

Chemické složení vyšších hub

Bc. Marcela Sobková

Diplomová práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marcela SOBKOVÁ**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Chemické složení vyšších hub**

Zásady pro vypracování:

1. V literární části popište taxonomii, fyziologii a chemické složení hub, zaměřte se zejména na oddělení Basidiomycetes.
2. Zpracujte nejnovější současné poznatky o výskytu biologicky aktivních látek v Basidiomycetech, zejména beta-glukanů.
3. V experimentální části se zabývejte stanovením sušiny, popelovin, fosforu a vybraného těžkého kovu u různých plodnic Basidiomycetů.
4. Porovnejte vybrané chemické vlastnosti volně rostoucích hub z různých lokalit s pěstovanými houbami.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. Chemické listy

2. WASSER, S.P.. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and biotechnology* 2002, 60(3):258-274

3. PURVES, W., et al.. *Life: The Science of Biology*. Sunderland 2004, Sinauer Associates, s.1121

4. Smotlacha, Miroslav. *Kapesní atlas hub*. Ottovo nakladatelství, Praha 2002, ISBN 80-7181-675-2, s.304

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Otakar Rop, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

6. listopadu 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2008

Ve Zlině dne 2. května 2008



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Haza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Cílem práce bylo popsat taxonomii, fyziologii a chemické složení hub - zvláště se zaměřením na oddělení *Basidiomycetes*. Práce se také zabývá současnými poznatky o výskytu biologicky aktivních látek v houbách - zejména β -glukanů. V experimentální části byly u plodnic různých druhů Basidiomycet stanoveny vybrané chemické vlastnosti, a to obsahy sušiny, popelovin, fosforu a rtuti. Část vzorků byla pěstována v domácích podmínkách, část zakoupena v obchodní síti a část nasbírána ve dvou různých lokalitách Valašska.

Klíčová slova: houby, *Basidiomycetes*, β -glukany, sušina, popeloviny, fosfor, rtuť

ABSTRACT

This master thesis is focused on taxonomy, physiology and chemical structure of mushroom - especially aim to division of *Basidiomycetes*. Attention was payed to present information about occurrence of biological active substances contained in mushrooms - especially β -glucans. In experimental part were in fruiting bodies of different types of *Basidiomycetes* analysed chosen chemical properties - contents of dry matter, mineral matter, phosphorus and mercury. Part of samples were grown at home conditions, part was bought and part was picked at two different localities of Wallachia.

Keywords: mushroom, *Basidiomycetes*, β -glucans, dry matter, mineral matter, phosphorus, mercury

Na tomto místě bych chtěla poděkovat svému vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Otakaru Ropovi, Ph.D, za cenné odborné rady a čas, který mi věnoval při realizaci této práce a napomáhal mi tak dosáhnout co nejlepšího zpracování. Další poděkování patří panu Ing. Pavlu Valáškoví, CSc. za jeho praktické připomínky a ochotu.

Mé velké díky patří paní Marii Dobiášové a panu Karlu Dobiášovi za pomoc při sběru, identifikaci a fotografování hub. Také děkuji celé své rodině za veškerou pomoc a podporu.

Motto:

„Houby jsou produktem ďábla vymyšleným jen proto,
aby narušil harmonii ostatní přírody
a přiváděl do rozpaků a zoufalství botaniky.“

Vaillant

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně 16.5.2008

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA HUB.....	11
1.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA HUB.....	11
1.2 SYSTEMATIKA HUB.....	12
1.2.1 Mikrosporidie (<i>Microsporidiomycota</i>).....	13
1.2.2 Chytridiomycety (<i>Chytridiomycota</i>).....	13
1.2.3 Houby spájkivé (<i>Zygomycota</i>).....	14
1.2.4 <i>Glomeromycota</i>	14
1.2.5 Houby vřeckovýtrusé (<i>Ascomycota</i>).....	14
1.2.6 Houby stopkovýtrusé (<i>Basidiomycota</i>)	15
1.2.6.1 Urediniomycetes	16
1.2.6.2 Ustilaginomycetes.....	16
1.2.6.3 Agaricomycetes.....	16
1.3 FYZIOLOGIE HUB	17
1.3.1 Výživa hub	17
1.3.1.1 Heterotrofní výživa	18
1.3.1.2 Saprotrofní houby	19
1.3.1.3 Parazitické houby.....	19
1.3.1.4 Symbióza.....	20
1.3.2 Růst hub	21
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ HUB.....	23
2.1 BÍLKOVINY	23
2.2 SACHARIDY	23
2.3 VODA, TUKY A AROMATICKÉ LÁTKY.....	25
2.4 VITAMÍNY, MINERÁLNÍ LÁTKY A TĚŽKÉ KOVY	26
2.5 TOXINY HUB.....	26
2.5.1 Toxiny mikromycetů	26
2.5.2 Toxiny makromycetů	31
2.6 LÉČIVÉ LÁTKY HUB	33
2.6.1 Námelové alkaloidy.....	33
2.6.2 Antibiotika.....	34
3 GLUKANY.....	37
3.1 STAVBA A VLASTNOSTI GLUKANŮ	37
3.2 β -GLUKANY V HOUBÁCH	39
3.3 PŮSOBENÍ β -GLUKANŮ V ŽIVOČIŠNÉM A LIDSKÉM ORGANISMU.....	40
3.4 MECHANISMUS PŮSOBENÍ β -GLUKANŮ.....	41
3.5 β -GLUKANY BASIDIOMYCET A JEJICH VÝZNAM V ŽIVOČIŠNÉM A LIDSKÉM ORGANISMU.....	42
4 VZORKY HUB.....	46

4.1	HLÍVA ÚSTŘIČNÁ (<i>PLEUROTUS OSTREATUS</i>)	47
4.1.1	Popis hlívy ústříčné (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	47
4.1.2	Pěstování hlívy ústříčné (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	48
4.2	ŽAMPION DVOUVÝTRUSÝ (<i>AGARICUS BISPORUS</i>).....	49
4.2.1	Popis žampionu dvouvýtrusého (<i>Agaricus bisporus</i>).....	49
4.2.2	Pěstování žampionu dvouvýtrusého (<i>Agaricus bisporus</i>).....	50
4.3	BEDLA VYSOKÁ (<i>MACROLEPIOTA PROCERA</i>).....	51
4.4	BEDLA ČERVENAJÍCÍ (<i>MACROLEPIOTA RHACODES</i>).....	51
4.5	HŘIB DUBOVÝ (<i>BOLETUS AESTIVALIS</i>).....	52
4.6	KŘEMENÁČ OSIKOVÝ (<i>LECCINUM RUFUM</i>).....	53
4.7	HŘIB HNĚDÝ (<i>XEROCOMUS BADIUS</i>)	53
4.8	HŘIB ŽLUTOMASÝ (<i>XEROCOMUS CHRYSENTERON</i>)	54
4.9	VÁCLAVKA OBECNÁ (<i>ARMILLARIELLA MELLEA</i>).....	54
4.10	PÝCHAVKA OBECNÁ (<i>LYCOPERDON PERLATUM</i>).....	55
4.11	ŽAMPION LESNÍ (<i>AGARICUS SYLVATICUS</i>).....	56
4.12	KLOUZEK SLIČNÝ (<i>SUILLUS GREVILLEI</i>).....	56
4.13	RYZEC PRAVÝ (<i>LACTARIUS DELICIOSUS</i>)	57
4.14	HŘIB SMRKOVÝ (<i>BOLETUS EDULIS</i>)	57
4.15	KŘEMENÁČ SMRKOVÝ (<i>LECCINUM PICEINUM</i>)	58
4.16	KLOUZEK SLIZKÝ (<i>SUILLUS VISCIDUS</i>).....	58
4.17	HOLUBINKA TRÁVOZELENÁ (<i>RUSSULA AERUGINEA</i>)	59
4.18	HOLUBINKA MANDLOVÁ (<i>RUSSULA VESCA</i>).....	59
4.19	KOZÁK BŘEZOVÝ (<i>LECCINUM SCABRUM</i>)	60
II	PRAKTICKÁ ČÁST	61
5	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	62
6	MATERIÁL A METODIKA	63
7	VÝSLEDKY	65
7.1	OBSAH SUŠINY	65
7.2	OBSAH POPELOVIN	68
7.3	OBSAH FOSFORU.....	70
7.4	OBSAH RTUTI.....	73
8	DISKUZE	77
	ZÁVĚR	82
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	84
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	95
	SEZNAM OBRÁZKŮ	96
	SEZNAM TABULEK.....	98

ÚVOD

Houby patří k nejstarším formám života na naší planetě. Archeologické výzkumy dokládají, že houby znali a konzumovali již předchůdci člověka před více než 30 000 lety. První písemné zmínky o houbách zanechali staří Řekové a Římané. Ti byli tak vášnivými konzumenty hub, že pro jejich sběr byla vyškolená speciální kasta sběračů. Tito profesionálové dodávali hlavně muchomůrku císařskou (*Amanita caesarea*), hříby smrkové (*Boletus edulis*), lanýže (*Tuber spp.*) a mnoho dalších, na nejrůznější hostiny. V této době vznikaly také první spisy a kuchařky o houbách. Zabývali se jimi také filozof, botanik Theofrastos, Pilnius a známý filozof Seneca. V tomto období byly houby vnímány jako delikatesa, ale také byly hojně využívány k odstranění politických či jiných nepřátel. Příkladem použití houbového jedu je například smrt císaře Claudia, kterého nechal otrávit císař Nero. Ve středověku lidé spíše vnímali houby negativně. Byly spojovány s tlením, smrtí, nemocí či čarodějnictvím a okultismem. Názvy hub v některých jazycích jsou toho dokladem. V češtině je to např. hřib satan (*Boletus satanas*) nebo „čarodějné kruhy“ plodnic některých hub rostoucích v trávě - nejčastěji žampion polní (*Agaricus campestris*), špička obecná (*Marasmius oreades*) či čirůvka májovka (*Calocybe gambosa*). Jejich podivuhodný, rychlý růst, život a zánik vedl k různým výkladům jejich existence, ale také ke vzniku různých pověr a legend. V nejstarších germánských a skandinávských legendách jsou houby spojovány s pekelnými silami. Jedna z legend praví, že bůh bojovníků Odin pronásledoval na koni po obloze d'ábla. Jeho koni z tlamy padala pěna smíšená s krví. Když dopadla na zem, začaly z ní vyrůstat houby s bílo-červenými klobouky.

Vědní obor zabývající se houbami se nazývá mykologie. Toto slovo pochází z řečtiny, kde *mykés* znamená houbu a *logia* je učení o něčem. Mykologie jako věda se začala rozvíjet v 19. století a z českých mykologů se na tomto rozvoji nejvíce podílel J.V. Krombholz a A.C.J. Corda.

Během staletí byly houby řazeny ke zvířatům nebo k rostlinám. Po dlouhou dobu se pokládaly dokonce za hermafrodity, v určitých obdobích považované za rostliny, v jiných za živočichy. Díky moderním molekulárně biologickým výzkumným metodám se dnes ví, že houby – kromě živočichů, rostlin a mikroorganismů – tvoří úplně samostatnou skupinu - říši hub (*Fungi*). Houby jsou tvořeny výhradně eukaryotickými buňkami. Na rozdíl od rostlin, které mají schopnost fotosyntézy, houby získávají svoji výživu z rozkládající se

organické hmoty nebo z živých rostlin a živočichů. Dalším důležitým faktem je, že rostliny jsou tvořeny hlavně celulórou a ligninem, kdežto těla hub obsahují také chitin a jiné glukany buněčné stěny. Tyto látky se vyskytují také v říši zvířat – najdeme je například v těle krabů, hmyzu apod. Houby, stejně jako živočichové, mají v buňkách zásobní látku glykogen a lipidy.

Houby dělíme na mikromycety (viditelné pouze mikroskopem) a makromycety (okem rozeznatelné).

Činnost hub má obrovský význam. Houby jsou nezastupitelným článkem v koloběhu biogenních prvků na Zemi. Houby se podílejí na vzniku humusu - organické látky postupně mineralizují, tím vznikají látky, které se opět stávají živinami rostlin.

Houby mají velký význam i z hlediska lidské společnosti, kterou ovlivňují pozitivně i negativně. Pozitivně jsou využívány např. v potravinářství, farmacii, lesnictví, zemědělství, ale také například i k ochraně životního prostředí, kde jsou využívány při přípravě biologických preparátů, které nahrazují některé chemické pesticidy. V současné době jsou houby bouřlivě využívány v oboru biotechnologie, která využívá biologické procesy pro průmyslové cíle. Patří zde například výroba antibiotik (např. penicilin, griseofulvin), dalších léků (např. použití cyklosporinu pro snížení imunologické reakce při transplantacích, využívání léků z námele), produkce kyseliny citrónové, různých enzymů, růstových látek, vitamínů atd. Houby se ale také používají např. k výrobě voňavek či plastických hmot.

Negativně se projevují některé druhy hub zejména jako patogeny člověka a hospodářských zvířat. Častá jsou obtížně léčitelná onemocnění pokožky, které se nazývají mykózy. Také může dojít k chorobám způsobenými houbovými jedy (mykotoxiny). Houby jsou nejbohatší skupinou organismů, které jsou původci chorob kulturních i planých rostlin.

Houby získaly díky novým a moderním vědeckým disciplínám 21. století velký biologický význam, který by lidstvo mělo využívat ke svému prospěchu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA HUB

1.1 Základní charakteristika hub

Houby jsou eukaryotní, stélkaté, heterotrofní organismy. [1] Jejich tělo, které má jednoduchou stavbu, se nazývá stélka (*thallus*). [2] Ta může být jednobuněčná (např. u kvasinek), mikroskopických rozměrů, ale i mnohobuněčná (např. u hub vřeckovýtrusých a stopkovýtrusých), dlouhá až několik desítek metrů. [3] Stélka je složena z propletených a rozvětvených houbových vláken (hyf). Soubor těchto vláken většinou tvoří plstnatou pavučinovou síť, souborně zvanou podhoubí (*mycelium*). [1] Podhoubí roste v substrátu a zajišťuje výměnu energie a látek. [4] Za určitých podmínek na něm vyrůstají plodnice. [1] Plodnice některých hub jsou orgány, které jsou určeny k rozmnožování, neboť tvoří výtrusy (spory). [5] Ty můžeme rozdělit podle toho, kde výtrusy vznikají. Ty, které se tvoří uvnitř buněk nazýváme endospory a exospory, pokud vyrůstají na buňkách. [4] Výtrusy mohou být jednobuněčné i vícebuněčné. [5] Jejich velikost, tvar, zbarvení a povrchová struktura mohou být pro některé rody a zejména druhy jednoznačně charakteristické. [4] Výtrusy vodních hub jsou bičíkaté (rejdivé výtrusy - zoospory), výtrusy suchozemských hub jsou oblaněné a bez bičíku (nepohyblivé spory - aplanospory). [6]

Výtrusů houba vytváří většinou obrovské množství a to hlavně proto, že jenom málo z nich se setká s vhodnými klimatickými, ekologickými a současně i genetickými podmínkami pro vyklíčení a vytvoření podhoubí. [7] Výtrusy mohou být vyprodukovány pohlavním i nepohlavním způsobem. Z nepohlavních výtrusů (konidií) vzniká *mycelium*, které roste na stávajícím *myceliu*. Z pohlavních výtrusů mohou vznikat *mycelia* nezávislá, ale většinou dochází ke splnutí s dalším podhoubím před tím, než *mycelium* pokračuje ve svém růstu. [8]

Houby mají různé strategie rozšiřování zralých výtrusů, které vypadávají z dospělých plodnic. [9] Jelikož jsou výtrusy velmi lehké a malé, tak nejčastěji houby vytvářejí aktivní mechanismus, pomocí něhož jsou výtrusy rozšířeny do vzdušných proudů. [10] Pouze malý počet hub spoléhá na pasivní metody, kde jsou výtrusy či plodnice šířeny vodou nebo živočichy - například na povrchu jejich těl, či se do půdy dostávají po průchodu jejich zažívacím traktem. [7] Výtrusy nejčastěji rozšiřuje hmyz, slimáci, mouchy, menší zvířata, ale i velcí savci. [10] Jen z málokterých výtrusů však vznikne nový jedinec. [5]

Podhoubí (*mycelium*) některých druhů hub vytváří hlízovité kompaktní útvary zvané *sklerocia*, které pomáhají překonat nepříznivé životní podmínky nebo proniknout do substrátu. [4] Například námel ze žitných klasů je růžkovitým *sklerociem* houby paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*) nebo troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*), který vytváří ve dřevě blanitá *syrocia* - což jsou pevné blanité vrstvy, které jsou vytvořené z povrchového podhoubí. [7] Také některé druhy vytváří z *mycelia* silné provazce, které se nazývají *rhizomorfy*, jež slouží k rozrůstání do okolí, ale také k přečkání nepříznivého období. *Rhizomorfy* například vytváří pod kůrou napadeného stromu václavka (*Armillaria*). [4]

Plodnice hub nesou výtrusné rouško (*hymenium*), které je tvořeno vrstvou plodných buněk, *bazidií*. Výtrusné rouško je různotvaré - u některých hub je hladké, jiné vytvářejí soustavu lupenů, rourek, ostnů nebo pórů uspořádanou tak, aby obsahovala co největší počet výtrusů na co nejmenší ploše. [9] *Hymenium* je často doprovázeno dužnatými strukturami jako jsou klobouk a třeň (noha) s prstenem nebo bez něj. [8]

U hub jsou, podobně jako u živočichů, hlavními zásobními látkami glykogen a tuky. Sacharidy jsou transportovány stélkou většinou ve formě cukerných alkoholů (manitolu a arabitolu) a disacharidu trehalózy. [2] Protoplast některých jednobuněčných hub je nahý, jinak mají buňky buněčnou stěnu, jejíž základní stavební látkou je chitin, β -glukan a vzácně celulóza. [1] Některé houby jsou díky rozsáhlému enzymatickému aparátu schopny odbourávat a rozkládat polysacharidy typu celulózy a ligninu, což je v přírodě výlučným jevem. [11] Důležitým znakem, kterým se houby liší od ostatních organismů, je syntéza aminokyseliny lyzinu. Živočichové tuto aminokyselinu syntetizovat nedovedou. [2]

1.2 Systematika hub

Systém třídění hub prodělal dlouhý vývoj. [3] Díky rozvoji molekulárně genetických a biochemických metod, a také díky zdokonalení počítačových programů pro molekulárně evoluční analýzu, došlo hlavně v posledních desetiletích k výrazným změnám v klasifikaci hub. [2] Díky tomuto novému systému přestávají být říše *Animalia* a *Fungi* hodnoceny jako samostatné říše a jsou slučovány do říše *Opisthokonta*. Hlavními společnými znaky jsou jeden opisthokontní bičík (kromě skupin, kde nejsou vytvářeny bičíkaté buňky) a mitochondrie s plochými kristami. Také byly k houbám na základě molekulárních analýz

(RNA a některých proteinů) přiřazeny mikrosporidie - skupina, která byla dříve řazená na počátek systému prvoků. [12]

Systém hub se podle 9. vydání Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi (Kirk et al. 2001), upravený podle učebnice Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii (Kalina et Váňa 2005) dělí:

říše: *Opisthokonta* / *Fungi* (houby)

oddělení: Mikrosporidie (*Microsporidiomycota*)

oddělení: Chytridiomycety (*Chytridiomycota*)

oddělení: Houby spájivé (*Zygomycota*)

oddělení: *Glomeromycota*

oddělení: Houby vřeckovýtrusé (*Ascomycota*)

oddělení: Houby stopkovýtrusé (*Basidiomycota*) [13]

Tato oddělení jsou dále členěna na třídy, řády a čeledi, do kterých jsou řazeny jednotlivé rody a druhy. [14]

1.2.1 Mikrosporidie (*Microsporidiomycota*)

Mikrosporidie jsou nemyceliální, jednobuněčné organismy, u kterých druhotně došlo ke ztrátě mitochondrií, peroxizomů a chitinózní buněčné stěny ve vegetativní fázi. Z tohoto důvodu jsou mikrosporidie vývojově přiřazeny mezi houby. [6] Mikrosporidie jsou intracelulární parazité, kteří většinou parazitují v cytoplazmě nebo v parazitoforní vakuole členovců, ryb, ale i savců. [12] Pro člověka je z hospodářského hlediska významný původce včelí úplavice hmyzomorka včelí (*Nosema apis*), která způsobuje úhyn včel. [2] Dalším parazitem, který způsoboval ztráty chovatelům bource morušového ve Francii v 19. století, je hmyzomorka bourcová (*Nosema bombycis*). [6]

1.2.2 Chytridiomycety (*Chytridiomycota*)

Chytridiomycety jsou mikroskopické houby, jenž se velice dobře přizpůsobují nejrůznějším životním podmínkám. Tomu odpovídá značná morfologická variabilita trofické fáze i způsoby pohlavního rozmnožování. [2] Vytvářejí mnohojaderné, trubicovité podhoubí. [6]

Stěny podhoubí a výtrusů jsou tvořeny chitinem a glukany. [15] Tato skupina říše *Fungi* se liší především tvorbou bičíkatých zoospor. [2] Chytridiomycety jsou saprofyti a paraziti kulturních i planých rostlin, kteří žijí ve vodě či vlhké půdě. [15] Prakticky důležitá je lahvičkovka zelná (*Olpidium brassicae*), která cizopasí v buňkách klíčnicích rostlin kapusty, zelí, brukve či květáku a působí jejich padání. [6] Další velmi nebezpečnou chorobou je rakovina brambor, kterou vyvolává rakovinovec bramborový (*Synchytrium endobioticum*). Houba napadá všechny rody z čeledi lilkovitých a přežívá v půdě až deset let. [15]

1.2.3 Houby spájkivé (*Zygomycota*)

Houby spájkivé neboli plísně mají trubicovité, mnohoaderné a ve stáří nepravidelně přehrádkované podhoubí. [15] Hlavní složkou vícevrstevné buněčné stěny je chitin doprovázený chitozanem. [11] Houby spájkivé se nachází v půdě nebo na nejrůznějším organickém materiálu. Velmi často obsazují substrát bohatý na cukr jako je například ovoce či potraviny. [2] Na špatně uskladněném chlebu se často objevuje kropidlovec černavý (*Rhizopus nigricans*). [6] Mohou být také původci mykóz a hnilob. [11] Některé druhy se podílí na endotrofní mykorrhize. [2] Jiné druhy mají technický význam. Využívají se v biotechnologii k produkci různých organických sloučenin jako je kyselina mléčná, fumarová, citrónová nebo se také například používají k testování vitamínu B. [15]

1.2.4 *Glomeromycota*

Glomeromycota jsou obligátně symbiotické houby, které vytváří s cca 80 % cévnatých rostlin arbuskulární mykorrhizu. Podhoubí proniká do buněk rostlin a vytváří tam rozvětvené keříčkovité útvary zvané arbuskuly nebo vezikuly (zásobní měchýřky). V těchto útvarech probíhá intenzivní výměna látek, která pomáhá růstu a výživě hostitele. [12]

1.2.5 Houby vřeckovýtrusé (*Ascomycota*)

Houby vřeckovýtrusé tvoří velkou skupinu, do které patří asi 60 % všech známých hub. [16] Výtrusy se vytváří uvnitř červovitých, kyjovitých či měchýřkovitých vřecek (*asci*), které obvykle obsahují osm výtrusů. [17] Vřečka se nachází v *hymeniu*. [8] Charakteristickým mikroskopickým znakem je tvorba jednoduchého póru v přehrádkách hyf. [16]

Velice hospodářsky významné jsou kvasinky (*Saccharomycetes*), které se řadí do pododdělení *Saccharomycotina*. [12] Kvasinky jsou nejčastěji jednobuněčné houby, které se rozmnožují nepohlavně pučením, po kterém dceřiné buňky často zůstávají pohromadě a tvoří řetízky - tzv. nepravá podhoubí (*pseudomycelia*). [6] Důležitým zástupcem je kvasinka pивní (*Sacharomyces cerevisiae*), která se používá jako kulturní kvasinka k výrobě lihu, ke kvašení sladiny na pivo, ale také v lékařství (produkuje enzymy a vitamíny - hlavně skupiny B). [11] Další důležitým zástupcem této třídy je volně žijící kvasinka vinná (*Sacharomyces ellipsoideus*), která způsobuje zkvašování ovocných šťáv. [6]

Mezi významné představitele pododdělení *Pezizomycotina* (*Ascomycotina*) patří rod štětičkovec (*Penicillium*). [12] Například *Penicillium notatum*, *Penicillium chrysogenum* a další druhy, produkují antibiotika. Jiné jsou důležité při zrání sýrů: *Penicillium camembertii* a *Penicillium roquefortii*. [6] Některé druhy kropidláku (*Aspergillu*) vytváří šedočerné povlaky na potravinách (*Aspergillus glaucus*, *Aspergillus niger*). Nebezpečný je *Aspergillus flavus*, který produkuje karcinogenní aflatoxiny, které způsobují poškození jater. [11] Mezi běžné parazitické houby patří padlí dubové (*Microsphaera alphitoides*) nebo padlí travní (*Blumeria graminis*). [2] Mezi zdravotnický a fytopatologický významné vřeckovýtrusé houby se řadí paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*), jejíž *sklerocium* (námel) je zdrojem alkaloidů.

