,76 %. Tato hodnota je podobná té, kterou uvádí Barros et al. (2008) v pečárce sp. (*Agaricus* sp.) [69]. Elmastas et al. (2007) zjistil v pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) 77,5 % antioxidační aktivitu [70]. Mnou zakoupená pečárka dvouvýtrusná

(*Agaricus bisporus*) obsahovala 32,54 %, což je dvojnásobně nižší úbytek barevnosti DPPH činidla. Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) měla antioxidační aktivitu podle Akaty et al. (2012) 96,16 % [71]. Elmastasem et al. (2007) bylo stanoveno stejné množství antioxidační aktivity, které uvedl Akata et al. (2012) [70]. V hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) byla antioxidační aktivita oproti článkům výrazně nižší, a to 17,46 %. Mnou zjištěný úbytek barevnosti DPPH činidla činil 48,46 %, což je téměř o polovinu méně, než naměřil Keles et al. (2011) [73].

Obsah polyfenolů u hub rodu pečárka sp. (*Agaricus* sp.) podle Palaciase et al. (2011) byl v rozsahu 1 000–6 000 mg/kg [74]. Barros et al. (2008) stanovil v pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) 4 490 mg/kg polyfenolů [69]. Pečárka polní (*Agaricus campestris*) v mé práci obsahovala 4 387,50 mg/kg polyfenolů, přičemž v pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) bylo zaznamenáno ještě vyšší množství, a to 4 905,55 mg/kg. V houbách rodu hlíva sp. (*Pleurotus* sp.) bylo Kelesem et al. (2011) naměřeno 2 686,67 mg/kg polyfenolů [73]. Palacias et al. (2011) uvádí v těch samých houbách až dvojnásobné více polyfenolů [74]. Mnou zjištěný obsah v hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) byl 4 571,65 mg/kg. V bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) bylo podle Barrose et al. (2007) 3 170,00 mg/kg polyfenolů [72]. Keles et al. (2011) uvedl ve své práci dvojnásobné množství polyfenolů, než předchozí autoři [73]. V bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) jsem zjistila 6 387,50 mg/kg polyfenolů, což je více než v předchozím článku.

Houby rodu pečárka sp. (*Agaricus* sp.) obsahovaly podle Palaciase et al. (2011) 900–3 000 mg/kg flavonoidů [76]. Barros et al. (2008) naměřil v hlívě (*Pleurotus*) o něco více flavonoidů, než Palacias et al. (2011). V pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) bylo stejným autory zaznamenáno 1 730,00 mg/kg flavonoidů [69]. Mnou stanovený obsah flavonoidů v pečárce polní (*Agaricus campestris*) byl vyšší, a to 3 938,35 mg/kg. V pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) jsem naměřila 4 075,00 mg/kg, což je nepatrně více, než v práci podle Barrose et al. (2008). Venkatakrishnanem et al. (2010) uvádí v hlívě (*Pleurotus*) 1 820 mg/kg flavonoidů [76]. Babu et al. (2012) zaznamenal v té samé houbě o něco vyšší množství [77]. V hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) bylo v mé práci zjištěno 3 937,50 mg/kg flavonoidů. Bedla vysoká (*Macrolepiota procera*) obsahovala podle Barrose et al. (2007) 990 mg/kg flavonoidů [72]. Mnou uvedené

množství flavonoidů v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) bylo dvounásobně vyšší, než ve stanoveném článku, a to 2 155,00 mg/kg.

10.2 Antioxidační vlastnosti v houbách upravených mražením

Údaje antioxidační aktivity, obsah polyfenolů a flavonoidů v pečárce polní (*Agaricus campestris*) a pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) kuchyňsky upravené mražením jsou v literatuře nedostatečně uvedeny. Z toho důvodu jsem studovala údaje v jiných druzích vyšších hub.

Úbytek antioxidační aktivity v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) v mé práci byl 72,76 %, což odpovídá práci Barrose et al. (2007) [69]. Kim et al. (2009) uvádí v hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) antioxidační aktivitu 29,0 % [78]. O něco více antioxidační aktivity v hlívě (*Pleurotus*) stanovil i Kumar et al. (2011) [79]. Mnou zjištěný úbytek barevnosti DPPH činidla byl mnohem menší, a to 16,41 %. Antioxidační aktivita zaznamenaná Kumariem et al. (2011) v liškách sp. (*Cantharellus* sp.) byla v rozsahu 20,5–55,8 % [79]. V článku Barrose et al. (2007) byla antioxidační aktivita v mraženém lošáku jelením (*Sarcodon imbricatus*) a ryzci pravém (*Lactarius deliciosus*) v podobném rozmezí, jako předchozí údaje [72]. Mnou zakoupená pečárka dvouvýtrusná (*Agaricus bisporus*) měla úbytek antioxidační aktivity 19,81 %, v pečárce polní (*Agaricus campestris*) byl úbytek vyšší, činil 48,63 %.

