

Bioaktivní látky v houbách

Marcela Pindřáková

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marcela PINĎÁKOVÁ**

Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Biologicky aktivní látky ve vyšších houbách**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Charakterizace taxonomie hub, anatomické a morfologické složení vyšších hub.
- Chemické složení hub.
- Charakterizace basidiomycet.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

(1)VELÍŠEK,J.Chemie potravin 2, OSSIS, Tábor 1999. ISBN.80-902391-4-5

(2)SEMERDŽIEVA,M.-VESELSKÝ,J.Léčivé houby dřívě a nyní, Academia Praha 1986

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Otakar Rop, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

20. února 2009


Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Cílem mé bakalářské práce bylo pojednat o vybraných bioaktivních látkách v houbách. Konkrétně se tato práce zabývá aktuální problematikou sacharidických složek, cizorodých prvků a toxinů. Dále jsou zmíněny často méně známé údaje o dalších nutričních parametrech plodnic basidiomycet.

Část rukopisu je věnována také konzervářskému a gastronomickému využití hub.

Klíčová slova: plodnice basidiomycet, bioaktivní látky, sacharidické složky, cizorodé prvky, toxiny, využití hub konzervářské, využití gastronomické

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to discuss selected bioactive compounds in mushrooms. This paper specifically is dealing with the contemporary topic of saccharidic components, foreign elements and toxins. Furthermore, the commonly lesser known facts about other nutrition values of basidiocarps are given.

Part of the manuscript is devoted to preserving and gastronomic use of mushrooms.

Keywords: basidiocarps, bioactive compounds, sugar components, heterogeneous components, toxins, preserving and gastronomic utilization

Za odborné vedení, za poskytnutí podkladů pro moji bakalářskou práci a za cenné rady,
děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Otakaru Ropovi, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské 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

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 OBECNÝ POPIS HUB	11
2 POPIS ZNAKŮ, VLASTNOSTÍ A PROJEVŮ HUB	13
2.1 TĚLO HUB	13
2.2 PLODNICE HUB	13
2.2.1 Vývoj plodnic	16
3 SYSTEMATIKA HUB	17
3.1 KMEN: <i>EUMYCOTINA</i> (PRAVÉ HOUBY)	17
3.1.1 Podkmen: <i>Mastigomycotina</i> (plísňě).....	17
3.1.1.1 Třída: Chytridiomycetes	17
3.1.1.2 Třída: Oomycetes	17
3.1.2 Podkmen: <i>Zygomycotina</i> (plísňě spájkivé)	17
3.1.3 Podkmen: <i>Ascomycotina</i> (houby vřeckaté = vřeckovýtrusé)	17
3.1.3.1 Třída: Hemiascomycetes.....	17
3.1.3.2 Třída: Plectomycetes.....	17
3.1.3.3 Třída: Discomycetes	17
3.1.3.4 Třída: Pyrenomycetes.....	17
3.1.3.5 Třída: Loculoascomycetes	17
3.1.4 Podkmen: <i>Basidiomycotina</i> (houby stopkovýtrusé).....	17
3.1.4.1 Třída: Hymenomycetes	17
3.1.4.2 Třída: Gasteromycetes	17
3.1.4.3 Třída: Urediniomycetes.....	17
3.1.4.4 Třída: Ustilaginomycetes	17
3.2 <i>DEUTEROMYCOTINA</i> (HOUBY NEDOKONALÉ)	17
3.1.1 Podkmen: <i>Mastigomycotina</i> (plísňě).....	18
3.1.1.1 Třída: Chytridiomycetes	18
3.1.1.2 Třída: Oomycetes.....	18
3.1.2 Podkmen: <i>Zygomycotina</i> (plísňě spájkivé)	18
3.1.3 Podkmen: <i>Ascomycotina</i> (houby vřeckaté = vřeckovýtrusé)	19
3.1.3.1 Třída: Hemiascomycetes.....	19
3.1.3.2 Třída: Plectomycetes.....	20
3.1.3.3 Třída: Discomycetes	21
3.1.3.4 Třída: Pyrenomycetes.....	21
3.1.3.5 Třída: Loculoascomycetes	21
3.1.4 Podkmen: <i>Basidiomycotina</i> (houby stopkovýtrusé).....	21
3.1.4.1 Třída: Hymenomycetes	22
3.1.4.2 Třída: Gasteromycetes	22
3.1.4.3 Třída: Urediniomycetes.....	23
3.1.4.4 Třída: Ustilaginomycetes	24
3.2 <i>DEUTEROMYCOTINA</i> (HOUBY NEDOKONALÉ)	24

4	CHEMICKÉ SLOŽENÍ HUB	25
4.1	VODA	25
4.2	BÍLKOVINY	25
4.3	AMINOKYSELINY	27
4.4	TUKY.....	27
4.5	ČUKRY – POLYSACHARIDY	27
4.5.1	Chitin.....	28
4.5.2	Glukany	28
4.5.3	Glykogen a trehalóza.....	30
4.6	VITAMINY	30
4.7	MINERÁLNÍ LÁTKY	30
4.8	TOXINY	33
4.8.1	Aflatoxiny.....	33
4.8.2	Patulin	33
4.8.3	Trichothecenové mykotoxiny	34
4.9	INTERAKCE OBSAHOVÝCH LÁTEK JEDLÝCH HUB S LÉČIVY.....	34
5	VÝŽIVOVÁ HODNOTA HUB	36
6	VYUŽITÍ HUB V GASTRONOMII	37
7	KONZERVACE HUB	40
7.1	SUŠENÍ HUB	40
7.2	NAKLÁDÁNÍ HUB	41
7.2.1	Houby s octem.....	41
7.2.2	Nakládané houby v soli nebo solném nálevu	41
7.3	STERILACE HUB V TUKU	42
7.4	HOUBOVÝ PRÁŠEK.....	42
7.5	MLÉČNÉ KVAŠENÍ HUB	42
7.6	ZMRAZOVÁNÍ HUB.....	43
7.7	UZENÍ HUB	43
	ZÁVĚR	44
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	46
	SEZNAM OBRÁZKŮ	50
	SEZNAM TABULEK	51

ÚVOD

Houby musely poutat pozornost našich prapředků asi od pradávna. Je nepravděpodobné, že by si lidé, závislí na sběru různých semen, bobulovin, ovoce nebo kořínků nepovšimli pestrobarevných a nápadných plodnic hub. Doplňkovou potravinou zůstaly houby pravděpodobně i pro pozdější lovecké komunity, stejně jako pro kmeny pastevecké a pro prvotní zemědělce. Znalosti o houbách pravěcí lidé získávali empiricky, systémem pokusů. Při požití jedovatých hub pokus skončil pochopitelně tragicky. Naši předkové asi daleko více využívali halucinogenních účinků některých hub, podobně jako to dnes vidíme u některých primitivních kmenů.

Písemné prameny o houbách zanechali staří Řekové a Římané. Oba tyto národy byly nadšenými konzumenty hub v různých úpravách. Houbové pokrmy byly servírovány na stříbrných podnosech, bohatší aristokratové používali dokonce podnosy zlaté. Z literatury starého Říma víme, že za největší delikatesu považovali dnes už vzácnou muchomůrku císařku, kterou nazývali *boletus*. Měli v oblibě také hříby smrkové, kterým zase říkali *suillus*, vyhledávali lanýže (*tubera*) a apeninský druh pýchavky (*pezica*).

Již staří Řekové a po nich i Římané měli houbové kuchařky, nebyly však ještě tak rozsáhlé jako dnešní. Předpisy houbových pokrmů uváděli třeba Apica nebo Coetius ve své kuchařce ze 3. století n.l., ale také známý filozof Seneca.

Příprava houbových pokrmů nebyla nikdy svěřována otrokům, hostitelé je připravovali sami nebo na přípravu dohlíželi. Pravým důvodem jistě nebyla obava o kvalitu jídla, ale spíše obava ze smrti způsobené přidávkem smrtelně jedovaté muchomůrky zelené. Toxické působení jedovatých hub bylo tedy již tehdy známo.

Po rozpadu římské říše zprávy o houbách zcela mizí a objevují se znovu až začátkem středověku. Tenkrát ale měli lidé k houbám spíše negativní postoj. Houby stejně jako hadi, štíři, ropuchy, pavouci nebo podobná havěť, byly považovány za něco odporného a zlého. Tento přístup k houbám přetrvává u některých národů dodnes. Jedině ve střední Evropě a zvláště pak u slovanských národů byla znalost hub už ve středověku na dobré úrovni.

Důkazem toho jsou třeba veršované slovníky z let 1360 a 1365, kde je uveden překvapivě široký výčet druhů hub. Zajímavé přitom je, že názvy hub zde uvedené se zachovaly v nezměněné podobě až dodnes.

V době renesance se znalosti díky mnohým přírodovědcům značně rozšířily a prohloubily. Zvláště po vynálezu mikroskopu mohli vědci detailně proniknout do života hub. Sám vynálezce mikroskopu von Leewenhoek pozoroval kromě řas, prvoků a bakterií i pивní kvasinky.

Mykologie jako věda se začala rozvíjet v 19. století. Z českých mykologů se na tomto rozvoji podíleli nejvíce Krombholz a Corda. Ale ani dnes není bádání ukončeno. Mykologické znalosti se prohlubují, vznikají nové obory a objevují se nové souvislosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÝ POPIS HUB

Často se můžeme setkat s názorem, že vlastně není známo, kam houby zařadit, zda k rostlinám nebo k živočichům. Ve skutečnosti houby (*fungi*) tvoří samostatnou říši, kterou zkoumá věda mykologie. Slovo pochází z řečtiny, přičemž mykés znamená houbu a logia je učení o něčem. Houby se rozmnožují výtrusy, které se zásadně liší od semen rostlin a počtem druhů nepřevyšují počet zelených rostlin ani počet živočichů na Zemi. V dnešní době známe asi 300 000 druhů hub, přičemž houby, které tvoří okem viditelné plodnice zvané makromycety, tvoří menší část a velké lesní houby tvoří jen malé procento. V ČR můžeme nalézt asi 600 druhů zatím známých hub, z čehož je jen několik málo desítek druhů jedlých; ostatní jsou jedovaté, nejedlé nebo nepoživatelné.

Hlavní masu říše hub tvoří houby mikroskopických rozměrů, tzv. mikromycety. Mají zásadní význam pro život dalších organismů jako destruenti odpadních látek, které vracejí do oběhu. Patří mezi ně nebezpečné plísně na pokožce, ušlechtilé plísně na sýrech a salámech, nepříjemné octové kvasinky a také velice žádané kvasinky pивní nebo vinné. Bez hub bychom neměli ani křupavé pečivo a chléb, protože i chlebové kvasinky – kvasnice jsou houby. Nebezpečnou oblastí jsou mikroskopické houby, způsobující mnoho infekčních chorob. Díky lidskému důvtipu dokáží dnes houby bojovat proti jiným houbám. Například látky zvané antibiotika jsou získávány z hub a slouží k potírání závažných infekčních chorob.