1.2.6 Houby stopkovýtrusé (*Basidiomycota*)

Houby stopkovýtrusé jsou nejznámější skupinou hub s převážně makroskopickými plodnicemi. [2] Mají rozsáhlé přehrádkované podhoubí, kde přehrádky mají speciálně utvářený soudkovitý pór (*doliporus*). [7] Hlavní složkou buněčné stěny je chitin a polyglukany. [2]

Dle soudobého systému hub podle 9. vydání Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi (Kirk et al. 2001), upravený podle učebnice Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii (Kalina et Váňa 2005), bývají *Basidiomycota* členěny na tři třídy:

Třída: *Urediniomycetes*

Třída: *Ustilaginomycetes*

Třída: *Agaricomycetes* [13]

Jelikož je tato diplomová práce zaměřena především na houby stopkovýtrusé, budou jejich třídy v následujících kapitolách obecně popsány.

1.2.6.1 *Urediniomycetes*

Řád rzi (*Uredinales*) jsou vesměs biotrofní parazité rostlin. [11] Rzi nevytvářejí plodnice, ale v jednoduchých ložiscích postupně vzniká několik typů výtrusů. [2] Řada druhů během svého životního cyklu střídá hostitele (jsou dvoubytné - heteroecické). Některé druhy prožijí celý životní cyklus bez střídání hostitelů (jsou jednobytné - autoecické). [12] Značný ekonomický význam má dvoubytná rez travní obilná (*Puccinia graminis subsp. graminis*), jejímž druhým hostitelem je dřevník obecný (*Berberis vulgaris*). [2] Významně snižuje výnosy obilovin. [6]

1.2.6.2 *Ustilaginomycetes*

Sněti jsou většinou parazité. Jejich podhoubí žije v mezibuněčných prostorech hostitelských rostlin. [6] Velice známý je řád *Ustilaginales* (sněti prašné), které patří do podtřídy *Ustilaginomycetidae*. Jsou to obligátní, specializovaní parazité cévnatých rostlin. Bývají specializovány nejen na hostitele, ale i na některé nadzemní orgány jako jsou listy či květy. [12] Sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*) způsobuje na rostlině velké nádory, ve kterých je velké množství spor, které jsou odolné vůči nízkým teplotám a suchu. Rostliny, které jsou již napadené se musí pálit. Další sněti jsou například: prašná sněť pšeničná (*Ustilago tritici*), prašná sněť ovesná (*Ustilago avenae*) či prašná sněť ječná (*Ustilago hordei*). Do podtřídy *Exobasidiomycetidae*, řádu *Tilletiales* (sněti mazlavé) patří mazlavá sněť pšeničná (*Tilletia caries*), která přeměňuje vnitřek obilky na mazlavou hmotu. [6]

Sněti a rzi způsobují značné škody na zemědělských plodinách a jsou předmětem studia samostatného vědního oboru - fytopatologie. [2]

1.2.6.3 *Agaricomycetes*

Agaricomycetes jsou stopkovýtrusé houby jejichž basidiospory klíčí vždy hyfou a nevytvářejí v přírodních podmínkách kvasinkovité útvary. [12] Plodnice jsou většinou velmi nápadné a proto je tato skupina hub označována jako makromycety. Plodnice mohou

být velice barevně i tvarově variabilní. Ploché a rozlité, které se nacházejí na povrchu dřeva, či jsou k němu přirostlé, má například pevník korkovitý (*Stereum rugosum*) či troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*). [2] Pro většinu hub je charakteristický tvar plodnice, která je složena z třeně a klobouku, na jehož spodní straně je hrotnatý, lupenatý nebo rourkovitý *hymenofor s hymeniem*. Některé plodnice jsou v mládí obaleny plachetkou (*velum generale*). [6] U dospělé plodnice po protření obalů zůstane na bázi třeně pochva (která je zvláště nápadná u smrtelně jedovaté muchomůrky zelené – *Amanita phalloides*), na třeni prsten (u bedly – *Macrolepiota*) a na povrchu klobouku strupy nebo bradavky, jaké jsou známy např. u muchomůrky červené (*Amanita muscaria*). [15] Mezi druhy, které rozrušují celulózu a lignin patří choroš (*Polyporus*), václavka obecná (*Armillaria mellea*), dřevomorka domácí (*Merulius lacrymans*) či hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*), které se souhrnně nazývají dřevní houby. [6] Vlastností některých stopkovýtrusých hub je schopnost vytvářet mykorhizu. Tuto schopnost má například hřib (*Boletus*), holubinka (*Russula*) nebo ryzec (*Lactarius*). [2] Některé houby tohoto oddělení jsou jedlé (např. hřib smrkový - *Boletus edulis*), jiné jedovaté (např. muchomůrka zelená - *Amantia phalloides*). Mnohé druhy mají antibakteriální, antivirové či cytostatické účinky. [6]

1.3 Fyziologie hub

Fyziologie hub se zabývá studiem jejich životních funkcí a jednotlivých pochodů v jejich těle. V této kapitole budou zmíněny ty procesy, které jsou pro houby specifické, nebo jsou pro fyziologii hub podstatné. [2]

1.3.1 Výživa hub

Houby mají významnou funkci v koloběhu živin v přírodě. Rozkládají, společně s bakteriemi, všechny organický materiál, který stále vzniká v důsledku činnosti zelených rostlin. Postupně mineralizují organické látky. Tím vzniknou látky, které mohou být opět živinami rostlin. [15] Jednotlivé houby se vyznačují velkou rozmanitostí v nárocích na živiny a ve schopnostech živiny z různých zdrojů využívat. [2]

Jednou z hlavních živin hub je uhlík, který je získáván rozkladem uhlíkatých látek, především celulózy ze dřeva a jejich doprovodných látek jako je třeba hemicelulóza, lignin, škrob, tuky a polysacharidy. [10] Nejjednodušší uhlíkatou sloučeninou, kterou všechny

houby dovedou využívat, je monosacharid glukosa. Uhlíkaté látky jsou pro houby velice důležité. Jednak jsou zdrojem uhlíku pro syntézu metabolitů, které jsou nezbytné pro růst a vývoj houby, ale také oxidací uhlíkatých látek houby získávají zdroj energie, nezbytný pro základní životní procesy. [2]

Dále se houby podílí na koloběhu dusíku, fosforu, síry, draslíku, hořčíku a vápníku. [10] Všechny houby mohou využívat jako zdroj dusíku aminokyseliny (často jim stačí jen kyselina glutamová nebo asparagin), většina též i amonné ionty. Některé jsou schopny využívat i dusík z nitrátových či nitritových iontů nebo z močoviny. Fosfor houby metabolizují ve formě fosfátů. Jako zdroj síry využívají většinou sulfáty. [2] Po odumření se houby stávají součástí ostatního humusu a slouží jako výživa rostlin a dalších hub. Koloběh živin se uzavírá. [10]

1.3.1.1 Heterotrofní výživa

Houby jsou na tom z hlediska výživy podobně jako živočichové. [4] Živiny, které potřebují pro svůj růst a vývoj čerpají z organických látek. [2] Tomuto způsobu výživy se říká heterotrofní. [4] Ovšem jako živočichové nejsou tak přísnými heterotrofy, protože některé houby jsou schopné asimilovat CO_2 , pokud by to nebyl jediný zdroj uhlíku. [2]

Energii získávají houby kvašením nebo aerobním dýcháním. [15]

Principem kvašení (fermentace) je postupné odnímání vodíku organické látky bez přístupu kyslíku (tzv. dehydrogenace). Jeho akceptorem je některý z meziproduktů vznikajících při této dehydrogenaci. Redukovaný akceptor je vedle oxidu uhličitého jedním z konečných produktů tohoto procesu. [2] Podle konečného produktu pak rozeznáváme např.: ethanolové kvašení (konečným produktem je ethanol), mléčné kvašení (kyselina mléčná – u některých druhů mléčného kvašení mohou vznikat vedle kyseliny mléčné ještě další sloučeniny, jako např. kyselina octová, ethanol), propionové kvašení (kyselina propionová, kyselina mléčná, jablečná a octová), máselné kvašení (kyselina máselná, octová) a butanolové kvašení (butanol, kyselina octová, aceton, ethanol). [15]

Aerobní dýchání (respirace) se vyznačuje tím, že donory elektronů jsou organické látky, ale jejich akceptor je externí. Je jím molekulární kyslík O_2 . Tímto způsobem je získání energie ze substrátu efektivnější než u kvašení. [2] Organické látky mohou být oxidovány buď úplně

(na oxid uhličitý a vodu) nebo může nastat oxidace neúplná (na kyselinu octovou a vodu). [15]

1.3.1.2 Saprotrófní houby

Saprofytické (hniložijné) houby získávají energii degradací mrtvé organické hmoty rostlinného i živočišného původu. [11] Protože organickou hmotu dále rozkládají, jsou nazývány destruenty (rozkladači). [14] Tyto houby patří k těm málo organismům, které mají enzymy nutné k štěpení celulózy (celulózy) a ligninu (polyfenoloxidázy). [17] K rozkladu dochází nejčastěji působením extracelulárních enzymů. [11] Odumřelé organismy jsou z devadesáti procent rozkládány houbami. [17] Mnozí saprofyty se vyskytují na jediném substrátu, například na smrkové šišce *Strobilurus esculentus*. [8]

1.3.1.3 Parazitické houby

Parazitické houby získávají organické látky přímo z živých organismů - hlavně rostlin, ale i živočichů, včetně člověka. [4] Na svých hostitelích parazitují, v různé míře jim škodí a někdy způsobují jejich smrt. [15] Parazitické houby bývají často specializovány na určitého hostitele. [14] To platí především o biotrofních parazitech, jako jsou padlí, rzi a sněti. Biotrofní parazité nezpůsobují přímé odumírání pletiv či celých hostitelských rostlin, protože jsou schopny vyživovat se pouze na živých buňkách hostitele. [2] Parazitická houba produkuje speciální hyfy (u rostlinných parazitů jsou to *haustoria*), které vstupují do buněk hostitele a odvádějí odtud živiny zpět k houbě. Příkladem biotrofní houby je *Lophodermium piceae*, která vytváří černé skvrny na jehlicích smrku. [8]

Nekrotrofně parazitické houby naproti biotrofním parazitům žijí na živých rostlinách, ale postupně je usmrcují. [2] Jakmile je jejich hostitel usmrcen, tak se z nich stávají saprofyty. K nekrotrofně parazitickým houbám patří například troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*). [8]

Některé druhy půdních hub jsou schopné aktivně chytat a usmrcovat drobné živočichy, především háďátka (*Nematoda*) a prvoky (*Protozoa*). [11] Tyto dravé houby mají na *myceliu* prstencovité smyčky složené z kontraktilních buněk. Když háďátko v půdě prstencem prolézá, buňky se smrští a zachycené háďátko se tak stane kořistí. [2]

Patogenní houby vyvolávají nemoci u živočichů, včetně člověka. [4] Houbová onemocnění bývají označována jako mykózy. Houby se v tomto patogenním životním cyklu rozmnožují pouze nepohlavně. Zástupci patogenních hub jsou: *Paracoccidioides brasiliensis* (způsobuje parakocidiózu), *Histoplasma capsulatum* (způsobuje histoplazmózu) či *Aspergillus flavus* (způsobuje onemocnění jater, plic a dalších měkkých tkání). [11]

1.3.1.4 Symbióza

Pokud houba čerpá z hostitele živiny, avšak mu neškodí, ba naopak z tohoto spojení mají obě zúčastněné strany užitek, jedná se o symbiózu (soužití). [2] Celkem existují tisíce různých druhů hub, které jsou schopny toto soužití tvořit. [18]

Symbióza hub může být rozdělena dle jejich symbiontů na: lichenismus (symbiózu vytváří s řasami či sinicemi), ambrosiové houby (s některými živočichy) a mykorhizy (s cévnatými rostlinami). [11]

Lichenismus

Lichenismem je označován mutualistický vztah mezi houbou (*mykobiontem*) a *fotobiontem* (fotosyntetizujícím mikroorganismem), kterým je buď sinice nebo řasa. [11] Tímto soužitím vzniká komplexní organismus, který je schopen žít na takových místech, kde by žádný z partnerů samostatně nemohl žít, například na skalách. [2] Lišejník vylučuje kyseliny, které narušují skalní podklad. Řasa tvoří fotosyntézou cukry a jiné organické látky, houba dodává vodu a minerální živiny, které získává naleptáváním hornin. [15]

Ambrosiové houby

Symbióza hub a živočichů je poměrně častá. Tyto houby jsou přenášeny na povrchu těla hostitele nebo žijí ve zvláštních buňkách (mycetocystách) nebo tkáních (mycetomech). Uvnitř těl hmyzu se některé houby podílejí na odbourávání odpadních látek. [11]

Mykorhiza

Slovo mykorhiza se skládá ze dvou řeckých slov, kde *mykés* znamená houba a *rhizon* kořen. [10] Pokud je vytvořen mykorhizní vztah, tak houba vytváří plášť z hyf kolem kořenového vlášení stromu. [8] Velice důležitá je tzv. Hartigova síť, což je spleť hyf, která

se vytváří v mezibuněčných prostorech kořenové kůry hostitele. [19] Pomocí komplexních chemických reakcí si partneři mezi sebou vyměňují živiny. [8] Mykorhiza se vyskytuje u více než 95 % rostlinných druhů, nemykorhizní jsou pouze rostliny žijící na zamokřených stanovištích, rostliny vodní a rostliny ruderalní. [2]

Mykorhizy jsou základem blízkého, vzájemně prospěšného vztahu mezi stopkovýtrusými houbami a lesními dřevinami. [8] Jedná se zde převážně o tzv. ektomykorhizu. [15] Strom dodává houbě cukry jako základní zdroj energie, zatímco houba zajišťuje lepší příjem vody a zásobování minerálními látkami. [8] Dále houba dodává rostlině některé dusíkaté sloučeniny, vitamíny, růstové a jiné biologicky aktivní látky. Mezi druhem rostliny a houbou dochází často ke specializaci. Proto třeba hřib smrkový (*Boletus edulis*) nacházíme převážně ve smrčinách a klouzek modřínový (*Suillus grevillei*) pouze pod modřínem. [15]

Dalším typem je tzv. endomykorhiza. Tento vztah se nachází například u orchidejí, kdy houba žije uvnitř kořenových buněk rostliny. [2] Některé typy orchidejí jsou na výživě pomocí houbových vláken značně závislé po celý život. [15] Počet endomykorhizních druhů hub je v porovnání s ektomykorhizními velmi malý. [2]

Mykorhizní houby jsou většinou velmi citlivé na změny prostředí. K jejich úhynu dochází například v důsledku „kyselých dešťů“. Stromy poté špatně rostou, jsou oslabeny a napadány škůdci. [6]

V současnosti je velice populární očkovat rostliny mykorhizními houbami. Rostliny se poté vyznačují zlepšenou kvalitou a odolností. Tohoto se využívá například v zahradnictví u okrasných dřevin, balkónových či pokojových rostlin, ve školkařství u révy vinné či ovocných dřevin nebo také v trávníkařství (golfové a fotbalové trávníky). [19]

1.3.2 Růst hub

Všechny živé organismy potřebují ke svému růstu určité podmínky okolního prostředí. [10] Uplatňuje se zde souhrn vzájemného působení celé řady klimatických, ekologických a dalších faktorů. [8] Houbová stélka je zpravidla složena z velkého počtu buněk a v určité vývojové etapě bývá rozdělena na část reprodukční (sloužící k rozmnožování) a vegetativní (absorbující živiny). [2] Existují ale i houby jednobuněčné (např. kvasinky). U některých parazitů rostlin nedochází k rozlišení na část vegetativní a reprodukční. Po určité fázi vegetativního růstu se celá stélka přemění na rozmnožovací orgány. Kromě toho za

určitých podmínek (např. u některých hub parazitujících na živočiších a člověku) se může typ stélky v průběhu životního vývoje měnit – ze stadia mnohobuněčného vláknitého ve stádium jednobuněčné s kvasinkovitým typem růstu. Tento jev se u hub nazývá dimorfismus. [15]

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ HUB

Houby jsou nízkoenergetickou potravinou a jejich výživná hodnota není vysoká. Na druhou stranu obsahují látky, které jsou nezbytné pro lidský organismus a jeho činnost. [3] Jsou to například bílkoviny, aminokyseliny, polysacharidy, tuky, vitamíny, pigmenty, enzymy, antibiotika a další biologicky cenné látky. [10] I přes to, že výhodnějším zdrojem těchto sloučenin jsou jiné potraviny, jejich obsah v houbách si zaslouží pozornost. [3] Na druhou stranu mohou obsahovat látky, které mohou být pro člověka velice škodlivé, či smrtelné. Patří mezi ně například těžké kovy, toxiny a některé houby jsou známé produkcí houbových jedů - mykotoxinů. [11]

Některé z výše uvedených látek hub budou podrobněji popsány v jednotlivých kapitolách.

2.1 Bílkoviny

Obsah bílkovin kolísá u různých druhů hub od 5 - 30 % v sušině. [10] Množství bílkovin závisí na druhu houby a jejím stáří. Nejvíce bílkovin je v mladých plodnicích. Obsah stravitelných bílkovin je velmi proměnlivý (lišky - *Cantharellus* - 4 %, žampiony – *Agaricus* - až 25 %). [3] I když je v sušině hub mnohem méně stravitelných bílkovin než v masu a jiných živočišných produktech, kvalitativně jsou tyto bílkoviny rovnocenné. [10] Pro správný vývoj, obnovu a činnost organismu potřebuje člověk některé, tzv. esenciální (nepostradatelné) aminokyseliny, které si lidské tělo neumí samo vytvořit a získává je pouze z potravy. [3] Houby obsahují esenciální aminokyseliny také v různém množství - od 2,6 do 7,6 %. [10] Například zástupci rodu hřib (*Boletus*) nebo žampion (*Agaricus*) obsahují těchto aminokyselin více než maso. V houbách jsou ale i takové druhy aminokyselin, které lidské tělo nevyužívá. Některé z nich zřejmě mohou vyvolávat alergické reakce. [3]

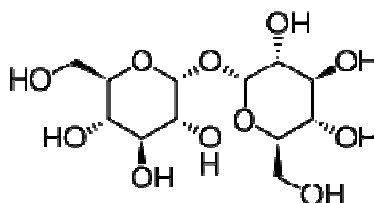
2.2 Sacharidy

Sacharidy mohou tvořit až 6 % hmotnosti sušiny. Většinou se jedná o složky buněčných stěn nebo slouží jako rezervní sacharidy obsažené v plazmě. Jde především o mannany, glukany, glykogen, trehalózu, galaktany, mannit, ribózu, které jsou doprovázeny cukernatými alkoholy volemitolem, sorbitolem, erythritolem, arabitolem a některými dalšími cukry. [7]

Trehalóza a chitin, jakožto základní představitelé sacharidů hub, budou popsáni v následujícím textu. Glukanům bude pro jejich mimořádné účinky věnována samostatná kapitola.

