

Fyziologicky významné látky obsažené v houbách

Marcela Sobková

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství a chemie
akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marcela SOBKOVÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Fyziologicky významné látky obsažené v houbách**

Zásady pro vypracování:

1. Popište chemické a anatomické složení vyšších hub a uveďte jejich současnou taxonomii.
2. Zaměřte se na vyšší houby, u nichž byly zjištěny fyziologicky významné látky, zejména sledujte jejich výskyt v hlívě ústříčné.
3. Charakterizujte hlívu ústříčnou a látky v ní obsažené, především studujte beta-glukany a jejich vlastnosti.
4. Navrhněte nejvhodnější způsoby využití beta-glukanů při výrobě potravinových doplňků a léčiv.



Rozsah práce:
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:
Dle doporučení vedoucího BP.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Otakar Rop, Ph.D.**
Ústav potravinářského inženýrství a chemie
Datum zadání bakalářské práce: **10. října 2005**
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2006**

Ve Zlíně dne 20. dubna 2006


prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Abstrakt česky

Cílem práce bylo charakterizovat vyšší houby, především se zaměřit na houby u kterých byly prokázány fyziologicky významné účinky na lidský organismus. Největší pozornost byla věnována hlívě ústřičné (*Pleurotus ostreatus*), ze které se získávají beta-glukany. U těchto látek byly zjištěny stimulační účinky na imunitní systém člověka, přestože přesný mechanismus jejich působení není dodnes znám.

Klíčová slova: houby, hlíva, houževnatec, beta-glukany, pěstování hub

ABSTRACT

Abstrakt ve světovém jazyce

The objective of this work is to characterize multicellular mushrooms. It is focused on mushrooms with proved significant physiological effect on human organism. The biggest attention was paid to *Pleurotus ostreatus* from which we can gather beta-glucans. These mechanismus has not been discovered.

Keywords: mushrooms, pleurotus, lentinus, beta-glucans, production of mushrooms

Motto:

„Houby vesměs nejsou ani byliny, ani koření,
ani květ, ani semeno, nýbrž sama pouhá zbytečná
vlhkost země, stromů, shnilého dříví a jiných věcí.
Proto také nevelmi dlouho trvají
a v sedmi dnech se rodí, hynou a mizejí.
Nejvíce a nejspíše pak vyraží a vyrůstají
ze země, když má hřmíti a pršet.“

Petr Matthioli

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

OBSAH

ÚVOD.....	8
CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	10
METODIKA PRÁCE	12
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA HUB	13
1.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA HUB.....	13
1.2 SYSTEMATIKA HUB	13
1.2.1 Hlenky čili slizovky (<i>Myxomycota</i>).....	14
1.2.2 Chytridiomycety (<i>Chytridiomycota</i>).....	14
1.2.3 Oomycety (<i>Oomycota</i>)	15
1.2.4 Eumycety (<i>Eumycota</i>)	15
1.2.4.1 Plísně (<i>Zygomycetes</i>).....	15
1.2.4.2 Endomycetes	16
1.2.4.3 Houby vřeckovýtrusé (<i>Ascomycetes</i>)	16
1.2.4.4 Houby stopkovýtrusé (<i>Basidiomycetes</i>).....	17
1.3 ZPŮSOBY VÝŽIVY HUB.....	17
1.3.1 Heterotrofní výživa.....	18
1.3.2 Saprotrofní houby.....	18
1.3.3 Parazitické houby	19
1.3.4 Symbióza.....	19
1.4 RŮST HUB	20
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ HUB	22
3 LÉČIVÉ HOUBY A JEJICH ÚČINKY.....	24
3.1 HOUŽEVNATEC JEDLÝ (<i>LENTINUS EDODES</i>).....	24
3.2 TROUDNATEC KOPYTOVITÝ (<i>FOMES FOMENTARIUS</i>).....	25
3.3 PALIČKOVICE NACHOVÁ (<i>CLAVICEPS PURPUREA</i>).....	26
3.4 PENÍZOVKA SAMETONOHÁ (<i>FLAMMULINA VELUTIPES</i>).....	27
3.5 VERPÁNÍK LÉKAŘSKÝ (<i>LARICIFOMES OFFICINALIS</i>)	28
4 HLÍVA ÚSTRĚČNÁ (<i>PLEUROTUS OSTREATUS</i>).....	29
4.1 POPIS HLÍVY ÚSTRĚČNÉ	29
4.2 PĚSTOVÁNÍ HLÍV	30
4.2.1 Fyziologické podmínky pro pěstování hlívy	31
4.2.2 Pěstování hlív na dřevě	31
4.2.3 Pěstování hlív na slámě.....	33
4.3 SLOŽENÍ HLÍVY ÚSTRĚČNÉ.....	33
4.4 LÉČEBNÉ ÚČINKY HLÍVY ÚSTRĚČNÉ.....	34
5 GLUKANY.....	36

5.1	GLUKANY OBECNĚ	36
5.2	VÝSKYT β -GLUKANŮ V HOUBÁCH.....	37
5.3	PŮSOBENÍ β -GLUKANŮ V ŽIVOČIŠNÉM A LIDSKÉM ORGANISMU.....	39
5.4	MECHANISMUS PŮSOBENÍ β -GLUKANŮ.....	41
5.5	VÝZNAM β -GLUKANŮ Z BAZIDIOMYCET V ŽIVOČIŠNÉM A LIDSKÉM ORGANISMU.....	41
6	LÉČIVA OBSAHUJÍCÍ BETA-GLUKAN.....	45
6.1	APIGLUKAN	45
6.2	APIGLUKAN EXTRA.....	46
6.3	BRAINWAY BETA GLUKAN.....	47
6.4	BETA EXTRAKT BIO ČERNÝ ZÁZRAK.....	47
6.5	VČELÍ MED S BETA-GLUKANEM GLUKAMED	48
6.6	IMUNIT	48
6.7	WALMARK MARŤÁNCI IMUNO	49
6.8	IMUNOGLUKÁN.....	49
6.9	IMUSEZIN E	50
6.10	VITAGLUKAN FORTE 100.....	51
6.11	PRO KAROTEN.....	51
6.12	GLUKAVIN.....	52
6.13	BETA GLUCAN	52
6.14	HLÍVA ÚSTRÍČNÁ	53
6.15	BETA GLUKAN 1,3 / 1,6 D.....	54
6.16	PLEURAMAX.....	54
6.17	PLEURANOX	55
6.18	IMMUNOGLUCAN	55
	ZÁVĚR	57
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	58
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	67
	SEZNAM OBRÁZKŮ	68
	SEZNAM TABULEK.....	70

ÚVOD

Houby patří k nejstarším formám života na naší planetě. Jak dokládají archeologické výzkumy, houby znali a konzumovali již předchůdci člověka před více než 30 000 lety. K zajímavostem z historie hub patří například legenda starých Germánů, kteří věřili, že houby mohou růst výhradně tam, kde spadne pění koni boha války a smrti Wotana z tlamy. V některých oblastech byl růst nadzemních či podzemních plodnic spojován s přítomností ropuch, hadů, draků, různých skřítků a víl, čarodějů a čarodějnic, travičů, d'áblů, satyrů, smrtky, nebo druidů, brahmanů a šamanů. Názvy hub v některých jazycích jsou toho dokladem. V češtině se např. hřib satan (*Boletus satanas*) nebo „čarodějné kruhy“ plodnic některých hub rostoucích v trávě (špička obecná – *Marasmius oreades*). V průběhu 19. století se zásluhou botaniků mýty kolem hub vyjasnily, přesto některé kultury dodnes při magických rituálech houby používají (například sibiřští a mexičtí šamani). Při těchto obřadech se houby i konzumují, většinou se jedná o halucinogenní druhy.

Během staletí se houby řadily ke zvířatům nebo k rostlinám – po dlouhou dobu se pokládaly dokonce za hermafrodity, v určitých obdobích považované za rostliny, v jiných za živočichy. Díky moderní molekulárně biologickým výzkumným metodám se dnes ví, že houby – kromě živočichů, rostlin a mikroorganismů, jako jsou bakterie – tvoří úplně samostatnou skupinu: říši hub (*Fungi*). Houby jsou tvořeny výhradně eukaryotickými buňkami. Vědní obor zabývající se houbami se nazývá mykologie (z řeckého „mykés“ – houba). Na rozdíl od rostlin houby nemají chlorofyl a nejsou proto schopné využívat energii slunečního záření pro tvorbu organických molekul. Dalším důležitým faktem je, že rostliny jsou tvořeny hlavně celulózou a ligninem, kdežto těla hub obsahují také chitin a jiné glukany buněčné stěny. Tyto látky se vyskytují také v říši zvířat – najdeme ji například v těle krabů, hmyzu apod. Houby, stejně jako živočichové, mají v buňkách zásobní látku glykogen a lipidy.

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

Houby jako celá skupina organismů mají velký význam. Houby mají významnou funkci v koloběhu uhlíku, dusíku a dalších živin v biosféře tím, že rozkládají organickou hmotu, která se stále vytváří činností rostlin. Houby se podílejí na vzniku humusu, organické látky postupně mineralizují, tím vznikají látky, které se opět stávají živinami rostlin. Kdyby nebylo této činnosti hub, naše planeta by se za krátký čas pokryla mrtvými těly rostlin a živo-

čichů. Tato vlastnost je však mnohdy negativní z hlediska člověka, protože houby ničí užitkové dřevo v lesích, v lidských sídlech nebo na skládkách. Houby mají velký význam i z hlediska lidské společnosti, kterou ovlivňují pozitivně i negativně. Kvasinky jsou velice důležité v potravinářství. Zvláště v průběhu 20. století se rozvíjely biotechnologie využívající houby, byla zavedena výroba antibiotik (např. penicilin, griseofulvin), dalších léků (např. použití cyklosporinu pro snížení imunologické reakce při transplantacích, využívání léků z námele), produkce různých enzymů, kyseliny citrónové, vitaminů, růstových látek atd. V posledních letech jsou schopnosti hub využívány i k ochraně životního prostředí - příprava biologických preparátů, jež nahrazují některé chemické pesticidy, využití schopnosti dřevokazných hub rozkládat některé škodlivé látky znečišťující půdy. Některé houby obsahují trvanlivá barviva. K barvení hedvábí se používá ve Střední Asii barvivo rezavce štětinatého (*Inonotus hispidus*). Negativně se projevují některé druhy hub zejména jako patogeny člověka a hospodářských zvířat. Tzv. „patogenní plísňe“ zaviňují nakažlivá onemocnění kůže (dermatomykózy). Parazitické houby poškozují lesní, zemědělské i zahradní kultury a plodiny. Z mikromycety způsobuje např. značné škody na bramborách plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*), na vinné révě vřetenatka révová (*Plasmopara viticola*) a padlí révové (*Uncinula necator*), na plodech jabloní a hrušní hlízenka ovocná (*Monilinia fructigena*). Houbovými chorobami trpí i různé druhy obilovin, cukrovka a další plodiny. Velké ztráty na obilí působily v minulosti cizopasná rzi a sněti. Význam hub pro přírodu i pro člověka je tedy mnohostranný. Je v zájmu přírody, aby rozkladná funkce hub v přírodním dění zůstala zachována. Také je v zájmu člověka, aby nadále a lepším způsobem využíval hub ke svému prospěchu.

CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Již před tisíci lety byly jedlé houby využívány starými civilizacemi pro své léčivé účinky a jako prostředek ke zvyšování dlouhověkosti. Dnes jsou houby ceněny pro své sensorické a technologické vlastnosti jako potravina. Stále více však nacházejí uplatnění i v lékařství a farmacii. Klíčovou roli při využívání hub jako potravního doplňku a pro farmaceutické účely mají β -glukany, u nichž byl prokázán stimulační efekt při léčbě celé řady onemocnění. Cílem této práce je studium β -glukanů a jejich účincích v živočišném i lidském organismu.