Často se setkáváme s názorem, že velké plodnice hub jsou něco na způsob rostliny, podhoubí jsou kořeny a houbové výtrusy jsou semena. Je to ale falešný názor. Vlastní tělo houby je většinou vláknité podhoubí pod zemí. Daleko nápadnější a hmotnější tvar, který sbíráme, je tedy pouze plodem houby, který obsahuje semena – výtrusy v podobě mikroskopického prášku, skládajícího se z jednotlivých spor nepatrných rozměrů. [1]

Houba je nezelený organismus, který čerpá živiny pro svůj růst jinými způsoby než rostliny a živočichové. Kromě velkých stopkovýtrusých hub existuje celá řada hub mikroskopických, např. plísně, rzi, padlí, kvasinky, které mají pro život člověka dalekosáhlý význam.

Ke své výživě používají organické látky, které předtím vytvořily jiné organismy, zelené rostliny a živočichové.

Kdyby houby neexistovaly, musela by příroda vytvořit nějaké podobné organismy, protože potravní řetězec (producenti – konzumenti – predátoři – destruenti) by měl nenahraditelnou trhlínu na straně destruentů, kteří přeměňují zbytky živé hmoty na minerály. Minerální látky se díky činnosti rozkladných organismů mohou dostat znovu do koloběhu života, většinou beze ztrát. Houby, které se takto živí, se nazývají saprofytické. Jsou i jiné houby, které nevyužívají odpad jako výživu a parazitují přímo na živém těle rostliny nebo živočicha, tyto houby nazýváme cizopasně neboli parazitické. Mezi oběma druhy jsou různé přechodové typy. Některé houby se mohou změnit z „hodného“ saprofyta na dravého parazita, některé houby cizopasí třeba na živém stromu a po jeho odumření, o nějž se také přičiní, pak již využívají jeho mrtvé tělo.

Velké plodnice lesních hub žijí v symbióze s kořínky určitých specifických stromů a vyšších rostlin. Takovému soužití říkáme mykorrhiza a pro houbu má jasný význam při čerpání živin. Prospěch pro stromy není zcela jasný, ale musí existovat, protože bez soužití s houbou strom špatně roste a často ani nevyklíčí. Jsou dokonce rostliny, jako jsou orchideje, které se bez mykorrhizy nemohou vůbec rozmnožovat. To má pro houbaře praktické důsledky. [2]

2 POPIS ZNAKŮ, VLASTNOSTÍ A PROJEVŮ HUB

2.1 Tělo hub

Základním tělem hub není plodnice, ale vatovité a vláknité podhoubí, odborně nazývané mycelium. Má celkem jednoduchou strukturu. Jsou to tenká vlákna složená z jednotlivých podlouhlých buněk, která jsou mezi sebou propojena příčnými spoji. Nenápadnost podhoubí je asi příčinou, proč lidé pokládají plodnici houby za její tělo. Další příčinou může být barevná pestrost a váhový nepoměr mezi podhoubím a plodnicí. Vlastní tělo houby se nachází v nevelké hloubce lesní půdy na ploše několika čtverečních decimetrů až metrů. Měli podhoubí dobré podmínky ke svému životu, vyrostou hojnost plodnic. [1]

2.2 Plodnice hub

Plodnice je část houby nad zemí, tedy ta část, kterou sbíráme. [1] Je to útvar neobyčejně mnohotvárný, jak co do rozměrů (od mikroskopických až po velikost několika decimetrů), tak co do tvaru a zbarvení. [2] Byly nalezeny trsy plodnic choroše šupinatého, který roste i u nás, o průměru dva metry a hmotnosti 31,5 kg. [3]

Plodnice u jednodušších forem může být pouze klubíčko hyf (= houbová vlákna o různé kvalitě), opletených kolem vřecek (= vakovitý útvar, ve kterém vznikají výtrusy vřeckovýtusých hub). [2]

U hub vřeckovýtusých (*Ascomycetes*) je plodnice buď kulovitá, trvale uzavřená (to je tzv. kleistothecium například u padlích = *Erysiphales*) nebo se otvírá buď pravidelným otvorem (jako tzv. perithecium u tvrdohub = *Pyrenomycetes*) či nepravidelně. Víceméně otevřená, miskovitá, pohárkovitá nebo terčovitá plodnice je apothecium, význačná pro houby terčoplodé (*Discomycetes*). [2]

Plodnice vyšších hub může být, podle rozložení výtrusorodého pletiva, rozdělena do dvou skupin:

1. skupinu tvoří houby, které mají výtrusy uloženy uvnitř plodnice, která je často kulovitá a taková plodnice se jmenuje angiokarpní.

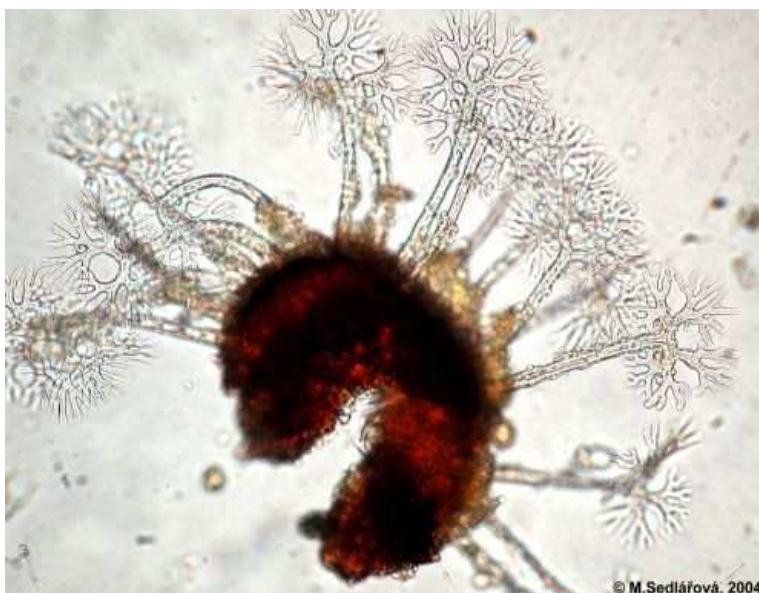
2. houby, které mají výtrusorodou část plodnice rozloženou na jejím povrchu (buď na celém povrchu, nebo na jeho části). Taková plodnice se nachází u stopkovýtusých hub a jmenuje se gymnokarpní. [2]

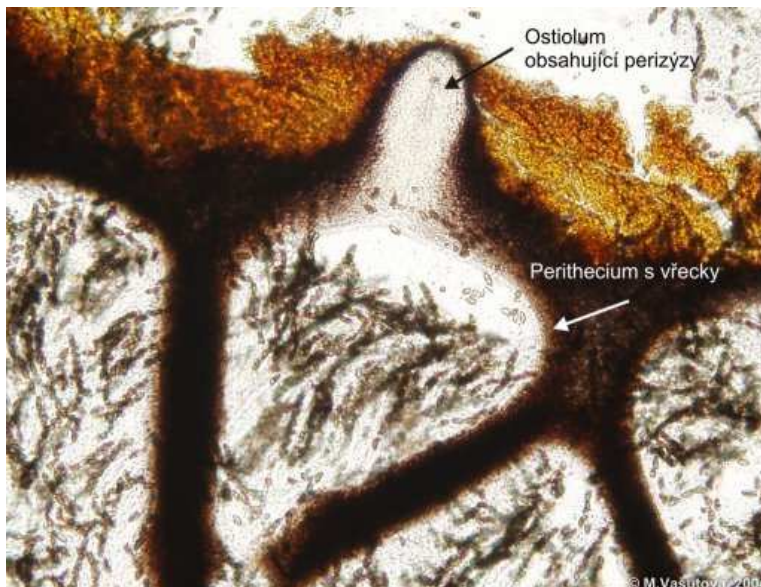
Nejkvalitnější částí plodnice je klobouk. Jeho povrch může mít nejrůznější strukturu a barvu. [1] Postupným vývinem plodnice od mládí do stáří se klobouk často tvarově mění, a navíc podléhá proměnlivosti v rámci druhu. To znamená, že klobouky jednotlivých hub téhož druhu nejsou vždy úplně stejné. [2]

Dužnina klobouku je tvořena hyfovými vlákny, které mají různou kvalitu. [1] Dužnina může být velmi křehká, jablkovitě kruchá, masitá, vodnatá, šťavnatá, suchá, vláknitá, kožovitá, tuhá i dřevnatá. Řadu důležitých znaků pozorujeme na řezu dužninou nebo na jejím lomu, je to zvláště barevná změna.

Někdy dužnina může ronit latex (bezbarvou nebo mléčně zabarvenou tekutinu), jejíž zbarvení je buď stálé, nebo se na vzduchu mění. Neméně důležitým znakem je chuť dužniny; při určování patří ochutnávání k nezbytným diagnostickým postupům. [2]

Obrázek 1 **Kleistothecium** s rozvětvenými appendixy u *Microsphaera vanbruntiana* (Padlí bezové)



Obrázek 2 Průřez **peritheciem** *Hypoxylon fragiforme* (Dřevomor červený)Obrázek 3 Zářivě oranžová **apothecia**, často se vyskytující na holé lesní půdě - *Aleuria aurantia* (Mísenka oranžová)

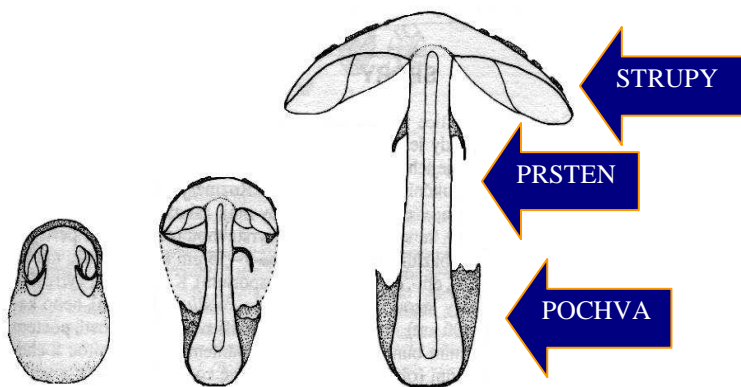
2.2.1 Vývoj plodnic

Počátek růstu plodnic a jejich vývoj je příkladem účelnosti a jakési šetrnosti v přírodě. Jsou-li podmínky pro růst plodnic nevýhodné, nelze stanovit, ve kterém místě podhoubí plodnice vyroste na povrch. Nepanují-li pro houbu příhodné klimatické podmínky, žije svým skrytým způsobem života, což může trvat i několik let. Jsou-li příhodné podmínky, začne být podhoubí aktivní a dochází u něho k nasazování zárodků (primodií). Není to ale způsobeno jen počasím, prostředím, vlhkostí, teplotou, pH půdy a osvětlením. Roli hrají i vlivy genetické, roční období a vývojové změny v myceliu vlivem stárnutí. [1]

Vývoj plodnice zahrnují dva procesy: *iniciaci*, což je nasazování zárodků (primodií) jako následek vývojových změn ve vegetativním myceliu (stárnutí, nahromadění určitých metabolitů) spolu s vlivy prostředí jako teploty, osvětlení, změn pH, a vlivy genetickými.