Trehalóza

Trehalóza je zásobní polysacharid některých hub. [20] Vyskytuje se pouze v mladých plodnicích, z kterých později mizí. [11] Trehalóza je neredukující disacharid, který vzniká kondenzací dvou molekul α -D-glukopyranosy prostřednictvím poloacetalových hydroxylových skupin. [21]

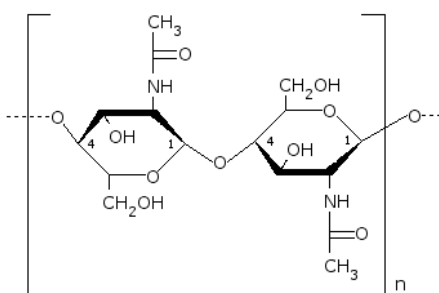


Obr. 1 Trehalóza

Na štěpení trehalózy je potřebný enzym trehaláza, který obsahují lidská střeva. Někteří jedinci však trpí poruchou jeho tvorby, což vysvětluje jejich neschopnost trávit houbové pokrmy. [3]

Chitin

Chitin je lineární kopolymer N-acetyl- β -D-glukosaminu (70 - 90 %) a β -D-glukosaminu (10 - 30 %), ve kterém jsou oba monomery vzájemně vázány β -1,4-glykosidovými vazbami. Základní stavební jednotkou tohoto disacharidu je chitobióza, která je složena ze dvou molekul N-acetyl- β -D-glukosaminu. [21]



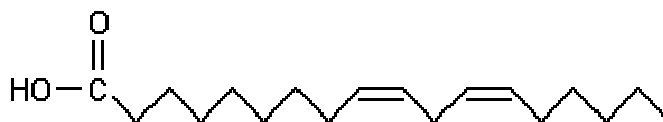
Obr. 2 Chitin

Po celulóze je druhou nejčastěji se vyskytující organickou sloučeninou v přírodě. [21] Je například stavebním materiálem, který dodává pevnost krunýřům korýšů a želv, či krovkám hmyzu. [22] Obsahuje také řasy, houby, kvasinky a bakterie. [21] Chitin je charakteristickou složkou buněčných stěn všech vláknitých hub, s výjimkou oomycetů, které mají celulózu. [7] Především vyšší houby jsou hlavním zdrojem chitinu v potravě, například žampion dvouvýtrusý (*Agaricus bisporus*) obsahuje chitinu okolo 1 %. [21] Je přítomen v podhoubí i v plodnicích. Jelikož je chitin téměř neporušitelný žaludečními šťávami, může jeho obsah způsobit těžkou stravitelnost některých druhů hub, například lišky obecné (*Cantharellus cibarius*). Na druhé straně jeho nestravitelnost podporuje peristaltiku střev a přispívá tak k lepšímu trávení. [7] K přípravě orientálních jídel se používají fermentované sojové boby nebo rýže, které obsahují chitin, jenž pochází z použitých plísní. Například plíseň *Aspergillus niger* může obsahovat až 42 % chitinu. [21]

2.3 Voda, tuky a aromatické látky

Čerstvé houby obsahují 70 – 95 % vody. Při sušení se většina vody odpaří a váha hub se sníží až 10-ti násobně. [3]

Množství tuků v sušině hub je minimální (1 - 3 %). Proto je jejich energetický obsah nízký (100 g čerstvých hub dodá organismu maximálně 30 - 140 kJ, přičemž denní potřeba člověka je asi 12 000 kJ). [10] Tuky hub mají především úlohu rezervních látek. Jedná se zejména o glyceridy, glykolipidy, lipoproteiny, fosfolipidy, steroidy aj. [3] Mastné kyseliny obsažené v houbách (například kyselina linolová) jsou pro člověka velmi důležité. [10] Kyselina linolová je nejvýznamnější polyenovou a také esenciální mastnou kyselinou v potravě člověka. [23]



Obr. 3 Kyselina linolová

Aromatické látky jsou cennou složkou hub, na kterých závisí vůně a chuť jednotlivých druhů. Jejich dráždivý účinek přispívá k tvorbě slin a žaludečních šťáv, čímž podporují trávení. [3]

2.4 Vitamíny, minerální látky a těžké kovy

Houby obsahují některé vitamíny, především provitamín A a vitamíny skupiny B (B₁, B₂, B₅ a B₁₂). [3] Např. vitamínu B₅ je v houbách obsaženo 5krát více, než je průměr u zeleniny. Tyto vitamíny jsou ve vodě rozpustné a varem se ničí. [10] V menším množství jsou zastoupeny vitamíny D, K, E a C. [3]

Na minerální látky jsou houby zvláště bohaté. [10] Nejvíce jsou zastoupeny draslík, fosfor, vápník, železo, sodík, měď a další. [3] Nejvíce draslíku mívají lanýže (*Tuber*), nejméně žampiony (*Agaricus*). Nejbohatší fosforem jsou smrže (*Morchella*), vápníkem hříby (*Boletus*), nejchudší lišky (*Cantharellus*). Jejich obsah kolísá podle složení půdy. [24]

Houby však ze svého okolí také vstřebávají některé nežádoucí prvky včetně jedovatých - hlavně rtuť, kadmium, arzén, chrom, olovo, cesium 137, vanad, berylium atd. [10] Hladina těchto škodlivin může v houbách dosáhnout koncentrace několikanásobně vyšší, než je v okolní půdě. Těto schopnosti hub, vstřebávat škodlivé látky ze svého okolí, se využívá při experimentech se sanací zamořené půdy (například po jaderném výbuchu) hlívu ústřičnou (*Pleurotus ostreatus*). [3]

2.5 Toxiny hub

2.5.1 Toxiny mikromycetů

Mykotoxiny, neboli houbové jedy, které lze považovat za sekundární metabolity plísní, patří mezi významné přírodní (naturální) toxiny. Jsou to látky nebílkovinné povahy, které jsou toxické pro člověka a další živé organismy. [4] Houbové jedy se tvoří pouze v růstové fázi. Jsou to látky chemicky velice různorodé a jejich funkce není zcela objasněna. [11] Mykotoxiny jsou spojovány s celou řadou akutních a chronických otrav u lidí, s tzv. mykotoxikózami. [4]

V současné době je známo přes 300 mykotoxinů. Kromě prozkoumaných aflatoxinů, patulinu a ochratoxinu A jsou studovány fuzariové mykotoxiny, alternariové mykotoxiny a mnoho dalších. [4]

Tab.1 Významné mykotoxiny a jejich producenti [4]

Mykotoxin	Producenti
aflatoxiny	<i>Aspergillus flavus, Aspergillus parasiticus, Aspergillus nomius, Aspergillus argenticus</i>
patulin	<i>Penicillium expansum, Byssochlamys spp. aj.</i>
ochratoxin A	<i>Penicillium verrucosum, Aspergillus ochraceus aj.</i>
fumonisin B₁	<i>Fusarium proliferatum, Fusarium moniliforme aj.</i>
zearalenon	<i>Fusarium graminearum, Fusarium culmorum aj.</i>

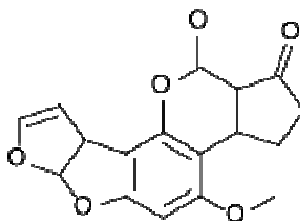
Tab.2 Výskyt významných mykotoxinů v potravinách v ČR [4]

Mykotoxin	Potravina
aflatoxiny	arašídy a výrobky z nich, chilli koření, fiky, kakaová drť, kari, kmín, kukuřice, ořechy (pekanové, pistáciové, vlašské), paprika, pepř
patulin	jablka a výrobky z jablek, banány, borůvky, plesnivé kompoty, jablečné mošty
ochratoxin A	obiloviny a výrobky z nich, rozinky, káva,

	víno, koření, zelený čaj, grepová šťáva, luštěniny, vepřové maso, krev, vnitřnosti
fumonisin B₁	kukuřice a kukuřičné výrobky (např. kukuřičný křehký chléb, křupky, tyčinky)
zearalenon	obiloviny a výrobky z nich

Aflatoxiny

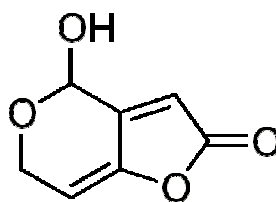
Aflatoxiny jsou produkovány za určitých podmínek kmeny plísní z rodu *Aspergillus* a *Penicillium*. Způsobují poškození jater a také mají rakovinotvorné účinky. [11] Mohou také ale vyvolat Reyův syndrom a kwashiorkor. [25] Známy je *Aspergillus flavus*, který roste na zapařených slupkách podzemnice olejné (*Arachis hypogea*). Toxiny jsou uvolňovány do substrátu. Potraviny jedů nelze zbavit. [11] Za základní jsou považovány aflatoxiny B₁, B₂, G₁, G₂ a M. Nejsilnější dosud známý karcinogen je aflatoxin B₁. [25]



Obr. 4 Aflatoxin B₁

Patulin

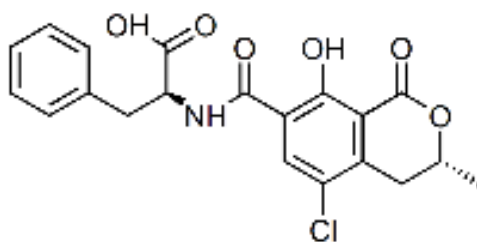
Patulin je produkován některými kmeny rodu *Penicillium* (*Penicillium patulum*, *Penicillium cyclopium*, *Penicillium expansum*) a *Aspergillus* (*Aspergillus giganteus*, *Aspergillus clavatus*, *Aspergillus terreus*). [11] Tento mykotoxin byl ve 40. letech popsán původně jako antibiotikum a dokonce po krátký čas léčebně využíván. [25] Patulin je karcinogenní a způsobuje poškození jater, sleziny, plic a edem mozku. [11] Vyskytuje se například v sirupech, moštech, ovoci - často v jablkách. [25]



Obr. 5 Patulin

Ochratoxin A

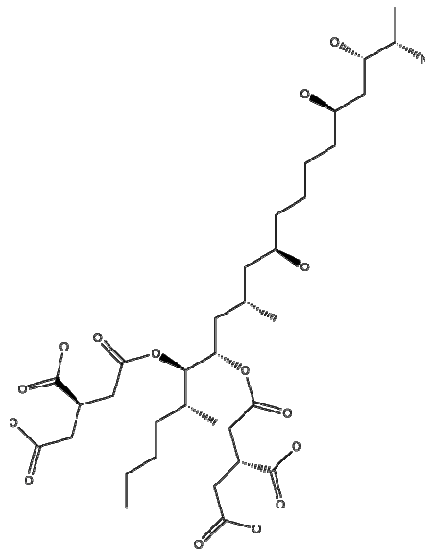
Je produkován některými druhy rodu *Aspergillus* a *Penicillium*. Ochratoxin A je ze skupiny ochratoxinů nejtoxičtější a nejdůležitější. [25] Způsobuje například balkánskou endemickou nefropatii, nádory ledvin a také je imunotoxický. [4] Hlavním jeho zdrojem je obilí, kukuřice, oves, zelená káva a další.



Obr. 6 Ochratoxin A

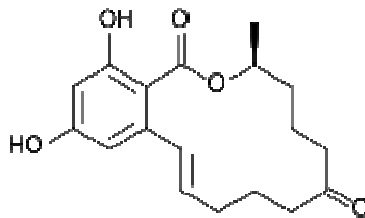
Fumonisin

Producenty fumonisinů jsou zejména kmeny *Fusarium spp.* Jde o skupinu látek (fumonisin A₁, A₂, B₁ - B₄), které jsou odvozené od nenasycených mastných kyselin. Nejvýznamnější z nich je fumonisin B₁. Fumonisin vyvolávají několik typů nemocí hospodářských zvířat. Nejznámější je leukoencephalomalacie koní. [25]

Obr. 7 Fumonisin B₁

Zearalenony

Zearalenony nejsou tolik toxické jako jiné mykotoxiny, jsou ovšem estrogení, i když nemají steroidní strukturu. Můžou u lidí i hospodářských zvířat způsobovat hyperestrogenismus. Nejcitlivější jsou prasata. [25]



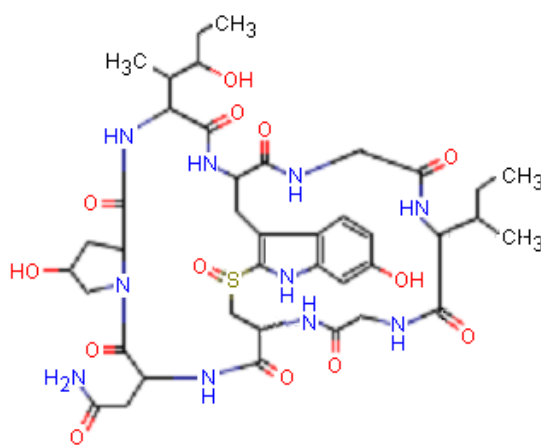
Obr. 8 Zearalenon

2.5.2 Toxiny makromycetů

Jedovatých hub není ve srovnání s jedlými mnoho. V Evropě roste cca 200 druhů jedovatých hub, které většinou způsobují lehké otravy. Avšak některé toxiny hub mohou způsobit i smrt. [4]

Amatoxiny

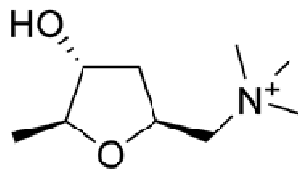
Patří společně s falotoxiny (poškozují jaterní buňky) k nejlépe prozkoumaným toxinům. Nachází se ve smrtelně jedovaté muchomůrce zelené (*Amanita phalloides*), muchomůrce jarní (*Amanita verna*) a muchomůrce jízlivé (*Amanita virosa*). [11] Amatoxiny účinkují pomaleji než falotoxiny, jsou ale jedovatější (např. γ -amanitin) [7] Otrava těmito látkami se projevuje dosti pozdě po požití - i 24 hodin. Pokud člověk není léčen, tak kolem pátého dne umírá na poškození ledvin a nedostatečnou činnost jater. [4] Úmrtnost je asi 30 %. [11]



Obr. 9 γ -amanitin

Muskarin

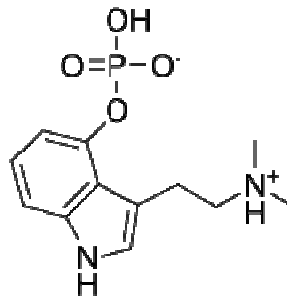
Muskarin je alkaloid, který byl poprvé izolován z muchomůrky červené (*Amanita muscaria*). V daleko větším množství se ale vyskytuje ve vláknicích (*Inocybe spp.*). [7] Má psychotropní účinky, vyvolává halucinace a účinkuje již 15 - 30 minut po požití. Smrtelné otravy jsou vzácné (smrt nastává selháním dechu či srdeční činností). [11]



Obr. 10 Muskarin

Psilocybin

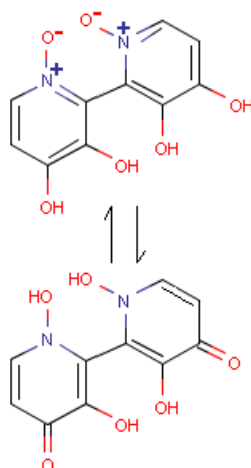
Psilocybin je derivát tryptaminu. Je obsažen v lysohlávkách (*Psilocybe*). [11] Není příliš jedovatý, ale má silné halucinogenní účinky. [4] Účinky se projevují již po 15 - 60 minutách mravenčením těla, malátností, poruchami rovnováhy, pocity deprese nebo štěstí, smíchem, bolestí hlavy. [10] Předávkování může vést až k toxickým psychózám a k rozštěpení osobnosti. [4]



Obr. 11 Psilocybin

Orellanin

Orellanin patří mezi nefrotoxiny, tzn. že napadá ledviny. [7] Nachází se v pavučinci plyšovém (*Cortinarius orellanus*), který roste vzácně v borových lesích. Inkubační doba je dlouhá, obvykle 2 - 4 (někdy i 14) dní. Projevy otravy jsou: celková nevolnost, nadměrné močení, zvracení a bolest v kříži. [11]



Obr. 12 Orellanin

2.6 Léčivé látky hub

Houby byly využívány k léčení již v ranných obdobích lidské civilizace. První zmínky o léčivých houbách pochází z čínské, japonské a indické literatury. [11] V těchto zemích se houby využívají nejen jako koření a pochoutka, ale i jako funkční potravina. [26]

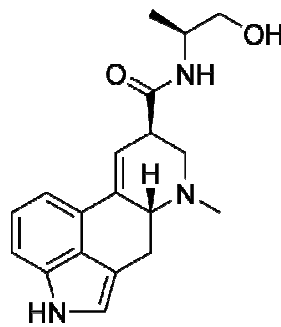
K významným sloučeninám s léčivými účinky, které jsou obsaženy v houbách, patří některé alkaloidy a antibiotika. [3]

2.6.1 Námelové alkaloidy

Zdrojem námelových alkaloidů je *sklerocium paličkovice nachové* (*Claviceps purpurea*), námel. [10] Ten se tradičně používal již před tisíci lety v lidové medicíně ve staré Asýrii, Persii a Číně v porodnictví a gynekologii. [14] V současnosti se používají léky na bázi dvou námelových alkaloidů - ergometrinu a ergotaminu. [4]

Ergometrin

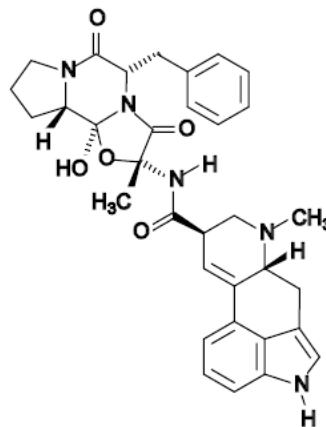
Ergometrin vyvolává rytmické stahy dělohy gravidní ženy, proto se v gynekologii používá při porodu a ještě častěji na zastavení krvácení po porodu. [4]



Obr. 13 Ergometrin

Ergotamin

Ergotamin se také uplatňuje při porodním krvácení, ale navíc má silný zklidňující účinek na nervstvo, které ovládá mimovolní tělesnou činnost (sympatikus). Pro svůj centrální sedativní účinek má využití v neurologii, Basedowově nemoci, při migrénách, klimakterických obtížích a poruchách neurovegetativní soustavy. [4]



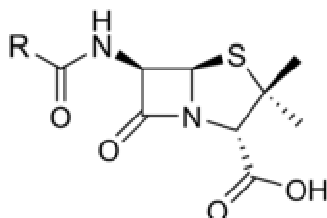
Obr. 14 Ergotamin

2.6.2 Antibiotika

V současném lékařství je léčba infekcí založena především na použití antibiotik. [11] Název antibiotika pochází z řeckých slov *anti* a *bios*, což znamená proti životu. Jsou to látky, které brání růstu organismů či je usmrcují. Mezi antibiotika patří látky nejrůznějších struktur, někdy relativně jednoduchých, jindy značně složitých. [27]

Penicilin

Penicilin je první antibiotikum, které se využívá v lékařství. Je produkován plísní *Penicillium notatum* a náhodou jej objevil Alexander Fleming v roce 1928. [17] Penicilin blokuje syntézu buněčné stěny gram pozitivních koků. [11]



Obr. 15 Penicilin

Po objevu penicilinu se začala různá výzkumná pracoviště zabývat hledáním dalších látek s antibiotickými účinky ve vyšších houbách. [4]

Mucidin

Z makromycetů je známé antibiotikum mucidin, první české antibiotikum, které v 60. letech 20. století vyvinula skupina dr. V. Musílka a dr. M. Semerdžiové v Mikrobiologickém ústavu ČSAV v Praze. [4] Mucidin se získává ze slizečky porcelánové (*Oudemansiella mucida*). [14] Přípravek Mucidermin byl používán se 70 - 95 % účinností na léčení dermatomykóz - kožních plísňových onemocnění. [4]

Díky výzkumu bylo v houbách objeveno mnoho sloučenin s antibiotickou aktivitou. Například polyporin, který působí proti tyfu a choleře, byl izolován z outkovky krvavé (*Pycnoporus sanguineus*). Z běločechatky obrovské (*Leucopaxillus giganteus*) byl získán klitocybin, který působí bakteriostaticky na různé druhy mikrobů včetně bacilu tuberkulózy. Ze žampionu zápašného (*Agaricus xanthodermus*) byl získán psalliotin, z žampionu polního (*Agaricus campestris*) kampestrin, který se využívá v gynekologii, v březovníku obecném (*Piptoporus betulinus*) kyselina polyporenová, která působí proti infekčním průjmům a z plodnic ryzce smrkového (*Lactarius deterrimus Groeger*) bylo izolováno antibiotikum azulenového typu laktaroviolin, které pomáhá proti bacilu tuberkulózy. [4]

Některé druhy hub obsahují sloučeniny, které mají různé léčivé účinky na organismus. Například některé druhy hub, jako je křehutka rezavoumbrová (*Psathyrella subatrata*), strmělka Josserandova (*Clitocybe josserandii*) a další, mají antivirové účinky. [4]

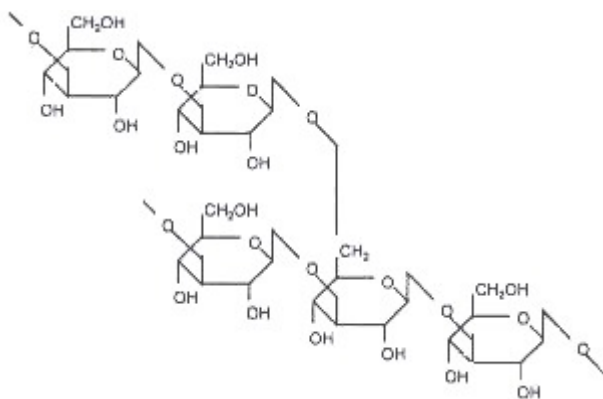
U řady hub byly prokázány protirakovinné účinky. Z některých druhů rodu *Penicillium* byly jako cytostatika izolovány kyselina mykofenolová a hadacidin. Z plodnic rezavce šikmého (*Inonotus obliquus*) se připravuje farmaceutikum Bafungin (což je 20 - 30 % extrakt z rozdrcené houby). Z rezavce šikmého (*Inonotus obliquus*) se také v Rusku připravuje zdravotní čaj, který preventivně působí proti vzniku nádorů. Cytostatické účinky byly zjištěny také u penízovky sametonohé (*Flammulina velutipes*) - flamulin, z pýchavky obrovské (*Longermania gigantea*) - kalvacin, houževnatce jedlého (*Lentinus edodes*) - lentinan a dalších druhů. [11]

3 GLUKANY

Glukany jsou polysacharidy, které byly objevené v různých přírodních materiálech rostlinného a houbového původu. [28] Pro lidské tělo jsou nejpříznivější glukany z hub. Nejdříve byly glukany zkoumány v Japonsku, u tamější oblíbené houby šii-také. V 60. letech minulého století bylo prokázáno, že podobné účinky jako šii-také mají plodnice hlívy (*Pleurotus spp.*). Poprvé byly léčivé účinky hlívy (*Pleurotus spp.*) studovány na Slovensku. [29]

3.1 Stavba a vlastnosti glukanů

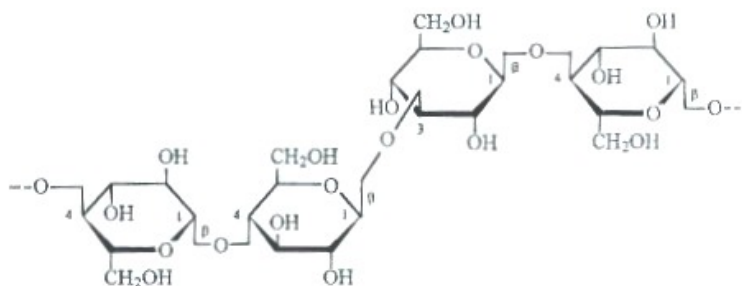
Glukany jsou polysacharidy, které obsahují pouze glukosu jako monomerní jednotku. [30]



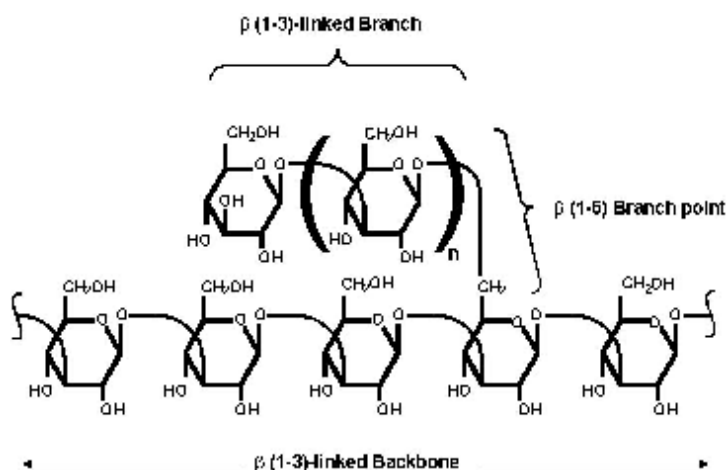
Obr. 16 Zjednodušená molekulová struktura β -glukanu