Konkrétní cíle práce byly stanoveny takto:

- 1) popis chemického a anatomického složení vyšších hub a uvedení současné taxonomie
- 2) zaměření na vyšší houby u nichž byly zjištěny fyziologicky významné látky, zejména se soustředit na jejich výskyt v hlívě ústříčné
- 3) charakterizovat hlívu ústříčnou a látky v ní obsažené, především studium beta-glukanů a jejich vlastností
- 4) návrh nejvhodnějších způsobů využití beta-glukanů při výrobě potravinových doplňků a léčiv

METODIKA PRÁCE

Má bakalářská práce byla zpracována formou literární rešerše, která se skládala jak z teoretické tak praktické části.

V teoretické části jsou hlavně zaznamenány poznatky a informace k danému tématu z odborných knih. K jejich získávání jsem využívala možnosti vypůjčení v knihovnách. Navštěvovala jsem knihovny:

- 1) Krajská knihovna Zlín
- 2) Univerzitní knihovna UTB Zlín
- 3) Městská knihovna Valašské Meziříčí
- 4) Univerzitní knihovna UK v Praze
- 5) Vědecká knihovna v Olomouci
- 6) Univerzitní knihovna v Hradci Králové
- 7) Obecní knihovna v Lešné

Také jsem při zpracování daného tématu čerpala z literárních odborných časopisů, které jsou přístupné na internetových databázích, jako je například databáze Medline, Pubmed či Web of Science.

Například:

- 1) Biological and Pharmaceutical Bulletin
- 2) Scandinavian Journal of Immunology
- 3) STP Pharma Science
- 4) International Journal of Immunopharmacology
- 5) Current Medicinal Chemistry
- 6) Chemické listy
- 7) Journal of Agricultural and Food Chemistry

a mnohé další (viz seznam použité literatury).

Dále jsem osobně navštěvovala soukromé a nemocniční lékárny či prodejny zdravé výživy, kde jsem získávala informace o výskytu a využití β -glukanů v potravinových doplňcích.

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA HUB

1.1 Základní charakteristika hub

Houby jsou stélkaté, eukaryotní, heterotrofní organismy. [1] Jejich tělo, nazývané stélka, má jednoduchou stavbu. [2] Může být jednobuněčná, mikroskopických rozměrů, ale i mnohobuněčná s délkou až několik desítek metrů. [3] Je složena z rozvětvených a propletených vláken (hyf), v některých případech (např. kvasinky) mohou být též houby tvořeny jednou buňkou. Soubor houbových vláken (hyf) většinou tvoří podhoubí (*mycelium*), na němž vyrůstají za určitých podmínek plodnice. [1] Plodnice některých hub jsou orgány určené k rozmnožování, neboť v nich, popř. na nich, se tvoří výtrusy, jimiž se houby rozmnožují. Výtrusy (spory) bývají jednobuněčné i vícebuněčné a liší se tvarem, barvou a velikostí. [4] Výtrusy vodních hub jsou bičíkaté (rejdivé výtrusy, zoospory), kdežto suchozemské druhy mají výtrusy oblaněné a bez bičíků. [1] Plodnice většiny druhů hub produkují výtrusy v milionových množstvích. Zralé výtrusy vypadávají z dospělých plodnic a šíří se různými způsoby, především větrem. Jen z málokterých však vznikne nový jedinec. Pouze ty, které se dostanou do vhodného prostředí, vyklíčí a rozrostou se v podhoubí, jež za vhodujících podmínek může tvořit plodnice. [4] Plodnice se dělí na klobouk, třeň (noha) s prstenem nebo bez něj a lupeny či rourky (spodní část klobouku). [3]

U hub jsou hlavními zásobními látkami glykogen a tuky (podobně jako u živočichů). Sacharidy transportují 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, vzácně celulóza. [1] Důležitým znakem, kterým se houby liší od ostatních organismů, je syntéza aminokyseliny lyzinu. Živočichové tuto aminokyselinu syntetizovat nedovedou. [2]

1.2 Systematika hub

System třídění hub prodělal dlouhý vývoj. Soudobé uspořádání navrhl v roce 1968 holandský mykolog J.A. von Arx. Tento systém ale ani v současnosti není zdaleka kompletní. Jsou stále nalézány nové druhy hub a mykologie se dále rozvíjí. [3] Dosud bylo popsáno kolem 75 tisíc druhů hub a organismů houbového charakteru. [2] Ve své evoluci nevyhází

tato říše z jednoho společného předka. Skládá se přibližně ze čtyř rovnoběžných vývojových větví (oddělení). [5]

Podle RNDr. Jana Jelínka (1995) se houby dělí:

říše: Houby (*Fungi*)

oddělení: Hlenky (*Myxomycota*)

oddělení: Chytridiomycety (*Chytridiomycota*)

oddělení: Oomycety (*Oomycota*)

oddělení: Eumycety (*Eumycota*) [1]

Tato oddělení jsou dále členěna na třídy, řády a čeledi, do nichž jsou řazeny jednotlivé rody a druhy. [6]

1.2.1 Hlenky čili slizovky (*Myxomycota*)

Slizovky jsou blízké živočichům, mají vývojová stadia podobná měňavkám a jako měňavky se také pohybují, a proto je někteří biologové zařazují také k živočichům a nazývají je *Mycetozoa*. [7] Hlenky nevytvářejí podhoubí. Rozmnožují se dělením a živí se pohlcováním bakterií apod. [4]

Nádorovky (třída *Plasmodiophoromycetes*) jsou závazní (obligátní) paraziti žijící v buňkách hostitele. Velmi škodlivá je nádorovka kapustová (*Plasmodiophora brassicae*), jež způsobuje na zelenině i planých rodech z čeledi brukvovitých chorobou zvanou nádorovitost kořenů košťálovin. [5]

1.2.2 Chytridiomycety (*Chytridiomycota*)

Chytridiomycety jsou mikroskopické houby, které se vyznačují výrazným přizpůsobením nejrůznějším životním podmínkám. Tomu odpovídá značná morfologická variabilita trofické fáze i ve způsobech pohlavního rozmnožování. [2] Chytridiomycety (*Chytridiomycota*) představují mnoho ve vodě a vlhké půdě žijících saprofytů a parazitů planých a kulturních rostlin. Stěny výtrusů a podhoubí jsou z chitinu a glukanu. Pohyblivé buňky mají vzhledu jeden hladký bičík. Podhoubí je trubicovité, bez příhrádek. Prakticky důležité je *Olpidium brassicae*, které způsobuje „padání klíčnic rostlin“. Jinou velmi nebezpečnou chorobou je rakovina brambor, vyvolávaná rakovinnocem bramborovým (*Synchytrium endobio-*

ticum). Houba napadá všechny rody z čeledi lilkovitých a přežívá v půdě až deset let. Při jejím objevení je nutno dodržet řadu velmi přísných karanténních nařízení. [5]

1.2.3 Oomycety (*Oomycota*)

Oomycety (*Oomycota*) žijí ve vodách, vlhké půdě a na souši jako saprofyti nebo parazité cévnatých rostlin. Stěny jsou z celulózy a z glukanu. Pohyblivé buňky (zoospory) jsou opatřeny dvěma nestejně dlouhými bičíky. Pohlavní proces připomíná oogamii (oplození vajíčka spermií). Podhoubí i zoospory žijí v diploidním stavu. [5]

Nejzávažnější patogeni u nás: fytoftora bramborová (*Phytophthora infestans*), která parazituje na listech, ale i na hlízách druhů čeledi lilkovitých (brambor, rajče aj.) a vřetenatka révová (*Plasmopara viticola*), postihující listy a bobule révy vinné. [3]

1.2.4 Eumycety (*Eumycota*)

Houby vlastní (*Eumycota*) mají buněčné stěny zpravidla z chitinu a glukanu a vláknité, přehrádkované podhoubí. [5] Nemají pohyblivé výtrusy. [8]

Vlastní houby (*Eumycota*) se rozdělují podle Doc. Ing. Antonína Příhody, Ladislava Urbana a Ladislava Urbana ml. (1988) do čtyř tříd:

třída: Plísně (*Zygomycetes*)

třída: *Endomycetes*

třída: Houby vřeckovýtrusé (*Ascomycetes*)

třída: Houby stopkovýtrusé (*Basidioomycetes*) [7]

Houby, které jsou předmětem této bakalářské práce patří do třídy *Ascomycetes* a *Basidioomycetes*. Tyto dvě skupiny se odlišují rozdílným způsobem tvorby výtrusů. U vřeckovýtrusných hub se tvoří výtrusy uvnitř válcovitých útvarů, tzv. vřecek (*ascus*), kdežto výtrusy stopkovýtrusných hub se tvoří zevně na výrůstcích speciálních buněk, tzv. bazidií. [9]

1.2.4.1 Plísně (*Zygomycetes*)

Plísně mají podhoubí, které ve stáří bývá nepravidelně přehrádkované. Tvarem je trubcovité, mnohoaderné. [5] Buněčná stěna je vícevrstevná a obsahuje chitin a chitozan. Většinu zygomycetů nacházíme v půdě nebo na nejrůznějším organickém materiálu, často obsa-

zují substrát s vyšším obsahem cukru (ovoce, potraviny). [2] Nejběžnějším druhem této taxonomické třídy je kropidlovec černavý (*Rhizopus nigricans*). [4] Některé rody jsou schopny vytvářet endomykorrhizu. Pozitivní význam pro člověka mají některé druhy rodu *Rhizopus*, využívané při výrobě důležitých organických sloučenin (např. kyselina mléčná, citrónová nebo fumarová) nebo tzv. fermentovaných potravin ze sojových bobů. [2]

1.2.4.2 *Endomycetes*

Obsahují houby saprofytický i parazitický vysoce významné v přirozených i umělých ekosystémech, i pro výživu a zdraví člověka (kvasinky rodu *Candida* působí onemocnění kůže nebo sliznic). [5] Mikroskopické houby kvasinkovité, tj. pивní, vinné a mléčné kvasinky, jsou na celém světě nezbytnými pomocníky rozsáhlého průmyslu alkoholového a mléčného kvašení. Kromě toho se pивních kvasinek využívá jako droždí v pekárenském průmyslu. [8] Některé rody a druhy žijí výhradně jako jednobuněčné, rozmnožují se pučením a tvoří pučivá pseudomycelia (nepravá podhoubí – např. kvasinka pивní a vinná, *Saccharomyces cerevisiae*), jiné mají kromě toho přehrádkované podhoubí. U parazitických tafrin (*Taphrinales*) a snětí (*Ustilaginales*) je schopno infekce pouze vláknité podhoubí, jehož buňky jsou dvoujaderné (dikaryotní). [4]

Chorobu kadeřavost listů broskvoně působí *Taphrina deformans*. Z prašných snětí, které přeměňují v hnědočerný prach výtrusů květy a klásky obilnin, jsou hojné: sněť pšeničná (*Ustilago tritici*), ječná (*Ustilago hordei*) a ovesná (*Ustilago avenae*). Květenství, jakož i jiné části kukuřice napadá sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*). Mazlavá sněť pšeničná (*Tilletia caries*) a mazlavá sněť zakrslosti pšenice (*Tilletia controversa*) vyplňují vnitřek obilek. [5]

1.2.4.3 *Houby vřeckovýtrusé (Ascomycetes)*

Vřeckovýtrusé houby tvoří velkou skupinu, do níž patří asi 60% ze všech známých hub. [10] U askomycetů se výtrusy vytvářejí uvnitř kyjovitých, červovitých nebo měchýřkovitých vřecek – asků, které obvykle obsahují osm výtrusů a jsou uloženy v hymeniu (roušku). [11] Dalším charakteristickým mikroskopickým znakem je tvorba jednoduchého póru v přehrádkách houbových vláken (hyf). [10] Vřeckovýtrusé houby bývají klasifikovány podle typu plodnice a člení se do šestnácti řádů. [8]

Mezi významné představitele vřeckovýtrusých hub patří např. rod štětičkovec (*Penicillium*) nebo kropidlák (*Aspergillus*). Oba rody obsahují druhy užitečné v potravinářském a farmaceutickém průmyslu, ale též jiné, nebezpečné tvorbou někdy karcinogenních mykotoxinů v surovinách pro výrobu krmiv a potravin. [5]

Z klasu dozrávajícího žita a též jílku a jiných trav vyčnívá často tmavý růžkovitý útvar známý pod jménem námel. Je to orgán, sklerocium, sloužící k přezimování paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*). Na jaře z něho vyrostou paličky s plodničkami. Alkaloidy obsažené ve sklerociu jsou důležité v lékařství. [4]