Po vytvoření zárodků nastává vlastní *diferenciace*, tedy tvorba reprodukčních struktur, provázená biochemickými procesy stejně jako iniciace. [3]

Obrázek 4 Vývoj plodnice



3 SYSTEMATIKA HUB

3.1 Kmen: *Eumycotina* (houby pravé)

3.1.1 Podkmen: *Mastigomycotina* (plísně)

3.1.1.1 Třída: *Chytridiomycetes*

3.1.1.2 Třída: *Oomycetes*

3.1.2 Podkmen: *Zygomycotina* (plísně spájkivé)

3.1.3 Podkmen: *Ascomycotina* (houby vřeckaté = vřeckovýtrusé)

3.1.3.1 Třída: *Hemiascomycetes*

3.1.3.2 Třída: *Plectomycetes*

3.1.3.3 Třída: *Discomycetes*

3.1.3.4 Třída: *Pyrenomycetes*

3.1.3.5 Třída: *Loculoascomycetes*

3.1.4 Podkmen: *Basidiomycotina* (houby stopkovýtrusé)

3.1.4.1 Třída: *Hymenomycetes*

3.1.4.2 Třída: *Gasteromycetes*

3.1.4.3 Třída: *Urediniomycetes*

3.1.4.4 Třída: *Ustilaginomycetes*

3.2 *Deuteromycotina* (houby nedokonalé)

3.1.1 Podkmen: *Mastigomycotina* (plísně)

Společným znakem je pohyblivé bičíkaté stádium (zoospory) při nepohlavním množení. Dělíme je na dvě fylogeneticky nepříbuzné třídy. Dosud je známo 240 rodů s 1 160 druhy. [3]

3.1.1.1 Třída: *Chytridiomycetes*

Třída *Chytridiomycetes* neboli vodní plísně, jsou vodní mikroskopické organismy. Stélka je jednobuněčná jedním jádrem nebo mnohojaderná. Buněčná stěna je tvořena chitinem a beta glukánem. Nepohlavní rozmnožování se děje zoosporami s jedním hladkým bičíkem a pohlavní rozmnožování je rozmanité. Jedná se buď o izogamii (gamety, které splývají a mají stejný tvar či velikost) nebo jde o anizogamii (splývající gamety jsou nestejného tvaru a velikosti). Dalším způsobem rozmnožování je oogamie, tzn. že samičí nepohyblivá gameta je oplodněna pohyblivou samčí gametou. A posledním typem rozmnožování je somatogamie, což je pohlavní proces, který probíhá mezi dvěma buňkami vegetativního mycelia.

3.1.1.2 Třída: *Oomycetes*

Třída *Oomycetes* neboli plísně vaječné jsou vodní, půdní i suchozemské parazitické plísně s převážně saprofytickou výživou. Tzn. že rostou na odumřelých organismech, jejich zbytcích a na organických látkách nebo na minerálních půdách. [2]

Stélka je jednobuněčná, větvená a mnohojaderná. Buněčná stěna je tvořena celulosou a beta glukánem. Nepohlavní rozmnožování se děje zoosporami se dvěma bičíky nebo konidii (výtrus vzniklý nepohlavně na hyfě).

Třída *Oomycetes* je vývojově příbuzná zeleným trubicovitým řasám, od nichž se zřejmě oddělila ztrátou chlorofylu a postupným přechodem na souš. [3]

3.1.2 Podkmen: *Zygomycotina* (plísně spájkivé)

Spájkivé plísně mají stélku většinou jednobuněčnou a mnohojadernou se stěnou tvořenou chitinem. U mnoha zástupců se tvoří přepážky bez pórů, je tedy stélka mnohobuněčná.

Zygomycotina jsou suchozemští, vyživují se saprotrofně, někdy i parazitují. K nepohlavnímu rozmnožování slouží konidie a při pohlavním rozmnožování spolu kopulují pohlavní orgány (gametangia) za vzniku mnohojaderné zygospory. Zahrnuje dva řády, a to *Mucorales* a *Entomophthorales*. [3]

Obrázek 5 *Mucor mucedo* (Plíseň hlavičková)



3.1.3 Podkmen: *Ascomycotina* (houby vřeckaté = vřeckovýtrusé)

Společným znakem pro všechny houby vřeckovýtrusé je, že tvoří výtrusy ve vřečkách a to nejčastěji po osmi. Většina těchto hub vytváří na podhoubí plodnice dvojího tvaru, podle něhož se pak houby rozdělují do hlavních skupin. Plodnice může být kulovitá, uzavřená, otevírající se po dozrání buď rozpadem (tj. kleistothecium) nebo v horní části malým otvorem (tj. perithecium). [2]

Buněčná stěna je nanejvýš dvouvrstevná a je obvykle z chitinu. Houby vřeckovýtrusé tvoří nejpočetnější skupinu (2 720 rodů s celkem 28 650 druhy). [3]

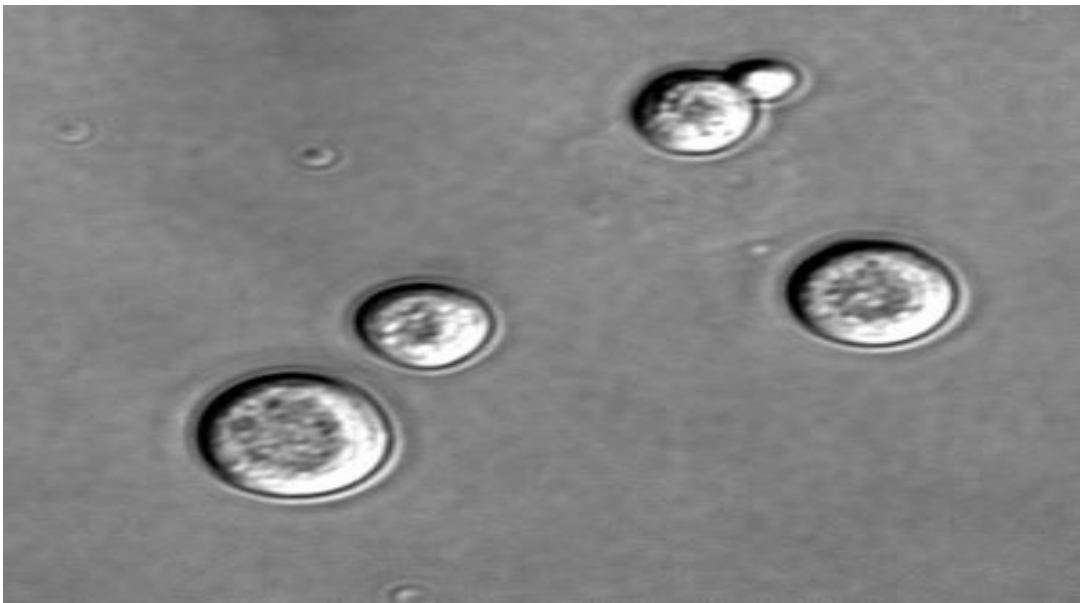
3.1.3.1 Třída: *Hemiascomycetes*

Nikdy netvoří při pohlavním rozmnožování plodnice ani askogenní (= vřeckaté) hyfy. Zygota, vzniklá somatogamií, se přemění přímo v primitivní vřecko.

Stélka je redukována na jednotlivé buňky nebo pseudomycelium, nepohlavně se množí pučením. Buněčná stěna je tvořena glukánem a mannanem nebo glukánem a chitinem.

Hospodářsky významná skupina je *Endomycetales* (kvasinkotvaré). Příkladem může být *Saccharomyces cerevisiae* (kvasinka pивní, k. vinná). Je to kvasinka, rostoucí divoce na plodech s vyšším obsahem cukru, a vyšlechtěné druhy se používají k výrobě vína, piva nebo v pekařství jako lisované droždí. Jsou významné anaerobním zkvašováním cukrů na etanol a na oxid uhličitý. [3]

Obrázek 6 *Saccharomyces cerevisiae* (Kvasinka pивní)



3.1.3.2 Třída: *Plectomycetes*

Tvoří pravé kulovité plodnice mikroskopických rozměrů s vřecy a výtrusy uvnitř. Stélka se dále skládá z vláknitého mycelia z buněk většinou s jedním jádrem. Nejčastější způsob rozmnožování je konidiami a pohlavní rozmnožování představuje gametogamie. Buněčná stěna je opět tvořena beta glukánem a chitinem. [3]

Do této třídy lze zařadit řád *Eurotiales* (kropidlákovité), který žije většinou v půdě a žije saprotrofně a *Erysiphales* (padlí), kteří žijí paraziticky na rostlinách a vytvářejí mycelium na povrchu tkání (vznik šedavých povlaků).

3.1.3.3 Třída: *Discomycetes*

Discomycetes mají terčovitou plodnici (apothecium) s vřecky uspořádanými na povrchu. Mycelium je vláknité, mnohobuněčné, s buňkami jednojadernými. Typem pohlavního rozmnožování je nejčastěji gametogamie, dále somatogamie a spermatizace. Buněčná stěna je tvořena chitinem a beta glukánem.

3.1.3.4 Třída: *Pyrenomycetes*

Třída *Pyrenomycetes* má plodničky lahvicovitého tvaru (perithecium) uvnitř s vřecky s jednoduchou stěnou a výtrusy. Perithecia bývají často ponořená v tvrdé myceliové tkáni – lůžku (stromatu). Mycelium je mnohobuněčné, buňky mají jedno jádro. [3]

3.1.3.5 Třída: *Loculoascomycetes*

Od předešlých tříd se liší tím, že při vývoji se nejdříve vyvíjí plektenchymatické základy plodnice a teprve potom se uvnitř zakládají pohlavní orgány. Stěna vřecek je tvořena ze dvou vrstev. Pohlavní rozmnožování je gametangiogamie, nepohlavně se rozmnožují konidii. Jsou to saprotrofové i paraziti. [3]

3.1.4 Podkmen: *Basidiomycotina* (houby stopkovýtrusé)

Houby stopkovýtrusé jsou vývojově nejvyšší třída hub, čítající nejméně kolem 20 000 druhů. Společným znakem těchto hub je způsob vzniku výtrusů (basidiospor), které se tvoří na zvláštních buňkách zvaných basidie. Mladá basidie má dvě jádra, která spolu splývají v jádro jediné. To se dvakrát dělí redukčním dělením, takže vzniknou 4 haploidní jádra dceřiná. Nižší typy stopkovýtrusých hub mají většinou basidie rozdělené nebo přehrádkované. Tvar basidií je stálý a přisuzuje se mu prvořadý taxonomický význam při hodnocení vzájemné příbuznosti hub. [2]