Jejich sumární vzorec je $(C_6H_{12}O_5)_n$, a patří k nim celulóza, glykogen, škrob a dextran. [31] V přírodě existuje, z velkého počtu možných teoretických kombinací, asi 300 polysacharidů. Nejrozšířenější jsou homopolymery D-glukosy (glukany, polyglukosy), jejichž pestrost je podmíněna růzností způsobu vazeb glukopyranosových jednotek, substitucemi cukerných kruhů a větvením řetězců. [32]

β -glukany jsou polysacharidy, které se nachází v neloupaných semenech obilovin, buněčné stěně pekařských kvasinek (*Saccharomyces cerevisiae*), vyšších rostlin a také v mnoha druzích hub. Z obilovin se nejvíce nachází v ječmenu a ovsí, menší množství v rýži a pšenici. [33] Pro ječmen jsou typické β -glukany s dvěma nebo více sousedícími 1,4 vazbami a v ovesných otrubách se nachází β -1,3/1,4-D-glukany, které jsou nazývány ovesná guma. [21]

Obr. 17 Základní struktura β -glukanů s kombinovanými vazbami 1,3/1,4

Příbuzné polymery zvané β -1,3-D-glukany jsou tvořeny řetězci D-glukosových molekul, které jsou vzájemně spojeny vazbami na pozici 1 a 3. Z β -1,3-D-glukanů jsou nejvíce aktivní ty, které obsahují β -1,6-D-glukosové řetězce. Ty se nazývají β -1,3/1,6-glukany. [33] Tyto β -glukany jsou syntetizovány vyššími houbami, plísněmi a kvasinkami. [21]

Obr. 18 Struktura β -1,3/1,6-glukanů

Rozpustnost β -glukanů ve vodě závisí především na jejich struktuře. Čím více je vazeb 1,4, tím nižší je rozpustnost. Ta se zvyšuje s teplotou, například při 40 °C se extrahuje asi 20 % β -glukanů ječmene, při 65 °C asi 30 - 70 % a vznikají viskózní roztoky. Glukany, které jsou vázané na proteiny jsou nerozpustné. [21] Přitom vodopropustná forma β -glukanů v houbách vykazuje mnohem vyšší biologickou aktivitu při působení na imunitní systém člověka i zvířat. [34] Po částečné hydrolyze vytvářejí jejich molekuly gel, nativní molekuly gel netvoří. β -glukany jsou složkou potravy částečně nerozpustnou a částečně rozpustnou. [21]

3.2 β -glukany v houbách

Obsahy a poměry jednotlivých sacharidických složek hub jsou dány zejména geneticky, tzn. závisí na druhu houby [35], popřípadě na jejím kultivaru. [36] Glukany jsou obsažené v celé řadě hub. [35] Mezi nejvýznamnější zdroje β -glukanů patří někteří zástupci rodu hlíva (*Pleurotus spp.*), které obsahují účinnou látku, která se nazývá pleuran [37] a houževnatec jedlý (šii-také, *Lentinus edodes*), který obsahuje účinný glukan lentinan. [38]

Tab.3 Průměrný obsah β -glukanů v některých hlívách (*Pleurotus spp.*) a v houževnatci jedlém (*Lentinus edodes*) a poměr jejich vodorozpustné a ve vodě nerozpustné frakce [38]

Český název houby	Latinský název houby	Obsah β -glukanů (mg.100 g ⁻¹ sušiny)	Množství vodoropustných β -glukanů z jejich celkového množství (%)	Množství ve vodě neropustných β -glukanů z jejich celkového množství (%)
Hlíva ústříčná	<i>Pleurotus osreatus</i>	38	37,8%	62,2%
Hlíva máčková	<i>Pleurotus eryngii</i>	38	16,8%	83,2%
Hlíva plicní	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	53	18,7%	81,3%
Houževnatec jedlý	<i>Lentinus edodes</i>	22	46,1%	53,9%

K dalším zástupcům basidiomycet, které obsahují β -glukany a u kterých se předpokládá jejich farmaceutické využívání patří: límcovka měděnková (*Stropharia aeruginosa*), ucho jidášovo (*Hirneola auricula judae*), polnička topolová (*Agrocybe aegerita*), václavka

obecná (*Armillaria mellea*) [39] a žampion brazilský (*Agaricus basiliensis*), který v průměru obsahuje 42 mg β -glukan ve 100 g sušiny. [40]

Tab. 4 Hlavní druhy bazidiomycet, které obsahují biologicky účinné β -glukany [41]

Český název houby	Latinský název houby	Název β -glukanu
Hlíva	<i>Pleurotus spp.</i>	Pleuran
Houževnatec jedlý	<i>Lentinus edodes</i>	Lentinan
Klanolístka obecná	<i>Schizophyllum commune</i>	Schizophylan
Lesklokorka lesklá	<i>Ganodema lucidum</i>	Gl – 1
Outkovka pestrá	<i>Trametes versicolor</i>	Krestin
Trsnatec lupenitý	<i>Grifola fondosa</i>	Grifolan
Penízovka sametonohá	<i>Flammulina velutipes</i>	Flammulin

Obsah β -glukanů může být kromě druhu houby ovlivněn i dalšími faktory jako jsou podmínky za jakých jsou houby vypěstovány (poměr uhlíku a dusíku, pH, inkubační teplota), různý stupeň zralosti plodnice a další. [42]

V určitých případech je biologická účinnost β -glukanů podpořena také jejich komplexy s proteiny. Příkladem může být houževnatec jedlý (*Lentinus edodes*), v jehož *myceliu* se nachází glykoprotein označovaný jako LEM. V outkovce pestré (*Trametes versicolor*) se nachází proteoglukany PSP a PSK, které jsou využívány jako kancerostatika a vysoce aktivní imunostimulační glykoproteiny FIPS a GPP se nachází v leskorce lesklé (*Ganodema lucidum*). [43] V žampionu brazilském (*Agaricus brasiliensis*) se vyskytuje velice perspektivní proteoglukan ATOM. [41]

3.3 Působení β -glukanů v živočišném a lidském organismu

I když chemická struktura β -glukanů v buněčných stěnách hub není zcela prozkoumána, je pravděpodobné, že se zde vyskytují především ve formě glukosových řetězců, které se stáčí a vytváří jednoduchou nebo trojitou šroubovici. Biologická účinnost mezi oběma formami

je různá. Zásadní se zdá být zejména schopnost vazby do jednoduché šroubovice tvarovaného glukanu na immunoglobulin v krevním séru. [44]

Nejlepší účinky při stimulaci imunitního systému byly zaznamenány v případě β -1,3-glukanu, který je v největší míře zastoupen v buněčné stěně kvasinek. [45] Biologická aktivita β -glukanů pravděpodobně spočívá v interakci se specifickými β -glukopyranosovými receptory na leukocytech. [46] Tato aktivita je podporována vyšším stupněm substituce [47] a také je stimulována kromě konformace molekuly glukanu její rozpustností ve vodě. Na interakci β -glukanů s povrchem bílých krvinek se podílí také jejich molekulová hmotnost [48] (vyšší molekulová hmotnost je mnohem výhodnější). [49]

Na účinnost β -glukanů v lidském těle má vliv pH prostředí, ve kterém dochází k vlastnímu působení na bílé krvinky. V alkalickém pH se štěpí struktura trojitě glukanové šroubovice a vznikají jednoduché šroubovnice. Také neutralizace glukanového roztoku zvyšuje podíl molekul tvořených jednoduchou šroubovnicí. Tyto molekuly mají vysokou schopnost vázat se na některé bílkoviny a vytvářet komplexy, které potom stimulují makrofágy k tvorbě protilátek. [50] Při kyselém pH jsou narušovány hydroxylové skupiny na povrchu řetězců a dochází ke snížení biologické účinnosti β -glukanů. [51]

V lidském těle probíhá intenzivní oxidace β -glukanů, přičemž se tvoří dočasné aktivní metabolity (ty jsou už méně účinné než samotný β -glukan), které pozvolna přechází do neaktivních forem. [52]

3.4 Mechanismus působení β -glukanů

β -glukany přijaté člověkem v potravě jsou různě odolné vůči trávicím enzymům. [53] β -1,3-glukan je vůči kyselému prostředí žaludku poměrně rezistentní. Po perorální aplikaci dochází k postupnému průchodu glukanu do dvanáctníku. [46] Pro lepší účinnost by měl být β -1,3-glukan konzumován na lačno. [54] β -glukan je v intestinální stěně zachytáván pomocí receptorů makrofágů. Tyto receptory jsou bílkovinné povahy a mají schopnost rozeznávat minimálně sedm sacharidových jednotek. Receptory vznikají v kostní dřeni a vyskytují se na membráně makrofágů pravděpodobně už od počátků zrání těchto buněk i v průběhu jejich diferenciaci. [46]

Při setkání makromolekuly glukanu se skupinou glukanových receptorů je buňka aktivována a vytváří baktericidní složky jako lysozym, reaktivní kyslíkové radikály a oxidy dusíku. Buňky dále začnou vytvářet několik cytokinů, které aktivují okolní fagocyty a leukocyty, které odpovídají za tvorbu získané (specifické) imunity. [55] Takže glukany indukují jak lokální aktivaci buněk, tak také indukují systémovou reakci organismu, protože cytokiny jsou produkovány buňkami migrujícími z místa, kde reagovaly s glukany. [56]

Velký význam mají glukany pro podporu aktivity pomocných lymfocytů označovaných jako Th1 a Th2. Th1 lymfocyty odpovídají za imunitu vůči intracelulárním parazitům a Th2 za imunitu proti extracelulárním. Narušení jejich rovnováhy a převládnutí populace jednoho z nich může způsobit autoimunitní reakce. Převaha Th2 je spojena se vznikem alergie. Glukany vytvářejí podmínky pro vznik rovnováhy ve prospěch Th1 lymfocytů. Schopnost podporovat tvorbu Th1 lymfocytů na úkor Th2 buněk byla prokázána například u grifolanu. [48] Znalosti o mechanismu působení glukánů nejsou kompletní a zatím stále málo prozkoumané. [49]

3.5 β -glukany basidiomycet a jejich význam v živočišném a lidském organismu

Mezi komerčně nejvyužívanější β -glukany patří pleuran z hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) a lentinan z houževnatce jedlého (*Lentinus edodes*). Oba tyto β -glukany mají pozitivní účinky na činnost střev. Zvyšují odolnost stěn střevní sliznice proti zánětům [57] a inhibují tvorbu vředů na střevní sliznici. [58] Lentinan působí pozitivně na střevní peristaltiku. [59] Pleuran snižuje množství konjugovaných dienuů ve střevech, v játrech a erythrocytech. [60] Má minimální vliv na aktivitu antioxidantních enzymů, neovlivňuje peroxidaci tuků v organismu a také vliv na snižování cholesterolu v krvi je zanedbatelný. [61] Naopak lentinan výrazně stimuluje antioxidantní enzymy, které vyvolávají kromě všeobecně známých důsledků svého působení na cizorodé organismy také snižování intenzity transkripce genů kódujících tvorbu některých mykotoxinů (nejznámější je zpomalování tvorby aflatoxinů plísní *Aspergillus niger*). [58]

U β -glukanů (např. pleuranu) byl prokázán významný vliv na snižování množství cholesterolu v krvi potkanů [62] a křečků. [63] Při podávání β -glukanů z hub bylo také u

člověka pozorováno snížení celkové hladiny cholesterolu [64] a hladiny LDL cholesterolu v krvi. [65] Snižuje se také množství volných mastných kyselin, ale naopak se mírně zvyšuje množství HDL cholesterolu. [66] Nižší množství cholesterolu je pravděpodobně v korelaci s vyšším obsahem leptinu. [67] Tvorba leptinu je podporována právě přidavkem β -glukanů, přičemž velmi dobré výsledky byly zaznamenány v případě polysacharidů z kukmáku (*Volvariella volvacea*). [68] Tato houba obsahuje ve všech svých částech přibližně stejné množství vysoce biologicky účinného β -glukanu. [69] Leptin je látka bílkovinné povahy produkovaná tukovými buňkami podkožního vaziva a běžně se vyskytující v krvi. Receptory leptinu bychom potom našli v oblastech hypothalamu, které kontrolují pocit hladu a sytosti. [70] Je tedy pravděpodobné, že leptin slouží v organismu jako zpětná odezva pro mozek ve vztahu k množství tuku v těle. [71] Z tohoto důvodu se zdá být využití účinků leptinu na nervový systém jako jedna z nadějných možností při léčbě obezity. [72] Například v České republice se ke snížení hladiny cholesterolu v krvi využívají v dietních programech výtažky z hlívy ústřední (*Pleurotus ostreatus*). [73]

Jeden z nejúčinnějších β -glukanů je grifolan. Má výrazný stimulační efekt na činnost makrofágů. [74] Zvyšuje produkci Interleukinu 1, který je právě makrofágy produkován. Interleukin 1 je prekurzorem pro produkci inzulínu - z tohoto důvodu se grifolan jeví jako látka, která může podporovat léčbu cukrovky. [75] Vodné extrakty β -glukanů mají schopnost zvyšovat produkci inzulínu až o 25 %. [76] Kromě Interleukinu 1 je pro makrofágy charakteristická také tvorba Interleukinu 6 a Interleukinu 8, které jsou výraznými aktivátory dalších leukocytů. [77] Obě látky stimulují buněčné dělení a tím zvyšují počet leukocytů v krvi. [71]

Aktivace makrofágů grifolanem je provázená zvýšenou tvorbou oxidů dusíku těmito buňkami. [45] Právě oxidy dusíku jsou jednou ze základních protilátek, kterou makrofágy produkují. [78] Grifolan je nejúčinnější v alkalickém prostředí a za oxidačních podmínek, kdy podporuje tvorbu volných kyslíkových radikálů. Tyto radikály potom oxidují lipoproteinové membrány patogenních buněk. [79] Grifolan byl úspěšně použit při potlačení patogenní houby *Candida albicans*, která může způsobovat infekci sliznic dutiny ústní nebo i systémovou infekci (plic, lymfatických uzlin, jater a sleziny). [80] U myši byl pozorován velmi silný účinek grifolanu při potlačení zánětů sliznic

dýchacího ústrojí. [81] Účinek grifolanu je podporován současným užíváním vitamínu C. [79]

Perspektivní houbou se zdá být kotrč kadeřavý (*Sparassis crispa*). Právě aplikace vodních výluhů z této houby má pozitivní dopad na vyšší produkci jak Interleukinu 6, tak i Interleukinu 8. Výsledkem je nárůst množství především monocytů a granulocytů v lidské krvi. [82] U myši, kterým byl výluh z kotrče kadeřavého (*Sparassis crispa*) podáván, byl pozorován také příznivý efekt na rychlejší obnovu kostní dřeně. [77] U pokusných zvířat byl kromě krve zaznamenán výrazně vyšší počet monocytů a granulocytů ve slezině. Hmotnost tohoto orgánu se zvyšovala s délkou doby podávání β -glukanů. [83]

Také další β -glukany z basidiomycet mohou mít pozitivní vliv na produkci protilátek leukocyty. Například tvorba baktericidní složky bílkovinné povahy lysozymu je u obratlovců podporována schyzophilanem z klanolístky obecné (*Schizophyllum commune*). [84] Menší stimulační efekt na aktivitu leukocytů byl zaznamenán u krestinu z outkovky pestré (*Trametes versicolor*). [85]

Experimenty in vitro i klinické pokusy prokázaly, že konzumací plodnic basidiomycet lze předcházet onkogenezi [41], dále byla prokázána protinádorová aktivita houbových glukanů. [86] Histologické rozbory tkáně odebrané z nádoru prokazují absenci tumoru, ale zvýšené množství aktivovaných makrofágů. [87] Poslední výsledky studií poskytují velký příslib léčby nejenom melanomu, ale i bazálních nádorových buněk. [88] Výrazná protinádorová aktivita byla zaznamenána zejména u lentinanu [89], ale také u grifolanu [90] a pleuranu. [91] Při léčbě nádorových onemocnění je důležitý rychlý návrat buněčné imunity poškozené radiací a chemoterapií a i z tohoto pohledu se β -glukany z hub zdají být slibným prostředkem. [87]

V dalších letech se bude výzkum kromě již známých glukanů z basidiomycet zaměřovat pravděpodobně i na další druhy hub. Perspektivní může být například tradiční houba používaná v orientálním lékařství – ohňovec brázditý (*Phellinius linteus*), u kterého byly zjištěny podobné antitumorové účinky jako u houževnatce jedlého (*Lentinus edodes*). [92] Také některé druhy žampionů, např. žampion brazilský (*Agaricus blazei syn. Agaricus brasiliensis*), vykazují protinádorový účinek. [93] β -glukan izolovaný z této houby potlačuje rakovinové bujení například u lidských vaječníků a v dýchacím ústrojí krys. [94] Zajímavý je také vodní výluh tohoto žampionu, který působí preventivně proti vzniku metastáz. [95]

Výrazné zvýšení jeho protinádorové aktivity je podporováno u myši přidavkem zinku do potravy. [96] Žampion brazilský (*Agaricus blazei syn. Agaricus brasiliensis*) je dnes populární zejména v Brazílii, Japonku a Číně, zatímco v Evropě se s jeho využitím jako jedlé nebo farmaceuticky účinné houby zatím setkáme málo. [97]

4 VZORKY HUB

Diplomová práce se zabývá porovnáním jednotlivých druhů hub, které byly nasbírány ve dvou různých lokalitách Valašska, ale také zakoupeny v obchodní síti nebo vypěstovány doma. Celkem se jedná o 19 různých druhů, jejichž přehled uvádí tabulka č. 5 a které budou jednotlivě popsány v následujících kapitolách.

Tab. 5 Vzorky hub a jejich původ

Číslo vzorku	Druh houby	Lokalita (Lešná / Hrachovec), pěstované, kupované
1.	Hlíva ústřičná (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	pěstované, kupované
2.	Žampion dvouvýtrusý (<i>Agaricus bisporus</i>)	pěstované, kupované
3.	Bedla vysoká (<i>Macrolepiota procera</i>)	Lešná, Hrachovec
4.	Bedla červenající (<i>Macrolepiota rhacodes</i>)	Lešná, Hrachovec
5.	Hřib dubový (<i>Boletus aestivalis</i>)	Lešná, Hrachovec
6.	Křemenáč osikový (<i>Leccinum rufum</i>)	Lešná, Hrachovec
7.	Hřib hnědý (<i>Xerocomus badius</i>)	Lešná, Hrachovec
8.	Hřib žlutomasý (<i>Xerocomus chrysenteron</i>)	Lešná, Hrachovec
9.	Václavka obecná (<i>Armillariella mellea</i>)	Lešná, Hrachovec
10.	Pýchavka obecná (<i>Lycoperdon perlatum</i>)	Lešná, Hrachovec
11.	Žampion lesní (<i>Agaricus sylvaticus</i>)	Hrachovec
12.	Klouzek sličný (<i>Suillus grevillei</i>)	Hrachovec
13.	Ryzec pravý (<i>Lactarius deliciosus</i>)	Hrachovec
14.	Hřib smrkový (<i>Boletus edulis</i>)	Hrachovec
15.	Křemenáč smrkový (<i>Leccinum piceinum</i>)	Hrachovec
16.	Klouzek slizký (<i>Suillus viscidus</i>)	Hrachovec

Číslo vzorku	Druh houby	Lokalita (Lešná / Hrachovec), pěstované, kupované
17.	Holubinka trávovězelená (<i>Russula aeruginea</i>)	Hrachovec
18.	Holubinka mandlová (<i>Russula vesca</i>)	Hrachovec
19.	Kozák březový (<i>Leccinum scabrum</i>)	Hrachovec

4.1 Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*)

4.1.1 Popis hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*)

I když hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) pochází z Číny, je dnes rozšířena takřka na celém světě, od tropů až po polární pásmo. [3] Své druhové jméno dostala podle plodnic, které svým tvarem i zbarvením připomínají ústřice. [4] Hlíva roste v trsech, kdy jeden trs často váží i více než 1 kg. [98] Trsy často vytvářejí rozsáhlé porosty, které sledují podélné nebo plošné poranění stromu. [26] Klobouky jsou 5 – 25 cm, někdy až 35 cm široké, bokem přirostlé nebo protažené v kratší třeh. [99] Jejich povrch je slabě paprscitě vláknitý nebo hladký a má různé barvy. Zastíněné části klobouku jsou světlejší. Lupeny se sbíhají na třeh a jsou bledé, bělavé až okrové a vytváří se na nich velké množství výtrusů, které mohou ulpívat na povrchu níže posazených klobouků v podobě bílého poprašku. [26] V mládí jsou kloboučky bochníčkovité, s podvinutým okrajem, pak se nepravidelně protahují a jsou rozmanitě zvlňené, někdy i mělce laločnatě vykrajované s ostrým sklopeným okrajem. Třeh je postranní nebo výstřední, dlouhý až 3 cm, 1 až 2 cm široký, někdy zcela chybí. Dužina je bílá, příjemné houbové vůně. [7]

Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) roste velmi hojně od konce léta do zimy (srpen až prosinec), méně na jaře. [4] Je jednou ze zimních hub, kterou mráz nepoškozuje a které se daří i po chladných obdobích. [100] Roste na živých i odumřelých kmenech vrb, ořešáků, jírovců, buků, dubů a dalších. [4]



Obr. 19 Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*)

4.1.2 Pěstování hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*)

V posledních letech se výrazně zvýšila světová produkce pěstovaných hub a rozšířil se i jejich sortiment. Důsledkem je především expanze pěstování v Číně. Zatímco v roce 1978 bylo v Číně vypěstováno 60 000 tun všech hub (což tvořilo pouze 5,7 % světové produkce), v roce 2002 bylo v Číně vyrobeno 8 600 000 tun hub, což bylo 70 % světové produkce. [101]

Hlíva je druhou nejpěstovanější houbou v Evropě a první nejpěstovanější houbou na světě. [3] Ročně se vyrobí 2 400 000 tun hlívy - především v Číně, kde plodnice hlívy jsou mnohem drobnější než v Evropě, a v důsledku toho jsou i křehčí. [101]

Existuje několik způsobů pěstování hlív - na dřevě, slámě, na dřevěných špalcích nebo na dřevěném substrátu. [3] Nejstarším způsobem je pěstování na dřevě čerstvě pokácených stromů. Ovšem ve velkopěstírnách se využívá pěstování hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) na pšeničné slámě. Obilná sláma je nařezána na menší kousky a namočená tak, aby nasákla maximální množství vody. Po namočení je pomocí dopravníků vkládána do fermentačních tunelů a vlhkou párou fermentována. Tento proces trvá 3 - 4 dny. Po dokončení fermentace je materiál zchlazen na teplotu 20 °C. Po vyskladnění z tunelu je materiál očkovan sadbou a pytluje se do pytlů z PE fólie o hmotnosti 25 kg nebo se lisuje do kvádrů, které se zatavuji PE fólií. [4]

Avšak pro domácí pěstování je nejjednodušší zakoupení naočkovaného substrátu v PE pytli. [10] Pro účel diplomové práce byl zakoupen substrát firmy pana Jiřího Václavíka.