Barros et al. (2007) zaznamenal v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) 2 590 mg/kg polyfenolů [72]. V mé práci jsem naměřila 725,00 mg/kg polyfenolů, což je trojnásobně méně. Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) obsahovala podle Kumaria et al. (2009) 21 200 mg/kg [78]. Kim et al. (2009) uvádí v hlívě sp. (*Pleurotus* sp.) trojnásobně více polyfenolů, než předchozí autor [79]. Množství celkových polyfenolů bylo v zakoupené hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*), na rozdíl od uvedených literárních zdrojů zanedbatelné, pouze 291,00 mg/kg. V lišce obecné (*Cantharellus cibarius*) bylo Valentou et al. (2005) zjištěno 13 600–25 400 mg/kg celkových polyfenolů [80]. Barros et al. (2007) stanovil u ryzce pravého (*Lactarius deliciosus*) a lošáku jeleního (*Sarcodon imbricatus*) obsah polyfenolů čtyřnásobně až desetinásobně nižší, ve srovnání s hodnotami zjištěnými v lišce obecné (*Cantharellus cibarius*). Zatímco v pečárce polní (*Agaricus campestris*) bylo v mé práci 692,50 mg/kg polyfenolů. Ještě nižší množství 410,44 mg/kg polyfenolů jsem stanovila v pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*).

Bedla vysoká obsahovala podle Barrose et al. (2007) pouze 900 mg/kg flavonoidů [72]. Mnou naměřené množství flavonoidů v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) bylo nižší, a to 514,89 mg/kg. Kumari et al. (2011) uvádí v hlívě sp. (*Pleurotus* sp.) 1 230 mg/kg flavonoidů [79]. Kim et al. (2009) zaznamenal ve stejných houbách téměř dvojnásobné množství [78]. V mé práci bylo v hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) 290,00 mg/kg flavonoidů. V houbách rodu liška sp. (*Cantharellus* sp.) podle Kumaria et al. (2011) bylo 1 340–1 920 mg/kg flavonoidů [80]. Barros et al. (2007) stanovil v ryzci pravém (*Lactarius deliciosus*) stejné množství flavonoidů, které uvedl Kumari et al. (2011) v lišce sp. (*Cantharellus* sp.), v lošáku jelením byl o něco nižší obsah, a to 1 120,00 mg/kg flavonoidů [72]. Mnou zjištěné hodnoty flavonoidů byly nižší. V pečárce polní (*Agaricus campestris*) bylo 455,44 mg/kg flavonoidů, zakoupená pečárka dvouvýtrusná (*Agaricus bisporus*) obsahovala 262,5 mg/kg flavonoidů.

10.3 Antioxidační vlastnosti v houbách upravených vařením

Vařením hub se mění obsah antioxidační aktivity, polyfenolů a flavonoidů ve všech druzích hub [81]. V mé práci byly houby upraveny vařením po dobu 10-ti, 15-ti a 20-ti minut. Doba 10-ti, 15-ti a 20-ti minutového vaření na změny antioxidačních vlastností vyšších hub je v článku málo rozebrána, proto uvádím hodnoty v odlišných druzích hub a při jiné době vaření.

Jagadish et al. (2009) naměřil v pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) vařené po dobu 1 hodiny antioxidační aktivitu v rozmezí 17,32–82,44 % [82]. V pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) byl mnou zaznamenaný úbytek antioxidační aktivity v podobném rozmezí. Nejnižší úbytek antioxidační aktivity 24,62 % byl při vaření po dobu 10-ti minut. Při 15 minutovém vaření činil úbytek 26,76 %. Nejvyšší změna antioxidační aktivity byla zaznamenána při vaření 20-ti minutovém. Podle Kettawana et al. (2011) obsahovala hlíva máčková (*Pleurotus eryngii*) vařená 1 minutu 110 mg/kg antioxidační aktivity. Ti samí autoři uvádějí v hlívě sp. (*Pleurotus* sp.) podobné hodnoty antioxidační aktivity [81]. V hlívě ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) vařené v mé práci byl stanoven nejvyšší úbytek barevnosti DPPH činidla 14,79 % při vaření po dobu 20 minut. Vařením 15 minut byl úbytek nejnižší, a to 10,87 %. Vařením 10 minut ubylo 12,61 % antioxidační aktivity. Úbytek antioxidační aktivity v klouzku obecném (*Suillus luteus*) kuchyňsky upraveném vařením po dobu 10-ti minut činil v mé práci 36,05 %. Při vaření 15 minut byl