1.2.4.4 Houby stopkovýtrusé (*Basidiomycetes*)

Třidu *Basidiomycetes* – houby stopkovýtrusé – tvoří asi 30% známých hub, nazývané jako kloboukaté houby. Mají rozsáhlé přeřádkované podhoubí. Přeřádky mají speciálně utvářený soudkovitý pór (*doliporus*). [8] Většina má plodnice složené z třeně a klobouku, na jehož spodní straně jsou póry, lupeny nebo ostny, které nesou rouško (hymenium). Tyto útvary nazýváme hymenofor. U některých skupin je v mládí celá plodnice zahalena celkovým obalem (plachetkou) a klobouk navíc odspodu částečným obalem (závojem). U dospělé plodnice po protření obalů zůstane na bázi třeně pochva (zvláště nápadná např. u smrtelně jedovaté muchomůrky zelené – *Amanita phalloides*), na třeni prsten (někdy velmi jemný, u bedly – *Lepiota* - naopak pevný a po třeni posuvný) a na povrchu klobouku strupy nebo bradavky, jak je známe např. u muchomůrky červené (*Amanita muscaria*). [5] Stopkovýtrusé houby jsou obvykle členěny na dvě podskupiny (*Heterobasidiomycetes* a *Homobasidiomycetes*) především podle způsobu klíčení bazidiospor, typu bazidií a schopnosti tvořit kvasinkovité buňky. [2]

1.3 Způsoby výživy hub

Houby mají významnou funkci v koloběhu živin v přírodě. Spolu s bakteriemi rozkládají všechn organický materiál, který se v důsledku činnosti zelených rostlin stále vytváří. Podílejí se na vzniku humusu, organické látky postupně mineralizují. Tím vzniknou látky, které mohou být opět živinami rostlin. [5]

Houby, stejně jako živočichové, čerpají živiny pro svůj růst a vývoj z organických látek. Nejsou však tak přísně heterotrofní jako živočichové, protože u některých hub byla zjištěna schopnost asimilovat CO₂, pokud to nebyl jediný zdroj uhlíku. Rovněž nejsou závislé jen

na organickém zdroji dusíku, ale běžně metabolizují i anorganické zdroje – amonné soli nebo dusičnany. [2]

Podle způsobu získávání živin rozdělujeme houby na hniložijné (saprotrofní), získávající výživu rozkladem odumřelých částic živočišného či rostlinného původu, a na symbionty, živící se z partnera, se kterým společně žijí. Mezi symbiotické houby řadíme i parazity. Některé houby, například choroše (*Polyporus*), mohou žít paraziticky a po odumření hostitele pokračovat hniložijně. [3]

1.3.1 Heterotrofní výživa

Houby se způsobem výživy zásadně liší od zelených rostlin. Zelené rostliny jsou autotrofní – obsahují barvivo chlorofyl a mají schopnost využívat světelnou energii k tvorbě cukrů a dalších organických látek z vody a oxidu uhličitého. Houby však patří mezi organismy heterotrofní. energii získávají aerobním dýcháním nebo kvašením. [5]

U aerobního dýchání (aerobní respirace) je molekulární kyslík konečným akceptorem vodíku, který je odnímán organické látce a předáván molekulárnímu kyslíku za vzniku vody. Organická látka (obvykle glukóza) může být takto oxidována buď úplně (na oxid uhličitý a vodu) nebo neúplně (na kyselinu octovou a vodu). [3]

Principem kvašení (fermentace) je postupná dehydrogenace organické látky, tj. odnímání vodíku organické látce bez přístupu kyslíku. Akceptorem vodíku je některý z meziproductů vznikajících při této dehydrogenaci. Hydrogenovaný (redukováný) akceptor je pak vedle oxidu uhličitého jedním z konečných produktů tohoto procesu. Podle jeho chemické povahy se kvašení, kterému podléhají sacharidy typu hexóz (glukóza), dělí na několik typů: etanolové kvašení (konečným produktem tohoto kvašení je etanol), mléčné kvašení (zde je konečným produktem kyselina mléčná – u některých druhů mléčného kvašení mohou vznikat vedle kyseliny mléčné ještě další sloučeniny, jako např. kyselina octová, etanol, vodík) a propionové kvašení (konečným produktem je kyselina propionová a vedle ní případně i jiné látky (kyselina mléčná, jablečná a octová). [6]

1.3.2 Saprotrofní houby

Saprophytické (saprotrofní) organismy, tj. ty organismy, které se živí odumřelým dřevem a zbytky rostlin, uvádějí odumřelou organickou hmotu do koloběhu živin v přírodě. Saprophy-

tické houby patří k těm málo organismům, které mají enzymy nutné k štěpení ligninu (polyfenoloxidázy) a celulózy (celulázy) a které je mohou měnit na organické látky využitelné nejen houbou, ale i jinými organismy. [11] Protože organickou hmotu dále rozkládají jsou nazývány rozkladači či destruenty. [6] Odumřelé organismy jsou z devadesáti procent rozkládány houbami. [11]

1.3.3 Parazitické houby

Tyto houby získávají organické látky přímo z živých organismů. Přitom svému hostiteli v různé míře škodí, někdy způsobují jeho smrt. [5] Parazitické houby bývají často specializovány na určitého hostitele, např. paraziti rostlin, jako jsou padlí, rzi a sněti. U parazitických hub se někdy vytvářejí specializované útvary které jim umožňují účinné napadení a využití hostitele. U rostlinných parazitů jsou to haustoria, což jsou rozvětvené hyfy uvnitř buněk hostitele, jimiž houba čerpá z napadeného organismu živiny. Některé houby jsou dokonce schopné lovit drobné živočichy, jmenovitě háďátka. [6] Tyto dravé houby mají na myceliu prstencovité smyčky složené z kontraktivních buněk. Když háďátko v půdě prstencem prolézá, buňky se smrští a zachycené háďátko se tak stane kořistí houby. [2]

Jiné houby vyvolávají nemoci u živočichů, včetně člověka (houby patogenní). Ale i u specializovaných parazitů bývá zahrnuta v jejich životním cyklu saprotrofní fáze, kterou většinou prožívají v půdě na zbytcích organického materiálu. [3]

1.3.4 Symbióza

Jestliže houba z hostitele čerpá živiny, avšak neškodí mu, naopak z tohoto spojení mají obě zúčastněné strany užitek, jedná se o soužití (symbiózu). [2] V této symbióze mohou být houbovými partnery cévnaté rostliny, řasy nebo sinice, nebo dokonce i živočichové. [6]

Celkem existuje mnoho tisíc různých druhů hub, které jsou schopny tvořit symbiózu – mezi nimi jsou četné naše jedlé houby, jako klouzek sličný (*Suillus grevillei*), liška (*Cantharellus*) nebo hřib (*Boletus*). [9]

Symbióza některých druhů hub s některými řasami nebo sinicemi dává vzniknout podvojnému organismu – lišejníku. Nově vzniklá stélka umožňuje oběma zúčastněným organismům žít na takových místech, kde by odděleně žít nemohly, např. na holých skalách. Řasa tvoří fotosyntézou cukry a jiné organické látky, houba dodává vodu a minerální živiny,

keré získává naleptáváním hornin. Lišejníky vylučují kyseliny, kterými narušují skalní podklad, a tím připravují půdu pro další rostliny. Symbióza obou složek se projevuje i v nepohlavním rozmnožování lišejníku, při němž se tvoří rozmnožovací orgány složené z řasy i houby. [5]

Příkladem symbiózy hub s cévnatými rostlinami je mykorrhiza. [2] Vzniká spojením drobných postranních kořínků rostlin s houbovými vlákny. [4] Mykorrhiza se vyskytuje u více než 95% rostlinných druhů, nemykorrhizní jsou pouze rostliny vodní, rostliny žijící na zamokřených stanovištích a rostliny ruderalní. [2] S tímto jevem se nejčastěji setkáváme mezi stopkovýtrusými houbami a lesními dřevinami. Zde se jedná převážně o tzv. ektomykorrhizu – houbová vlákna obalují povrch kořínků a umožňují rostlině lepší příjem vody a zásobování minerálními látkami. Dále houba dává rostlině některé dusíkaté sloučeniny, vitamíny, růstové a jiné biologicky aktivní látky. Naopak houba od rostliny získává cukry jako základní zdroj energie. Mezi druhem houby a rostliny dochází často ke specializaci, a proto třeba klouzek modřínový (*Suillus grevillei*) nacházíme pouze pod modřínem, hřib smrkový (*Boletus edulis*) převážně ve smrčinách atd. [5]

Jiný typ, tzv. endomykorrhizu, kdy houba žije uvnitř kořenových buněk rostliny, nacházíme např. u orchidejí. Vzájemný užitek se projevuje tím, že houba od rostliny získává živiny a produkuje látky umožňující vývoj mladé rostlinky z protokormu, který vzniká při klíčení semen orchidejí z nedokonalého embrya. Některé typy orchidejí jsou na výživě pomocí houbových vláken značně závislé po celý život (mykotrofní typy). [6]

1.4 Růst hub

Růst hub je značně závislý na podmínkách okolního prostředí. Uplatňuje se zde souhrn vzájemného působení celé řady ekologických, klimatických a dalších faktorů. [8]

Houbová stélka je zpravidla složena z velkého počtu buněk a v určité vývojové etapě bývá rozdělena na část vegetativní (absorbující živiny) a reprodukční (sloužící k rozmnožování). [2] Jsou však i houby jednobuněčné (např. kvasinky). U některých parazitů rostlin nedochází k rozlišení na vegetativní a reprodukční část – 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 život-

ního vývoje měnit – ze stadia a mnohobuněčného vláknitého ve stadium jednobuněčné s kvasinkovitým typem růstu. Tento jev se u hub nazývá dimorfismus. [5]

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ HUB

Houby jsou nízkoenergetickou potravinou a jejich výživná hodnota není vysoká. Na druhou stranu ale obsahují látky nezbytné pro činnost lidského organismu (bílkoviny, aminokyseliny, vitaminy, cukry, tuky atd.). I když výhodnějším zdrojem těchto sloučenin jsou jiné potraviny, jejich obsah v houbách zaslouží pozornost. [6]

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

Charakteristickou složkou buněčných stěn všech vláknitých hub je chitin, s výjimkou oomycetů, které mají celulózu. 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 – *Cantharellus cibarius*), na druhé straně však podporuje peristaltiku střev a přispívá tak k lepšímu trávení. [8]

Obsah tří základních energeticky bohatých složek lidské potravy v houbách lze charakterizovat následovně:

Cukry tvoří až 6% hmotnosti sušiny a to jednak jako složky buněčných stěn, jednak jako rezervní cukry obsažené v plazmě. Jsou to především glukany, glykogen, dále mannany, galaktany, mannit, trehalóza a ribóza, doprovázené cukernatými alkoholy volemitolem, sorbitolem, erythritolem, arabitolem a některými dalšími cukry. [8] Na štěpení trehalózy je potřebný enzym trehaláza, který obsahují lidská střeva. Někteří jedinci však trpí poruchou tvorby, čímž se vysvětluje jejich neschopnost trávit houbové pokrmy. [3]

Tuky tvoří běžně 1% hmotnosti sušiny, někdy však i více. Mají především úlohu rezervních látek. Jsou to zejména glyceridy, glykolipidy, lipoproteiny, fosfolipidů, steroidy aj. [2]

Sušina hub obsahuje 5 – 30% bílkovin. Jejich množství 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%). I když je v sušině hub mnohem méně stravitelných bílkovin než v mase a jiných živočišných produktech, kvalitativně jsou tyto bílkoviny rovnocenné. Pro správný vývoj, činnost a obnovu organismu potřebuje člověk některé, tzv. esenciální (nepostradatelné) aminokyseliny, které si lidské tělo

neumí samo vytvořit a získává je pouze z potravy. Je zajímavé, že například zástupci rodu žampion (*Agaricus*) nebo hřib (*Boletus*), obsahují těchto aminokyselin více než maso. V houbách jsou však i takové druhy aminokyselin, které lidské tělo nevyužívá. Předpokládá se, že některé z nich mohou vyvolávat alergické reakce. [3]