Substrát byl umístěn v původním obalu do prostoru s rozptýleným světlem, vlhkostí cca 85 % a teplotou mezi 10 - 18 °C. Tvořící se plodnice vyrůstaly z otvorů, které byly již v obalu prořezány. Vyvíjející plodnice byly několikrát denně roseny vodou pokojové teploty. Hlíva byla sklizena tehdy, kdy se podvinuté okraje klobouků začaly narovnávat, tzn. těsně před tím, než hlíva začala vypouštět výtrusy. V tuto chvíli byl vykroucen celý trs. Plodnice rostly v několika vlnách. Poté byl substrát vysypán na kompost.



Obr. 20 Domácí pěstování hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*)

4.2 Žampion dvouvýtrusý (*Agaricus bisporus*)

4.2.1 Popis žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*)

Žampion dvouvýtrusý (*Agaricus bisporus*) je pravděpodobně nejznámější ze všech jedlých hub. Má vyklenuté až ploché klobouky, které se zbarvují bíle až tmavě hnědě. Povrch je suchý a hladký. [8] Lupeny jsou zprvu bělavé, brzy však růžové a nakonec čokoládové až téměř černé. [4] Na klobouku zůstávají zbytky plachetky. [8]



Obr. 21 Řez žampionem dvouvýtrusým (*Agaricus bisporus*)

Třeň má v mládí vzhůru zdvižený prsten. Po pomačkání či zlomení se na třeni objevuje slabý, mrkvově červený odstín. [8] Tento druh je v severním mírném pásu rozšířený. Roste podél cest, na hřbitovech a dalších místech s narušenou, živinami bohatou půdou. [9]

4.2.2 Pěstování žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*)

Ročně se vyrobí 1 330 000 tun této houby a tak je žampion dvouvýtrusý (*Agaricus bisporus*) až na čtvrtém místě mezi pěstovanými houbami. [101] V České republice je nejvyužívanější pěstovanou houbou, a to nejen pro své takřka bezkonkurenční postavení na trhu, ale hlavně díky všestrannému využití v kuchyni. [3] Mezi velké producenty patří například Čína, Nizozemí, Polsko a Francie. [102]

Domácí pěstování žampionů je náročnější než pěstování hlív. [103] Příprava žampionového substrátu je velmi pracná a zdlouhavá. Metod a receptur existuje mnoho, ale v malých množstvích je to velmi obtížné, až neproveditelné. Proto je vhodné pro zahrádkáře zakoupit tzv. žampionové zahrádky nebo pytle z PE s hotovým, naočkovaným žampionovým substrátem přímo ze žampionáren. V takových obalech jsou již substráty profesionálně namíchány i zpracovány fermentací a naočkovány kvalitní žampionovou sadbou. Ke každému balení výrobce dodává krycí zeminu. [4]

Pro účel diplomové práce byl zakoupen substrát firmy pana Jiřího Václavíka. Substrát byl uložen do prostředí o teplotě 20 - 24 °C (žampion nepotřebuje po celý pěstební cyklus světlo). Při této teplotě substrát prorostl *myceliem* cca za 19 dnů. Poté byl igelit na horní ploše odstříhnut a substrát byl zasypan zeminou a vidličkou prokypřen.



Obr. 22 Domácí pěstování žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*)

Při stejných teplotách byl nechán prorůstat dalších několik dní, dokud hlína nezbělala prorostlým podhoubím. Zemina nesměla vyschnout a proto ji bylo potřeba po menších

dávkách zalévat. Poté byla kostka substrátu přenesena do teploty 14 - 18 °C a po několika dnech se začaly vytvářet plodnice. Žampiony byly sklizeny vykrucováním v několika vlnách. Po vyplození byl substrát použit jako organické hnojivo pro rajčata.

4.3 Bedla vysoká (*Macrolepiota procera*)

Bedla vysoká (*Macrolepiota procera*) je houba s nápadným, příčně žíhaným třeněm hnědé barvy. [9] Uvnitř je dutý, směrem nahoru se poněkud zužuje a dole je hlízovitě ztloustlý. Také je na něm silný, kožovitý a pohyblivý prsten. [98] Klobouky vyrůstají jako vejčité, postupně deštníkovité až ploché s vyklenutým tmavě šedohnědým středem a se soustřednými přitisklými šupinami. [8] Mohou dosahovat šířky 10 - 30 centimetrů. [4] Dužnina je v mládí měkká, později tuhá a suchá. [98] Lupeny jsou bělavé, husté, volné a u třeně poněkud vykrojené. [100]



Obr. 23 Bedla vysoká (*Macrolepiota procera*)

Roste v řídkých skupinkách od července až do října na hlíně a písčité půdě v listnatých, smíšených a jehličnatých lesech, zejména na jejich okrajích a lesních loukách. [4] Tento druh je v Evropě a Severní Americe rozšířený a dosti hojný. [8]

4.4 Bedla červenající (*Macrolepiota rhacodes*)

Bedla červenající (*Macrolepiota rhacodes*) je menší než bedla vysoká (*Macrolepiota procera*), ale je mnohem hojnější. [4] Má soustředné, světle hnědé šupiny, které pokrývají povrch vyklenutých, 8 - 15 cm širokých klobouků, které jsou ve stáří ploché. Velmi mladé exempláře připomínají rostlinné hlízy. [8] Na hnědé třeni chybí žíhání, jaké má bedla

vysoká (*Macrolepiota procera*). [9] Prsten a dužnina po poranění žlutooranžoví a potom červenohnědné. [4] I když je jedlá, některé odrůdy mohou působit žaludeční potíže, takže by měla být požívána v malém množství. Je velice hojná v Evropě a v Severní Americe. [8] Roste od června až do listopadu v listnatých, smíšených i jehličnatých lesích, ale také v parcích, zahradách, křovištích apod., často houfně. [4]



Obr. 24 Bedla červenající (*Macrolepiota rhacodes*)

4.5 Hřib dubový (*Boletus aestivalis*)

Klobouky hříbu dubového (*Boletus aestivalis*) jsou 5 - 18 cm široké, v mládí polokulovité, pak polštářovité až rozložené. [4] Mají suchou, matnou a oranžově hnědou pokožku, která rozpraskává. Na třeni je bílá až hnědá síťka. Dužnina je bílá a tvrdá s oříškovou vůní, která na řezu nemění barvu. [8]



Obr. 25 Hřib dubový (*Boletus aestivalis*)

Tato houba roste hojně od května do září v listnatých a smíšených lesích, na hrázích rybníků, ve stromořadí a je mykorrhizní s listnatými stromy, například s duby a buky. [4]

4.6 Křemenáč osikový (*Leccinum rufum*)

Klobouky křemenáče osikového (*Leccinum rufum*) jsou 6 - 18 cm široké. [9] V mládí jsou polokulovité s blanitým lemem, později sklenuté až polštářovité, suché, červenooranžové nebo oranžově hnědé, naspodu s bělavými, později okrovými póry. [4] Třeň je pevný, nahoře tenčí, vločkovitě pokrytý šedými nebo načernalými šupinkami. [100] Bílá a pevná dužnina na řezu růžově šedne. [4]



Obr. 26 Křemenáč osikový (*Leccinum rufum*)

Roste hojně od června až do října v listnatých, smíšených i jehličnatých lesích, vždy však jenom pod osikami nebo topolem bílým, a to i mimo les. [4]

4.7 Hřib hnědý (*Xerocomus badius*)

Hřib hnědý (*Xerocomus badius*), kterému se také říká „panský“, má klobouky 4 - 15 cm široké, v mládí polokulovité, pak sklenuté až rozložené, masité. [4]



Obr. 27 Hřib hnědý (*Xerocomus badius*)

Kaštanově hnědé klobouky jsou za vlhkého počasí lepkavé, za sucha lesklé, s bílými až žlutoolivovými póry, které modrají. [8] Třeň je podobně zbarvený jako klobouk, rovnoměrný, někdy zakřivený. [100] Roste velmi hojně v létě a zejména na podzim (až do listopadu) v jehličnatých a smíšených lesích, zejména pod smrky a borovicemi. [4]

4.8 Hřib žlutomasý (*Xerocomus chrysenteron*)

Hřib žlutomasý (*Xerocomus chrysenteron*), také zvaný „babka“, má klobouky 3 - 8 cm široké, v mládí polokulovité, potom až polštářkovité. [4] Jejich barva je hnědá nebo hnědožlutá. Z počátku jsou jemně plstnaté, později hladké a často políčkovitě rozpraskané, zvláště za suchého počasí. [100] Tenký válcovitý třeň je žlutý až červený. [8] Při poranění je dužnina bezprostředně pod pokožkou purpurově rudá, při rozříznutí nažloutlá a někdy nabírá modravý nádech. [100] Hřib žlutomasý (*Xerocomus chrysenteron*) roste od června do listopadu na lesních loukách, na kraji lesa, v listnatých a jehličnatých lesích. [8]



Obr. 28 Hřib žlutomasý (*Xerocomus chrysenteron*)

4.9 Václavka obecná (*Armillariella mellea*)

Klobouky václavky obecné (*Armillariella mellea*) jsou žlutookrové, 4 - 12 cm široké, sklenuté až ploché. [3] Mají jemné, v dospělosti málo zřetelné šupinky. [4] Na třeni je vločkatý prsten. Třeň je zpočátku načervenalé hnědý, později šedožlutý a směrem dolů olivově hnědý nebo zelenošedý. [100] Řídké, přirostlé lupeny jsou bílé a postupně se zbarvují růžově hnědě, ve stáří mnohdy s tmavými skvrnami. Skoro vždy rostou v trsech. [8] Václavka má jméno podle doby nehojnějšího růstu, kolem svátku sv. Václava (28. září). Roste jako parazit v listnatých a smíšených lesích na živých i na padlých kmenech,

pařezech a kořenech. [4] Za syrova se jedná o slabě jedovatou houbu, ovšem když je upravena, tak je jedlá a velice chutná. [100]



Obr. 29 Václavka obecná (*Armillariella mellea*)

4.10 Pýchavka obecná (*Lycoperdon perlatum*)

Pýchavka obecná (*Lycoperdon perlatum*) má velmi rozmanité tvary - někdy je vysoká, jindy nízká, v horní části kulovitá, směrem dolů ke stopce stažená do záhybů, dole zvrásněná. [100] Povrch je pokryt krátkými ostny, kdy každý z nich je obklopen drobnými zrníčkovitými šupinkami. Výběžek na vrcholku označuje místo, kde se vytvoří otvor, kterým se uvolňují výtrusy. Ostny po dozrání odpadávají. Dužnina je v mládí bílá a jedlá, ve stáří tmavne a je nepoživatelná. [8] Roste od července až do listopadu na zemi nebo i shnilém dřevu, na travnatých místech, listnatých, smíšených a méně v jehličnatých lesech. [4]



Obr. 30 Pýchavka obecná (*Lycoperdon perlatum*)

4.11 Žampion lesní (*Agaricus sylvaticus*)

Klobouky žampionu lesního (*Agaricus sylvaticus*) jsou 4 - 10 cm široké, v mládí polokulovitě sklenuté, pak až téměř rozložené. [104] Zprvu jsou bělavě žluté s tmavším temenem, velmi brzy ovšem hnědnou (nejvíce uprostřed). [100] Dutý třeň, s převislým prstenem, může mít vláknitý až šupinatý povrch. [8] Dužnina je buď bílá nebo karmínově načervenalá. [100] Na řezu má červenofialovou barvu. [10] Žampion lesní (*Agaricus sylvaticus*) roste na některých místech poměrně hojně od července do října ve smíšených a listnatých, zejména však v jehličnatých lesích - především ve smrčinách. [104]



Obr. 31 Žampion lesní (*Agaricus sylvaticus*)

4.12 Klouzek sličný (*Suillus grevillei*)

Tento hojný, většinou živě žlutooranžově zbarvený klouzek sličný (*Suillus grevillei*), je vázaný na modřín. [4] Jeho 15 cm široké klobouky jsou zpočátku kulovité. Pokožka je v mládí vždy slizká, ve stáří pak leskle suchá. [100] Bílý až žlutý prsten poblíž vrcholu žlutohnědého třeně je také slizký. [8] Roste většinou ve skupinkách od června do listopadu v jehličnatých, smíšených lesích, na lesních cestách a u lesních příkopů. [100]



Obr. 32 Klouzek sličný (*Suillus grevillei*)

4.13 Ryzec pravý (*Lactarius deliciosus*)

Klobouky ryzce pravého (*Lactarius deliciosus*) jsou oranžově nebo cihlově červené, většinou pásované soustřednými oranžovými a zelenavými kruhy. [100] Jsou slizké nebo suché, hladké a mají podvinutý okraj. [9] Krátký třeň je pokrytý oranžovými prohlubněmi. [8] Lupeny jsou husté a zbarvené jako klobouk. [9] Má mohutnou drolivou světle žlutou dužninu, která roní mrkvově oranžové mléko, které nemění barvu. [8] Roste ve velkém množství od konce června až do listopadu. Vyskytuje se téměř jenom v jehličnatých lesích, hlavně pod borovicemi. [100]



Obr. 33 Ryzec pravý (*Lactarius deliciosus*)

4.14 Hřib smrkový (*Boletus edulis*)

Klobouky hříbu smrkového (*Boletus edulis*) jsou bochánkovité, světle nebo tmavě hnědé. [8] Naspodu jsou bělavé, později žlutozelené drobné póry. [4] Třeň je světle hnědý, soudkovitý nebo kyjovitý. [9] Dužnina je bílá a v místech červivosti žlutá. [8]



Obr. 34 Hřib smrkový (*Boletus edulis*)

Patří mezi široce rozšířené a hojné druhy v celém severním mírném pásu. [9] Roste od konce jara do zimy v jehličnatých a smíšených lesích, zejména pod smrky. [4]

4.15 Křemenáč smrkový (*Leccinum piceinum*)

Křemenáč smrkový (*Leccinum piceinum*) je jeden ze dvou druhů křemenáčů, který roste pod jehličnany. Klobouky jsou 5 - 10 cm široké, v mládí polokulovité, později až ploché. [4] Jsou zbarveny rezavohnědě a povrch je matný, suchý. Třeň je téměř válcovitý, bělavý a posetý rezavohnědými šupinkami, které stárnutím tmavnou do černohněda. Dužnina je smetanově bílá, na řezu se zbarvuje šedorůžově. Roste od července do října v jehličnatých lesích, zvláště pod smrkem obecným, na holé půdě pokryté jehličím. [105]



Obr. 35 Křemenáč smrkový (*Leccinum piceinum*)

4.16 Klouzek slizký (*Suillus viscidus*)

Klouzek slizký (*Suillus viscidus*) je vázán na modříný. Jeho klobouky jsou špinavě olivově hnědé a 3 - 9 cm široké. [4] Bělavé až šedohnědé póry se po otlacení zbarvují olivově zeleně. [8] Třeň nese slizký, valovitý prsten. Dužnina je bílá, měkká a houbovitá. [4]



Obr. 36 Klouzek slizký (*Suillus viscidus*)

Tento druh je velice rozšířený v Evropě a Asii [9] a roste od července do října v jehličnatých a smíšených lesích, ale vždy jen pod modřínou. [4]

4.17 Holubinka trávozelená (*Russula aeruginea*)

Klobouky holubinky trávozelené (*Russula aeruginea*) jsou široké 5 - 10 cm a zelené jako tráva. V mládí jsou polokulovité, pak rozložené až vmáčklé, ve stáří na okraji rýhované. [4] Husté, většinou volné lupeny jsou bílé, stejně jako válcovitý nebo směrem dolů se zužující třeh, který mívá na bázi bílé až rezavé skvrny. [8] Dužnina je bílá, tuhá a drolivá. [9]



Obr. 37 Holubinka trávozelená (*Russula aeruginea*)

Roste od června až do října v jehličnatých, smíšených a listnatých lesích - hlavně pod břízami, ale také pod smrky a borovicemi. [4]

4.18 Holubinka mandlová (*Russula vesca*)

Holubinka mandlová (*Russula vesca*) má kalně masově červené klobouky, které jsou zploštělé až vyklenuté nebo i vmáčklé. [4] Lupeny jsou bílé, lámavé a dosti husté. [8] Třeh je bělavý, zužující se směrem k bázi. [9] Dužnina je bílá a tuhá. [8]



Obr. 38 Holubinka mandlová (*Russula vesca*)

Roste celkem hojně od června do října v listnatých, smíšených a jehličnatých lesích, zejména pod duby, habry, břízami, borovicemi ap. [4]

4.19 Kozák březový (*Leccinum scabrum*)

Klobouky kozáku březového (*Leccinum scabrum*) jsou 5 - 15 cm široké, v mládí polokulovité, brzy polštářovitě sklenuté, šedohnědé nebo hnědé. [4] Naspodu jsou bělavé nebo šedobílé póry. [8] Třeň je štíhlý, poměrně slabý, vločkovitě šupinatý a uprostřed mírně bříchatý. Dužnina je v mládí bílá a křehká, ve stáří ale vláknitá a dutá. [100] Barva dužniny se na řezu nemění. [9] Roste od července do listopadu v lesích listnatých, smíšených a jehličnatých, ale i ve stromořadích apod., vždy však pod břízami. [4]



Obr. 39 Kozák březový (*Leccinum scabrum*)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Houby tvoří rozmanitou skupinu organismů, které tvoří samostatnou říši *Opisthokonta / Fungi*. Jsou to eukaryotní, heterotrofní organismy, které se rozmnožují výtrusy. Jejich tělo se nazývá stélka (*thallus*), která může být jednobuněčná, ale i mnohobuněčná. Je složená z jednotlivých houbových vláken (hyf), které jsou spletené v podhoubí (*mycelium*), jenž se rozrůstá v substrátu a zajišťuje výměnu látek a energie. Za určitých podmínek na něm vyrůstají rozmnožovací orgány - plodnice. Plodnice Basidiomycet jsou technologicky i sensoricky velice významné. Většinou jsou velice nápadné a proto je tato skupina hub označována jako makromycety. Plodnice se může dělit na klobouk, třeh s prstenem nebo bez něj. Hlavní stavební složkou hub je chitin a polyglukany, které jsou využívány v lékařství a farmacii. U β -glukanů byl prokázán stimulační efekt při léčbě celé řady onemocnění. Kromě β -glukanů obsahují houby celou řadu látek, které jsou také důležité pro lidský organismus. Obsahují významné množství bílkovin, aminokyselin, vitamínů, minerálních látek atd. Také ale mohou přijímat látky z prostředí, například těžké kovy, a stát se tak pro člověka nežádoucí. Cílem diplomové práce je analyzovat chemické vlastnosti zástupců oddělení *Basidiomycetes* a výsledky porovnat na základě obsahu popelovin, sušiny, fosforu a rtuti u hub volně rostoucích, pěstovaných či kupovaných.

Konkrétní cíle práce byly stanoveny takto:

- 1) popis taxonomie, fyziologie a chemického složení hub - se zaměřením na oddělení *Basidiomycetes*
- 2) zpracovat nejnovější současné poznatky o výskytu biologicky aktivních látek v Basidiomycetech - zejména β -glukanů
- 3) stanovit sušinu, popeloviny, fosfor a vybraný těžký kov u různých plodnic Basidiomycet
- 4) porovnat vybrané chemické vlastnosti volně rostoucích hub z různých lokalit s pěstovanými houbami

6 MATERIÁL A METODIKA

Pro účely diplomové práce jsem si zvolila tyto druhy hub:

Volně rostoucí: bedla vysoká (*Macrolepiota procera*), bedla červenající (*Macrolepiota rhacodes*), hřib dubový (*Boletus aestivalis*), křemenáč osikový (*Leccinum rufum*), hřib hnědý (*Xerocomus badius*), hřib žlutomasý (*Xerocomus chrysenteron*), václavka obecná (*Armillariella mellea*), pýchavka obecná (*Lycoperdon perlatum*), žampion lesní (*Agaricus sylvaticus*), klouzek sličný (*Suillus grevillei*), ryzec pravý (*Lactarius deliciosus*), hřib smrkový (*Boletus edulis*), křemenáč smrkový (*Leccinum piceinum*), klouzek slizký (*Suillus viscidus*), holubinka trávově zelená (*Russula aeruginea*), holubinka mandlová (*Russula vesca*) a kozák březový (*Leccinum scabrum*).

Pro sběr volně rostoucích hub byly vybrány dvě lokality Valašska v lesním porostu ve smíšením lese, přičemž lokality jsou charakterizovány následovně:

1. lokalita Lešná - smíšený les cca 20 metrů od silniční komunikace s hustým provozem, sběr cca 46 hodin po dešti, blízkost průmyslových zařízení
2. lokalita Hrachovec - smíšený les cca 3 km od silniční komunikace cca 28 hodin po dešti

Plodnice basidiomycet byly v uvedených lokalitách sbírány v průběhu měsíce září 2007.

Část vzorků žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*) a hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) byla získána v obchodní síti, část byla získána pěstováním viz strana 46 a 48.

U vzorků hub byly stanoveny tyto charakteristiky:

- 1) **Sušina** - plodnice byly předsušeny při + 40 °C a po ztrátě lepkavosti dosušeny při 105 °C ± 2 °C. Měření obsahu sušiny bylo provedeno ve třech opakováních.
- 2) **Fosfor** - usušený materiál byl homogenizován a mineralizován ve směsi koncentrované kyseliny sírové a 30 % peroxidu vodíku. Obsah fosforu v mineralizátu byl stanovován kolorimetricky vanadičnanovou metodou. Měření obsahu fosforu bylo provedeno v pěti opakováních.
- 3) **Popeloviny** - usušený materiál byl spálen v muflové peci při 650 °C po dobu 5 hodin. Měření obsahu popelovin bylo provedeno ve třech opakováních.

4) **Rtuť** - ve vzorcích hub byla rtuť proměřená metodou atomové absorpční spektrometrie použitím přístroje AMA-254. Měření obsahu rtuti bylo provedeno ve třech opakováních.

[106]

7 VÝSLEDKY

Výsledky chemických analýz byly zpracovány statistickou metodou analýzy variace. Pro vyhodnocení průkaznosti rozdílů byl použit Tukayův test při 5 % hladině významnosti. Pro vyhodnocení byl použit počítačový program Unistat. [107]

7.1 Obsah sušiny

Obsah sušiny byl stanoven u hub pěstovaných v domácích podmínkách, kupovaných a také u hub nasbíraných ze dvou různých lokalit Valašska - z Lešné a Hrachovce. Průměrný obsah sušiny ve vzorcích plodnic hub je uveden v tabulce č. 6.