úbytek o něco nižší 34,36 %. 37,31 % snížení antioxidační aktivity bylo zaznamenáno při 20-ti minutovém vaření. Kettawan et al. (2011) uvádí v penízovce sametonohé (*Flammulina velutipes*) vařené 15 sekund o něco vyšší množství antioxidantů, oproti mnou naměřeným hodnotám. V kukmáku sklepním (*Volvariella volvacea*) vařeném 1 minutu a v hvězdáku vlhkoměrném (*Astreaus hygrometricus*) vařeném po dobu 4 minut byla podle stejných autorů antioxidační aktivita téměř čtyřnásobně vyšší [81].

Podle Jadishe et al. (2009) obsahovala pečárka dvouvýtrusná (*Agaricus bisporus*) vařená po dobu 1 hodiny 70 670 mg/kg polyfenolů [82]. V pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) mnou vařené bylo stanoveno mnohonásobně nižší množství. Po dobu 10-ti minutového vaření bylo zjištěno 882,50 mg/kg polyfenolů. 315,00 mg/kg polyfenolů bylo naměřeno při vaření 15 minut. Vařením 20-ti minutovým činil obsah polyfenolů 541,56 mg/kg. Barros et al. (2007) uvádí ve vařeném ryzci pravém (*Lactarius deliciosus*) 1 230 mg/kg polyfenolů. Vařená bedla útlá (*Macrolepiota mastoidea*) a lošák jelení (*Sarcodon imbricatus*) podle stejných autorů měly podobné množství polyfenolů, zatímco v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) bylo zaznamenáno dvojnásobně více polyfenolů, oproti předešlým houbám [72]. V mé práci byly v hlívě ústřičné (*Pleurotus ostreatus*) upravené vařením stanovené až trojnásobně nižší obsahy polyfenolů. Vařením 15 minut bylo množství celkových polyfenolů 476,56 mg/kg, při vaření 20 minut činil obsah polyfenolů 457,50 mg/kg. Nejméně polyfenolů bylo při vaření 10-ti minutovém, a to 351, 56 mg/kg. V klouzku obecném (*Suillus luteus*) jsem naměřila po dobu vaření 10 minut 510,44 mg/kg polyfenolů. Při vaření 15 minut bylo v této houbě zjištěno 588,22 mg/kg. 570,44 mg/kg polyfenolů bylo naměřeno při vaření 20 minut.

V pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*) upravené vařením po dobu 1 hodiny zaznamenal Jagadish et al. (2009) 15 200 mg/kg celkových flavonoidů [82]. Při vaření 10 minut jsem naměřila 411,56 mg/kg flavonoidů v pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*). Vařením o 5 minut déle se obsah snížil na 293,22 mg/kg. Při vaření 20 minut bylo množství o něco vyšší, a to 387,5 mg/kg. Barros et al. (2007) uvádí ve vařené bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) 200 mg/kg flavonoidů. V bedle útlé (*Macrolepiota mastoidea*), ryzci pravém (*Lactarius deliciosus*) a lošáku jelením (*Sarcodon imbricatus*) bylo těmi samými autory zjištěno čtyřikrát až pětkrát více flavonoidů [72]. Hlíva ústřičná (*Pleurotus ostreatus*) v mé práci upravená vařením po dobu 10-ti minut obsahovala 165,00 mg/kg. Při vaření 15-ti minutovém bylo množství flavonoidů, o něco vyšší a to

175,00 mg/kg. Nejvyšší množství 385,44 mg/kg bylo stanoveno při vaření po dobu 20-ti minut. Klouzek obecný (*Suillus luteus*) vařený 10 minut v mé práci obsahoval 315,00 mg/kg flavonoidů. Při vaření 15 minut činilo množství flavonoidů 352,5 mg/kg. Nejvíce flavonoidů 285,00 mg/kg bylo zjištěno v klouzku obecném (*Suillus luteus*) vařeném 20 minut.

Rozdíly v naměřených hodnotách antioxidační aktivity, obsahu polyfenolů a flavonoidů, ve srovnání s články mohou být způsobeny odlišným způsobem pěstování, jiným substrátem a různými klimatickými podmínkami. Příčinou může být i ekotyp [83].

Antioxidační vlastnosti v houbách upravených sušením a mraženým jsou v literatuře dostatečně objasněny. Zatímco málo poznatků v literatuře je o změnách antioxidačních vlastností u vyšších hub upravených vařením. Význam diplomové práce spočívá v tom, že bylo provedeno stanovení změn antioxidačních vlastností v závislosti na kuchyňské úpravě. Výsledky jsou mnohdy originální, ale je jisté, že bude muset být provedena komplexnější studie. K čemuž je inspirací tato diplomová práce.