Houby obsahují také některé vitaminy, především provitamin A a vitaminy B₁ a B₂. V menším množství jsou zastoupeny vitaminy D, K, E a C. Ve stopovém množství jsou v houbách přítomny i některé minerální látky jako draslík, fosfor, vápník, železo, sodík, měď a další. [5] Největší obsah draslíku mívají lanýže (*Tuber*), nejnižší žampiony (*Agaricus*). Nejbohatší fosforem bývají smrže (*Morchella*), vápníkem hřiby (*Boletus*), nejchudší lišky (*Cantharellus*). Jejich obsah kolísá podle složení půdy. [12] Houby však ze svého okolí vstřebávají také některé nežádoucí prvky včetně jedovatých - hlavně rtuť, arzén, kadmium, chrom, vanad, berylium atd. [3]

Cennou složku hub představují aromatické látky, na nichž závisí vůně a chuť jednotlivých druhů. Svým dráždivým účinkem přispívají k tvorbě slin a žaludečních šťáv, čímž podporují trávení. [2]

3 LÉČIVÉ HOUBY A JEJICH ÚČINKY

Houby obsahují léčivé látky. [3] Léčebné, preventivní a harmonizující účinky hub byly známé v Číně a v Japonsku dlouho předtím, než bylo zkoumáno jejich chemické složení. V těchto zemích se houby využívají nejen jako pochoutka a koření, ale i jako funkční potravina. [13]

Jsou i zdrojem možných účinných složek proti chorobám lidstva, jako jsou rakovina, virová onemocnění, vysoké hodnoty „škodlivého“ krevního cholesterolu, hypertenze, diabetes či obezita. [14] Asi nejvýznamnější objev z tohoto pohledu učinil Fleming v roce 1928, kdy náhodou objevil penicilin, produkovaný plísní *Penicillium notatum*. Léčivé vlastnosti hub však byly využívány po staletí. [11]

K významným sloučeninám s léčivými účinky obsaženými v houbách patří některé alkaloidy a antibiotika. Indolového typu jsou ergotové alkaloidy (ergotamin, ergometrin...) obsažené v námelu, které nacházejí široké uplatnění v ženském lékařství a v léčení srdečních a oběhových chorob. Složkou těchto alkaloidů je kyselina lysergová, jejíž uměle připravený diethylamid (LSD) má halucinogenní účinky. [3]

Látky s antibiotickým účinkem jsou přítomny i v jedlé slizečce porcelánové (*Oudemansiella mucida*), ze které se u nás vyrábí antibiotikum mucidin. Hladinu cukru u diabetiků snižují látky obsažené například v čirůvce fialové (*Lepista nuda*). V pýchavkách (*Lycoperdon*), vatovci obrovském (*Langermannia gigantea*), hříbu žlučníku (*Tylopilus felleus*), ale především v dřevokazném rezavci šikmém (*Inonotus obliquus*) byly nalezeny látky působící proti některým druhům rakovinného bujení. [6]

3.1 Houževnatec jedlý (*Lentinus edodes*)

Houževnatec jedlý (šii-také, *Lentinula edodes*) pochází původně z východní Asie, kde jeho léčebné účinky využívají více než dva tisíce let. [3]

Žije na mrtvých spadlých kmenech dubů, buků a kaštanů. Má světle či tmavohnědý klobouk, 5 – 12 cm široký, často porostlý šupinami. Třeň je krátký, válcovitý, tuhý, světle hnědé barvy, dužina je bílá a pevná. [5]

V čínské lidové medicíně se ordinuje při nachlazení, bolestech hlavy a žaludku, spalničkách, neštovicích a při zápalu plic. Užívá se i jako prevence. Vyrábí se z ní čínský „elixír

života“. V Japonsku s ní léčí vysokou hladinu cholesterolu v krvi a tím následnou arteriosklerózu, žaludeční potíže, dnu, zácpu, různé alergie, krátkozrakost, hemeroidy a hnisavé záněty. Podporuje potenci, imunitní systém a snižuje vysoký krevní tlak. [3]



Obr. 1 Houževnatec jedlý (*Lentinus edodes*)

Houževnatec jedlý obsahuje hned několik účinných látek, z nichž lentinan potlačuje zhoubné bujení buněk a přitom je málo toxický. Kromě toho byl z šii-také izolován alkaloid eritadenin, který snižuje hladinu cholesterolu v krvi a tím může pozitivně ovlivnit případnou arteriosklerózu. [8]

Výzkumy v USA a Japonsku prokázaly ničivý efekt výtažků z šii-také na chřipkový virus typu A. [6]

3.2 Troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*)

Troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*) je typickým zástupcem skupiny chorošů. [3]

Roste celoročně na živých i odumřelých kmenech, větvích a pařezech stromů (buků, dubů, bříz, topolů), ze kterých odbourává celulózu a lignin. Plodnice měří v průměru 8 – 40 cm a je až 20 cm silná. Její horní část kryje tlustá, pevná krusta u mladých hub červenohnědá, později hnědá až šedá. [6]

Už pravěcí lovci houbu užívali k zastavení krvácení. Plodnice troudnatce kopytovitého obsahují kyselinu listovou ze skupiny vitaminů B, jež je nutná pro tvorbu červených krvinek a rovněž ergosterol – provitamin B. Jejich schopnost zastavit krvácení se dlouho přisuzovala tříslovinám, které mají stahující činky, později se však zjistilo, že obsahují anti-B aglutinin, látku, která shlukuje krevní tělíčka v krevní skupině B. [15]

Kromě zastavování krvácení má troudnatec i další medicínské využití. Alkoholový extrakt ze sušených hub je účinný při onemocněních, které se projevují puchýřky po těle (zarděnky, plané neštovice atd.), při bolestivé menstruaci a při hemeroidech. [3]



Obr. 2 Troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*)

Jako léčebný prostředek je troudnatec již dlouho používán v lékařství východní Asie. V čínské medicíně stojí na prvním místě jako lék při žaludečních obtížích, jako doplňkové léčivo nachází uplatnění při léčbě rakoviny střev, žaludku a dělohy. Při pokusech na zvířatech dosáhli čínští vědci extraktem z troudnatce zmenšení rakovinných nádorů až o 80%. [5]

3.3 Paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*)

Paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*) je asi nejznámější cizopasná houba, kterou pod názvem námel, což je ve skutečnosti označení formy jejích plodnic, známe jako parazita na obilí. [3]

Námel se tradičně používal již před tisíci lety v lidové medicíně ve staré Asýrii, Persii a Číně v porodnictví a gynekologii. [6] V současnosti se používají léky na bázi dvou námelových alkaloidů – ergometrinu a ergotaminu. Ergometrin vyvolává rytmické stahy dělohy gravidní ženy, proto se v gynekologii používá při porodu a ještě častěji na zastavení krvácení po porodu. Ergotamin se rovněž uplatňuje při porodním krvácení, ale navíc má silný zklidňující účinek na nervstvo, jež ovládá mimovolní tělesnou činnost (sympatikus). Pro svůj centrální sedativní účinek má využití v neurologii, při migrénách, Basedowově nemoci, klimakterických obtížích a poruchách neurovegetativní soustavy. [15]



Obr. 3 Paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*)

3.4 Penízovka sametonohá (*Flammulina velutipes*)

Penízovka sametonohá (*Flammulina velutipes*) roste od října do dubna na dřevě živých i odumřelých kmenů listnatých stromů – často buků. Má drobný, sklenutý až plochý, medově žlutý klobouk, který bývá asi 3 – 8 cm široký a lepkavý. Lupeny jsou řídké, z bílých časem přecházejí do světle žlutých. Třeň je smetanový, nahoře oranžově žlutý a dole červenohnědý. [3]



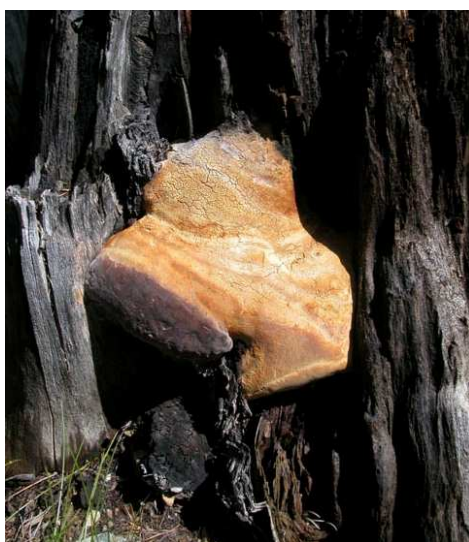
Obr. 4 Penízovka sametonohá (*Flammulina velutipes*)

Konzumace penízovky sametonohé pomáhá proti civilizačním chorobám (stresu, nespavosti aj.) a posiluje imunitní systém. [5]

V penízovce sametonohé bylo prokázáno cytostatické antibiotikum nazvané flammulin. [8]

3.5 Verpáník lékařský (*Laricifomes officinalis*)

Verpáník lékařský (*Laricifomes officinalis*) patří mezi nejdéle používané léčivé houby mimo Asii. [3] Roste celoročně a parazituje na modřínu. Tvoří vytrvalé plodnice, které jsou zprvu bělavé, později žlutohnědavé, naspodu s bílými póry, na nichž se v mládí tvoří bezbarvé kapky tekutiny. Verpáník se vyskytuje v Alpách, Karpatech, severních oblastech Ruska, na Sibiři a v Kanadě. [15]



Obr. 5 Verpáník lékařský (*Laricifomes officinalis*)

Od antiky až do 19. století byl jako léčivá houba pokládán za jednu z nejužitečnějších. Lékaři ji přidávali do žaludečních likérů. [12] V současnosti je z lékařského hlediska neaktivnější látkou obsaženou v plodnicích tzv. agaricin. Svým farmakodynamickým účinkem patří agaricin do skupiny léků ochraňující parasimpatikus. Jeho účinek je podobný atropinu a projevuje se především ve žlázách. Verpáník je účinný i proti podráždění a zánětům. Tradiční čínská medicína ho používá proti astmatu, bolestem žaludku, kašli, zánětu ledvin, ledvinovým kamenům, krvácení z nosu a při uštknutí jedovatým hadem. Čínští vědci prokázali pokusy na zvířatech léčivé účinky u nádorových onemocnění. [3]

I přes výše jmenované houby má pro účely této práce největší význam hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*), které se budeme věnovat dále podrobněji.