Tab. 6 Obsah celkové a laboratorní sušiny se směrodatnými odchylkami v plodnicích hub

Číslo vzorku	Druh houby	Původ	Obsah celkové sušiny [hmot. %]	Obsah laboratorní sušiny [hmot. %]	Pořadí dle laboratorní sušiny
1.	Hlíva ústříčná	pěstované	9,81 ± 0,82	89,58 ± 0,73	27.
2.	Hlíva ústříčná	kupované	9,77 ± 0,92	89,24 ± 1,33	26.
3.	Žampion dvouvýtrusý	pěstované	8,41 ± 0,43	91,45 ± 1,13	29.
4.	Žampion dvouvýtrusý	kupované	8,37 ± 0,15	90,04 ± 0,85	28.
5.	Bedla vysoká	Lešná	11,35 ± 1,14	86,09 ± 0,26	20.
6.	Bedla vysoká	Hrachovec	10,22 ± 1,45	85,16 ± 0,41	15.
7.	Bedla červenající	Lešná	11,69 ± 0,83	84,13 ± 1,51	7.
8.	Bedla červenající	Hrachovec	9,70 ± 0,18	83,23 ± 1,50	5.
9.	Hřib dubový	Lešná	8,12 ± 0,23	85,75 ± 1,08	18.
10.	Hřib dubový	Hrachovec	9,11 ± 1,47	88,29 ± 0,41	25.

11.	Křemenáč osikový	Lešná	9,14 ± 0,68	86,35 ± 0,79	22.
Číslo vzorku	Druh houby	Původ	Obsah celkové sušiny [hmot. %]	Obsah laboratorní sušiny [hmot. %]	Pořadí dle laboratorní sušiny
12.	Křemenáč osikový	Hrachovec	9,28 ± 1,77	86,60 ± 0,05	23.
13.	Hřib hnědý	Lešná	8,26 ± 0,21	84,57 ± 1,24	10.
14.	Hřib hnědý	Hrachovec	8,54 ± 0,13	82,58 ± 1,13	1.
15.	Hřib žlutomasý	Lešná	8,17 ± 0,11	84,86 ± 0,81	13.
16.	Hřib žlutomasý	Hrachovec	9,29 ± 1,56	83,18 ± 0,26	3.
17.	Václavka obecná	Lešná	8,18 ± 0,58	84,62 ± 0,40	11.
18.	Václavka obecná	Hrachovec	7,64 ± 0,06	82,61 ± 0,59	2.
19.	Pýchavka obecná	Lešná	10,42 ± 0,51	86,30 ± 0,68	21.
20.	Pýchavka obecná	Hrachovec	9,67 ± 0,41	85,66 ± 0,72	17.
21.	Žampion lesní	Hrachovec	8,58 ± 0,14	83,23 ± 0,37	4.
22.	Klouzek sličný	Hrachovec	6,21 ± 0,67	84,47 ± 0,47	9.
23.	Ryzec pravý	Hrachovec	9,64 ± 1,05	86,91 ± 0,39	24.
24.	Hřib smrkový	Hrachovec	9,58 ± 0,72	84,77 ± 0,98	12.
25.	Křemenáč smrkový	Hrachovec	7,64 ± 0,26	84,94 ± 0,44	14.
26.	Klouzek slizký	Hrachovec	6,39 ± 0,35	83,96 ± 0,02	6.
27.	Holubinka trávovělná	Hrachovec	7,74 ± 1,40	85,83 ± 0,17	19.
28.	Holubinka mandlová	Hrachovec	8,85 ± 0,23	85,57 ± 0,29	16.
29.	Kozák březový	Hrachovec	10,50 ± 0,27	84,44 ± 0,07	8.

Výsledky stanovení obsahu sušiny jsou udávány v hmotnostních %. Jelikož vzorky byly předsušovány v domácích podmínkách, jsou z důvodu větší přesnosti porovnávány dle obsahu laboratorní sušiny. Pořadí je stanoveno od nejmenšího obsahu laboratorní sušiny ve vzorku po nejvyšší obsah.

Při celkovém srovnání všech druhů hub byl nejnižší obsah laboratorní sušiny stanoven u hříbu hnědého (*Xerocomus badius*) z lokality Hrachovec $82,58 \pm 1,13$ hmot. %, naopak nejvyšší obsah byl zaznamenán u pěstovaného žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*) $91,45 \pm 1,13$ hmot. %. Průměrné hodnoty byly stanoveny u vzorků z lokality Hrachovec a to u křemenáče smrkového (*Leccinum piceinum*) $84,94 \pm 0,44$ hmot. %, bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) $85,16 \pm 0,41$ hmot. % a u holubinky mandlové (*Russula vesca*) $85,57 \pm 0,29$ hmot. %. Z hodnot také vyplývá, že houby pěstované a kupované obsahují více sušiny, než houby volně rostoucí.

Při pohledu na tabulku č. 6 a porovnáním hodnot u hub pěstovaných v domácích podmínkách a hub zakoupených v obchodní síti, lze říci, že více sušiny obsahují houby pěstované, i když rozdíly jsou minimální. U pěstované hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) $89,58 \pm 0,73$ hmot. % a kupované $89,24 \pm 1,33$ hmot. %. U pěstovaného žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*) $91,45 \pm 1,13$ hmot. % a zakoupeného $90,04 \pm 0,85$ hmot.%. Vzorky hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) obsahují v průměru o 1,34 % laboratorní sušiny méně, než vzorky žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*).

Srovnáním vzorků hub, které byly nalezeny v obou lokalitách, bylo zjištěno, že vzorky z lokality Lešná mají vyšší obsah laboratorní sušiny, než vzorky z lokality Hrachovec. Výjimkou je hřib dubový (*Boletus aestivalis*) u kterého vzorek z lokality Hrachovec obsahoval sušiny o 2,54 hmot. % více, než vzorek z lokality Lešná.

Nejvyšší obsah laboratorní sušiny u vzorků z lokality Lešná, byl zaznamenán u křemenáče osikového (*Leccinum rufum*) $86,35 \pm 0,79$ hmot. %, nejnižší u bedly červenající (*Macrolepiota rhacodes*) $84,13 \pm 1,51$ hmot. %. Průměrný obsah vzorků z této lokality byl 85,33 hmot. %.

U vzorků z lokality Hrachovec byl stanoven nejvyšší obsah laboratorní sušiny u hříbu dubového (*Boletus aestivalis*) $88,29 \pm 0,41$ hmot. %, naopak nejnižší byl zaznamenán u

hříbu hnědého (*Xerocomus badius*) $82,58 \pm 1,13$ hmot. %. Průměrný obsah této lokality činil $84,79$ hmot. %.

7.2 Obsah popelovin

Obsah popelovin byl stanoven u hub pěstovaných v domácích podmínkách, kupovaných a také u hub nasbíraných ze dvou různých lokalit Valašska - z Lešné a Hrachovce. Průměrný obsah popela vyjádřený v % sušiny je uveden v tabulce č. 7. Pořadí je stanoveno od nejmenšího obsahu popelovin po nejvyšší obsah.

Tab. 7 Obsah popelovin v % se směrodatnými odchylkami v sušině plodnic hub

Číslo vzorku	Druh houby	Původ	Obsah popelovin [%] v sušině	Pořadí dle obsahu popelovin
1.	Hlíva ústříčná	pěstované	$8,02 \pm 0,57$	12.
2.	Hlíva ústříčná	kupované	$6,64 \pm 0,73$	6.
3.	Žampion dvouvýtrusý	pěstované	$8,82 \pm 1,39$	20.
4.	Žampion dvouvýtrusý	kupované	$9,88 \pm 0,56$	25.
5.	Bedla vysoká	Lešná	$7,43 \pm 0,45$	8.
6.	Bedla vysoká	Hrachovec	$8,53 \pm 0,72$	17.
7.	Bedla červenající	Lešná	$9,74 \pm 0,36$	23.
8.	Bedla červenající	Hrachovec	$10,94 \pm 0,55$	27.
9.	Hřib dubový	Lešná	$6,77 \pm 0,37$	7.
10.	Hřib dubový	Hrachovec	$6,18 \pm 0,58$	3.
11.	Křemenáč osikový	Lešná	$8,13 \pm 0,85$	13.
12.	Křemenáč osikový	Hrachovec	$7,48 \pm 0,30$	9.
13.	Hřib hnědý	Lešná	$8,49 \pm 0,57$	16.

14.	Hřib hnědý	Hrachovec	8,58 ± 0,29	19.
15.	Hřib žlutomasý	Lešná	10,44 ± 0,53	26.
Číslo vzorku	Druh houby	Původ	Obsah popelovin [%] v sušině	Pořadí dle obsahu popelovin
16.	Hřib žlutomasý	Hrachovec	8,30 ± 0,37	14.
17.	Václavka obecná	Lešná	9,82 ± 0,34	24.
18.	Pýchavka obecná	Lešná	4,51 ± 0,55	1.
19.	Pýchavka obecná	Hrachovec	6,47 ± 0,67	5.
20.	Žampion lesní	Hrachovec	11,81 ± 0,29	28.
21.	Klouzek sličný	Hrachovec	8,31 ± 0,35	15.
22.	Ryzec pravý	Hrachovec	6,30 ± 0,53	4.
23.	Hřib smrkový	Hrachovec	6,03 ± 0,98	2.
24.	Křemenáč smrkový	Hrachovec	8,84 ± 0,67	21.
25.	Klouzek slizký	Hrachovec	7,96 ± 0,61	11.
26.	Holubinka trávozelená	Hrachovec	9,47 ± 0,56	22.
27.	Holubinka mandlová	Hrachovec	7,96 ± 0,76	10.
28.	Kozák březový	Hrachovec	8,57 ± 0,33	18.

Celkovým porovnáním obsahu popelovin v jednotlivých vzorcích, byl jeho nejvyšší obsah stanoven u žampionu lesního (*Agaricus sylvaticus*) z lokality Hrachovec hodnotou $11,81 \pm 0,29$ % popelovin v sušině. Naopak nejméně popelovin bylo obsaženo ve vzorku pýchavky obecné (*Lycoperdon perlatum*) z lokality Lešná, kde jeho hodnota činila $4,51 \pm 0,55$ %. Rozdíl mezi těmito dvěma hraničními vzorky činí 7,3 % popela v sušině.

Vzorek pěstované hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) obsahoval o 1,38 % více popelovin než vzorek kupovaný. Naopak u vzorku žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*)

obsahoval více popelovin vzorek kupovaný a to o 1,06 %. V průměru žampion dvouvýtrusý (*Agaricus bisporus*) obsahuje 9,35 % popelovin v sušině, což je o 2,02 % více než v hlívě ústřičné (*Pleurotus ostreatus*).

Při pohledu na tabulku č. 7 a srovnáním hodnot vzorků hub nalezených v obou lokalitách, nelze jednoznačně říci, které obsahují více popelovin. Vzorky z lokality Hrachovce, jmenovitě bedla vysoká (*Macrolepiota procera*), bedla červenající (*Macrolepiota rhacodes*), hřib hnědý (*Xerocomus badius*) a pýchavka obecná (*Lycoperdon perlatum*), obsahují více % popelovin v sušině, než stejné vzorky těchto hub z lokality Lešná. Naopak vzorky hříbu dubového (*Boletus aestivalis*), křemenáče osikového (*Leccinum rufum*) a hříbu žlutomasého (*Xerocomus chrysenteron*) z lokality Lešná obsahují více popelovin než jejich protějšky z druhé lokality Valašska.

Průměrný obsah popelovin ve vzorcích z lokality Lešná byl stanoven na 8,17 % v sušině. Největší hodnoty byly stanoveny u hříbu žlutomasého (*Xerocomus chrysenteron*) $10,44 \pm 0,53$ % v sušině. Nejnižší u pýchavky obecné (*Lycoperdon perlatum*), kde bylo stanoveno o 5,93 % popelovin v sušině méně než v hříbu žlutomasém (*Xerocomus chrysenteron*).

U vzorků z lokality Hrachovec byl zaznamenán nejnižší obsah u hříbu smrkového (*Boletus edulis*) $6,03 \pm 0,98$ % popelovin v sušině, naopak nejvyšší obsah byl u žampionu lesního (*Agaricus sylvaticus*), kde bylo o 5,78 % více popelovin než u hříbu smrkového (*Boletus edulis*). Průměrný obsah popelovin ve vzorcích z této lokality je 8,23 % v sušině.

7.3 Obsah fosforu

Obsah fosforu byl stanoven u hub pěstovaných v domácích podmínkách, kupovaných a také u hub nasbíraných ze dvou různých lokalit Valašska - z Lešné a Hrachovce. Průměrný obsah fosforu v miligramech na jeden gram sušiny ve vzorcích plodnic hub je uveden v tabulce č. 8. Pořadí je stanoveno od nejmenšího obsahu fosforu ve vzorku po nejvyšší obsah.

Tab. 8 Obsah fosforu se směrodatnými odchylkami v 1 g sušiny plodnic hub

Číslo vzorku	Druh houby	Původ	Obsah fosforu [mg . g ⁻¹] sušiny	Pořadí dle obsahu fosforu
1.	Hlíva ústříčná	pěstované	14,42 ± 0,12	14.
Číslo vzorku	Druh houby	Původ	Obsah fosforu [mg . g ⁻¹] sušiny	Pořadí dle obsahu fosforu
2.	Hlíva ústříčná	kupované	13,40 ± 0,07	10.
3.	Žampion dvouvýtrusý	pěstované	21,63 ± 0,10	21.
4.	Žampion dvouvýtrusý	kupované	21,87 ± 0,13	22.
5.	Bedla vysoká	Lešná	23,18 ± 0,07	24.
6.	Bedla vysoká	Hrachovec	14,71 ± 0,09	16.
7.	Bedla červenající	Lešná	34,15 ± 0,07	28.
8.	Bedla červenající	Hrachovec	27,65 ± 0,08	26.
9.	Hřib dubový	Lešná	12,02 ± 0,06	5.
10.	Hřib dubový	Hrachovec	12,83 ± 0,08	7.
11.	Křemenáč osikový	Lešná	17,07 ± 0,06	18.
12.	Křemenáč osikový	Hrachovec	13,74 ± 0,07	12.
13.	Hřib hnědý	Lešná	13,47 ± 0,08	11.
14.	Hřib hnědý	Hrachovec	9,22 ± 0,10	2.
15.	Hřib žlutomasý	Lešná	17,37 ± 0,03	19.
16.	Hřib žlutomasý	Hrachovec	13,85 ± 0,02	13.
17.	Václavka obecná	Lešná	19,08 ± 0,03	20.
18.	Václavka obecná	Hrachovec	7,54 ± 0,11	1.
19.	Pýchavka obecná	Lešná	23,50 ± 0,11	25.

20.	Pýchavka obecná	Hrachovec	22,70 ± 0,09	23.
21.	Žampion lesní	Hrachovec	30,63 ± 0,07	27.
22.	Klouzek sličný	Hrachovec	14,67 ± 0,05	15.
Číslo vzorku	Druh houby	Původ	Obsah fosforu [mg . g⁻¹] sušiny	Pořadí dle obsahu fosforu
23.	Ryzec pravý	Hrachovec	12,36 ± 0,06	6.
24.	Hřib smrkový	Hrachovec	12,90 ± 0,10	8.
25.	Křemenáč smrkový	Hrachovec	16,36 ± 0,05	17.
26.	Klouzek slizký	Hrachovec	13,00 ± 0,08	9.
27.	Holubinka trávozelená	Hrachovec	11,26 ± 0,12	4.
28.	Kozák březový	Hrachovec	9,31 ± 0,04	3.

Při pohledu na tabulku č. 8 a porovnáním celkového obsahu fosforu v jednotlivých vzorcích, byl jeho nejvyšší obsah stanoven u bedly červenající (*Macrolepiota rhacodes*) z lokality Lešná a to hodnotou 34,15 ± 0,07 mg . g⁻¹ sušiny. Naopak nejnižší obsah byl u vzorku z lokality Hrachovec, jmenovitě u václavky obecné (*Armillariella mellea*) 7,54 ± 0,11 mg . g⁻¹ sušiny. Rozdíl mezi těmito dvěma vzorky je 26,62 mg . g⁻¹ sušiny.

Srovnáním hodnot hub pěstovaných v domácích podmínkách a hub zakoupených v obchodní síti, nelze jednoznačně říci, které obsahují v 1 g sušiny více fosforu. Hodnoty jsou velmi podobné. U hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*), která byla pěstována v domácích podmínkách, činil obsah fosforu 14,42 ± 0,12 mg . g⁻¹ sušiny a u kupované 13,40 ± 0,07 mg . g⁻¹ sušiny. Naopak více fosforu obsahoval u žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*) vzorek kupovaný, i když pouze o 0,24 mg.

Při porovnání vzorků hub, které byly nalezeny v obou lokalitách Valašska, bylo vyhodnoceno, že více fosforu v 1 g sušiny obsahují vzorky z lokality Lešná. Rozdíl mezi vzorky byl markantní. Nejvyšší rozdíl byl stanoven u václavky obecné (*Armillariella*

mellea), u které vzorek z lokality Lešná obsahoval o 11,54 mg fosforu v 1 g sušiny více, než vzorek z lokality Hrachovec. Vzorek bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) z lokality Lešná obsahoval $23,18 \pm 0,07$ mg \cdot g⁻¹ sušiny, což je více než vzorek z lokality Hrachovec $14,71 \pm 0,09$ mg \cdot g⁻¹ sušiny. Také u bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) byl vzorek z lokality Lešná o 8,47 mg fosforu v 1 g sušiny bohatší. Pouze u vzorku hříbu dubového (*Boletus aestivalis*) z lokality Hrachovec, bylo o 0,81 mg fosforu v 1 g sušiny více, než u vzorku z lokality Lešná.

Průměrný obsah fosforu ve vzorcích z lokality Lešná činil 19,98 mg \cdot g⁻¹ sušiny. Nejvyšší obsah byl stanoven u bedly červenající (*Macrolepiota rhacodes*) $34,15 \pm 0,07$ mg \cdot g⁻¹ sušiny, nejnižší u hříbu dubového (*Boletus aestivalis*) 12,02 \pm 0,06 mg fosforu v 1 g sušiny.

U vzorků z lokality Hrachovec byl stanoven průměrný obsah fosforu na 15,20 mg \cdot g⁻¹ sušiny. Nejvyšší obsah byl zaznamenán u žampionu lesního (*Agaricus sylvaticus*) $30,63 \pm 0,07$ mg, naopak nejnižší u václavky obecné (*Armillariella mellea*) $7,54 \pm 0,11$ mg fosforu v 1 g sušiny.

7.4 Obsah rtuti

Obsah rtuti byl stanoven u hub pěstovaných v domácích podmínkách, kupovaných a také u hub nasbíraných ze dvou různých lokalit Valašska - z Lešné a Hrachovce. Průměrný obsah rtuti byl vyjádřen v ng \cdot mg⁻¹ sušiny a je uveden v tabulce č. 9. Pořadí je stanoveno od nejmenšího obsahu popelovin po nejvyšší obsah.

Tab. 9 Obsah rtuti v ng se směrodatnými odchylkami v sušině plodnic hub

Číslo vzorku	Druh houby	Původ	Obsah rtuti [ng \cdot mg ⁻¹] sušiny	Pořadí dle obsahu rtuti
1.	Hlíva ústřičná	pěstované	$0,08 \pm 0,003$	2.
2.	Hlíva ústřičná	kupované	$0,08 \pm 0,002$	3.
3.	Žampion dvouvýtrusý	pěstované	$0,11 \pm 0,005$	5.

4.	Žampion dvouvýtrusý	kupované	0,09 ± 0,002	4.
5.	Bedla vysoká	Lešná	7,16 ± 0,04	29.
6.	Bedla vysoká	Hrachovec	2,57 ± 0,01	24.
7.	Bedla červenající	Lešná	2,56 ± 0,02	23.
Číslo vzorku	Druh houby	Původ	Obsah rtuti [ng · mg⁻¹] sušiny	Pořadí dle obsahu rtuti
8.	Bedla červenající	Hrachovec	2,24 ± 0,17	22.
9.	Hřib dubový	Lešná	4,12 ± 0,04	28.
10.	Hřib dubový	Hrachovec	3,84 ± 0,03	27.
11.	Křemenáč osikový	Lešná	1,30 ± 0,02	17.
12.	Křemenáč osikový	Hrachovec	0,77 ± 0,01	14.
13.	Hřib hnědý	Lešná	0,51 ± 0,02	10.
14.	Hřib hnědý	Hrachovec	0,17 ± 0,004	7.
15.	Hřib žlutomasý	Lešná	0,65 ± 0,03	13.
16.	Hřib žlutomasý	Hrachovec	0,27 ± 0,02	8.
17.	Václavka obecná	Lešná	0,14 ± 0,004	6.
18.	Václavka obecná	Hrachovec	0,03 ± 0,004	1.
19.	Pýchavka obecná	Lešná	1,46 ± 0,01	19.
20.	Pýchavka obecná	Hrachovec	1,63 ± 0,08	21.
21.	Žampion lesní	Hrachovec	3,47 ± 0,03	26.
22.	Klouzek sličný	Hrachovec	0,84 ± 0,01	15.
23.	Ryzec pravý	Hrachovec	0,53 ± 0,01	11.
24.	Hřib smrkový	Hrachovec	3,02 ± 0,08	25.

25.	Křemenáč smrkový	Hrachovec	1,44 ± 0,01	18.
26.	Klouzek slizký	Hrachovec	1,05 ± 0,03	16.
27.	Holubinka trávovělná	Hrachovec	0,30 ± 0,01	9.
28.	Holubinka mandlová	Hrachovec	0,62 ± 0,02	12.
Číslo vzorku	Druh houby	Původ	Obsah rtuti [ng . mg⁻¹] sušiny	Pořadí dle obsahu rtuti
29.	Kozák březový	Hrachovec	1,45 ± 0,02	20.

Celkovým srovnáním všech druhů hub byl nejvyšší obsah rtuti zaznamenán u bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) z lokality Lešná a to hodnotou $7,16 \pm 0,04$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny. Naopak nejnižší byl stanoven u václavky obecné (*Armillariella mellea*) z lokality Hrachovec, hodnotou $0,03 \pm 0,004$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny. Rozdíl mezi těmito dvěma vzorky je značný a to $7,13$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny. Průměrné hodnoty byly zaznamenány u zástupců z lokality Hrachovec, u křemenáče osikového (*Leccinum rufum*) $0,77 \pm 0,01$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny, klouzku sličného (*Suillus grevillei*) $0,84 \pm 0,01$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny a klouzku slizkého (*Suillus viscidus*) $1,05 \pm 0,03$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny.