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na sledování vlivu sušení, mražení a 10-ti, 15-ti a 20-ti minutové vaření na antioxidační aktivitu, obsah polyfenolů a flavonoidů ve vybraných druzích vyšších hub.

Antioxidanty jsou látky, jejichž molekuly pomáhají omezovat aktivitu volných kyslíkových radikálů, především kyslíku a dusíku. Prodlužují údržnost potravin tím, že je chrání před znehodnocením způsobeným oxidací. Houby vykazují značnou antioxidační aktivitu, tj. schopnost inaktivovat volné radikály. Množství antioxidačních vlastností závisí na zpracování hub. Při kuchyňské úpravě dochází ke změnám antioxidační aktivity, obsahu polyfenolů a flavonoidů.

Konkrétní závěry mé práce byly:

- 1) Při zjišťování antioxidační aktivity v sušených houbách byla nejvyšší v pečárce polní (*Agaricus campestris*), naopak nejnižší byla v hlívě ústřičné (*Pleurotus ostreatus*). V houbách upravených mražením byla nejvyšší antioxidační aktivita zaznamenána u bedly vysoké (*Macrolepiota procera*), nejmenší antioxidační aktivita byla v hlívě ústřičné (*Pleurotus ostreatus*). Antioxidační aktivita ve vařené pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*), hlívě ústřičné (*Pleurotus ostreatus*) a klouzku obecném (*Suillus luteus*) se při prodlužování doby vaření postupně měnila.
- 2) Nejvíce polyfenolů v houbách upravených sušením bylo v pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*), nejméně jich bylo v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*). V kuchyňsky upravených houbách mražením bylo nejvyšší množství polyfenolů v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*), naopak nejnižší obsah byl v hlívě ústřičné (*Pleurotus ostreatus*). Množství polyfenolů se v houbách během vaření postupně měnilo.
- 3) V sušených houbách byl nejvyšší obsah flavonoidů zjištěn v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*), nejméně flavonoidů bylo v hlívě ústřičné (*Pleurotus ostreatus*). Nejvyšší množství flavonoidů bylo u mražených hub zaznamenáno v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*), naopak nejméně v pečárce dvouvýtrusné (*Agaricus bisporus*). Stejně jako u antioxidační aktivity a polyfenolů, se množství flavonoidů ve vyšších houbách s délkou vaření různě měnilo.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LAESSOE, T., DEL CONTE, A. *Houby: praktický průvodce sběrem, určováním a kuchyňskou úpravou hub rostoucích v přírodě*. 2. vydání. Praha: Fortuna Print, 2004. ISBN 80-7321-115-7
- [2] KOVÁŘ, L. *Praktický houbař*. 1. vydání. Praha: Dokořán, 2010. 174 s. ISBN 978-80-7363-298-4
- [3] JABLONSKÝ, I., ŠAŠEK, V. *Pěstování hub ve velkém i malém*. 1. vydání. Praha: Brázda, 1997. 165 s. ISBN 80-209-0266-X
- [4] KEIZER, G, J. *Houby*. 2. vydání. Čestlice: Rebo productions, 2005. 288 s. ISBN 80-7234-479-X
- [5] GERHARDT, E. *Houby: klíč ke spolehlivému určování - 3 znaky*. 2. vydání. Čestlice: Rebo, 2007. 239 s. ISBN 978-80-7234-887-9
- [6] KOVÁŘ, L. *Breviř o houbách*. 1. vydání. Praha: Olympia, 1999. 154 s. ISBN 80-7033-593-9
- [7] HAGARA, L. *Atlas hub*. 4. vydání. Martin: Neografie, 2002. 461 s. ISBN 80-88892-46-5
- [8] SMOTLACHA, M. *Kapesní atlas hub*. 1. vydání. Praha: Ottovo nakladatelství, 2002. 304 s. ISBN 80-7181-675-2
- [9] JABLONSKÝ, I., ŠAŠEK, V. *Jedlé a léčivé houby: pěstování a využití*. 1. vydání. Praha: Brázda, 2006. 263 s. ISBN 80-209-0341-0
- [10] ERHART, J., PŘÍHODA, A., ERHAROVÁ, M. *Houby ve fotografii*. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1977. 255 s.
- [11] LAESSOE, T. *Houby*. 1. vydání. Praha: Knižní klub, 2004. 304 s. ISBN 80-242-1194-7
- [12] MIKŠÍK, M. *Atlas hub: 101 druhů, které musíte znát*. 1, vydání. Brno: Computer Press, 2011. 140 s. ISBN 978-80-251-3524-2
- [13] ŠPAČEK, J. *Hlenky, houby, řasy*. 1. Vydání. Brno: Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, 1999. 134 s. ISBN 80-210-2157-8