4 HLÍVA ÚSTŘIČNÁ (*PLEUROTUS OSTREATUS*)

4.1 Popis hlívy ústříčné

Hlíva ústříčná pochází z Číny, ale dnes je rozšířena takřka po celém světě, od tropů až po polární pásmo. [3]



Obr. 6 Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*)

Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) je velmi hojný druh. Tvoří většinou trsnaté, střečovité nad sebou uspořádané plodnice. Jejich trsy často vytvářejí rozsáhlé porosty, které sledují podélné nebo plošné poranění stromu. [13] Klobouk je 5 – 25 cm, někdy až 35 cm široký, lasturovitý, bokem přirostlý nebo protažený v kratší třeň. [7] Povrch je hladký nebo slabě paprscitě vláknitý a má různé barvy. Zastíněné části klobouku jsou světlejší. Lupeny se sbíhají na třeň a jsou bledé, bělavé až okrové, někdy s nádechem barvy klobouku. Na lupenech se vytváří velké množství výtrusů, které mohou ulpívat na povrchu níže posazených klobouků v podobě bílého poprašku. [13] 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. Třeň je výstředný nebo postranní, až 3 cm dlouhý, 1 až 2 cm široký, někdy zcela chybí. Dužina je bílá, příjemné houbové vůně. [8]

Je zajímavé, že hlíva ve dřevě rozkládá nejodolnější složku – lignin – a další špatně degradovatelné látky a štěpí je až na výchozí CO_2 a H_2O . [3]



Obr. 7 Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) – pohled ze spodu

Hlíva je v kuchyni je samozřejmě velice oblíbená a její celosvětová produkce se pohybuje okolo milionu tun ročně – většina je pěstovaná v Číně. Hlíva je druhou nejpěstovanější houbou v Evropě a první nejpěstovanější houbou na světě. [3]

4.2 Pěstování hlív

V současné době se pěstuje na světě přes 2 000 000 tun hub ročně. Na Českou republiku připadá 2 000 tun. U nás se pěstují ve větším jen tři druhy hub. Především jsou to žampiony (*Agaricus*), dále houževnatec jedlý (*Lentinus edodes*) a hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*). [16]

Mimo hlívy ústříčné se v našem podnebí daří ještě hlívě plicní (*Pleurotus pulmonarius*), hlívě miskovité (*Pleurotus cornucopiae*) a hlívě dubové (*Pleurotus dryinus*). [3]

Pěstování hlívy je poměrně jednoduché a potřeby k němu jsou snadno dostupné. [13] Plodnice hlív vyrůstají střechovitě nad sebou v trsech nebo jednotlivě na kmenech a pařezech či kládách mrtvého dřeva. Hlíva je kosmopolitní rod. Druhy rodu *Pleurotus* nalézáme ve všech zeměpisných šířkách a vegetačních pásích obou polokoulí. [6]

Pro pěstování přichází v úvahu široké spektrum druhů. Na první místě je hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*). Tato houba je rozšířena v mírném klimatickém pásu. [6] Hlíva v přírodě roste na podzim nebo i v mírné zimě (od jara do března, nejvíce od listopadu do prosince). Místa nálezů jsou nejčastěji na kmenech vrb, ořešáků, buků i dubů. Nevyskytuje se na místech, která ochlazují mrazivé větry. [14] První produkční pěstování hlívy ústříčné zahájili v Maďarsku na špalcích topolového dřeva. [17]

4.2.1 Fyziologické podmínky pro pěstování hlívy

V přírodě roste hlíva ústříčná většinou na špalcích nebo na pařezech čerstvě odumřelého dřeva. Hlívy rychle rostou i na různých organických odpadech, jako je sláma, kukuřičná vřetena, vojtěškové seno a papír. Suroviny, na kterých hlívy rostou, můžeme charakterizovat jako lignocelulózové odpady, tedy látka obsahující lignin, celulózu a hemicelulózu. K jejich rozkladu využívá hlíva systému příslušných enzymů. [6]

Optimální hodnota pH během růstu podhoubí hlívy ústříčné je v rozmezí 5,5 – 6,5. V průběhu růstu mycelia se pH v substrátu mění, podstatně vyšší hodnoty pH substrátu jsou v povrchové vrstvě, kde se nasazují plodnice, než ve vnitřních vrstvách, kde klesá na hodnotu 4,0 – 4,5. [3]

Pro vývoj normálně vyvinutých plodnic je dostačující intenzita osvětlení 80 – 200 luxů po dobu 12 hodin. Při vyšší teplotě, kdy plodnice rostou rychleji, má hlíva vyšší nároky na osvětlení než při nízkých teplotách. [12]

V průběhu vývoje se kultura hlívy vyznačuje zcela odlišnými nároky a koncentrací oxidu uhličitého v prostředí. Během kolonizace (prorůstání) substrátu dosahuje mycelium nejvyšší rychlosti růstu, pokud je v substrátu koncentrace 20 – 30% obj. oxidu uhličitého. Během tvorby plodnic patří hlívy mezi houby velmi citlivé na zvýšení koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší. Pouze při koncentraci 0,03 – 0,06% obj. oxidu uhličitého vytváří hlíva normálně vyvinuté plodnice. [6]

4.2.2 Pěstování hlív na dřevě

Postup pěstování hlívy na špalcích dřeva listnáčů je jednoduchý. K pěstování hlívy a většiny dalších dřevokazných hub se používají špalky dřeva a pařezy listnáčů. [13] Používá se čerstvé neodkorněné dřevo listnatých stromů, které mají být pokáceny v době vegetačního klidu. Nejvhodnější je topol, bříza, olše, dub, buk, habr a vrba. [6] Méně vhodné jsou ovocné stromy kromě ořešáku a jabloně a neosvědčilo se dřevo akátu, jasanu a javoru. [13] Používají se kmeny a větve od průměru 15 cm, které se nařezou na délku 30 – 40 cm. [6] Řezné plochy dřeva se naočkují vtíráním sadbové hmoty a uloží se na prorůstání do pytlů z polyetylenových fólií. Jiným způsobem možného očkování je vyvrtávání otvorů a naočkování sadbou. Otvory se zalepí teplým voskem nebo uzavřou vypařenou korkovou zátkou. Sadba se nesmí po zakoupení zbytečně dlouho skladovat. Naočkované špalky necháme

prorůstá ve sklepě ve tmě, v teplotě asi 15⁰C. Doba prorůstání dřeva podhoubím je dána mnoha faktory: teplotou, tvrdostí dřeva, silou špalků. Prorůstání podhoubí dřevem trvá nejčastěji 3 měsíce. [11]



Obr. 8 Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) prorůstající dřevem

Pokud špalky dobře prorostly podhoubím, je třeba odstranit fólie a umístit špalky na stinné místo na zahradu, nejlépe pod strom a chránit je před větrem. Špalek se umístí asi z 1/3 délky do země. Okolí špalku je nutné dobře zalít. [14] Špalky z měkkého dřeva plodí dva až tři roky, na tvrdém dřevě vyrůstají plodnice až pět let. Celkový výnos plodnic odpovídá 10 až 20% hmotnosti dřeva. [13]



Obr. 9 Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) rodící na dřevě

4.2.3 Pěstování hlív na slámě

Při intenzivním pěstování hlívy se využívá pšeničná nebo žitná sláma i drcená kukuřičná vřetena. Lze použít i piliny z listnatých stromů. [13] Žádná složka nesmí být nahnilá, zčernalá a nesmí obsahovat žádné zárodky cizích hub či plísní. [3] Takovým substrátem houba rychle prorůstá a pěstitelský cyklus se zkracuje. Slámu nařežeme na délku 3 – 5 cm, dáme do velkého igelitového pytle a stlačíme. Pytel se slámou naplníme horkou vodou tak, aby se dobře zapařila a zničily se nežádoucí škodlivé látky. Pytel zavážeme, čímž se i horní vrstva slámy dostane do vody. Pytel ponecháme stát alespoň 2 hodiny. Potom odstříhneme oba spodní rohy pytle, vodu necháme odtéct a pytel se slámou vychladnout do příštího dne. Druhý den slámu očkujeme tak, že sadbu nasypeme po obvodu slámy. Část sadby nakonec nasypeme na povrch slámy. [6] Následuje doba prorůstání podhoubí, které trvá 4 – 5 týdnů při teplotě 20⁰C bez osvětlení. [14] Když jsou pytle celé bílé, uděláme do nich několik zářezů (aby unikal oxid uhličitý, který škodí růstu plodnic), postavíme na světlé chladnější místo (cca 15⁰C) a po 2 – 4 týdnech ze zářezů začnou vyrůstat plodnice. Sklízí se obvykle ve třech sklizňových vlnách s odstupem asi dvou týdnů. [6]



Obr. 10 Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) rodící na slámě

4.3 Složení hlívy ústříčné

Hlíva ústříčná je zdrojem mnoha vitaminů a minerálů a její výživná hodnota je srovnatelná se zeleninou - v průměru se pohybuje okolo 1420 kJ (340 kcal) na 100 g sušiny. Kvalita houby je v přímém poměru ke kvalitě substrátu, na kterém roste. Ta je obzvlášť důležitá, protože hlíva má, podobně jako jiné houby, schopnost z půdy či dřeva absorbovat těžké kovy a jiné nebezpečné látky a hromadit je v sobě. [3]

Ze 100 g čerstvých hub získáme přibližně 10 g sušiny, která obsahuje 2,5 g bílkovin, přes 5 g sacharidů, pouze 0,1 – 0,2 g tuků a 0,6 – 1 g minerálních látek, hlavně draslíku a fosforu. [5]

Ve 100 g čerstvé hlívy se nachází 15% denní dávky vitamínu C a 40% denní dávky vitamínu B (niacin, riboflavin, thiamin). Převažující složky hlívy ústříčné jsou kyselina olejová (až 40%), kyselina linoleová (až 55%), rostlinné steroly, které aktivně snižují hladinu cholesterolu v krvi, a má nízký podíl nasycených mastných kyselin (méně než 10%). [8]

4.4 Léčebné účinky hlívy ústříčné

V tradiční čínské a japonské medicíně jsou hlívy ordinovány již po mnoho staletí jako prostředek na prodloužení života. Využívaly se k posílení cévního systému, odstranění tlaku v očích, k léčbě ztuhlosti svalů, šlach a kloubů. [3]

V devadesátých letech se objevily zprávy o izolaci látek účinných proti syntéze cholesterolu z vyšších hub. Různá množství účinné látky, meviolin, byla objevena především v hlívě ústříčné. [13]

Diabetikům snižuje dlouhodobá konzumace hlívy hladinu cukru v krvi, reguluje hladinu cholesterolu. V České republice se výtažky z hlívy využívají v dietních programech na snižování hladiny cholesterolu v krvi. [2] Je známo, že dlouhodobé podávání alkoholu způsobuje hromadění tukových látek v játrech. U syrských křečků alkohol zvyšuje hladinu cholesterolu i triacylglycerolů v játrech. Jestliže se však spolu s alkoholem podávala křečkům hlíva ústříčná, k vzestupu hladiny tukových látek v játrech vůbec nedošlo. Takovýto účinek byl vysvětlován tím, že hlíva obsahuje určitou vstřebatelnou látku, která blokuje v játrech alkoholem vyvolané hromadění tukových látek. [18] Jedná se zřejmě o polysacharid, který má u křečků příznivý efekt také na snižování hladiny cholesterolu v krvi. [19]

U pacientů s arteriosklerózou potlačuje degenerativní změny v cévách a snižuje výskyt arteriosklerotických ložisek, což vede k mnohem menšímu poškození věnčitých tepen a srdečního svalu. [12]

Hlíva může být i vítaným a účinným doplňkem redukčních diet. [3] V Japonsku byl izolován zvláštní lektin, který způsoboval, že potkani nechtěli přijímat potravu, která obsahovala hlívu ústříčnou. Dieta, která obsahovala 0,1% izolovaného lektinu, snížila příjem potravy o 50% a způsobila pokles váhy pokusných zvířat. [13]

Zajímavý byl výsledek pokusu s potkany, kteří měli cukrovku. Skupina slovenských vědců (Chorváthová a kol. 1993) [20] jim podávala v potravě hlívu ústříčnou a cholesterol. Po dvou měsících zjistili, že u těchto potkanů kromě snížení cholesterolu v krvi došlo také k významnému snížení glykémie (hladiny cukru v krvi), aniž by se změnila hladina inzulínu. [13]

Experimentálně se vědci zabývají izolací látky, která by mohla pomoci nositelům viru HIV. [3] V roce 2000 byl izolován z plodnic hlívy ústříčné glykoprotein, který inhibuje translaci určitých úseků ribonukleové kyseliny (RNA). Tento glykoprotein potlačoval transkriptázu viru-1, který způsobuje nedostatečnou imunitu člověka. [13]

V Japonsku byl v roce 2000 izolován nový lektin z hlívy ústříčné, který má výrazný vliv na potlačení vývoje zhoubných typů nádorů u myší. Studium protirakovinných účinků hlívy ústříčné pokračuje také na Slovensku ve známé skupině odborníků z Výzkumného ústavu výživy v Bratislavě (Bobek, Galbavý a Ozdin). Zjistili, že hlíva ústříčná ve stravě snížila množství nádorů v tlustém střevě u pokusných potkanů, jejichž vznik byl uměle vyvolán podáváním jedovaté karcinogenní látky dimethylhydrazinu. [5]

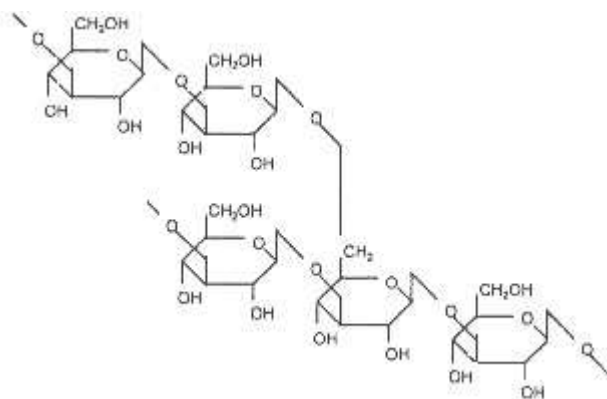
Doposud byly z hlívy izolovány dvě skupiny účinných látek. První skupinu představuje mevastacin (též nazývaný mevinolin, monakolin K nebo levastacin), účinný, jak už bylo zmíněno, v metabolismu cholesterolu. Druhou skupinou představuje beta-glukan nazvaný pleuran, kterým se budeme zabývat podrobněji. [7]