Basidiospory jsou jednobuněčné, u jednotlivých taxonů mají stálý tvar i velikost. Důležitým rozlišovacím znakem je také jejich stěna, která bývá zdobená různými výrůstky a u mnohých druhů či rodů je amyloidní (tzn. že stěny výtrusů nebo hyf v roztocích obsahující jod modrají). Basidie jsou obvykle sestavené v souvislou vrstvu (hymenium čili rouško), v níž bývají ještě zvláštní neplodné buňky (paralýzy, cystidy). [2]

Podhoubí sestává z jednoduchých nebo rozvětvených hyf, které pronikají substrátem a někdy jsou dost nápadné. Vlákna podhoubí jsou přehrádkovaná, složená většinou z chitinu. Každá přehrádka má tzv. doliporus, otvor ve středové a oboustranně ztlustlé části přehrádky. Vlastní plodnice je u primitivních druhů zredukovaná na vrstvu hyf, nesoucích hymenium nebo pouze jednotlivé basidie, a tvoří obvykle povlaky nebo blány; říká se jim plodnice resupitální čili rozlitá. Vývojově vyšší formy mají většinou plodnici vzpřímenou a obvykle rozlišenou v část kloboukatou (klobouk, *pileus*) a stopkatou (třeň, *stipes*). [2]

Hymenium, které u jednodušších forem povléká celou zevní plochu plodnice, je u dokonalejších forem omezeno na určitou, přesně ohraničenou část, tzv. hymenofor, nacházející se nejčastěji na spodní straně klobouku. Povrch hymenoforu bývá zvětšen rozmanitými výrůstky, rourkami či lupeny. Plodnice, buď nemá zjevný obal, nebo je alespoň v prvních fázích vývinu zahalená zvláštním obalem (velem). [2]

Houby stopkovýtřusé žijí většinou jako saprofyti na odumřelých zbytcích rostlin nebo přímo na zemi, v humusu a detritu, mnohé tvoří symbiózu s kořeny zelených rostlin (mykorrizu). Největší počet druhů je vázán na lesní prostředí, kde se významně uplatňují a kde jsou jejich plodnice nápadným zjevem zejména v létě a na podzim. Jejich funkce spočívá hlavně ve spoluvytváření humusu, v rozkladu dřeva a nelze zanedbat ani jejich roli ve výživě obyvatelstva.

3.1.4.1 Třída: *Hymenomycetes*

Tvoří souvislé hymenium na povrchu okem rozlišitelných plodnic, které jsou většinou nejčastěji gymnokarpní. Dosud je známo 8 000 druhů. [3]

3.1.4.2 Třída: *Gasteromycetes*

Gasteromycetes jsou houby s angiokarpní, převážně kulovitou plodnicí buď trvale uzavřenou nebo se otevírající až v době zralosti basidiospor. [2] Plodnici na povrchu kryjí obaly (perfidie) a uvnitř je výtrusorodý teřich (gleba = pletivo, ve kterém břichatky vytvářejí basidie). Výtrusy se tvoří na basidii ve větším počtu než čtyři. Za zralosti perfidie puká nepravidelně nebo pravidelným otvorem. Výživa je převážně saprotrofní. Dosud je známo kolem 1 060 druhů. [3]

3.1.4.3 Třída: *Urediniomycetes*

Třída *Urediniomycetes* nebo-li rzi jsou mikromycety, cizopasíci na zelených rostlinách. Vyvolávají na nich tzv. rzivost; napadená rostlina je pokrytá drobnými rezavě, oranžově, hnědě až černě zbarvenými ložisky v podobě kupek nebo jiných útvarů. Pletivo napadených rostlin často odumírá. Rzi napadající pěstované rostliny, zejména obilniny, mají značný praktický význam. [2]

Životní cyklus rzi je velmi složitý, je často tvořen zimními výtrusy (teliosporami), basidiosporami, letními výtrusy (urediniosporami) a aeciosporami – tzv. pleomorfie. Basidie nese příčné přehrádky, je čtyřbuněčná. Význačné pro některé druhy rzi je střídání hostitelů, např. *Puccinia graminis* (rez obilná)- parazit obilnin, má mezihostitele dřevšál. [3]

Obrázek 7 *Puccinia graminis* (Rez obilná)



3.1.4.4 Třída: *Ustilaginomycetes*

Tvoří přechod mezi plísněmi a primitivními vřeckatými houbami. [2] Jsou to závazní paraziti kulturních rostlin. Plodnice nejsou vytvořeny. Mycelium prorůstá nejčastěji mezibuněčné prostory a do buněk vysílá haustoria (= vrchol houbového vlákna, který prostupuje tkání hostitele a slouží k nasávání živin). Na rostlinách vznikají nápadné nádory. Tlustostěnné výtrusy (chlamydospory) jsou v obrovském množství v nádorech a po jejich prasknutí se z nich dostávají a infikují další jedince. Je známo 950 druhů. [3]

3.2 *Deuteromycotina* (houby nedokonalé)

Do této obrovské skupiny patří všechny houby, které se rozmnožují pouze nepohlavním způsobem (bez předchozího splývání jader buď rozpadem hyf, nebo vytvářením zvláštních výtrusů, konídií). [2] Plodnice u hub nedokonalých chybějí.

Mezi zástupce patří paraziti na rostlinách, zvířatech i člověku, saproparaziti nebo saprotrofové v půdě nebo na organickém materiálu. Hlavní podíl výtrusů (konídií) ve vzduchu pochází od hub nedokonalých. [3]

4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ HUB

Hlavními látkami hub jsou bílkoviny, polysacharidy a tuky, k nim ještě přistupuje voda, minerální látky a stopové prvky s vitaminy, enzymy, pigmenty a dalšími biologicky cennými látkami. [1]

Vedle nutričních hodnot mají houby specifický vzhled, chuť, vůni a texturu, což přispívá k atraktivnosti pro konzumaci. [3]

Ze základních živin, které má houba k dispozici, se syntetizují všechny organické sloučeniny jak vysokomolekulární, tak nízkomolekulární. Syntézy probíhají postupně jako série jednoduchých chemických reakcí, které tvoří souhrnně příslušnou metabolickou dráhu. Nukleové kyseliny se syntetizují z nukleotidů, bílkoviny z aminokyselin, polysacharidy z jednoduchých cukrů. Složené lipidy vznikají z různých výchozích látek, jako jsou mastné kyseliny, polyalkoholy, monosacharidy, aminy a aminokyseliny. [3]

I když můžeme tyto látky pohodlněji získat z jiných potravin, je jejich přítomnost v houbách víc než zajímavá. Nejčastěji houby sbíráme a konzumujeme pro jejich jedinečné aromatické a chuťové vlastnosti. V tomto směru skutečně nejsou nahraditelné jinými potravinami. [4]

4.1 Voda

Čerstvé houby obsahují 70- 95 % vody. Po usušení se z hub odpaří většina vody a tím se jejich hmotnost sníží až desetinásobně. [4]

4.2 Bílkoviny

Obsah bílkovin, důležitých stavebních látek pro tělo, kolísá u různých druhů hub od 8 % do 36 %. To ale platí pro sušinu hub. [1]

Základ bílkovinných molekul tvoří peptidy, obsahující aminokyseliny. Houby obsahují 20 základních aminokyselin, které buňka tvoří z jednoduchých uhlíkatých a dusíkatých komponent, stejně jako cévnaté rostliny. Tím se liší od lidí, kteří musí 8 esenciálních aminokyselin přijímat z potravy. Aminokyseliny jsou nezbytné pro syntézu bílkovin. Dusík aminokyselin může být využit k syntéze jiných aminokyselin za účasti enzymů transamináz.

Uhlíkový zbytek může být metabolizován za účelem získání energie. Také mohou být aminokyseliny vyloučeny. [3]

Množství bílkovin v houbách záleží na druhu houby a na jejím stáří (nejvíce bílkovin je v mladých plodnicích). Stěny houbových buněk jsou zpravidla složeny ze sloučenin cukrů a chitinu, který je sice nestravitelný, ale zvyšuje pohyb střev, a tím v přiměřeném množství napomáhá trávení.

Obsah stravitelných bílkovin je velmi proměnlivý. Například v liškách dosahuje pouze asi 4 %, v některých druzích žampionů až 25 %. I když je v sušině hub mnohem méně stravitelných bílkovin než v mase (36 : 80) a jiných živočišných produktech, kvalitně jsou tyto bílkoviny rovnocenné. [4]

Tabulka 1 Průměrné složení plodnic vybraných druhů hub

<i>Druh houby</i>	<i>Obsah vody v %</i>	<i>Bílkoviny (*)</i>	<i>Celkový tuk (*)</i>	<i>Uhlovodany (*)</i>	<i>Vláknina (*)</i>	<i>Popeloviny (*)</i>	<i>Energetická hodnota (+)</i>
<i>Žampion</i>	78 - 90	24 - 35	1,7 - 8,0	51 - 62	8,0 - 10,0	7,7 - 12,0	328 - 368
<i>Ucho Jidášovo</i>	89	4,2	8,3	82,8	19,8	4,7	351
<i>Penízovka sametonohá</i>	89,2	17,6	1,9	73,1	3,7	7,4	378
<i>Shiitake</i>	90 - 92	13,4 - 17,5	4,9 - 8,0	67,5 - 78,0	7,3 - 8,0	3,7 - 7,0	387 - 392
<i>Hlíva ústříčná</i>	73 - 91	10,5 - 30,4	1,6 - 2,2	57,6 - 81,8	7,5 - 8,7	6,1 - 9,8	345 - 367

(*) procenta celkové sušiny, (+) energetická hodnota v Kcal na 100 g sušiny

4.3 Aminokyseliny

Pro správný vývoj, činnost a obnovu organismu potřebuje člověk některé aminokyseliny (stavební jednotky bílkovin a peptidů). Tzv. esenciálních, čili nepostradatelných aminokyselin je osm (isoleucin, leucin, lysin, methionin, fenylalanin, threonin, tryptofan, valin). Lidské tělo si je neumí vytvořit a dostává je pouze z potravy.

Je zajímavé, že některé houby (např. hříby, žampiony) obsahují více esenciálních aminokyselin než maso. V houbách jsou však i takové druhy aminokyselin, které lidské tělo nevyužívá. Předpokládá se, že některé z nich vyvolávají alergické reakce. [4]

4.4 Tuky

Množství tuků je v sušině hub minimální – asi do 3 %. Mastné kyseliny obsažené v houbách (např. kyselina linolová) jsou ale pro člověka velmi důležité. [1] Tuky jsou sloučeniny glycerolu a nenasycených či nasycených mastných kyselin. Většina lipidů jsou triacylglyceroly. Tuky se vyskytují ve formě větších či menších kapiček (triglyceridů) nebo krystalků (ergosterolu), rozptýlených ve vakuolách nebo zabudovaných do funkčních struktur. Nejlépe patrné jsou ve výtrusech po obarvení sudanovou modří. Tuky mohou v buňce sloužit jako zásobní látky s vysokou energetickou hodnotou nebo se mohou uplatňovat v metabolických procesech spolu s jinými látkami jako přenašeči, také mohou být projevem degenerace buňky. Mastné kyseliny, potřebné na stavbu tuků, vznikají v buňce kondenzací acetylových jednotek.