- [14] SMOTLACHA, M., MALÝ, J. *Atlas tržních a jedovatých hub*. 3. upravené vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. 269 s.
- [15] SVRČEK, M. *Houby*. 4. české vydání. Praha: Aventinum, 2002. 279 s. ISBN 80-7151-202-8
- [16] VOLK, R., VOLK, F. *Houby v přírodě a na talíři: určování a recepty*. 1. vydání. Praha: Knižní klub, 2004. 191 s. ISBN 80-242-1136-X
- [17] HAGARA, L., ANTONÍN, V. *Velký atlas hub*. 1. české vydání. Praha: Ottovo nakladatelství, 2006. 432 s. ISBN 80-7360-334-9
- [18] KOTLABA, F., ANTONÍN, V. *Kapesní atlas hub*. 1. vydání. Praha: Reader's Digest Výběr, 2003. 64 s. ISBN
- [19] KOTHE, H. W. *Atlas hub: 150 druhů jedlých i nejedlých hub*. 1. vydání. Praha: Ikar, 2000. 192 s. ISBN 80-7202-624-0
- [20] LAUX, H. E. *Jedlé houby a jejich jedovatí dvojníci: jak se správně rozeznat a sbírat*. 1. vydání. Líbeznice: Víkend 2006. 190 s. ISBN 80-86891-38-0
- [21] KALAČ, P. *Houby víme, co jíme?*. 1. vydání. České Budějovice: Dona, 2008. 114 s. ISBN 978-80-7322-112-6
- [22] KALAČ, P. *Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms*. České Budějovice: Nova Science Publishers, 2012. ISBN 979-1-61470-1101-1
- [23] ANONYM. *Carbohydrates – Chemical Structure*. [online]. [cit. 2013-18-03]. Dospitný z: <<http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohydrates2.html>>
- [24] MANTOVANI, M. S., BELLINI, M. F., ANGELI, J. P. F., OLIVEIRA, R. J., SILVA, A. F., RIBEIRO, L. R. Beta-glucans in promoting health: prevention against mutation and cancer. *Mutation Research*, 2008, 658 (3): 154-161. ISSN 1383-5742
- [25] MANZI, P., PIZZOFERRATO, L. Beta-glucans in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 2000, 68 (3): 315-318. ISSN 0308-8146
- [26] VÁŇA, P. *Léčivé houby podle bylináře Pavla*. 1. vydání. Praha: Eminent, 2003. 185 s. ISBN 80-7281-113-4

- [27] KALÁČ, P. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms. *Food Chemistry* 2009, 113 (1): 9-16 ISSN 0308-8146
- [28] VELÍŠEK, J., CEJPEK, K. Pigments of Higher Fungi. *Czech Journal of Food Sciences* 2011, 29 (2): 87-102
- [29] KOPŘIVA, V. *Antioxidační kapacita potravin. Doplňkový studijní materiál* [online]. [cit. 2013-02-12]. Dostupný z: <<http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/ANTIOXIDA%C4%8CN%C3%8D-KAPACITA-POTRAVIN.pdf>>
- [30] DOBIÁŠ, P., PAVLÍKOVÁ, P., ADAM, M., VENTURA, K. Využití extrakce nadkritickou tekutinou a extrakce v soxhletově extraktoru pro izolaci a stanovení vybraných antioxidantů v bylinách. *Chemické Listy*. 2010, 104: 572-581
- [31] PARKÁNYIOVÁ, J., PARKÁNYIOVÁ, L., POKORNÝ, J. *Rostliny jako zdroje přírodních antioxidantů*. Univerzita Pardubice: Sborník mezinárodní konference Vitamins, 2003. ISBN 80-7194-549-8
- [32] POKORNÝ, J. *Antioxidants in Food*. Woodhead Publishing, 2001. 400 s. ISBN 978-1-85573-463-0
- [33] HŘEJŠOVÁ, J. *Antioxidanty*. [online]. [cit. 2013-04-05]. Dostupný z: <http://www.drhorejsova.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=74%3Aa0&catid=34%3Aheadliners&Itemid=54>
- [34] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin II*. 3. vydání. Havlíčkův Brod: OSSIS, 2009. 644 s. ISBN 978-80-86659-16-9
- [35] MUKHOPADHYAY, A. K. *Antioxidants – Natural and Synthetic*. Germany: Amani International Publishers Kiel, 2006. ISBN 978-3-938054-05-5
- [36] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin: učebnice pro vysoké školy chemickotechnologické*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1983. 629 s.
- [37] PALACIOS, I., LOZANO, M., MORO, C., D'ARRIGO, M., ROSTAGNO, M. A., MARTINEZ, J. A., GARCIA-LAFUENTE, A., GUILLAMON, E., VILLARES, A. Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. *Food Chemistry* 2011, 128 (3): 674-678. ISSN 0308-8146