5 GLUKANY

Glukany jsou polysacharidy, objevené v různých přírodních materiálech rostlinného a houbového původu, a intenzivně se studují již od 50.let. [13]

5.1 Glukany obecně

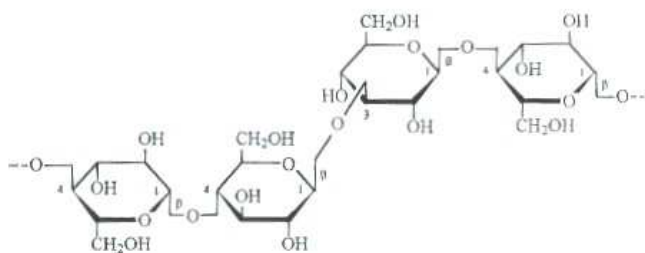
Glukany jsou polysacharidy obsahující pouze glukosu jako monomerní jednotku. [21] Patří k nim škrob, glykogen, celulóza a dextran. Jejich sumární vzorec je $(C_6H_{12}O_5)_n$. [22]



Obr. 11 Zjednodušená molekulová struktura β -glukanu

Z obrovského počtu teoreticky možných kombinací existuje v přírodě jen omezený počet polysacharidů (asi 300). Nejrozšířenější jsou homopolymery D-glukosy (polyglukosy, glukany). Jejich pestrost je podmíněna růzností způsobu vazeb glukopyranosových jednotek. Kondensace je možná s hydroxylovou skupinou kteréhokoliv atomu uhlíku a mohou vznikat buď α -, nebo β -anomery – vazbu mezi dvěma monomerními jednotkami lze proto uskutečnit ne méně než osmi různými způsoby. Pestrost glukánů je dále zvyšována substitucemi cukerných kruhů a větvením řetězců. Z mnoha teoreticky možných polymerů glukosy se však v přírodě vyskytuje jen několik. [23]

Polysacharidy nazývané β -glukany, také β -1,3-D-glukany nebo β -1,4-D-glukany (dříve také licheniny) se nacházejí v buněčných stěnách vyšších rostlin a ve větším množství v semenech některých obilovin (ječmen, oves). Příbuzné polymery, které se také nazývají β -glukany neboli β -1,3-D-glukany a β -1,6-D-glukany syntetizují houby plísňe a kvasinky. [24]



Obr. 12 Základní struktura β -glukanů s kombinovanými vazbami (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)

Relativní molekulová hmotnost β -glukanů se pohybuje v širokých mezích od desítek do tisíců kDa podle původu. Rozpustnost β -glukanů ve vodě závisí především na jejich struktuře, a ta souvisí také s původem. Rozpustnost se zvyšuje s teplotou. Glukany vázané na proteiny jsou nerozpustné. Po částečné hydrolyze vytvářejí jejich molekuly gel, nativní molekuly gel netvoří. β -glukany jsou tedy částečně rozpustnou a částečně nerozpustnou složkou potravy. [24]

5.2 Výskyt β -glukanů v houbách

Obsahy a poměry jednotlivých sacharidických složek u hub jsou dány zejména geneticky, tzn. závisí na druhu houby [25], případně jejím kultivaru. [26] Jako nejvýznamnější zdroje β -glukanů jsou dnes využívány houby houževnatec jedlý (šii-také, *Lentinus edodes*), který obsahuje účinný glukan lentinan a potom někteří zástupci rodu hlíva (*Pleurotus spp.*) [27], kde se účinná látka nazývá pleuran. [28] 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 vodopropustná forma β -glukanů vykazuje mnohem vyšší biologickou aktivitu při působení na imunitní systém člověka i zvířat. [29] Průměrné obsahy β -glukanů u některých druhů hlív a houževnatce jedlého jsou uvedeny v tabulce 1.

Glukany jsou obsaženy i v celé řadě hub. Například u zástupců rodu hřib (*Boletus*) tvoří β -glukany 2-13% stravitelné sušiny. [25] Názvy nejvýznamnějších biologicky účinných glukanů a houby ve kterých jsou obsaženy uvádí tabulka 2.

Tab.1 Průměrný obsah β -glukanů v houževnatci jedlém (*Lentinus edodes*) a některých hlívách (*Pleurotus spp.*) a poměr jejich vodorozpustné a ve vodě nerozpustné frakce [27]

Český název houby	Latinský název houby	Obsah β -glukanů (mg.100 g ⁻¹ sušiny)	Množství vodorozpustných β -glukanů z jejich celkového množství (%)	Množství ve vodě nerozpustných 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%

Tab. 2 Hlavní druhy bazidiomycet, které obsahují biologicky účinné β -glukany [30]

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 leklá	<i>Ganodema lucidum</i>	Gl – 1
Outkovka pestrá	<i>Trametes versicolor</i>	Krestin
Trsnatic lupenitý	<i>Grifola fondosa</i>	Grifolan
Penízovka sametonohá	<i>Flammulina velutipes</i>	Flammulin

K dalším zástupcům bazidiomycet, u kterých se předpokládá využití jejich β -glukanů jako farmaceuticky činné látky patří např.: ucho jidášovo (*Hirneola auricula judae*), límcovka (*Stropharia aeruginosa*), polnička topolová (*Agrocybe aegerita*) nebo václavka obecná (*Armillaria mellea*). [31] V poslední době se studium β -glukanů zaměřuje na žampion brazilský (*Agaricus basiliensis*), který v průměru obsahuje 42 mg β -glukan ve 100 g sušiny. [32]

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 bazidiomycety, které byly pěstovány na substrátu, kde byl poměr uhlíku a dusíku upraven na 40:1. Jako nejvhodnější počáteční pH substrátu je v případě pěstování hlívy (*Pleurotus spp.*) uváděno pH = 5,5. Význam má zřejmě i inkubační teplota, která je pro každý druh houby specifická [33]. Při pěstování houževnatce jedlého (*Lentinus edodes*) se osvědčil substrát s vysokým obsahem polyfenolytických látek, které v těle indukují zvýšenou tvorbu β -1,3-glukansyntetázy. Proto se při pěstování této houby doporučuje do substrátu přidávek olivové drtě. [31]

Obsah β -glukanů je odvislý také od stupně zralosti plodnice. Například u žampionu je možno jejich nejvyšší obsahy zaznamenat těsně před začátkem období dozrávání spór. [32]

Biologická účinnost β -glukanů může být v určitých případech podpořena také jejich komplexy s proteiny. Například v houževnatci jedlém (*Lentinus edodes*) se nachází v myceliu glykoprotein označovaný jako LEM. U lesklokorky lesklé (*Ganodema lucidum*) se setkáváme s vysoce aktivními imunostimulačními glykoproteiny FIPS a GPP. Proteoglukany PSP a PSK obsažené v outkovce pestré (*Trametes versicolor*) nebo klanolístce obecné (*Schizophyllum commune*) jsou využívána jako kancerostatika. [34] Velmi perspektivně se jeví také proteoglukan ATOM vyskytující se v žampionu brazilském (*Agaricus brasiliensis*). [30]

5.3 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 imunoglobulin v krevním séru. [35]

Nejlepší účinky při stimulaci imunitního systému byly zaznamenány v případě β -1,3-glukanu, který je v nejvyšší míře zastoupen v buněčné stěně kvasinek. [36] I když princip účinku β -glukanů není ještě zdaleka známý, biologická aktivita pravděpodobně spočívá v interakci se specifickými β -glukopyranosovými receptory na leukocytech. [37] Tato interakce je stimulována kromě konformace molekuly glukanu také její rozpustností ve vodě. Vodorozpustné glukany mají mnohem lepší účinnost. [38] Zvýšená aktivita je dále podporována vyšším stupněm substituce. Velmi dobré výsledky při využití β -glukanů při podpoře imunitního systému byly zaznamenány u β -1,3-glukanů, které mají strukturu jednoduché šroubovice a přítomnost hydrofilních skupin na povrchu řetězce. Glukanové polymery jsou biologicky neaktivnější při stupni větvení 0,20 – 0,33. [39]

Dalším faktorem, který se podílí na schopnosti interakce β -glukanů s povrchem bílých krvinek je jejich molekulová hmotnost. [38] Výzkumy jednoznačně ukazují, že vyšší molekulová hmotnost je mnohem výhodnější. [40] β -glukany přijaté člověkem v potravě jsou různě odolné trávicím enzymům. [41] 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 přecházejí do neaktivních forem. [42] Část nedegradovaných β -glukanů byla zaznamenána v játrech a slezině, kde mohou zůstat delší dobu a přitom si uchovávat biologickou aktivitu. [38]

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 glukánové šroubovice a vznikají jednoduché šroubovnice. Stejně tak neutralizace glukánového roztoku zvyšuje podíl molekul tvořených jednoduchou šroubovnicí. Takovéto molekuly mají vysokou schopnost vázat se na některé bílkoviny a vytvářet komplexy, které potom stimulují makrofágy k tvorbě protilátek. [43] V kyselém prostředí jsou narušovány hydroxylové skupiny na povrchu řetězců a dochází ke snížení biologické účinnosti β -glukanů. Intenzitu jejich působení snižuje tak přítomnost epoxy- skupin. [44]

S vazbou β -glukanů s bílkovinami se setkáváme nejenom v případě jejich stavební funkce u hub a rostlin, ale i u bezobratlých živočichů. Například z trnitého kraba *Tachyleus triden-*

tatus byl získán protein, který se velmi snadno váže i s β -glukany bazidiomycet – například lentinanem nebo schiophylanem a zvyšuje jejich biologickou aktivitu. [45]

5.4 Mechanismus působení β -glukanů

Molekula β -1,3-glukanu je poměrně rezistentní vůči kyselému prostředí žaludku. Po perorální aplikaci dochází k postupnému průchodu glukanu do dvanáctníku. Pomocí receptorů makrofágů v intestinální stěně je β -glukan zachytáván. Tyto receptory jsou bílkovinné povahy a mají schopnost rozeznávat minimálně sedm sacharidových jednotek. Receptory vznikají v kostní dřeni a vyskytují se na membráně mikrofágů pravděpodobně už od počátků zrání těchto buněk i v průběhu jejich diferenciaci. [37]

Jakmile se setká makromolekula glukanu se skupinou glukanových receptorů, buňka je aktivována a vytváří baktericidní složky jako lysozym, reaktivní kyslíkové radikály a oxidy dusíku. Dále buňky začnou vytvářet několik cytokinů, které aktivují okolní fagocyty a leukocyty, které odpovídají za tvorbu získané (specifické) imunity. [46] 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. [47]

I přes tyto poznatky jsou dnes považovány znalosti o kompletním mechanismu působení glukanů za nedostatečné a zatím málo prozkoumané. [40]

5.5 Význam β -glukanů z bazidiomycet v živočišném a lidském organismu

Grifolan je jeden z nejúčinnějších β -glukanů. Tato látka má výrazný stimulační efekt na činnost mikrofágů. [48] 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. [49] Vodné extrakty β -glukanů mají schopnost zvyšovat produkci inzulínu až o 25%. [50] Kromě Interleukinu 1 je pro makrofágy charakteristická také tvorba Interleukinu 6 a Interleukinu 8, které jsou výraznými aktivátory dalších leukocytů. [51] Obě látky stimulují buněčné dělení a tím zvyšují počet leukocytů v krvi. [52]

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 Interleu-

kinu 8. Výsledkem je nárůst množství především monocytů a granulocytů v lidské krvi. [53] U myši, kterým byl výluh z kotrče kadeřavého podáván, byl pozorován také příznivý efekt na rychlejší obnovu kostní dřeně. [51] 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. [54]