Porovnáním hodnot hub pěstovaných doma a hub kupovaných v obchodní síti, nelze jednoznačně konstatovat, které obsahují více rtuti. Rozdíly jsou zanedbatelné - pěstovaný vzorek žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*) obsahuje $0,11 \pm 0,005$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny a vzorek kupovaný $0,09 \pm 0,002$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny. Vzorky hlívy ústřičné (*Pleurotus ostreatus*) jsou téměř shodné $0,08 \pm 0,003$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny. Z toho vyplývá, že sušina žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*) obsahuje průměrně pouze o $0,02$ ng více rtuti, než mg sušiny hlívy ústřičné (*Pleurotus ostreatus*). Porovnáním vzorků hub pěstovaných a kupovaných s volně rostoucími vzorky lze říci, že volně rostoucí vzorky obsahují více rtuti v sušině. Výjimku tvoří pouze vzorek václavky obecné (*Armillariella mellea*) z lokality Hrachovec, kde je obsah rtuti $0,03 \pm 0,004$ ng . mg⁻¹ sušiny.

Při pohledu na tabulku č. 9 a porovnáním vzorků hub nasbíraných v obou lokalitách, bylo stanoveno, že daleko více rtuti obsahují vzorky z lokality Lešná. Nejvíce rtuti obsahoval

vzorek bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) $7,16 \pm 0,04$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny, což je o 4,59 ng více než vzorek z lokality Hrachovec. Významné množství bylo také stanoveno v bedle červenající (*Macrolepiota rhacodes*), jejíž vzorek z lokality Lešná obsahoval $2,56 \pm 0,02$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny a vzorek z lokality Hrachovec o 0,32 ng méně.

Průměr vzorků z lokality Lešná činil $2,24$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny. Nejnižší obsah byl stanoven u václavky obecné (*Armillariella mellea*) $0,14 \pm 0,004$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny, nejvyšší obsah, který byl o 7,02 ng vyšší, byl u bedly vysoké (*Macrolepiota procera*).

Nejnižší obsah rtuti ze vzorků lokality Hrachovec obsahovala václavka obecná (*Armillariella mellea*) $0,03 \pm 0,004$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny, naopak nejvyšší hřib dubový (*Boletus aestivalis*) $3,84 \pm 0,03$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny. Průměr všech vzorků z této lokality byl stanoven na $1,43$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny.

8 DISKUZE

Houby jsou biologicky velmi cenná doplňková potravina, která je svým chemickým složením více podobná živočišným organismům než rostlinám. To například dokazuje přítomnost chitinu, močoviny a glykogenu. Nestravitelný chitin sice může způsobit u některých druhů hub špatnou stravitelnost, ale na druhou stranu podporuje peristaltiku střeva a dopomáhá tak k lepšímu trávení. Tomu také přispívají aromatické látky, které podporují tvorbu slin a žaludečních šťáv. [108] Jelikož obsah tuků je nepatrný, jsou houby potravinou s nízkou energetickou hodnotou. Velice významný je obsah bílkovin, esenciálních aminokyselin a vody, která u čerstvých plodnice tvoří cca 90 %. [10]

Houby obsahují poměrně hodně vitamínů skupiny B. [4] V čerstvých plodnicích hub bylo zjištěno více vitamínu B₂, než je například v rajčatech, salátu a květáku. Také obsahem kyseliny nikotinové předčí houby červené maso, ryby a luštěniny. Houby ale také obsahují vitamín E a C. [108]

Pro výživu člověka jsou velice významné β -glukany, které jsou spolu s chitinem stavebními látkami buněčných stěn hub. [28] Mají značný imunostimulační efekt a také se podílejí na fyziologických procesech, které souvisí s metabolismem tuků v lidském těle. [39]

Houby jsou značně bohaté na minerální látky, které jsou důležitou složkou lidské výživy. Tělo je nedokáže samo vytvořit a proto je odkázáno na jejich příjem potravou. V houbách bylo zjištěno značné množství fosforu, draslíku, sodíku a hořčíku. [10] Například fosfor je velice důležitý pro podporu látkové výměny a společně s vápníkem se podílí na tvorbě zubů a kostí. Jeho nedostatek se projevuje poruchou funkcí ledvin, křivicí a nedostatečným ukládáním minerálních látek v kostech. [20]

Houby koncentrují v plodnicích těžké kovy, například selen, rtuť, kadmium a olovo. Rtuť je prvkem, který má jednoznačně negativní vliv na zdravotní stav lidského organismu. [3] Je to kumulativní jed, který se hromadí především v ledvinách. Chronická otrava se projevuje různě: od vypadávání vlasů, zažívacích poruch, onemocnění ledvin nebo revmatických problémů. [108]

Tato diplomová práce se v teoretické části zaměřuje na charakteristiku, systematiku a fyziologii hub. Také jsou zde popsány nejnovější poznatky fyziologicky účinných β -

glukanů. Praktická část se zabývá srovnáním obsahu sušiny, fosforu, popelovin a rtuti v analyzovaných vzorcích hub pěstovaných v domácích podmínkách, kupovaných v obchodní síti a také hub nalezených ve dvou různých lokalitách Valašska - Lešné a Hrachovec.

Díky velkému počtu vzorků a také díky jejich neúdržnosti, byly jednotlivé vzorky hub předusušovány v domácích podmínkách. Z tohoto důvodu a také z důvodu větší přesnosti jsou jednotlivé vzorky srovnávány dle obsahu laboratorní sušiny. Mým měřením bylo stanoveno, že nejvíce laboratorní sušiny obsahuje doma pěstovaný žampion dvouvýtrusý (*Agaricus bisporus*) a to $91,45 \pm 1,13$ hmot. %. Naopak nejnižší obsah byl zjištěn u hříbu hnědého (*Xerocomus badius*) z lokality Hrachovec $82,58 \pm 1,13$ hmot. %. Také při porovnání obou pěstovaných a kupovaných vzorků bylo stanoveno, že žampion dvouvýtrusý (*Agaricus bisporus*) obsahuje v průměru o 1,34 % laboratorní sušiny více, než hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*). Při srovnání jednotlivých druhů volně rostoucích hub, bylo zjištěno, že vzorky z lokality Lešná mají vyšší obsah laboratorní sušiny, než vzorky z lokality Hrachovec. Z lokality Lešná obsahoval nejvíce laboratorní sušiny vzorek křemenáče osikového (*Leccinum rufum*) $86,35 \pm 0,79$ hmot. %, naopak nejméně bedla červenající (*Macrolepiota rhacodes*) $84,13 \pm 1,51$ hmot. %. Nejvíce laboratorní sušiny z druhé lokality obsahoval hřib dubový (*Boletus aestivalis*) $88,29 \pm 0,41$ hmot. %, nejméně hřib hnědý (*Xerocomus badius*) $82,58 \pm 1,13$ hmot. %.

Houby jsou potravinou, která se vyznačuje velkým obsahem vody, proto patří mezi neúdržné potraviny. Sušení je nejstarší způsob jak houby konzervovat. [100] Zachovává se při něm maximum účinných látek a plodnice dlouho vydrží a neztrácí typickou vůni. Po vysušení zbyde z původního objemu vody 10 - 15 %. Postupným odstraňováním vody se omezuje činnost rozkladných mikroorganismů a enzymů. [4]

Analýzou vzorků bylo zjištěno, že nejméně vody (tím pádem nejvíce sušiny) obsahují houby pěstované v domácích podmínkách a kupované. Porovnáním hub pěstovaných a zakoupených bylo stanoveno, že o něco více sušiny obsahují houby pěstované. Důvodem zřejmě bylo umístění vzorků na sušším místě. Vzorek žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*) i přes stejné podmínky pěstování jako byly u vzorku hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*), obsahoval méně vody. Zřejmě to bylo způsobeno vyššími nároky na vlhkost a nedostatečným rosením. Srovnáním vzorků nalezených v obou lokalitách bylo zjištěno, že

více vody obsahují vzorky z lokality Hrachovec. Tento fakt příkládám většímu počtu srážek v této oblasti a sběru hub cca 28 hodin po dešti. Naopak v lokalitě Lešná byl sběr hub uskutečněn cca 46 hodin po dešti.

Porovnáním výsledků stanovení popela v jednotlivých vzorcích plodnic hub bylo zjištěno, že nejvyšší obsah $11,81 \pm 0,29 \%$ v sušině obsahoval vzorek žampionu lesního (*Agaricus sylvaticus*) z lokality Hrachovec. Naproti tomu nejméně bylo obsaženo ve vzorku pýchavky obecné (*Lycoperdon perlatum*) z lokality Lešná $4,51 \pm 0,55 \%$. Při srovnání kupovaných a pěstovaných vzorků, nelze jednoznačně určit, které obsahují více popelovin. Totéž se ukázalo u vzorků volně rostoucích hub z obou lokalit. Největší obsah vzorku z lokality Lešná byl stanoven u hříbu žlutomasého (*Xerocomus chrysenteron*) $10,44 \pm 0,53 \%$ popelovin v sušině, nejmenší obsah u pýchavky obecné (*Lycoperdon perlatum*), $4,51 \pm 0,55 \%$ popelovin v sušině. Z lokality Hrachovec byl nejvyšší obsah analyzován u žampionu lesního (*Agaricus sylvaticus*) $11,81 \pm 0,29 \%$, nejmenší naopak u hříbu smrkového (*Boletus edulis*) $6,03 \pm 0,98 \%$ popelovin v sušině. Houby jsou považovány za významný zdroj minerálních látek a proto je jejich konzumace z tohoto pohledu velice pozitivní. [108]

Zajímavé výsledky přinesla analýza stanovení fosforu v jednotlivých vzorcích. Nejvyšší obsah byl stanoven u vzorku bedly červenající (*Macrolepiota rhacodes*) z lokality Lešná $34,15 \pm 0,07 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny, nejnižší u václavky obecné (*Armillariella mellea*) z lokality Hrachovec $7,54 \pm 0,11 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny. Srovnáním vzorků pěstovaných a kupovaných nešlo jednoznačně říci, které obsahují vyšší obsah fosforu. Naproti tomu porovnáním hodnot u zástupců obou lokalit lze říci, že více fosforu v 1 g sušiny obsahují vzorky z lokality Lešná. Největší rozdíl byl zaznamenán u václavky obecné (*Armillariella mellea*), u které vzorek z lokality Lešná obsahoval o $11,54 \text{ mg}$ fosforu v 1 g sušiny více, než vzorek z lokality Hrachovec. Nejvyšší obsah z lokality Lešná byl zaznamenán u bedly červenající (*Macrolepiota rhacodes*) $34,15 \pm 0,07 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny, nejnižší u hříbu dubového (*Boletus aestivalis*) $12,02 \pm 0,06 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny. Z lokality Hrachovec byl stanoven nejvyšší obsah u žampionu lesního (*Agaricus sylvaticus*) $30,63 \pm 0,07 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny, naopak nejnižší u václavky obecné (*Armillariella mellea*) $7,54 \pm 0,11 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny.

Množství minerálních látek v plodnicích hub závisí na schopnosti jednotlivých druhů hromadit určitý prvek a také na koncentraci v místě sběru (v půdě je průměrně 0,1 %

fosforu). Fosfor patří mezi základní biogenní prvky. Hraje důležitou roli při transformaci energie. Nejvýznamnějším zdrojem fosforu v lesních půdách jsou humusový horizont a vrstva opadu. Podle Kalčíka (2001) se na koloběhu půdního fosforu významně také podílejí houby (mikromycety a aktivita mykorhizních hub). [109]

Podle Tesařové a Stroblové (2006) se fosfor v půdě vyskytuje silně poután v půdním sorpčním komplexu - je pro rostliny nedostupný. V tomto směru jsou důležité arbuskulárně mykorhizní houby, jejichž *mycelium* může fosfor z tohoto komplexu uvolňovat a transportovat do buněk hostitele. [110]

Z výsledků mých stanovení vyplývá, že vzorky kupované a pěstované obsahují průměrné množství fosforu v sušině. Porovnáním obou lokalit vyplývá, že v lokalitě, která se nachází blíže silniční komunikaci - lokalita Lešná, se nachází více fosforu. Může to být způsobeno blízkou přítomností průmyslových zařízení či kontaminací vody průmyslovými hnojivami.

Při srovnání Hg v sušině plodnic hub byl nejvyšší obsah u vzorku bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) z lokality Lešná a to hodnotou $7,16 \pm 0,04$ ng Hg . mg⁻¹ sušiny. Nejméně rtuti, viz tabulka č. 9, je obsaženo ve vzorku václavky obecné (*Armillariella mellea*) z lokality Hrachovec. Při porovnání vzorků hub pěstovaných a kupovaných s houbami volně rostoucími bylo zjištěno, že houby volně rostoucí obsahují daleko více rtuti. Výjimkou byl pouze vzorek václavky obecné (*Armillariella mellea*) z lokality Hrachovec. Analýzou bylo také stanoveno, že vzorky z lokality Lešná obsahují více rtuti než vzorky z lokality Hrachovec. Například u vzorků bedly vysoké (*Macrolepiota procera*), která má velkou schopnost vázat těžké kovy, bylo zjištěno, že vzorek z lokality Lešná - čili z lokality cca 20 m od silniční komunikace s hustým provozem - obsahuje 1,56 x více rtuti, než vzorek z lokality Hrachovec - cca 3 km od silniční komunikace. Nejvíce rtuti z lokality Hrachovec obsahoval vzorek hříbu dubového (*Boletus aestivalis*) a z lokality Lešná vzorek bedly vysoké (*Macrolepiota procera*). Nejnižší obsahy rtuti v obou lokalitách byly stanoveny u václavky obecné (*Armillariella mellea*).

Houby jsou považovány za indikátory rtuti v prostředí. Jednotlivé druhy mají různě silnou vlastnost těžké kovy koncentrovat. Kov se váže na vnější stěnu myceliového vlákna a poté se dostává o nitra buňky. Podle Mikulcové (2006) obsahy těžkých kovů na kontaminovaných lokalitách, zejména v průmyslových aglomeracích, kolem hutnických a chemických podniků a v blízkosti frekventovaných vozovek, přesahují obvykle povolené

hodnoty a opakované požití většího množství pokrmu z plodnic zde nasbíraných může vyvolávat otravy. [108]

Vyhláška č. 305 / 2004 Sb. stanovuje hygienické limity těžkých kovů pro volně rostoucí houby. Limit rtuti je 5 mg na kg sušiny. V sušených houbách však dochází ke snížení obsahu rtuti při předběžném máčení ve vodě a následným vařením. Tím se původní obsah všech stopových prvků v pokrmu sníží 50 - 100 x. [108]

Cibulka (1997) srovnával obsah rtuti u hub ze tří lokalit; klasifikovaných jako emisně silně zatížená středně zatížená a nezatížená. Domněnka, že nejvíce rtuti budou obsahovat vzorky z emisně silně zatížené lokality, se nepotvrdila. Na jednotlivých lokalitách spíše převládala druhová schopnost hub prvky kumulovat. Obsah rtuti byl paradoxně nejvyšší právě v lokalitě emisně nezatížené. Nejvíce rtuti bylo obsaženo zejména v pýchavce, bedle a hříbu dubovém. Limity nepřekračovaly pouze suchohříby a václavky. [111]

Při pohledu na tabulku č. 9 je zřejmé, že i z mých měření má maximální kumulační schopnost vzorek volně rostoucí bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) a hříbu dubového (*Boletus aestivalis*), naopak nejnižší hodnoty byly stanoveny právě u václavky obecné (*Lycoperdon perlatum*). Pěstované a kupované vzorky hub mají tu výhodu, že se jich netýká zátěž prostředí - obsah rtuti byl v těchto vzorcích zanedbatelný.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo popsat taxonomii, fyziologii a chemické složení hub - zvláště se zaměřit na oddělení *Basidiomycetes*. Dále zpracovat současné poznatky o výskytu biologicky aktivních látek v houbách - zejména β -glukanů. V experimentální části stanovit u různých plodnic Basidiomycet sušinu, popeloviny, fosfor a vybraný těžký kov - rtuť. Vybrané chemické vlastnosti volně rostoucích hub z různých lokalit porovnat s houbami pěstovanými a kupovanými.

Celkem bylo analyzováno 29 vzorků z 19 různých druhů hub. Dva druhy hub - žampion dvouvýtrusý (*Agaricus bisporus*) a hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) - byly pěstovány v domácích podmínkách a také zakoupeny v obchodní síti. Dalších 17 druhů hub bylo v průběhu měsíce září 2007 nasbíráno ve dvou různých lokalitách Valašska (Lešná a Hrachovec), které se od sebe lišily především vzdáleností od silniční komunikace a dobou posledních srážek.

Konkrétně bylo v mé diplomové práci dosaženo těchto výsledků:

1. Nejvyšší obsah laboratorní sušiny byl stanoven u pěstovaného žampionu dvouvýtrusého (*Agaricus bisporus*) $91,45 \pm 1,13$ hmot. %, nejnižší u hříbu hnědého (*Xerocomus badius*) z lokality Hrachovec $82,58 \pm 1,13$ hmot. %. Rozdíly mezi vzorky hub pěstovanými a kupovanými byly minimální. Srovnáním vzorků z obou lokalit Valašska, bylo zjištěno, že vzorky z lokality Lešná měly obsah laboratorní sušiny vyšší, než vzorky z lokality Hrachovec.
2. Nejvíce popelovin obsahovaly tyto tři houby: žampion lesní (*Agaricus sylvaticus*) z lokality Hrachovec $11,81 \pm 0,29$ %, bedla červenající (*Macrolepiota rhacodes*) z téže lokality $10,94 \pm 0,55$ % a hřib žlutomasý (*Xerocomus chrysenteron*) z lokality Lešná $10,44 \pm 0,53$ %. Nejméně obsahoval vzorek pýchavky obecné (*Lycoperdon perlatum*) z lokality Lešná, kde jeho hodnota činila $4,51 \pm 0,55$ %. Rozdíly hodnot výsledků u hub kupovaných a pěstovaných byly minimální. Také srovnáním vzorků z obou lokalit, nelze jednoznačně říci, které byly na popeloviny bohatší.

3. Srovnáním lokalit ve vztahu k fosforu lze konstatovat, že vzorky z lokality Lešná byly na obsah fosforu bohatší. Vzorek václavky obecné (*Armillariella mellea*) z Lešné obsahoval fosforu o $11,54 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny více, než vzorek z lokality Hrachovec. Při celkovém srovnání obsahu fosforu v jednotlivých vzorcích, byl jeho nejvyšší obsah stanoven u bedly červenající (*Macrolepiota rhacodes*) z lokality Lešná a to hodnotou $34,15 \pm 0,07 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny. Naopak nejnižší obsah byl u vzorku z lokality Hrachovec, jmenovitě u václavky obecné (*Armillariella mellea*) $7,54 \pm 0,11 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny. Rozdíly mezi vzorky hub pěstovaných a kupovaných byly minimální.
4. Nejvyšší obsah rtuti byl stanoven u vzorku bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) z lokality Lešná a to hodnotou $7,16 \pm 0,04 \text{ ng Hg} \cdot \text{mg}^{-1}$ sušiny, naopak nejnižší u václavky obecné (*Armillariella mellea*) z lokality Hrachovec, hodnotou $0,03 \pm 0,004 \text{ ng Hg} \cdot \text{mg}^{-1}$ sušiny. Houby kupované a pěstované obsahovaly minimální množství rtuti. Při srovnání výsledků vzorků z obou lokalit, byl větší obsah u zástupců z lokality Lešná. Vzorek bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) z této lokality, tzn. 20 m od rušné silniční komunikace, obsahoval 1,56 x více rtuti, než vzorek z lokality Hrachovec - cca 3 km od silniční komunikace.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JELÍNEK, Jan. *Biologie prokaryot, nižších a vyšších rostlin, hub*. Nakladatelství a vydavatelství FIN, Olomouc 1995, ISBN 80-7182-012-1, s. 255
- [2] ROZSYPAL, Stanislav., a kol.. *Nový přehled biologie*. Scientia, spol. s.r.o., Praha 2003, ISBN 80-7183-268-5, s. 797
- [3] VÁŇA, Pavel. *Léčivé houby podle bylináře Pavla*. Nakladatelství Eminent, Praha 2004, ISBN 80-7281-113-4, s. 185
- [4] READER'S DIGEST VÝBĚR, spol. s.r.o.. *Houby*. Reader's Digest Výběr, spol. s.r.o., Praha 2003, ISBN 80-86196-71-2, s. 448
- [5] SMOTLACHA, Miroslav. *Kapesní atlas hub*. Ottovo nakladatelství, Praha 2002, ISBN 80-7181-675-2, s. 304
- [6] ZICHÁČEK, Vladimír., JELÍNEK, Jan. *Biologie pro gymnázia*. Nakladatelství Olomouc, Olomouc 2006, ISBN 80-7182-217-5, s. 304
- [7] SEMERDŽIEVA, Marta., VESELOVSKÝ, Jaroslav. *Léčivé houby dříve a nyní*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha 1986, s. 180
- [8] LÆSSØE, Thomas. *Houby*. Eromedia Group, k.s. - Knižní klub, Praha 2004, ISBN 80-242-1194-7, s. 304
- [9] LÆSSØE, Thomas., DEL CONTE, Anna. *Houby*. Fortuna Print, spol.s.r.o., Praha 2004, ISBN 80-7321-114-9, s. 256
- [10] KOVÁŘ, Ladislav. *Breviř o houbách*. Nakladatelství Olympia, a.s., Praha 1999, ISBN 80-7033-593-9, s. 160
- [11] JANKOVSKÝ, Libor. *Viry, prokaryot, řasy, houby a lišejníky*. Masarykova univerzita, Brno 1997, ISBN 80-210-1555-1, s. 154
- [12] KALINA, Tomáš., VÁŇA, Jiří. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Karolinum, Praha 2005, ISBN 80-246-1036-1, s. 606
- [13] KIRK, P.M., CANNON, P.F.. *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi*. CABI Publishing, Wallingford, UK, 2001, ISBN 0-85199-377-X, s. 655

- [14] JABLONSKÝ, Ivan., ŠAŠEK, Václav. *Pěstování hub ve velkém i v malém*. Praha, Nakladatelství Brázda, s.r.o., Praha 1997 168 stran, ISBN 80-209-0266-X, s. 168
- [15] ROZSYPAL, Stanislav., a kol.. *Přehled Biologie*. Scientia, spol. s.r.o., Praha 1998, ISBN 80-7183-110-7, s. 642
- [16] ANTONÍN, Vladimír., HAGARA, Ladislav., BAIER, Jiří. *Houby*. Aventium nakladatelství s.r.o., Praha 2003, ISBN 80-7151-218-4, s. 416
- [17] KEIZER, J. Ferrit. *Houby*. Artedit, s.r.o., Praha 2005, ISBN 80-7234-479-X, s. 288
- [18] KOTHE, W. Hans., KOTLABA, František. *Atlas hub*. Nakladatelství Ikar, Praha 2000, ISBN 80-7202-624-0, s. 192
- [19] ŠENKÝŘ, Vladimír. *Mykorhiza anebo vztah hub a rostlin*. Houbař 2008, roč. 4, č. 1, s. 5
- [20] MAREČEK, Aleš., HONZA, Jaroslav. *Chemie pro čtyřletá gymnázia, 3.díl*. Nakladatelství Olomouc, Olomouc 2000, ISBN 80-7182-057-1, s. 250
- [21] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin I.* OSSIS, Tábor 1999, ISBN 80-902391-3-7, s. 352
- [22] VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie II.* Academia, Praha 1992, ISBN 80-200-0441-6, s. 136
- [23] DAVÍDEK, Jiří., JANÍČEK, Gustav., POKORNÝ, Jan. *Chemie potravin*. SNTL - Nakladatelství technické literatury, Praha 1983, s. 632
- [24] SMOTLACHA, Miroslav., MALÝ, Jiří. *Atlas tržních a jedovatých hub*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1986, s. 272
- [25] ŠIMŮNEK, Jan., BŘEZINA, Pavel. *Mykotoxiny*. VVŠ PV, Vyškov 1996, s. 70
- [26] LEPŠOVÁ, Anna. *Zázračná houba? Hlíva ústřičná*. Vydavatelství Víkend, Praha 2001, ISBN 80-7222-181-7, s. 64
- [27] VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie*. Academia, Praha 2002, ISBN 80-200-0600-1, s. 191