- [38] TRNA, J., TÁBORSKÁ, E. *Přírodní polyfenolové antioxidanty* [online]. [cit. 2013-02-12]. Dostupný z: <www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf>
- [39] BRAVO, L. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews* 1998, 56 (11): 317. ISSN 1753-4887
- [40] LANDATE, J. M. Polyphenols: Functions, Bioavailability, Metabolism, and Health. *Critical reviews in Food Science and Nutrition* 2012, 52 (10): 936-948. ISSN 1040-8398
- [41] D'ARCHIVIO, M., FILESI, C., DI BENEDETTO, R., GARCIULO, R., GIOVANNINI, C., MASELLA, R. Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Instituto Superiore Di Santita* 2007, 43 (4): 348-361. ISSN 1820-9268
- [42] TSAO, R. Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols. *Nutrients* 2010, 2 (12): 1231-1246. ISSN 2072-6643
- [43] MINDELL, E., MUNDIS, H. *Nová vitaminová bible: vitamin, minerální látky, antioxidanty, léčivé rostliny, doplňky stravy, léčebné účinky potravin i léky používané v homeopatii*. Praha: Ikar, 2010. 572 s. ISBN 978-80-249-1419-0
- [44] ROSS, J. A., KASUM, CH. M. Dietary flavonoids: Bioavailability, metabolic effects, and safety. *Annual Review of Nutrition*. 2002, 22: 19-34. ISSN 1205-5336
- [45] ANONYM. [online]. [cit. 2013-18-03]. Dostupný z: <http://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A0oG7uH6wUIR2W4AL7VXNyoA?p=polyphenol&fr=yfp-t-900&fr2=piv-web>
- [46] ROBBINS, R. J. Phenolic Acid in Foods: An overview of analytical methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2003, 51 (10): 2866-2887. ISSN 0021-8561
- [47] RODRIGUEZ, H., LANDETE, J. M., DE LAS RIVAS, B., MUNOZ, R. Metabolism of food phenolic acids by *Lactobacillus plantarum* CECT 748 (T). *Food Chemistry* 2008, 107 (4): 1393-1398. ISSN 0308-8146
- [48] ILČÍK, F., VAGUNDA, J., BEJBAK, P. *Technologie konzervárenství pro 4. ročník střední průmyslové školy konzervářské*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1981.

- [49] KENDALL, P., DIPERSIO, P., SOFOS, J. *Drying vegetables. Food and Nutrition Series*. [online]. [cit. 2013-02-12]. Dostupný z: <<http://www.ext.colostate.edu/pubs/foodnut/09308.html>>
- [50] BAIER, J. *Houby v lese a kuchyni*. 1. vydání. Praha: Beta – Dobrovský, 2003. 204 s. ISBN 80-7306-088-4
- [51] ANONYM. *Freezing Vegetables. Family and Consumer Sciences*. [online]. [cit. 2013-02-12]. Dostupný z: <<http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/5000/pdf/5333.pdf>>
- [52] HARRISON, J. A., ANDRESS, E. L. *Preserving Food: Freezing Vegetables*. [online]. [cit. 2013-02-12]. Dostupný z: <http://nchfp.uga.edu/publications/uga/uga_freeze_veg.pdf>
- [53] KOLOUCH, M., VOLFOVÁ, A. *Stroje a zařízení v gastronomii a technologie přípravy pokrmů pro střední a vyšší odborné školy*. 1. vydání. Praha: Fortuna, 2000. 112 s. ISBN 80-7168-719-7
- [54] ROP, O., MLČEK, J., JURÍKOVÁ, T., VALŠÍKOVÁ, M., SOCHOR, J., ŘEZNÍČEK, V., KRAMÁŘOVÁ, D. Phenolic content, antioxidant capacity, radical oxygen species scavenging and lipid peroxidation inhibiting activities of extracts of five black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) cultivars. *Journals of Medicinal Plants Research*. 2010, 4(22): 2431-2437. ISSN 1996-0875
- [55] PAULOVÁ, H., BOCHOŘÁKOVÁ, H., TÁBORSKÁ, E. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. *Chemické Listy*, 2004, 98: 174-179
- [56] ZLOCH, Z., ČELAKOVSKÝ, J., AUJEZDSKÁ, A. *Stanovení obsahu polyfenolů a celkové antioxidační kapacity v potravinách rostlinného původu*. Ústav hygieny Lékařské fakulty UK, Plzeň 2004
- [57] ROP, O., ŘEZNÍČEK, V., VALŠÍKOVÁ, M., JURÍKOVÁ, T., MLČEK, J., KRAMÁŘOVÁ, D. Antioxidant properties of European cranberrybush fruit (*Viburnum opulus* var *edule*). *Molecules*. 2010, 15 (6): 4467-4477. ISSN 1420-3049
- [58] ANONYM. *Product Information: Folin and Ciocalteu's phenol reagent*. [online]. [cit. 2013-04-05]. Dostupný z: <<http://www.sigmaldrich.com/etc/medialib/docs/>>