Aktivace makrofágů grifolanem je provázená zvýšenou tvorbou oxidů dusíku těmito buňkami. [36] Právě oxidy dusíku jsou jednou ze základních protilátek, kterou makrofágové produkují. [55] Grifolan je nejúčinnější v alkalickém prostředí a za oxidačních podmínek, kdy podporuje tvorbu volných kyslíkových radikálů. Tyto radikály potom oxidují lipoproteinové membrány patogenních buněk. [56] 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). [57] U myši byl pozorován velmi silný účinek grifolanu při potlačení zánětů sliznic dýchacího ústrojí. [58] Účinek grifolanu je podporován současným užíváním vitamínu C. [56]

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 schizophylanem z klanolístky obecné (*Schizophyllum commune*). [59] Menší stimulační efekt na aktivitu leukocytů byl zaznamenán u krestinu z outkovky pestré (*Trametes versicolor*). [60]

U β -glukanů (např. pleuranu) byl prokázán významný vliv na snižování množství cholesterolu v krvi potkanů [61] a křečků. [62] Při podávání β -glukanů z hub bylo také u člověka pozorováno snížení celkové hladiny cholesterolu [63] a hladiny LDL cholesterolu v krvi. [64] Snižuje se také množství volných mastných kyselin, ale naopak se mírně zvyšuje množství HDL cholesterolu. [65] Nižší množství cholesterolu je pravděpodobně v korelaci s vyšším obsahem leptinu. [66] Tvorba leptinu je podporována právě přísadkou β -glukanů, přičemž velmi dobré výsledky byly zaznamenány v případě polysacharidů z kukmáku (*Volvariella volvacea*). [67] Tato houba obsahuje ve všech svých částech přibližně stejné množství vysoce biologicky účinného β -glukanu. [68] 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. [69] Je tedy pravděpodobné, že leptin slouží v organismu jako zpětná

odezva pro mozek ve vztahu k množství tuku v těle. [52] Z tohoto důvodu se zdá být využití účinků leptinu na nervový systém jako jedna z nadějných možností při léčbě obezity. [70]

Komerčně nejvyužívanějšími β -glukany jsou dnes pleuran z hlívy ústřičné (*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 [71] a inhibují tvorbu vředů na střevní sliznici. [77] Lentinan působí pozitivně na střevní peristaltiku. [73]

Mechanismus jakým chrání pleuran i lentinan sliznice není dosud znám. [74] Pleuran snižuje množství konjugovaných dienu ve střevech, v játrech a erytrocytech. [75] Nicméně má obecně minimální vliv na aktivitu antioxidantních enzymů. [74] Prakticky neovlivňuje peroxidaci tuků v organismu. Také vliv na snižování cholesterolu v krvi je v případě pleuranu zanedbatelný. [76] Naopak u lentinanu bylo potvrzeno, že výrazně stimuluje antioxidantní enzymy. Ty vyvolávají kromě všeobecně známých důsledků svého působení na cizorodé organismy také snižování intenzity transkripce genů kódujících tvorbu některých mykotoxinů. Nejznámější je tento efekt v případě zpomalování tvorby alfatoxinů plísní *Aspergillus niger*. [77]

Experimenty in vitro i klinické pokusy prokázaly, že konzumací plodnic bazidiomycet lze předcházet onkogenezi [30], dále byla prokázána protinádorová aktivita houbových glukánů. [78] Histologické rozbory tkáně odebrané z nádoru prokazují absenci tumoru, ale zvýšené množství aktivovaných makrofágů. [34] Poslední výsledky studií poskytují velký příslib léčby nejenom melanomu, ale i bazálních nádorových buněk. [79] Výrazná protinádorová aktivita byla zaznamenána zejména u lentinanu [80], ale také u grifolanu [81] a pleuranu. [82] 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. [34]

V dalších letech se bude výzkum kromě již známých glukánů z bazidiomycet 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. [83] Také některé druhy žampionů, např. žampion brazilský (*Agaricus blazei* syn. *Agaricus brasiliensis*) vykazují

protinádorový účinek. [84] β -glukan izolovaný z této houby potlačuje rakovinové bujení například u lidských vaječníků a v dýchacím ústrojí krys. [85] Zajímavý je také vodní výluh tohoto žampionu, který působí preventivně proti vzniku metastáz. [39] Výrazné zvýšení jeho protinádorové aktivity je podporováno u myší přidavkem zinku do potravy. [86] Žampion brazilský 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. [87]

6 LÉČIVA OBSAHUJÍCÍ BETA-GLUKAN

Léčivé houby jsou takové houby, u kterých bylo pozorováno, že mají příznivé účinky na některá onemocnění. [3]

Zákon o léčivech (č. 79 / 1997 Sb.) definuje léčivé látky a léčivé přípravky, pro které pak používá souhrnný pojem léčiva.

Léčivy se rozumějí léčivé látky nebo jejich směsi anebo léčivé přípravky, které jsou určeny k podání lidem nebo zvířatům, nejde-li o doplňkové látky.

Léčivými látkami se rozumějí jakékoli látky určené k tomu, aby byly součástí léčivého přípravku, která způsobuje jeho účinek. Tento účinek je zpravidla farmakologický, imunologický nebo spočívá v ovlivnění metabolismu.

Léčivými přípravky se rozumějí jakékoli látky nebo kombinace látek, které jsou určeny k léčení nebo předcházení nemocí u lidí nebo zvířat. Za léčivý přípravek se rovněž považuje jakákoli látka nebo kombinace látek, které lze podat lidem nebo zvířatům za účelem stanovení lékařské diagnózy nebo k obnově, úpravě či ovlivnění jejich fyziologických funkcí. [88]

Léky jsou léčivé látky a léčivé přípravky připravené k použití. [89]

Níže uvedené léčivé přípravky jsou volně prodejné ve většině lékáren (jak nemocničních tak soukromých) či prodejen se zdravou výživou, ale také je možné je objednat přes internet (buď na on-line lékárnách, či na webových stránkách jednotlivých firem).

6.1 Apiglukan

Výrobce: Václav Grulich a syn

Cena: 120,- Kč / 250 g

Apiglukan je složen z beta-glukanu a pastového včelího medu. Apiglukan se doporučuje osobám se sníženou imunitou, oslabeným organismem, bakteriálním a virovými infekcemi či záněty (např. angínou, chřipkou a nachlazením), alergiemi, žaludečními a bércovými vředy, vysokou hladinou cholesterolu, ale i osobám po chemoterapii a ozáření, k podpoře krve tvorby, při celkové únavě, stresu a zátěži organismu.

Apiglukan není vhodný pro osoby citlivé na včelí produkty.

Průměrný obsah **beta-glukanu** ve 100 g je **25 mg**.



Obr. 13 Apiglukan 250 g

6.2 Apiglukan extra

Výrobce: Václav Grulich a syn

Cena: 211,- Kč / cps. 30



Obr. 14 Apiglukan extra cps. 30

Apiglukan extra příznivě působí v období rekonvalescence a zvýšené fyzické či psychické únavy, významně posiluje odolnost organismu a snižuje potíže při bakteriálních a virových onemocněních včetně specifických alergií, zlepšuje paměť, snižuje únavový syndrom a používá se i jako významná onkologická prevence. U mužů je se používá při obtížích zbytnění prostaty, u žen harmonizuje menstruační cyklus (při nepravidelné a bolestivé menstruaci), pomáhá v období klimakteria, menopauzy.

Svaz diabetiků zařadil Apiglukan extra mezi preparáty, které diabetikům dlouhodobě zlepšují metabolický profil a chrání před infekcemi a nádory.

Výrobek není určen pro děti do tří let. Je také nevhodný pro osoby citlivé na včelí produkty.

Průměrný obsah **beta-glukanu** ve jedné kapsli je **6mg**.

6.3 Brainway Beta Glukan

Výrobce: Brainway inc.

Cena: 214,90 Kč / cps. 60



Obr. 15 Brainway Beta Glukan cps. 60

Tento produkt je určen osobám trpícím oslabením imunity, nemocemi imunitního systému (lupus, AIDS, některé typy anémie, atd.), onkologickými onemocněními nebo předčasným stárnutím organismu. Přípravek není určen dětem bez doporučení lékaře, těhotným a kojícím ženám.

6.4 BETA EXTRAKT BIO Černý zázrak

Výrobce: Perfektra s.r.o.

Cena: 190,90 Kč / 680 g



Obr. 16 BETA EXTRAKT BIO Černý zázrak 680 g

Tento potravinový doplněk je kombinace kvalitní třtinové melasy a vysoce čistého beta-glukanu. Tento přírodní prostředek slouží k posílení imunity, zlepšení krevní tvorby, stavu cévního řečiště a činnosti žláz s vnitřní sekrecí.

6.5 Včelí med s Beta-glukanem GLUKAMED

Výrobce: Perfektra s.r.o.

Cena: 224,50 Kč / 700 g

Včelí med má příznivé dietetické účinky, neboť obsahuje snadno stravitelnou glukózu a fruktózu. Je bohatý na vitamíny, minerály a řadu dalších látek s výraznými účinky na zdraví. Med má výrazné antimikrobní účinky, které se projevují mimo jiné i v dutině ústní bez zvýšeného nebezpečí zubního kazu a při účinku na původce střevních dyspepsií a žaludečních či dvanácterníkových vředů.

Beta-glukan výrazně podporuje funkci imunitního systému, regeneruje tkáň, napomáhá hojení ran, neutralizuje volné radikály, působí protinádorově. Glukamed je přírodním produktem s komplexním pozitivním vlivem na zdraví člověka.



Obr. 17 Včelí med s Beta-glukanem GLUKAMED 700 g

6.6 Imunit

Výrobce: Simply you s.r.o.

Cena: 126,- Kč / tob. 16 nebo 181,40 Kč / tob. 32

Imunit je účinným prostředkem na podporu imunity. Je silným antioxidantem. Užívání potravinového doplňku Imunit se doporučuje při oslabeném imunitním systému, při opakovaných onemocněních horních cest dýchacích, jako účinná ochrana proti působení virů, bakterií a plísní. Také se doporučuje jako podpůrný prostředek při léčbě antibiotiky.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v jedné tobolce je **10 mg**.



Obr. 18 Imunit tob. 16

6.7 Walmark Mart'anci Imuno

Výrobce: Walmark

Cena: 206,- Kč / tbl. 100



Obr. 19 Walmark Mart'anci Imuno tlb. 100 pomeranč

Tento potravinový doplněk příznivě ovlivňuje obranyschopnost (imunitní systém) dítěte, pomáhá zajišťovat zdravý vývoj tkání, pomáhá také udržovat vitalitu a celkově dobrý zdravotní stav, příznivě ovlivňuje paměťové schopnosti dítěte a podporují chuť k jídlu.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v jedné tabletě je **10 mg**.

6.8 Imunoglukán

Výrobce: Pleuran s.r.o. Bratislava

Cena: 422,- Kč / cps. 60

Imunoglukán se používá na podporu obranyschopnosti při infekcích a alergických stavech, při podávání antibiotik, radioterapii a chemoterapii, stavech vyčerpání, včetně psychické zátěže a stresu.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v jedné kapsli je **100 mg**.



Obr. 20 Imunolukán cps. 60

6.9 ImuSeZin E

Výrobce: Favea s.r.o.

Cena: 166,30 Kč / tbl. 40



Obr. 21 ImuSeZin E tbl. 40

ImuSeZin E je svým složením určen k aktivní stimulaci a ochraně imunitního obranného systému. Jeho preventivní užívání je doporučeno osobám s oslabenou obranyschopností, zejména v době chřipkových epidemií a infekčních onemocnění dýchacích cest. Přípravek je vhodné užívat v jedno až tříměsíčních kúrách (cyklech). Výrobek není určen dětem do tří let.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v jedné tabletě je **10 mg**.

6.10 Vitaglukan Forte 100

Výrobce: Dimenzia s.r.o.

Cena: 329,30 Kč / tbl. 30

Pro svůj extra zvýšený obsah beta-glukanu je tento prostředek vhodný pro bezpečnou ochranu ve vyšším věku u zatěžovaného a oslabeného organismu následkem zvýšené námahy.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v jedné tabletě je **100 mg**.