- [28] SHIMIZU, K., et al.. *Morphological features and dietary functional components in fruit bodies of two strains of Pholiota adiposa grown on artificial beds*. Journal of Wood Science 2003, 49 (2): 193 – 196
- [29] JABLONSKÝ, Ivan. *Hlíva a její léčebné účinky*. Houbař 2007, roč. 3, č. 8, s. 19
- [30] MURRAY, K., GRANNER, K.D., MAYES, P.A., RODWELL, V.W.. *Harperova biochemie*. Nakladatelství H+H, Jinočany 2002, ISBN 80-7319-013-3, s. 872
- [31] DUCHOŇ, Jiří. *Lékařská chemie a biochemie*. Avicenum, Praha 1985, s. 716
- [32] VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie*. Academia, Praha 1996, ISBN 80-7183-083-6, s.192
- [33] *Beta glucan*. Wikipedia [online] [cit. 2008-05-04]. Dostupný na WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Beta_glucans>
- [34] ISHIBASHI, K., et al.. *Relationship between solubility of grifolan, a fungal 1,3-beta-D-glucan, and production of tumor necrosis factor by macrophages in vitro*. Bioscience Biotechnology and Biochemistry 2001, 65 (9): 1993 - 2000
- [35] MANZI, P., et al.. *Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking*. Food chemistry 2004, 84 (2): 201 - 206
- [36] SHIMIZU, K., et al.. *Morphological features and dietary functional components in fruit bodies of two strains of Pholiota adiposa grown on artificial beds*. Journal of Wood Science 2003, 49 (2): 193 – 196
- [37] MIZONO M., MINATO K., TSUCHIDA H.. *Preparation and specificity of antibodies to an antitumor beta-glucan, lentinan*. Biochemistry and Molecular Biology International 1996, 39 (4): 679 - 685
- [38] MANZI, P., PIZZOFERRATO, L.. *Beta-glucans in edible mushrooms*. Food Chemistry 2000, 68 (3): 315 - 318
- [39] REVERBERI, M., DI MARIO, F., TOMATI, U.. *Beta-glucan synthase induction in mushrooms grown on olive mill wastewaters*. Applied Microbiology and Biotechnology 2004, 66 (2): 217 – 225

- [40] CAMELLINI, C.M., et al.. *Structural characterization of beta-glucans of Agaricus brasiliensis in different stages of fruiting body maturity and their use in nutraceutical products*. Biotechnology Letters 2005, 27 (17): 1295 – 1299
- [41] JABLONSKÝ, Ivan. *Polysacharidy ve vyšších houbách a jejich účinky*. Konference „Struktura a biologické účinky polysacharidů a jejich derivátů“, Praha, Chemické listy 2005, 99 (9): 664
- [42] WANG, J.C., et al.. *Optimalization for the production of water-soluble polysaccharide from Pleurotus citrinopilatus in submerged culture and its antitumor effect*. Applied Mikrobiology and Biotechnology 2003, 67 (6): 759 – 766
- [43] OOI, V.E.C., LIU, F.. *Immunomodulation and anti-cancer activity of polysaccharide – protein complexes*. Current Medicinal chemistry 2000, 7 (7): 715 – 729
- [44] SUZUKI, T., et al.. *Activation of the complement – system by 1,3-beta-D-glucans having different degrees of branching and different ultrastructures*. Journal of Pharmacobio – Dynamics 1992, 15 (6): 277 – 285
- [45] TOKUNAKA, K., et al.. *Immunopharmacological and immunotoxicological activities of a water – soluble 1,3-beta-D-glucans, CSG from Candida spp.* International Journal of Immunopharmacology 2000, 22 (5): 383 - 394
- [46] DUČKOVÁ, K., BUKOVSKÝ, M., KUČERA, J.. *Study of topical dispersions with an immunomodulatory activity*. STP Pharma Science 1997, 7 (3): 223 – 228
- [47] BOHN, J.A., BEMILLER, J.N.. *1,3-beta-D-glucans as biological response modifiers: A review of structure – functional activity relationships*. Carbohydrate Polymers 1995, 28 (1): 3 – 14
- [48] YADOMAE, T.. *Structure and biological activities of fungal beta-1,3-glucans*. Yakugaku Zasshi – Journal of the Pharmaceutical Society of Japan 2000, 120 (5): 413 - 431

- [49] WASSER, S.P.. *Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides*. Applied Mikrobiology and Biotechnology 2002, 60 (3): 258 - 274
- [50] ADACHI, Y., et al.. *Enzyme immunoassay system for estimating the ultrastructure of 1,6-branched-1,3- β -glucans*. Carbohydrate Polymers 1999, 39 (3): 225 - 229
- [51] KISHIDA, E., SONE, Y., MISAKI, A.. *Effects of branch distribution and chemical modifications of antitumor 1,3-beta-D-glucans*. Carbohydrate Polymers 1992, 17 (2): 89 - 95
- [52] NONO, I., et al.. *Oxidative-degradation of an antitumor 1,3-beta-D-glucan, grifolan*. Journal of Pharmacobio-Dynamics 1991, 14 (1): 9 – 19
- [53] OHNO, N., et al.. *Resistance of highly branched 1,3-beta-D-glucans to formolysis*. Chemical and Pharmaceutical Bulletin 1995, 43 (6): 1057 - 1060
- [54] FREY, A., GIANNASCA K., WELTZIN, R., et al.. *Role of the glycocalyx in regulating access of microparticles to spucal plasma membranes of intestina epithelial cells: implications for microbial attachment and oral vaccine targeting*. Journal of Experimental Medicine 1996, 21 (1 – 4): 1045 - 1059
- [55] OKAMOTO, T., et al.. *Lentinan from shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) supresses expression of cytochrome P450 1A subfamily in the mouse liver*. Biofactors 2004, 21 (1 – 4): 407 - 409
- [56] OHNO, N., et al.. *Comparison of the imunopharmacological activities of triple and single-helical schizophyllan in mice*. Biological and Pharmaceutical Bulletin 1995, 18 (9): 1242 – 1247
- [57] ZEMAN, M., et al.. *Changes of endogenous melatonin and protective effect of diet containing pleuran and extract of black elder in colonic inflammation in rats*. Biologia 2001, 56 (6): 659 - 701
- [58] REVERBERI, M., et al.. *Antioxidant enzymes stimulation in *Aspergillus parasiticus* by *Lentinula edodes* inhibits aflatoxin production*. Applied Microbiology and Biotechnology 2005, 69 (2): 207 - 215

- [59] VAN NEVEL, C.J., et al.. *The influence of Lentinus edodes (Shiitake mushroom) preparations on bacteriological and morphological aspects of the small intestine piglets*. Archives of Animal Nutrition-Archiv fur Tierernahrung 2003, 57 (6): 399 – 412
- [60] BOBEK, P., GALBAVÝ, S.. *Effect of pleuran (beta-glucan from Pleurotus ostreatus) on the antioxidant status of the organism and on dimethylhydrazine-induced precancerous lesions in rat colon*. British Journal of Biomedical Science 2001, 58 (3): 164 - 168
- [61] BOBEK, P., OZDIN, L., KUNIAK L.. *Effect of oyster mushroom and isolated beta-glucan on lipid peroxidation and on the activities of antioxidative enzymes in rats fed the cholesterol diet*. Journal of Nutritional Biochemistry 1997, 8 (8): 469 – 471
- [62] CHEUNG, P.C.K.. *Plasma and hepatic cholesterol levels and fecal neutral sterol excretion are altered in hamsters fed straw mushroom diets*. Journal of Nutrition 1998, 128 (9): 1512 - 1516
- [63] BOBEK, P., NOSÁLOVÁ, V., ČERNÁ S.. *Effect of pleuran (beta glucan from Pleurotus ostreatus) in diet or drinking fluid on colitis rats*. Nahrung – Food 2001, 45 (5): 360 - 363
- [64] BRAATEN, J.T. et al.. *Oat beta-glucan reduces blood cholesterol concentration in hypercholesterolemic subjects*. European Journal of Clinical Nutrition 1994, 48 (7): 465 – 474
- [65] BEHALL, K.M., SCHOLFIELD, D.J., HALLFRISCH, J.. *Effect of beta-glucan level in oat fiber extracts on blood lipids in men and women*. Journal of the American College of Nutrition 1997, 16 (1): 46 - 51
- [66] HONG, K., et al.. *Bacterial beta-glucan exhibits potent hypoglycemic activity via decrease of serum lipids and adiposity, and increase of UCP mRNA expression*. Journal of Microbiology and Biotechnology 2005, 15 (4): 823- 830
- [67] OZBEY, N., et al.. *Serum lipid and leptin concentrations in hypopituitary patient with growth hormone deficiency*. International Journal of Obesity 2000, 24 (5): 619 - 626

- [68] CHEUNG, P.C.K.. *The hypocholesterolemic effect of extracellular polysaccharide from the submerged fermentation of mushroom*. Nutrition Research 1996, 16 (11 – 12): 1953 – 1957
- [69] CHEUNG, P.C.K.. *Dietary fiber content and composition of some cultivated edible mushroom fruiting bodies and mycelia*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 1996, 44 (2): 468 - 471
- [70] CLARK, K.A., et al.. *Effects of central and systemic administration of leptin on neurotransmitter concentrations in specific areas of the hypothalamus*. American Journal of Physiology–Regulatory Integrative and Comparative Physiology 2006, 209 (2): 306 - 312
- [71] PURVES, W., et al.. *Life: The Science of Biology*. Sunderland 2004, Sinauer Associates, s. 1121
- [72] HE, W., et al.. *Molecular disruption of hypothalamic nutrient sensing induces obesity*. Nature Neuroscience 2006, 9 (2): 227 – 233
- [73] BOBEK, P., GINTER, E.. *Výzkum protisklerotických látek z hub*. Výživa lidu 1990, 45 (9): 131 - 132
- [74] HETLAND, G., LOVIK, M., WILKER, H.G.. *Protective effect of beta-glucan against Mycobacterium bovis, BCG infection in BALB/c mice*. Scandinavian Journal of Immunology 1998, 47 (6): 548 - 553
- [75] ADACHI, Y., et al.. *Enhancement of cytokine production by macrophages stimulated with 1,3-beta-D-glucan, grifolan (GRN), isolated from Grifola frondosa*. Biological and Pharmaceutical Bulletin 1994, 17 (12): 1554 - 1560
- [76] MANOHAR, V., et al.. *Effects of a water-soluble extract of maitake mushroom on circulation glucosa/insulin concentrations in KK mice*. Diabetes Obesity and Metabolism 2002, 4 (1): 43 – 48
- [77] HARADA, T., et al.. *Effect of SCG, 1,3-beta-D-glucan from Sparassis crispa on the hematopoietic response in cyclophosphamide induced leukopenic mice*. Biological and Pharmaceutical Bulletin 2002, 25 (7): 931 - 939

- [78] OHNO, N., et al.. *Effect of beta-glucans on the nitric oxide synthesis by peritoneal macrophage in mice*. Biological and Pharmaceutical Bulletin 1996, 19 (4): 608 – 612
- [79] FULLERTON, S.A., et al.. *Induction of apoptosis in human prostatic cancer cells with beta-glucan (Maitake mushroom polysaccharide)*. Molecular Urology 2000, 4 (1):7 - 13
- [80] UCHIYAMA, M.. *Anti-grifolan antibody reacts with the cell wall beta-glucan and the extracellular mannoprotein-beta-glucan komplex of C-albicans*. Carbohydrate Polymers 2002, 48 (4): 333 - 340
- [81] KORPI, A.. *Slight respiratory irritation but no inflammation in mice exposed to 1,3-beta-D-glucan aerosols*. Mediators of Inflammation 2003, 12 (3): 139 –146
- [82] NAMEDA, S., et al.. *Enhanced cytokine synthesis of leukocytes by a beta-glucan preparation, SCG, extracted from a medicinal mushroom, Sparassis crispa*. Immunopharmacology and Immunotoxicology 2003, 25 (3): 321 - 335
- [83] HARADA, T., et al.. *Soy isoflavone aglycone modulates a hematopoietic response in combination with soluble beta-glucan: SCG*. Biological and Pharmaceutical Bulletin 2005, 28 (12): 2342 – 2345
- [84] KWAK, J.K., et al.. *Enhancement of the non-specific defence activities in carp (Caprinus caprio) and flounder (Paralichthys olivcaces) by oral administration of schizophyllan*. Acta Biotechnologica 2003, 23 (4): 359 - 371
- [85] YU, K.W., et al.. *Macrophage stimulating activity of exo-biopolyer from submerged culture of Lentinus edodes with rice bran*. Journal of Microbiology and Biotechnology 2004, 14 (4): 658 – 664
- [86] KONNO, S.. *Potential growth inhibitory effect of maitake D-fraction on canine cancer cells*. Veterinary Therapeutics 2004, 5 (4): 263 - 271
- [87] OOI, V.E.C., LIU, F.. *Immunomodulation and anti-cancer activity of polysaccharide – protein complexes*. Current Medicinal chemistry 2000, 7 (7): 715 – 729

- [88] WASSER, S.P., WEIS, A. L.. *Therapeutic effects of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: A modern perspective*. Critical Reviews in Immunology 1999, 19 (1): 65 - 96
- [89] TAMURA, R., et al.. *Effects of lentinan on abnormal ingestive behaviors induced by tumor necrosis factor*. Physiology and Behavior 1997, 61 (3): 399 – 410
- [90] INOUE, A., KODAMA, N., NANBA, H.. *Effect of maitake (Grifola frondosa) D-fraction on the control of the T lymph node Th-1/Th-2 proportion*. Biological and Pharmaceutical Bulletin 2002, 25 (4): 536 – 540
- [91] ZHANG, M., CHEUNG, P.C.K., ZHANG, L.. *Evaluation of mushroom dietary fiber (nonstarch polysaccharides) from sclerotia of Pleurotus tuber-regium (Fries) inger as a potential antitumor agent*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2001, 49 (10): 5059 – 5062
- [92] KIM, G.Y., et al.. *Purification and characterization of acidic proteoheteroglycan from the fruiting body of Phellinus linteus*. Bioresource Technology 2003, 89 (1): 81 – 87
- [93] SHIMIZU, S., et al.. *Activation of the alternative complement pathway by Agaricus blazei Murill*. Phytomedicine 2002, 9 (6): 536 – 545
- [94] KOBAYASHI, H., et al.. *Suppressing effects of daily oral supplementation of betaglucan extracted from Agaricus blazei Murill on spontaneous and peritoneal disseminated metastasis in mouse model*. Journal of Cancer Research and Clinical Oncology 2005, 131 (8): 527 – 538
- [95] BOHN, J.A., BEMILLER, J.N.. *1,3-beta-D-glucans as biological response modifiers: A review of structure – functional activity relationships*. Carbohydrate Polymers 1995, 28 (1): 3 – 14
- [96] ZOU, X.. *Effects on Zn supplementation on the growth, amino acid composition, polysaccharide yields and anti-tumor activity of Agaricus brasiliensis*. World Journal of Microbiology and Biotechnology 2005, 21 (3): 261 - 264

- [97] STIJVE, T., et al.. *Potential toxic constituents of Agaricus brasiliensis (A-blazei ss. Heinem.), as compared to other cultivated and wild-growing edible mushrooms*. Deutche Lebensmittel-Rundschau 2003, 99 (12): 475 – 481
- [98] MICHAEL, Edmund. *Velký barevný průvodce houbaře*. Finidr, spol. s. r. o., Zlín 1997, ISBN 80-902387-0-X, s. 483
- [99] PŘÍHODA, Antonín., URBAN, Ladislav. *Kapesní atlas hub I.* Praha, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1988, s. 256
- [100] VOLK, Renate., VOLK, Fridhelm.. *Houby v přírodě a na talíři*. Euromedia Group, k.s., Praha 2004, ISBN 80-242-1136-X, s. 191
- [101] JABLONSKÝ, Ivan. *Pěstování hub v Číně*. Houbař 2006, roč. 2, č. 8, s. 9 - 11
- [102] JABLONSKÝ, Ivan. *Pěstování žampionů v Nizozemí*. Houbař 2006, roč. 2, č. 10, s. 10
- [103] MULLER, Petr. *Jak nám houby rostou doma*. Houbař 2007, roč. 3, č. 3, s. 8 - 9
- [104] MULLER, Petr. *Pečárka lesní*. Houbař 2007, roč. 9, s. 15
- [105] SMOTLACHA, Miroslav; ERHART, Josef; ERHARTOVÁ, Marie. *Houbařský atlas : 180 druhů jedlých a nejjedovatějších hub : 100 osvědčených kuchařských receptů*. Trojan, Brno 1999, ISBN 80-85249-28-6, s. 23
- [106] NOVOTNÝ, F.. *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd*. UKZÚZ, Brno 2000, ISBN 80-86051-76-5, s. 555
- [107] SNEDCOR, G.W., COCHRAN, W.G.. *Statistical Methods*. Iowa State Univerzity Press, Iowa 1967, s. 579
- [108] MIKULCOVÁ, Milada. *Výchova houbařů v Čechách*. Nakladatelství Olympia, a.s., Praha 2006, ISBN 80-7033-960-8, s. 208
- [109] KALČÍK, Jiří. *Koloběh fosforu v lesních půdách*. Lesnická práce [online] 2001, č. 3 [cit. 2008-05-04]. Dostupný na WWW:
<<http://lesprace.silvarium.cz/index.php>>
- [110] TESAŘOVÁ, M., STROBLOVÁ, M.. *Mykorhiza v zahradnické praxi*. [online].[cit. 2008-05-04]. ISSN 1214-763X. Dostupný na WWW:

<<http://www.zahradaweb.cz/projekt/clanek.asp?cid=4427&pid=2>>

[111] CIBULKA, Jiří. *Cizorodé prvky v houbách*. Vesmír [online] 1997 [cit. 2008-05-04]. ISSN 1214-4029. Dostupný na WWW:

<<http://www.vesmir.cz/clanek.php3?stranka=389&cislo=7&rok=1996&pismo=>>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Např. Například.

Apod. A podobně.

Atd. A tak dále.

Aj. A jiné.

Tzv. Tak zvaných.

Tj. To jest.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Trehalóza.....	24
Obr. 2 Chitin.....	24
Obr. 3 Kyselina linolová.....	25
Obr. 4 Aflatoxin B ₁	28
Obr. 5 Patulin.....	28
Obr. 6 Ochratoxin A.....	29
Obr. 7 Fumonisin B ₁	29
Obr. 8 Zearalenon.....	30
Obr. 9 γ -amanitin.....	30
Obr. 10 Muskarin.....	31
Obr. 11 Psilocybin.....	31
Obr. 12 Orellanin.....	32
Obr. 13 Ergometrin.....	33
Obr. 14 Ergotamin.....	33
Obr. 15 Penicilin	34
Obr. 16 Zjednodušená molekulová struktura β -glukanu.....	36
Obr. 17 Základní struktura β -glukanů s kombinovanými vazbami 1,3/1,4.....	37
Obr. 18 Struktura β -1,3/1,6-glukanů	37
Obr. 19 Hlíva ústříčná (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	46
Obr. 20 Domácí pěstování hlívy ústříčné (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	47
Obr. 21 Řez žampionem dvouvýtrusým (<i>Agaricus bisporus</i>).....	47
Obr. 22 Domácí pěstování žampionu dvouvýtrusého (<i>Agaricus bisporus</i>).....	48
Obr. 23 Bedla vysoká (<i>Macrolepiota procera</i>).....	49
Obr. 24 Bedla červenající (<i>Macrolepiota rhacodes</i>).....	50

Obr. 25 Hřib dubový (<i>Boletus aestivalis</i>).....	50
Obr. 26 Křemenáč osikový (<i>Leccinum rufum</i>).....	51
Obr. 27 Hřib hnědý (<i>Xerocomus badius</i>).....	51
Obr. 28 Hřib žlutomasý (<i>Xerocomus chrysenteron</i>).....	52
Obr. 29 Václavka obecná (<i>Armillariella mellea</i>).....	53
Obr. 30 Pýchavka obecná (<i>Lycoperdon perlatum</i>).....	53
Obr. 31 Žampion lesní (<i>Agaricus sylvaticus</i>).....	54
Obr. 32 Klouzek sličný (<i>Suillus grevillei</i>).....	54
Obr. 33 Ryzec pravý (<i>Lactarius deliciosus</i>).....	55
Obr. 34 Hřib smrkový (<i>Boletus edulis</i>).....	55
Obr. 35 Křemenáč smrkový (<i>Leccinum piceinum</i>).....	56
Obr. 36 Klouzek slizký (<i>Suillus viscidus</i>).....	56
Obr. 37 Holubinka trávovězelená (<i>Russula aeruginea</i>).....	57
Obr. 38 Holubinka mandlová (<i>Russula vesca</i>).....	57
Obr. 39 Kozák březový (<i>Leccinum scabrum</i>).....	58

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Významné mykotoxiny a jejich producenti [4].....	27
Tab. 2 Výskyt významných mykotoxinů v potravinách v ČR [4].....	27
Tab. 3 Průměrný obsah β -glukanů v některých hlívách (<i>Pleurotus spp.</i>) a v houževnatci jedlém (<i>Lentinus edodes</i>) a poměr jejich vodorozpustné a ve vodě nerozpustné frakce [38].....	38
Tab. 4 Hlavní druhy bazidiomycet, které obsahují biologicky účinné β -glukany [41].....	39
Tab. 5 Vzorok hub a jejich původ.....	44
Tab. 6 Obsah celkové a laboratorní sušiny v plodnicích hub.....	63
Tab. 7 Obsah popelovin v % se směrodatnými odchylkami v sušině plodnic hub.....	66
Tab. 8 Obsah fosforu se směrodatnými odchylkami v 1 g sušiny plodnic hub.....	68
Tab. 9 Obsah rtuti v ng se směrodatnými odchylkami v sušině plodnic hub.....	71