Sigma-Aldrich/Product_Information_Sheet/f9252pis.Par.0001.File.tmp/f9252pis.pdf>

- [59] ROP, O., ŘEZNÍČEK, V., MLČEK, J., JURÍKOVÁ, T., BALÍK, J., SOCHOR, J., KRAMÁŘOVÁ, D. Antioxidant and radical oxygen species scavenging activities of 12 cultivars of blue honeysuckle fruit. *Horticultural Science*. 2011. 38 (2): 63-70. ISSN 0862-876X
- [60] BODA, R. H., WANI, A. H., ZARGAR, M. A., GANIE, B. A., WANI, B. A., GANIE S. A. Nutritional values and antioxidant potential of some edible mushrooms of Kashmir valley. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2012, 25 (3): 623-627. ISSN 1011-601X
- [61] ŠKUBLA, P., VLADIMÍR, A. *Velký atlas hub*, 1. vydání. Bratislava: Priroda, 2007. 432 s. ISBN 978-80-07-01501-2
- [62] REIS, F. S., BAROSS, L., MARTINS, A., FERREIRA, I. C. F. R. Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: An inter-species comparative study. *Food and Chemical Toxicology*. 2012, 50 (2): 191-197. ISSN 0278-6915
- [63] WANI, A. H., BODA, R. H., PEER, T. N., PEER, L. A. Potential antioxidant activity of some mushrooms growing in Kashmir Valley. *Mycopath* 2010, 8(2): 71-75
- [64] ŠULC, M., LACHMAN, J., HAMOUZ, K., ORSÁK, M., DVOŘÁK, P., HORÁČKOVÁ, V. Výběr a zhodnocení výhodných metod pro stanovení antioxidační aktivity fialových a červených odrůd brambor. *Chemické Listy*. 2007, 101: 584-591
- [65] MOURE, A., CRUZ, J. M., FRANCO, D., DOMINGUEZ, J. M., SINEIRO, J., DOMINGUEZ, H., NUNEZ, M. J., PARAJO, J. C. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*. 2011, 72 (2): 145-171. ISSN 0308-8146
- [66] MARCANÍKOVÁ, A., BEŇOVÁ, B. Využití coulometrického detektoru pro analýzu fenolických látek. *Chemické Listy*. 2010, 104: 27-30

- [67] HEIM, K. H., TAGLIAFERRO, A. R., BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2002, 13 (10): 572-584. ISSN 0955-2863
- [68] ČOPÍKOVÁ, J. Čokoláda a zdraví. *Chemické Listy*. 2001, 95: 610-615
- [69] BARROS, L., FALCAO, S., BAPTISTA, P., REIRE, C., VILAS-BOAS, M., FERREIRA, I. C. F. R. Antioxidant of *Agaricus* sp mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Food Chemistry*. 2008, 111 (1): 61-66. ISSN 0308-8146
- [70] ELMASTAS, M., ISILDA, O., TURKEKUL, I., TEMUR, N. Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2007, 20 (3-4): 337-345. ISSN 0889-1575
- [71] AKATA, I., ERGONUL, B., KALYONCU, F. Chemical CompositionS and Antioxidant Activities of 16 Wild Edible Mushroom Species Grown in Anatolia. *International Journal of Pharmacology*. 2012, 8 (2): 134-138, ISSN 1811-7775
- [72] BARROS, L., BAPTISTA, P., CORREIA, DM., MORAIS, J. S., FERREIRA, I. C. F. R. Effects of conservation treatment and cooking on the chemical composition and antioxidant activity of portuguese wild edible mushrooms. *Journal Agricultural Food Chemistry*. 2007, 55 (12): 4781-4788. ISSN 0021-8561
- [73] KELES, A., KOC, I., GENCCELEP, H. Antioxidant Properties of Wild Edible Mushrooms. *Journal Food Process Technology*. 2011, 2 (6). ISSN 2157-7110
- [74] PALACIOS, I., LOZANO, M., MORO, C., D'ARRIGO, M., ROSTAGNO, M. A., MARTINEZ, J. A., GARCIA-LAFUENTE, A., GUILLAMON, E., VILLARES, A. Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. *Food Chemistry*. 2011, 128 (3): 674-678. ISSN 0308-8146
- [75] BARROS, L., CRUZ, T., BAPTISTA, P., ESTEVINHO, L. M., FERREIRA, I. C. F. R. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food and Chemical Toxicology*. 2008, 46 (8): 2742-2747. ISSN 0278-6915