Fosfolipidy jsou látky, které mají v molekule alkoholovou skupinu glycerolu esterifikovanou kyselinou fosforečnou, a na ni je navázána dusíkatá složka např. cholin v lecitinu, etanolamin v kefalínu apod. Fosfolipidy jsou velmi důležité složky buněčných membrán hub, protože umožňují jejich propustnost a elasticnost vzhledem k volnému propojení molekul. [3]

4.5 Cukry – polysacharidy

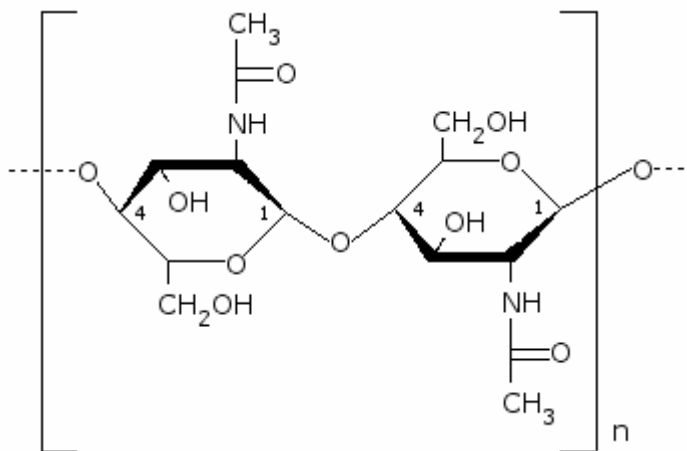
Základními polysacharidy jsou glukany, které se vyskytují ve formě zásobního polysacharidu glykogenu a stavebního polysacharidu chitinu. [1]

Polysacharidy jsou součástí buněčné stěny. Mezi nejdůležitější mimo chitin patří dále chitozany, glukany, galaktany, polygalaktouronová kyselina, mangany a vzácně celulóza. Polysacharidy se vyskytují též ve vazbě s proteiny či lipidy, a tvoří tak glykoproteidy, glykolipidy, lipopolysacharidy a polysacharidové proteiny. [3]

4.5.1 Chitin

Chitin značně připomíná celulózu, u níž byla hydroxylová skupina na druhém uhlíku nahrazena acetaminoskupinou. [3] Chitin je vysokomolekulární látka složená z aminocukrů (zejména poly-N-acetylglukosaminu), která se nachází též v zevní kostře členovců. Je přítomna v podhoubí i plodnicích. Zažívacími žaludečními šťávami člověka je téměř neporušitelná. Obsah chitinu způsobuje těžkou stravitelnost některých druhů hub (např. lišky obecné), na druhé straně však podporuje střevní peristaltiku a přispívá k lepšímu trávení. [23]

Obrázek 8 Vzorec chitinu



4.5.2 Glukany

Glukany jsou polysacharidy obsahující pouze glukosu jako jednotku. [8] Patří k nim škrob, glykogen, celulóza a dextran. Jejich sumární vzorec je $(C_6H_{12}O_5)_n$. [9]

Obsahy a poměry jednotlivých sacharidických složek u hub jsou dány zejména geneticky, tzn. závisí na druhu houby. [10]

Jako nejvýznamnější zdroje β -glukanů jsou dnes využívány houby houževnatec jedlý, označovaný též jako ši-také (*Lentinus edodes*), který obsahuje účinný glukan lentinan a potom někteří zástupci rodu Hlíva (*Pleurotis*) [11]

Glukany se odlišují svými postranními řetězci, které jsou specifické pro jednotlivé druhy hub. V houbách se nacházejí β -glukany jako nerozpustné ve vodě nebo ve vodorozpustné formě. Přitom vodorozpustná forma β -glukanů vykazuje mnohem vyšší biologickou aktivitu při působení na imunitní systém člověka i zvířat. [12]

Tabulka 2 Průměrný obsah β -glukanů v některých houbách

<i>Latinský název houby</i>	<i>Obsah β-glukanů (mg.100 g⁻¹ sušiny)</i>	<i>Množství vodoroz- pustných β- glukanů z jejich celkového množství (%)</i>	<i>Množství ve vodě neroz- pustných β-glukanů z jejich celkového množ- ství (%)</i>
<i>Pleurotus ostreatus</i>	38	37,8 %	62,2 %
<i>Pleurotus eryngii</i>	38	16,8 %	83,2 %
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	53	18,7 %	81,3 %
<i>Lentinus edodes</i>	22	46,1 %	53,9 %

Glukany jsou obsaženy i celé řadě dalších hub. Například u zástupců rodu Hřib (*Boletus*) tvoří β -glukany 2-13 % stravitelné sušiny. [10]

Kromě druhu houby může být obsah β -glukanů ovlivněn i dalšími faktory. Především to jsou podmínky za jakých byly houby vypěstovány. Nejvyšší produkci vodorozpustných polysacharidů vykazují basidiomycety, které byly pěstovány na substrátu, kde byl poměr uhlíku a dusíku upraven 40:1. Význam má zřejmě i inkubační teplota, která je pro každý druh houby specifická. [13]

Pro účinnost β -glukanů v lidském těle je důležité pH prostředí, ve kterém dochází k vlastnímu působení na bílé krvinky. V alkalickém pH se štěpí struktura trojitě glukanové šroubovice a vznikají jednoduché šroubovice. Stejně tak neutralizace glukanového roztoku zvyšuje podíl molekul tvořených jednoduchou šroubovicí.

Takovéto molekuly mají vysokou schopnost vázat se na některé bílkoviny a vytvářet komplexy, které potom stimulují makrofágy ke tvorbě protilátek. [14]

Grifolan je jeden z neúčinnějších β -glukanů, je obsažen pouze v houževnatci jedlém (*Lentinula edodes*). Tato látka má výrazný stimulační efekt na činnost makrofágů. [15] Zvyšuje produkci Interleukinu 1, který je produkován makrofágy. Vodné extrakty grifolanu mají schopnost zvyšovat produkci inzulínu až o 25 % a z tohoto důvodu se tento glukan jeví jako látka, která může podporovat léčbu cukrovky. [16] Také další β -glukany z basidiomycet mohou mít pozitivní vliv na produkci protilátek, které vytvářejí leukocyty. Například tvorba baktericidní složky bílkovinné povahy lysozymu je u obratlovců podporována schizophilanem z klanolístky obecné (*Schizophyllum commune*). Další takto produkované látky, podporující imunitní systém člověka, jsou volné kyslíkové radikály a oxid dusnatý. Právě β -glukany u mnohých plodnic hub jsou v tomto směru aktuální pro vědecký výzkum. [17]

4.5.3 Glykogen a trehalóza

Glykogen a trehalóza jsou zásobní sacharidy v houbové buňce. Trehalóza je transportní disacharid složený ze dvou jednotek glukózy. Někdy je trehalózy tak malé množství, že ji nelze dokázat. Např. v plodnicích lupenatých hub byla nalezena jen v mládí, u dospělých plodnic se téměř nevyskytuje. [3]

4.6 Vitaminy

Obsah vitaminů v houbách je poměrně malý. Bohužel však to jsou vitaminy, které jsou ve vodě rozpustné a varem se ničí. [1] Houby obsahují především provitamin A čili karoten (nejvíce je ho v lišce obecné) a vitaminy B₁ a B₂ (nejvíce v hříbech). V menším množství jsou zastoupeny také vitaminy D, E, K, PP a C. [4]

4.7 Minerální látky

Na minerální látky jsou houby zvláště bohaté. Nejvíce jsou zastoupeny draslík, fosfor a sodík, méně vápník, železo a měď. [1] Ani bez nich se lidské tělo nemůže obejít. V houbách je podstatně více minerálních látek než v zelených rostlinách. Jejich obsah závisí na místě růstu, složení půdy, věku a druhu houby.

V 1 kg sušiny bedly vysoké je až 180 mg mědi, důležité např. při tvorbě červených krvinek. Obsahem železa (až 1500 mg v 1 kg sušiny) zase mimořádně vyniká hřib strakoš. [4]

Vysoký obsah fosforu v plodnicích basidiomycet je typický. [24] Zatímco u holubinek (*Russula spp.*) se pohybuje kolem 4,0 – 6,0 g P.kg⁻¹ sušiny, u hub rodu žampion (*Agaricus spp.*) a hřib (*Boletus spp.*) je to od 10,0 – 20,0 g P.kg⁻¹ sušiny. Ještě vyšší koncentrace fosforu se nacházejí v sušině čirůvek (*Legista spp.*) [25] Významným zdrojem fosforu, ale i dalších minerálních látek jsou i ve světě dva nejpěstovanější druhy vyšších hub. [26] Těmi jsou hlíva (*Pleurotus spp.*) a houževnatec jedlý (*Lentinus edodes*). [27] Tyto houby se vyznačují vedle fosforu také vysokým obsahem draslíku. Ten je podle řady autorů v plodnicích basidiomycet považován za nejvíce zastoupený minerální prvek [28], což se potvrdilo i v našem měření. Naopak obsahy hořčíku v plodnicích ve srovnání s fosforem a draslíkem bývají nižší. [29]

Vlastnost plodnic kumulovat minerální látky může mít i negativní dopad ve vztahu k ukládání cizorodých prvků v houbových pletivech. [31]

Na základě chemických analýz O. Ropa, P. Valáška a D. Kramářové byl stanoven obsah minerálních látek (fosforu, draslíku a hořčíku) v jednotlivých druzích hub.

Tabulka 3 Průměrné hodnoty obsahu fosforu, draslíku a hořčíku v plodnicích basidiomycet v g.kg⁻¹ ± S.D sušiny

<i>Druh houby</i>		<i>Minerální látky</i>		
<i>Český název</i>	<i>Latinský název</i>	<i>Fosfor</i>	<i>Draslík</i>	<i>Hořčík</i>
Bedla vysoká	<i>Macrolepiota procera</i>	23,18 ± 1,12	165,62 ± 4,16	9,22 ± 0,60
Bedla červenající	<i>Macrolepiota rhaodes</i>	24,14 ± 2,42	147,33 ± 3,24	7,18 ± 0,85
Hřib dubový	<i>Boletus aestivalis</i>	18,02 ± 4,01	187,51 ± 5,65	7,21 ± 1,02
Hřib smrkový	<i>Boletus edulis</i>	18,89 ± 2,53	192,16 ± 7,18	6,63 ± 0,65
Hřib hnědý	<i>Xerocomus badius</i>	15,46 ± 2,22	111,87 ± 3,62	4,20 ± 0,75
Hřib žlutomasý	<i>Xerocomus chrysenteron</i>	14,85 ± 3,14	130,05 ± 4,14	3,17 ± 0,84
Křemenáč osikový	<i>Leccinum aurantiacum</i>	16,35 ± 1,02	98,16 ± 2,98	3,88 ± 0,91
Kozák březový	<i>Leccinum scabrum</i>	13,30 ± 1,48	90,35 ± 7,85	2,47 ± 0,54
Klouzek sličný	<i>Suillus grevillei</i>	14,66 ± 2,54	119,60 ± 4,66	3,11 ± 0,32
Václavka obecná	<i>Armillariella mellea</i>	19,08 ± 1,10	129,38 ± 6,19	4,25 ± 0,66
Pýchavka obecná	<i>Lycoperdon perlatum</i>	23,50 ± 2,03	148,99 ± 5,85	4,62 ± 0,50

4.8 Toxiny

Houby vstřebávají ze svého okolí mnohé další prvky, a to i jedovaté, např. rtuť, arzén, kadmium, chrom, vanad, berylium. Koncentrace těchto prvků může být v houbách několikrát vyšší než v okolní půdě. Proto v žádném případě nelze doporučit sběr hub ve spádové oblasti škodlivých imisí elektráren, hliníkáren nebo chemických či hutních závodů. Totéž platí pro sběr hub v příkopech a na okrajích lesa podél frekventovaných silnic.

Na těchto místech jsou houby kontaminovány prachem obsahujícím sloučeniny olova z pohonných látek motorových vozidel. [4]

Houbové jedy neboli toxiny (mykotoxiny) vznikají jako přímé produkty metabolismu hub, jejich biosyntéza však není spjata se základními procesy při tvorbě biomasy. Většinu toxinů proto považujeme za sekundární metabolity. Původně se předpokládalo, že toxiny jsou odpadními produkty metabolismu. Tento názor byl vyvrácen zjištěním, že při pěstování jedovatých druhů se toxiny tvoří jen v určité, relativně krátké fázi, nikoli po celou dobu růstu.

Toxiny jsou chemicky tak různorodé a mají tak rozmanitý mechanismus účinku na buňku, že je těžké si představit jejich jednotné poslaní. [3]

4.8.1 Aflatoxiny

Aflatoxiny patří mezi nejnebezpečnější, a to zejména aflatoxin B1 a B2, produkované druhy *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus*. Tyto druhy způsobují akutní poškození jater a mají karcinogenní účinky.

Byl prokázán negativní vliv aflatoxinů na imunitní systém zvířat i lidí. Toxiny blokují syntézu DNA a RNA. V Evropě jsou aflatoxiny méně běžné, velmi časté jsou v zemích Asie a Afriky, kde se hojně konzumuje podzemnice olejná. [3]

4.8.2 Patulin

Je to poměrně málo stabilní sloučenina, produkovaná druhy *Penicillium patulum*, *Penicillium expansum*, *Penicillium cyclopium* a některými druhy rodu *Aspergillus* (*A. clavatus*, *A. terreus*, *A. giganteus* a dalšími). Může se vyskytovat především v moštech, sirupech a v ovoci, zvláště v jablkách. Je toxický hlavně pro zvířata.

Obdobně jako alfatoxiny je patulin karcinogenní. Způsobuje poškození jater, sleziny, plic a edém mozku. [3]

4.8.3 Trichothecenové mykotoxiny

Jsou velice stabilní a jsou produkovány druhy rodu *Fusarium* (*F. roseum*, *F. scirpi*, *F. lateritium*, *F. poae*), dále rody *Trichoderma*, *Myrothecium* a *Trichothecium*. Toxiny se nejčastěji vyskytují v obilovinách.

Trichotheceny jsou toxické především pro hospodářská zvířata. Způsobují poruchy trávicího ústrojí, zvláště krvácení, nechutenství a závratě. Jsou známy i intoxikace lidí. [3]

4.9 Interakce obsahových látek jedlých hub s léčivy

Z velkého množství veškerých druhů hub vyskytujících se ve světě je počet jedlých druhů poměrně malý. Ve střední Evropě není odhadován více než na 500 druhů. [32]

Výzkum chemických látek, obsažených v jedlých houbách, byl v posledních desetiletích publikován v mnoha publikacích. Některé houby, které byly považovány za jedlé a zcela bezpečné, jako např. veliké pokroky čechratka podvinutá (*Paxillus involutus*), se ukázaly jako houby, které mohou ohrozit život. Naopak zase jiné houby byly považovány za jedovaté jenom proto, že měly hořkou chuť nebo nepříjemný pach.

Otázka jedovatosti a léčivosti hub je ovšem analogická otázce jedovatosti a léčivosti zelených rostlin. Zda některá substance je pro lidský organismus jedovatá, léčivá anebo neškodná, záleží především na množství požití látky a na citlivosti organismu. [33]

Je zajímavé, že v posledních letech se množí zprávy o toxických příznacích po požití jedlých hub. [34] Díky rozvoji výzkumu hub jako zdrojů látek s potenciálním léčebným účinkem dnes víme, že houby obsahují řadu chemických látek, které svým působením na lidský organismus mohou interferovat s léky různých farmakologických skupin.

Jako příklady hub, které mohou vyvolávat zdravotní potíže uvádím tyto příklady:

U **hnojníku inkoustového** (*Coprinus atramentarius*) bylo prokázáno, že obsahuje látku ***koprin***, která inhibuje jaterní enzym aldehyd-dehydrogenázu, odbourávající v játrech alkohol.

Jde v podstatě o otravu houbami, která může vzniknout i bez použití alkoholu po konzumaci většího množství pokrmu z hnojníku inkoustového najednou. Alkohol požitý současně nebo následně s houbou, podobně jako v játrech endogenně vzniklý alkohol, není dále odbouráván a nastává otrava acetaldehydem. [35]

Smrž úzkohlavý (*Morchella angusticeps*) je vřeckovýtrusá jarní houba z příbuzenstva smrže špičatého, vykazuje inkompatibilitu s alkoholem, projevující se zvracením, průjmem a zrychleným tepem. [36]

Muchomůrka červená (*Amanita muscaria*) se projevuje halucinogenními účinky, které jsou způsobeny například muskarinem.

V současné době je i v denním tisku uváděna halucinogenní účinnost některých druhů **lysohlávek** (*Psilocybe spp.*). Jejich halucinogenní účinky jsou způsobeny psilocibinem.

5 VÝŽIVOVÁ HODNOTA HUB

Do nedávné doby byl vžitý názor, že houby nemají žádnou výživnou hodnotu, protože bílkoviny v nich obsažené jsou uzavřeny v nestravitelných (chitinových) buněčných stěnách, takže jsou pro lidský organismus nevyužitelné. Proti tomuto názoru se postavil F. Smotlacha a vyzvedl hodnotu hub v naší výživě celkově, aniž přecenil jejich hodnotu výživnou, myšleno energetickou. Upozornil, že houby svými chuťovými vlastnostmi a vůní, zejména po vhodné kuchyňské úpravě, působí příjemně na chuťové a čichové orgány, a tím příznivě ovlivňují celý trávicí proces. [19]

Na kvalitu připraveného houbového jídla má vliv jednak způsob přípravy a také výběr vhodných druhů hub. Na samostatné houbové jídlo je možno použít téměř všechny jedlé houby. [5] Některé druhy hub se používají pouze jako koření a musí s nimi zacházet velmi opatrně. Houby jsou velice ceněny jako přísada do polévek a omáček, a to jak ve stavu čerstvém, tak i ve stavu sušeném. [19]

Houby ovlivňují příznivě peristaltiku střev právě obsahem nestravitelných látek. Uplatňují se v redukční dietě pro svou nízkou energetickou hodnotu. Chutnají jako maso, zasytí a přitom nejsou energeticky vydatné.

Houby jsou poměrně těžko stravitelné. Proto jsou doporučovány raději k obědu než k večeři a nikdy ve velkém množství. Při úpravě jídel z hub nepoužíváme příliš mnoho tuku, ani vajec. Houby dostatečně tepelně upravujeme, krájíme je na drobné kousky, popřípadě je osolíme nebo přikyselíme, abychom zvýšili jejich stravitelnost. [19]

Houby dnes hodnotíme především jako potravu doplňkovou, značné biologické a ochranné hodnoty. Obsahují řadu vitaminů a minerálních látek. Všechna svá tajemství pak houby i tak ještě nevydaly, mnohé druhy obsahují látky s účinky nejen antibiotickými, ale podle některých zpráv i s účinky onkostatickými; lze proto říci, že jsou v mnoha směrech bez nadsázky artiklem budoucnosti. [18]

6 VYUŽITÍ HUB V GASTRONOMII

Pro charakteristickou vůni a lahodnou chuť, byly houby už odedávna oblíbené na přípravu jídel. Diskuze a spory, které z hub jsou nejchutnější a zaslouží si vyšší místo v jakostní stupnici, trvají dodnes a zřejmě jen tak neskončí. Roztřídit houby do jakostních skupin a sestavit pořadí nejchutnějších hub není jednoduché. Chutě lidí jsou rozdílné a ne každá houba snese každý způsob přípravy. Jiné druhy se hodí na smažení, jiné do polévky a jiné například na guláš. V Číně velice oblíbený uchovej bázový (*Hirneola auricula-judae*) se vymyká našim oblíbeným chutím, proto se u nás ani nesbírá.

Dnes pokládáme houby především za významnou pochutinu, která svými aromatickými a chuťovými vlastnostmi působí na smyslové orgány, a tím zvyšuje požitek z jídla. Ani výživná hodnota hub není zanedbatelná a to při současném nedostatku zdrojů bílkovinné stravy ve světě.

Prvním předpokladem přípravy kvalitních houbových jídel je dobře poznat jedlé houby a vybrat vhodné druhy. Je třeba se vyvarovat záměně jedlých hub za jedovaté a nepoužívat druhy podezřelé nebo ty, které z hlediska jejich jedlosti neznáme. Plodnice musí být čerstvé a nesmí být napadené larvami hmyzu a nesmí být nahnilé. Staré, nahnilé nebo zapařené houby sice mohou být jedlé, ale mohou zároveň lehce vyvolat nevolnost, ale i otravu. [5]

Není nutné houby před další kuchyňskou úpravou proplachovat vřelou vodou, jak se někdy doporučuje a jak mnozí houbaři činí. Někteří z houbařů chtějí tímto proplachováním zamezit možnosti otrav. Pokud však jde o naši nejedovatější houbovou- muchomůrku zelenou, je třeba vědět, že ji ani delší povaření a vylití vývaru jejich smrtelných jedů nezbaví. [18]

Nasbírané houby by měly být zpracované co nejdříve, protože skladováním houby vadnou a ztrácejí svoje charakteristické aroma a chuť. Jídla připravená z hub podle možnosti neskladujeme. Jestli ale pokrmy z hub dáme do lednice, nepokazí se dříve než jídlo z masa nebo vajec. [5] Správnou kuchyňskou úpravou se houby stanou chutnějšími a stravitelnějšími. Druhy s tužší konzistencí proto krájíme na plátky, jako koření použijeme sušené houby, rozemleté na prášek, dále se využívají houby naložené do soli. [18]

Na kvalitu připraveného houbového jídla se podílí způsob přípravy a také vhodný výběr hub. Na polévky se hodí např. tanečnice polní (*Marasmus oreades*), čírovnice májová (*Calocybe gambosa*) apod.