- [76] VENKATAKRISHNAN, V., SHENBHAGARAMAN, R., KAVIYARASAN, V., GUNASUNDARI, D., RADHIKA, K., DANDAPANI, JAGADISH, L. K. Antioxidant and Antiproliferative Effect of *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Phytology*. 2010, 2 (1): 022-028. ISSN 2075-6240
- [77] BABU, D. R., PANDEY, M., RAO, G. N. Antioxidant and electrochemical properties of cultivated *Pleurotus* spp. and their sporeless/low sporing mutants. *Journal of Food Science and Technology*. 2012
- [78] KIM, J. H., KIM, S. J., PARK, H. R., CHOI, J. I., JU, Y. CH., NAM, K. CH., KIM, S. J., LEE, S. CH. The different antioxidant and anticancer activities depending on the color of oyster mushrooms. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2009, 3 (12): 1016-1020. ISSN 1996-0875
- [79] KUMARI, D., REDDY, M. S., UPADHYAY, R. CH. Antioxidant Activity of three Species of Wild Mushroom Genus *Cantharellus* Collected from North-Western Himalaya, India. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2011, 13 (3): 415-418. ISSN 1560-8530
- [80] VALENTO, P., ANDRADE, P. B., RANGEL, J., RIBEIRO, B., SILVA, B. M., BAPTISTA, P., SEABRA, R. M. Effect of the Conservation Procedure on the Contents of Phenolic Compounds and Organic Acids in *Chaterelle* (*Cantharellus cibarius*) Mushroom. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005, 53(12): 4925-4931. ISSN 0580263
- [81] KETTAWAN, A., CHANLEKHA, K., KONGKACHUICHAI, R., CHAROENSIRI, R. Effect of Cooking on Antioxidant Activities and Polyphenol Content of Edible Mushrooms Commonly Consumed in Thailand. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2011, 10 (11): 1094-1103. ISSN 1680-5194
- [82] JADISH, L. K., KRISHNAN, V. V., SHENBHAGARAMAN, R., KAVIYARASAN, V. Comparative study on the antioxidant, anticancer and antimicrobial property of *Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach before and after boiling. *African Journal of Biotechnology*. 2009, 8 (4): 654-661. ISSN 1684-5315
- [83] ROP, O., MLČEK, J., JURÍKOVÁ, T. Beta-glucans in higher fungi and their health effects. *Nutrition reviews*. 2009, 67 (11): 624-631. ISSN 0029-6643

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek číslo 1: Plodnice houby [9]</i>	16
<i>Obrázek číslo 2: Bedla vysoká (Macrolepiota procera)</i>	17
<i>Obrázek číslo 3: Hlíva ústříčná (Pleurotus ostreatus)</i>	18
<i>Obrázek číslo 4: Klouzek obecný (Suillus luteus) [17]</i>	19
<i>Obrázek číslo 5: Pečárka polní (Agaricus campestris)</i>	20
<i>Obrázek číslo 6: Pečárka dvouvýtrusná (Agaricus bisporus)</i>	21
<i>Obrázek číslo 7: Vzorec chitinu [23]</i>	22
<i>Obrázek číslo 8: Vzorec beta-glukanu [23]</i>	23
<i>Obrázek číslo 9: Schéma účinku antioxidantů [33]</i>	26
<i>Obrázek číslo 10: Základní struktura flavonoidů [41]</i>	31
<i>Obrázek číslo 11: Rozdělení flavonoidů [45]</i>	32

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka číslo 1: Obsah antioxidantů, polyfenolů a flavonoidů v mražených houbách</i>	42
<i>Tabulka číslo 2: Obsah antioxidantů, polyfenolů a flavonoidů v sušených houbách.....</i>	43
<i>Tabulka číslo 3: Obsah antioxidační aktivity, polyfenolů a flavonoidů v pečárce dvouvýtrusné (Agaricus bisporus) upravené vařením</i>	44
<i>Tabulka číslo 4: Obsah antioxidační aktivity, polyfenolů a flavonoidů v hlívě ústříčné (Pleurotus ostreatus) upravené vařením</i>	44
<i>Tabulka číslo 5: Obsah antioxidační aktivity, polyfenolů a flavonoidů v klouzku obecném (Suillus luteus) upraveného vařením</i>	45