Na samostatné houbové jídlo lze použít v podstatě všechny jedlé houby. [5]

Obrázek 9 Houbový kuba



Pro kuchyňskou úpravu jsou nejvhodnější - houby čerstvé, protože si tak nejvíce zachovají svoji chuť a aroma. Rovněž jejich tepelná úprava by neměla trvat příliš dlouho. Čím delší tepelná úprava je, tím méně hodnotných látek si houby uchovávají. V chladničce je lze skladovat neumyté nejdéle 3 dny při chladírenské teplotě v případě volně rostoucích hub a 5 dní v případě pěstovaných hub. [21] Houby by se neměly uchovávat v igelitovém nebo mikrotenovém sáčku, protože se pak zvyšuje možnost zapaření a hniloby hub.

Existuje mnoho druhů jedlých hub, které se dají kulinářsky upravovat. Nejrozšířenější a nejdostupnější jsou ovšem druhy prodávané v supermarketech, které jsou zpravidla pěstované uměle.

Jedná se hlavně o:

Žampion - například žampion zahradní (*Agaricus hortensis*), portobello (velká otevřená forma žampionu využívaná hlavně pro přípravu houbových steaků).

Žampion je snad nejoblíbenější a nejpěstovanější! jedlá houba na světě. Lze ho použít jak na samostatný pokrm, tak jako přísadu do jiných pokrmů.

Shiitake (*Lentinus edodes*) je houba pocházející z Japonska. Je velmi chutná a silně aromatická. Využívá se hlavně pro přípravu pokrmů z ryb. Má blahodárné účinky na lidské zdraví.

Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) - tato dřevokazná houba je v posledních letech stále více využívána. Je velmi chutná a lze ji použít k přípravě nejrůznějších pokrmů.

Léčivé účinky hlívy ústříčné byly odedávna využívány v tradiční čínské medicíně. Pravidelnou konzumaci této houby lze doporučit zejména diabetikům, alergikům, astmatikům, revmatikům a osobám s vyšší hladinou cholesterolu. [7]

Jidášovo ucho (*Auricula iudae*) má černou gelovou konzistenci a tvarem připomíná lidské ucho. V přírodě roste hlavně na mrtvých a porušených kmenech černého bezu, ale též na jiných listnatých stromech. Je nepostradatelnou ingrediencí asijské kuchyně. Zde se také po staletí využívalo v lidovém léčitelství, například při léčbě očních, nosních a krčních zánětů, také hemeroidů, při problémech spojených se zažíváním atd. Je také významným antioxidantem.

Lanýže (*Tuber*) jsou velmi oblíbené ve francouzské a italské kuchyni. Rostou, jako hlíza, pod zemí v blízkosti kořenů dubů a buků, jsou nevzhledné a nejvíce se podobají bramborám. V podstatě se vyskytují dva druhy lanýžů – bílé a černé. Více ceněný je bílý lanýž.

Protože rostou pod zemí, vyhledávají se podle vůně pomocí cvičených psů nebo vepřů. Jsou velmi vzácné a proto také velmi drahé. Labužníky jsou velmi oslavované, někdy se o nich mluví jako o „gastronomických diamantech“. V kuchyni se používají na těstoviny, rizota nebo vaječné pokrmy. Také jako přísada do paštik, rosolů a jiných specialit. [7]

7 KONZERVACE HUB

V příznivých podmínkách houbařské sezóny se podaří nasbírat více hub, než je možno za čerstva zužitkovat. Někteří houbaři přebytky rozdají, jiní je však využijí na konzervování a přípravu zimních zásob. Houby se dají konzervovat více způsoby, především sušit, nakládat do octového nálevu či soli, zakvašovat, případně upravovat na houbové výtažky nebo prášky. [4]

7.1 Sušení hub

Konzervace hub sušením je jednoduché a nenáročné a přitom si produkt zachová poměrně dost chuťových a aromatických látek. Je to nejstarší a nejoblíbenější domácí způsob zachování hub přes zimní sezonu. Při sušení je třeba snížit obsah vody v dužnině z průměrných 90 % alespoň na 14 %, v ideálním případě by se obsah vody měl pohybovat pod 10 %. Před kuchyňskou úpravou je třeba tekutinu houbám vrátit, proto je několik hodin předem (nejlépe přes noc) namáčíme ve vodě, mléce nebo jiné tekutině. [1]

Houby se mohou předsoušet na slunci nebo i ve stínu, ale vždy v mírném průvanu. Dobře se suší tlustší plátky nebo u některých druhů i celé plodnice navlečené na rezné niti a umístěné v otevřeném okně nebo na půdě, kde proudí vzduch. Houby se běžně melou na štekovém lisu. Je nutno mít na zřeteli jejich vlastnost, že mohou absorbovat vzdušnou vlhkost, což se samozřejmě projeví v jejich údržnosti. K sušení se používají zpočátku teploty kolem 40 – 50 °C tak dlouho, dokud jsou plátky lepkavé a vlhké. Později se teplota zvýší až na 60 – 80 °C. [22] Dosouší se opět při nižší teplotě (asi 50 – 55 °C). S dobrým výsledkem se houby dají také usušit na slunci a dosoušení se provádí na teplých kamnech nebo v troubě. [19]

Na uskladnění dobře usušených hub jsou nejvhodnější tmavé zábrusové láhve se širokým hrdlem. Bez přístupu vzduchu a světla pak můžeme houby uchovat řadu let. [20] Musí být uzavřené tak, aby se k nim nedostala vlhkost a hmyz. [19]

7.2 Nakládání hub

Konzervace hub nakládáním má mnoho způsobů a individuálních zvyklostí. Houby se dají nakládat do octa, do sladkokyselých a pikantních nálevů, do soli, sterilizovat v tuku nebo ve vlastní šťávě, nechat zkvasit atd. [1]

7.2.1 Houby s octem

Konzervace hub pomocí octového nálevu je u nás nejrozšířenější. Hodí se do něj skoro všechny houby, nejoblíbenější jsou malé plodnice a ryzce. [1] Konzervačním prostředkem je zde kyselina octová. Pokud je obsah kyseliny octové nižší než 2 %, je třeba v octě naložené houby ještě sterilovat. [19]

Kousky hub by se měly před naskládáním do lahví 1 minutu proprat ve vřelé vodě, sklenice a víčka vyvařit a potom nechat oschnout. Pokud chceme, aby nálev byl čirý, houby předem blanšírujeme ve slané vodě, tím se odstraní rosolovitá a slizovitá látka. Houby pak propeřeme proudem studené vody, naskládáme do sklenic a zalijeme nálevem. [1]

7.2.2 Nakládané houby v soli nebo solném nálevu

Principem konzervace v soli je užití vysoké koncentrace soli. Tento způsob byl dříve oblíben (obsah sklenice se spotřebuje postupně). Uchovává sice dobře chuť i vůni nasolených hub, ale jejich upotřebení se omezuje hlavně do polévek a omáček. I pro toto použití je nutno někdy houby zbavit přebytku soli propráním vodou a polévka nebo omáčka se již nesmějí osolit. Houby se ve sklenicích buď prosypávají solí vrstva po vrstvě nebo se zalévají solným roztokem. I pro tento způsob konzervace použijeme zdravé a raději mladší plodnice jedlých hub. [19]

Pro konzervaci solným roztokem připravíme houby jako pro sterilizování. Houby naskládáme do sklenic a zalijeme solným nálevem, který se skládá z 50 % soli a 50 % vody. Sklenice se zavíčkují a ováží celofánem a tím je ukončen konzervační proces. Houby jsou potom značně slané a tím je omezeno jejich použití. [1]

7.3 Sterilace hub v tuku

Konzervovat se dají houby podušené na tuku či oleji. I po sterilizaci si uchovají chuť i vůni, ale obsahují množství tuku a asi po 3 měsících se zhoršuje jejich vzhled (žluknutí tuků). [4]

Principem této konzervace je sterilace teplem. V tuku sterilujeme houby zdravé, čerstvě pokrájené nebo předem podušené ve vlastní šťávě. Dobře očištěné, oprané a nakrájené houby osolíme, naplníme do konzervových sklenic asi 3 cm po okraj a zalijeme olejem tak, aby byly právě zakryty (musí zůstat mezera mezi víčkem a hladinou oleje). Uzavřeme a sterilujeme ve vodní lázni (95 °C) po dobu asi 60 minut. Po 48 hodinách sterilaci opakujeme. [19]

Jiná možnost je, že očištěné a na plátky pokrájené houby osolíme a dusíme ve vlastní šťávě. Jejich příprava si vyžaduje více času, ale není složitá. [4] Tento způsob je vhodný pro mnoho druhů hub, neboť uchovává houby ve stavu velmi podobném čerstvě zpracovaným houbám a umožní další úpravu hub na konečný pokrm. [19] Houby takto sterilizované jsou určeny pro okamžitou spotřebu a neměly by se skladovat. [1]

7.4 Houbový prášek

Ze sušených hub můžeme připravit houbový kořenicí prášek. [1] K přípravě prášku použijeme různé druhy hub, např. lošák jelení (*Sarcodon imbricatus*), lišák zprohýbaný (*Dentinum repandum*), krásnoporku žemličku (*Albatrellus confluens*) a další tuhé a pro jiné kuchyňské upotřebení méně vhodné druhy hub, jako např. choroš oříš (*Polyporus umbellatus*).

Dobře usušené plátky hub, které jsou křehké a snadno se lámou, umeleme na masovém strojku co nejjemněji, popř. je ještě rozetřeme v misce porcelánovou paličkou. Prášek dobře uzavřeme do sklenic, protože snadno přejímá ze vzduchu vlhkost a potom se kazí. [19]

7.5 Mléčné kvašení hub

Při tomto způsobu je konzervačním prostředkem kyselina mléčná. Pro zkvašení se hodí všechny druhy hub, ale vhodnější jsou druhy pikantnější chuti, např. ryzce pepřné. [1]

Houby se očistí, operou a většinou celé plodnice se předvářejí asi 3 – 4 minuty ve 2 % solném roztoku (na 1 l vody 20 g soli). Houby se ochladí a kladou se do sklenic. Zalijí se čerstvě připraveným nálevem. Podle chuti se přidává koření. Houby musí být v nálevu ponořeny a mléčné kvašení probíhá 3 až 5 týdnů podle teploty okolí. [19]

7.6 Zmrazování hub

Zmrazování je vynikající způsob uchování hub. [1] Zmrazování hub se provádí ve velkovýrobě při -18 °C. [4]

Zmrazovat se mohou jen mladé, zdravé a neporušené plodnice všech tužších jedlých hub. V mrazicím prostoru běžných chladniček se nedoporučuje uchovávat houby déle než než měsíc. [19]

Houby je doporučeno rozmrazovat pozvolna v tekoucí vodě. Zmrazené nasucho (bez nálevu) používáme nerozmražené přím k přípravě jídel stejně jako čerstvé houby. [22]

7.7 Uzení hub

Uzení hub je méně obvyklé, ale zajímavé. Doporučuje se houby pokrájené na velké plátky nebo i celé plodnice před uzením krátce povařit, zcedit, dát okapat, mírně osolit a rozložit na síta k uzení. Dále se postupuje podobně jako při uzení ryb. [19]

ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo popsat vybrané bioaktivní látky obsažené v plodnicích vyšších hub (basidiomycet). V rámci této problematiky jsem se zabývala nejdříve obecnou charakteristikou hub, včetně jejich moderní taxonomie. Zvláštní pozornost jsem věnovala anatomickému a zejména chemickému složení plodnic basidiomycet, což vyplývalo také z vytyčených cílů mé bakalářské práce.

Dnes asi nejdůležitějšími látkami plodnic hub, které mají vztah k imunitní reakci lidského organismu, jsou beta glukany. Přestože buněčná stěna hub všeobecně je tvořena glukánem chitinem, nejmodernější výzkumy potvrdily i přítomnost celé řady nižších polymerních glukosových jednotek. Významná je jejich vazba na proteiny, obsažené v buněčné stěně hyf. Právě tato kombinace vytváří širokou škálu bioaktivních polymerů, které mají zásadní význam v současném lékařství. Jejich využití je perspektivní především při léčbě onkologických onemocnění. Řada dalších biologicky aktivních látek byla popsána ve starší literatuře, ale stále je předmětem nejnovějších vědeckých výzkumů. V rámci závěru této práce chci upozornit na výše v textu popisované chemické sloučeniny, které se uplatňují i v dnešní farmaceutické praxi.

Právě v další části práce se zabývám také všeobecně známými chemickými látkami plodnic basidiomycet. Z nich do popředí jmenuji některé toxicky působící látky, jako jsou například aflatoxiny. Zajímavé mohou být také interakce některých hub (např. hnojník- *Coprinus spp.*) s jinými ve chemickými sloučeninami, jako je například ethanol či celá řada léčiv.

Využívání plodnic hub je známo již od starověku. V práci zmiňuji například již 2000 let známý účinek psylocibinu. V dalších částech světa jako je jihovýchodní Asie a především sibiřská část Ruska je zneužíván účinek muskarinu (muchomůrka červená- *Amanta muscaria*). Dále připomínám také vysokou schopnost plodnic basidiomycet ve vztahu ke kumulaci minerálních látek. Tento fakt může být na jednu stranu pozitivní- vysoký obsah např. draslíku, fosforu apod. Na druhou stranu (a to vyplývá i v práci popsaného chemického složení hub) jsou houby zajímavým zdrojem bílkovin- kolem 25 % v sušině. Velkou část těchto bílkovin tvoří tzv. metalothieniny, které mají vysoký podíl – SH skupin. Právě vysoká afinita sirných vazeb podmiňuje schopnost kumulovat nejenom pro zdraví člověka prospěšné minerální prvky, ale i toxické prvky. Zde bych jmenovala kumulaci těžkých kovů.

Problémem to může být zejména v ekologicky zátěžových oblastech (např. komunikace, podniky na těžbu a zpracování rud na výrobu kovů apod.).

Tato bakalářská práce podává ucelený přehled o pozitivním i negativním využití plodnic basidiomycet v potravinářském průmyslu. Všeobecně lze říci, že v rámci nutriční hodnoty nejsou ještě plodnice vyšších hub v literatuře zcela detailně popsány. Právě tato bakalářská práce je dalším příspěvkem k ucelení poznatků v této problematice.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Kovář, L. Breviř o houbách. Nakladatelství Olympia, Praha 1999, s.160,
ISBN 80-7033-593-9.
- [2] Svrček, M. Houby. Nakladatelství Aventinum, Praha 1996, s. 279,
ISBN 80-7151-202-8
- [3] Klán, J. Co víme o houbách. Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1989,
s. 312, ISBN 80-04-21143-7
- [4] Hagara, L. Atlas hub. Nakladatelství Neografia, Slovensko 1998, s. 461,
ISBN 80-88892-46-5
- [5] Dermek, A., Lizoň, P. Malý atlas húb. Slovenské pedagogické nakladatelství,
Bratislava 1985, s. 548
- [6] Michael, E. Velký barevný průvodce houbaře. Nakladatelství Finidr, Český Tě-
šín 1997, s. 483, ISBN 80-902387-0-X
- [7]<<http://www.maggi.cz/Magazin/Sezonni-kuchyne/Houby-2-dil-vyuziti-v-kuchyni.aspx>>
- [8] Murray, Granner, K., Mayes, K., D., Rodwell, P.,A., V. W. Harperova biochemie. Na
kladatelství H+H, Jinočany 2002, s. 872
- [9] Duchoň, J.: Lékařská chemie a biochemie. Nakladatelství Avicenum, Praha 1985,
s. 716
- [10] Manzi, Marconi P., Aguzzi S., Pizzoferrato A., L. Commercial mushrooms: nutritio
nal quality and effect of cooking. Food Chemistry, 84, 2004, s. 201–206
- [11] Manzi, Pizzoferrato P., L. Beta-glucans in edible mushrooms. Food Chemistry, 68,
2000, s. 315–318.
- [12] Ishibashi, Miura K., Adachi N. N., Ohno Y., Yadomae N., T. 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, 65, 2001

- [13] Wang, J. C. - Hu, Liang S. H., Yeh Z. C. Optimization for the production of water-soluble polysaccharide from *Pleurotus citrinopilatus* in submerged culture and its antitumor effect. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 67, 2005, pp. 759–766.
- [14] Adachi, Y. – Miura, Ohno, N. N., Tamura, N., Tahala, H., Yadomae S. T. Enzyme immunoassay system for estimating the ultrastructure of 1,6-branched-1,3- β -glucans. *Carbohydrate Polymers*, 39, 1999, pp. 225–229.
- [15] Hetland, G. – Lovik, Wolker, M. Protective effect of beta-glucan against *Mycobacterium bovis*, BCG infection in BALB/c mice. *Scandinavian Journal of Immunology*, 47, 1998, pp.548–553.
- [16] Adachi, Y. – Okazaki, Ohno, M., Yadomae, N. T. Enhancement of cytokine production by macrophages stimulated with 1,3-beta-D-glucan, grifolan (GRN), isolated from *Grifola frondosa*. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 17, 1994, pp. 1554–1560.
- [17] Klak, Park J. K., Koo, S. W., Cho, J. G., Buchholz, M. G., Goetz, R. P. Enhancement of the non – specific defence activities in carp (*Caprinus carpio*) and flounder (*Paralichthys olivcaces*) by oral administration of schizophyllan. *Acta Biotechnologica*, 23, 2003, pp. 359–371.
- [18] Kříž, K. Rádce houbařů houbařské poradny Moravského muzea v Brně a České státní pojišťovny. Nakladatelství SFVU, Bratislava 1972, s. 132
- [19] Smotlacha, M., Malý, J. Atlas tržních a jedovatých hub. Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1983, s. 272

- [20] Baier, J., Vančura, B. Co nevíme o houbách. Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1989, s. 160, ISBN 80-901443-4-9
- [21] Vyhláška 157/2003 sb.
- [22] Kyzlink, V. Principles of food Preservation I. Amsterdam Elsevier, 1990, s. 598, ISBN 0 – 444 – 98844 – 0
- [23] Semerdžieva, M., Veselovský, J. Léčivé houby dříve a nyní. Nakladatelství československé akademie věd, Praha 1986, s. 180
- [24] Dursun, N., Ozcan, M. M., Kasik, G., Ozturk, C. Mineral contents of 34 species of edible mushrooms growing wild in Turkey. Journal of the Science of Food and agriculture, 1996, 86 (7), pp. 1087 – 1094.
- [25] Veiter, J. Phosphorus-content of edible wild mushrooms of Hungary. Acta Alimentaria, 1994, 23 (3), pp. 331 – 336.
- [26] Sturion, G. L., Ranzani, M. R. T. D. Mineral composition of edible mushrooms cultivated in Brazil – Pleurotus spp and other dehydrated species. Archivos Latino americanos de Nutricion, 2000, 50 (1), pp. 102 – 108.
- [27] Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. Food Chemistry, 2004, 84 (2), pp. 201 – 206.
- [28] Madan, M., Sharma, S., Vasudevan, P. Mineral-content of Pleurotus-sajorcaju and organic substrates used. Microbios, 1992, 69 (279), pp. 113 – 118.
- [29] Campbell, A. N., Reece, J. B. Biologie. Brno: Computer Press, 2006, s. 1332
- [30] Jablonský, I. Polysacharidy ve vyšších houbách a jejich účinky. Chemické listy, 2005, 99 (9), p. 664.
- [31] Purves, W., Sadava, D., Orians, G. H., Heller, H. C. Life: The Science of Biology. 2004 Sunderland: Sinauer Associates, 1121 pp.
- [32] Haas H., Gossner G. Pilze Mitteleuropas I. – II. Kosmos Franckh'sche Verlagshand

lung, Stuttgart 1995

- [33] Květina J., Fendrich Z. Farmakologické interakce. Pokroky ve farmacii 1: Nakladatelství Avicenum, Praha 1978
- [34] Veselský J. Die Faktorenlimitation in Hinsicht auf Essbarkeit und Kuchenverwendbarkeit der Pilze. Čes. Mykol. 1979, 33, 1: 56 – 57
- [35] Lindberg P., Bergman R., Wickberg B. Isolation and structure of coprine, a novel physiologically active cyclopropanone derivative from *Coprinus Atramentarius* and its synthesis via 1-aminocyclopropanol. J. Chem. Soc. Chem. Commun. 1975, 1975: 946 – 947
- [36] Groves J. W. Poisoning by Morels when taken with alcohol. Mycologia, 1964 56: 779 – 780

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Kleistothecium s rozvětvenými apendixy u <i>Microsphaera vanbruntiana</i> (Padlí bezové).....	14
Obrázek 2 Průřez peritheciem - <i>Hypoxylon fragiforme</i> (Dřevomor červený)	15
Obrázek 3 Zářivě oranžová apothecia , často se vyskytující na holé lesní půdě - <i>Aleuria aurantia</i> (Mísenka oranžová)	15
Obrázek 4 Vývoj plodnice	16
Obrázek 5 <i>Mucor mucedo</i> (Plíseň hlavičková).....	19
Obrázek 6 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (Kvasinka pивní).....	20
Obrázek 7 <i>Puccinia graminis</i> (Rez obilná).....	23
Obrázek 8 Vzorec chitinu	28
Obrázek 9 Houbový kuba	38

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Průměrné složení plodnic vybraných druhů hub.....	26
Tabulka 2 Průměrný obsah β -glukanů v některých houbách	29
Tabulka 3 Průměrné hodnoty obsahu fosforu, draslíku a hořčíku v plodnicích basidiomycet v $\text{g.kg}^{-1} \pm \text{S.D}$ sušiny.....	32