Obr. 22 Vitaglukan Forte 100 tbl. 30

6.11 Pro Karoten

Výrobce: Favea s.r.o.

Cena: 140,70 Kč / tbl. 40



Obr. 23 Pro Karoten tbl.. 40

Pro Karoten zvyšuje odolnost organismu proti UV záření, podporuje bronzové zbarvení pokožky a stimuluje imunitní systém. Přípravek není určen dětem do tří let.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v jedné tabletě je **5 mg**.

6.12 Glukavin

Výrobce: Rapeto

Cena: 61,40 Kč / tbl. 160

Glukavin je vhodný především pro děti i dospělé se sníženou imunitou, pro oslabené nemocemi, úrazy, dlouhodobým užíváním léků, ozařováním apod. Vhodné je jeho užívání při zánětlivých onemocněních pohybového ústrojí (revmatismus, artritida), zánětu močového měchýře, horních cest dýchacích a angíně. Najde uplatnění i při léčbě některých kožních onemocnění.



Obr. 24 Glukavin tbl. 160

6.13 Beta glucan

Výrobce: Natures s.r.o.

Cena: Beta glucan 24 C 170,10 Kč / tbl. 32

Beta glucan 120 377,90 Kč / tbl. 32

Beta glucan 500 980,30 Kč / tbl. 32



Obr. 25 Beta glucan 500 tbl. 32

Beta Glucan se působí při onkologických onemocněních k dosažení podpurného efektu před, během a po operační, chemo- a radioterapeutické léčbě. Je také účinný antioxidant. Používá se také při stavech vyžadujících podporu imunitního systému, při alergiích, astmatu a autoimunitních onemocněních, při virových, bakteriálních, plísňových a parazitárních onemocněních. Působí celkově proti stresu a depresím fyzické a psychické zátěže. Je ochranou před následky při zvýšené expozici různých druhů záření. Pomáhá při syndromu chronické únavy, při selektivním snižování triglyceridů a LDL cholesterolu v krvi a při *diabetes mellitus*.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v jedné tabletě Beta glukanu 24 C je **24 mg**.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v jedné tabletě Beta glukanu 120 je **120 mg**.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v jedné tabletě Beta glukanu 500 je **500 mg**.

6.14 Hlíva ústříčná

Výrobce: Terezia company s.r.o.

Cena: 203,30 Kč / cps. 50



Obr. 26 Hlíva ústříčná cps. 50

Hlíva ústříčná pomáhá snižovat poruchy metabolismu cukru a tuku, zvyšovat obranyschopnost organismu, zmírňovat chronické infekce, záněty a únavu, zmírňovat strnulost šlach a končetin, odstraňovat bradavice virového původu, regulovat peristaltiku střev, k úpravě krevního tlaku, při alergii, stresu a zátěži organismu. Není vhodné pro děti do tří let.

Jedna želatinová kapsle obsahuje **250 mg** 100% čistého **prášku hlívy ústříčné** bez příměsí.

6.15 Beta glukan 1,3 / 1,6 D

Výrobce: Aurum health products

Cena: 294,- Kč / cps. 30

Beta glukan 1,3 / 1,6 D je přípravek se silným stimulačním účinkem na imunitní systém organismu, který efektivně podporuje onkologickou léčbu a zmírňuje vedlejší příznaky chemoterapie a radioterapie. Výrobek není určen pro děti do tří let. Těhotné a kojící ženy musí případnou konzumaci konzultovat s lékařem.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v jedné kapsli je **250 mg**.



Obr. 27 Beta glukan 1,3 / 1,6 D cps. 30

6.16 Pleuramax

Výrobce: 7Red

Cena: 2400,- Kč / 500 ml



Obr. 28 Pleuramax 500 ml

Pleuramax pomáhá a účinkuje při onkologických onemocněních (má protinádorové účinky), při nachlazení, chřipce a angíně (vhodný jako doplněk při léčbě antibiotiky), při detoxikaci organismu (očisťuje a regeneruje celý organismus), při alergiích, kožních projevech, astmatickém onemocnění, při zánětech a léčbě žaludečních vředů, při rekonvalescenci (zejména po léčbě antibiotiky), na posílení imunitního systému (ke zvyšování obranyschopnosti organismu), snižuje únavu a stres, při úpravě krevního tlaku a snižuje hladinu cholesterolu a cukru v krvi. Tento přípravek obsahuje 30% alkoholu, proto není vhodný pro děti do 14 let, těhotné a kojící ženy.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v 10 ml je **65 mg**.

6.17 Pleuranox

Výrobce: 7Red

Cena: 662,- Kč / tbl. 60



Obr. 29 Pleuranox tbl. 60

Pleuranox posiluje imunitní systém (zvyšuje obranyschopnost organismu), při syndromu chronické únavy, při bakteriálních a virových infekcích, při rekonvalescenci (zejména po léčbě antibiotiky, kdy napomáhá regeneraci organismu), zpomaluje stárnutí buněk, udržuje zdravý cévní systém, regeneruje a zajišťuje správné funkce srdečního svalu a snižuje hladinu cholesterolu a cukru v krvi. Nevhodné pro děti do tří let.

Průměrný obsah **beta-glukanu** v jedné tabletě je **10 mg**.

6.18 Immunoglucan

Výrobce: Finclub

Cena: 995,- Kč / tbl. 30



Obr. 30 Immunoglucan tbl. 30

Immunoglucan pomáhá při infekčních, bakteriálních či virových chorobách, posiluje účinky antibiotik, usnadňuje a urychluje samotnou léčbu, osvěžuje organismus, pomáhá při únavě a stresu a je doporučován pro postižené nádorovými nemocemi. Také výrazně ovlivňuje snížení hladiny cholesterolu, zlepšuje stav kůže a hojení ran.

ZÁVĚR

Význam hub na světě je nezastupitelný, mnohostranný, pozitivní i negativní.

Jejich zástupce lze nalézt na celé Zemi. Posláním hub v přírodě je především odstraňovat odumřelé organické zbytky rostlin a živočichů. Bakterie společně s houbami rozkládají složité organické látky na nejjednodušší minerální složky a vracejí je zpět do koloběhu života. Bez této důležité činnosti hub a bakterií by nebyl myslitelný život na naší planetě.

Léčivé účinky hub jsou využívány již od nepaměti po celém Světě a ve všech kulturách.

U celé řady vyšších hub byly zjištěny β -glukany, které vykazují výrazný imunostimulační efekt v lidském i živočišném organismu. Na základě nejnovějších poznatků se zdají být účinné při léčbě civilizačních chorob, jakož jsou nádorová onemocnění, HIV, obezita a další. Mají vliv na snižování hladiny cholesterolu v krvi a na metabolismus tuků a cukrů v lidském těle. Za biologicky nejúčinnější jsou považovány zejména β -1,3-D-glukany a β -1,6-D-glukany, obsažené například v hlívách, houževnatci jedlém a dalších bazidiomycotách. V současnosti se již používají do celé řady potravinových doplňků. Výzkumem beta-glukanů a dalších substancí obsažených v houbách a jejich vlivu na lidský organismus, se zabývá řada vědců a výzkumných pracovišť.

Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) a ostatní léčivé houby mají před sebou velikou budoucnost – zejména ve farmaceutickém a lékařském odvětví.

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] SMOTLACHA, Miroslav. *Kapesní atlas hub*. Ottovo nakladatelství, Praha 2002, ISBN 80-7181-675-2, s. 304
- [5] ROZSYPAL, Stanislav., a kol.. *Přehled Biologie*. Scientia, spol. s.r.o., Praha 1998, ISBN 80-7183-110-7, s. 642
- [6] 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
- [7] PŘÍHODA, Antonín., URBAN, Ladislav. *Kapesní atlas hub I.* Praha, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1988, s. 256
- [8] SEMERDŽIEVA, Marta., VESELOVSKÝ, Jaroslav. *Léčivé houby dříve a nyní*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha 1986, s. 180
- [9] KOTHE, W. Hans., KOTLABA, František. *Atlas hub*. Nakladatelství Ikar, Praha 2000, ISBN 80-7202-624-0, s. 192
- [10] ANTONÍN, Vladimír., HAGARA, Ladislav., BAIER, Jiří. *Houby*. Aventium nakladatelství s.r.o., Praha 2003, ISBN 80-7151-218-4, s. 416
- [11] KEIZER, J. Ferrit. *Houby*. Artedit, s.r.o., Praha 2005, ISBN 80-7234-479-X, s. 288
- [12] SMOTLACHA, Miroslav., MALÝ, Jiří. *Atlas tržních a jedovatých hub*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1986, s. 272
- [13] LEPŠOVÁ, Anna. *Zázračná houba? Hlíva ústříčná*. Vydavatelství Víkend, Praha 2001, ISBN 80-7222-181-7, s. 64

- [14] TEPLÍKOVÁ, Jarmila. *Hlíva ústříčná, nedoceněná houba současnosti*. Nakladatelství Vyšehrad, spol. s.r.o., Praha 2003, ISBN 80-7021-680-8, s. 96
- [15] 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
- [16] SMOTLACHA, Miroslav., MALÝ, Jiří. *Smotlachův atlas hub*. Ottovo nakladatelství, s.r.o., Praha 1999, ISBN 80-7181-311
- [17] BAIER, Jiří. *Co nevíme o houbách*. Artia a.s. a Granit s.r.o., Praha 1993, ISBN 80-901443-4-9, s. 63
- [18] BOBEK, P., GINTER, E.. *Výzkum protisklerotických látek z hub*. *Výživa lidu* 1990, 45 (9): 131 - 132
- [19] BOBEK, P., a kol.. *Effect of mushroom *Pleurotus ostreatus* and isolated fungal polysaccharide on serum and liver lipids in Syrian hamsters with hyper lipoproteinemia*. *Nutrition* 1997, 7 (2): 105 – 108
- [20] CHORVATHOVÁ, V., a kol.. *Effect of the oyster fungus on glycaemia and cholesterolaemia in rats with insulin-dependent diabetes*. *Physiol Res.* 1993, 42 (3): 172 – 179
- [21] 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
- [22] DUCHOŇ, Jiří. *Lékařská chemie a biochemie*. Avicenum, Praha 1985, s. 716
- [23] VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie*. Academia, Praha 1996, ISBN 80-7183-083-6, s.192
- [24] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1.*. OSSIS, Tábor 1999, ISBN 80-902391-3-7, s. 352
- [25] MANZI, P., et al.. *Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking*. *Food chemistry* 2004, 84 (2): 201 - 206
- [26] 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

- [27] MANZI, P., PIZZOFERRATO, L.. *Beta-glucans in edible mushrooms*. Food Chemistry 2000, 68 (3): 315 - 318
- [28] 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
- [29] 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
- [30] 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
- [31] 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
- [32] 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
- [33] 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
- [34] OOI, V.E.C., LIU, F.. *Immunomodulation and anti-cancer activity of polysaccharide – protein complexes*. Current Medicinal chemistry 2000, 7 (7): 715 – 729
- [35] 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
- [36] 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
- [37] DUČKOVÁ, K., BUKOVSKÝ, M., KUČERA, J.. *Study of topical dispersions with an immunomodulatory activity*. STP Pharma Science 1997, 7 (3): 223 – 228

- [38] 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
- [39] 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
- [40] WASSER, S.P.. *Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides*. Applied Microbiology and Biotechnology 2002, 60 (3): 258 - 274
- [41] OHNO, N., et al.. *Resistance of highly branched 1,3-beta-D-glucans to formolysis*. Chemical and Pharmaceutical Bulletin 1995, 43 (6): 1057 - 1060
- [42] NONO, I., et al.. *Oxidative-degradation of an antitumor 1,3-beta-D-glucan, grifolan*. Journal of Pharmacobio-Dynamics 1991, 14 (1): 9 – 19
- [43] 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
- [44] 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
- [45] TAMURA, H., et al.. *Purification and characterization of a 1,3-beta-D-glucan-binding protein from horseshoe crab (Tachyleus tridentatus) amoebocytes*. Carbohydrate Research 1996, 295: 103 – 116
- [46] OKAMOTO, T., et al.. *Lentinan from shiitake mushroom (Lentinus edodes) suppresses expression of cytochrome P450 1A subfamily in the mouse liver*. Biofactors 2004, 21 (1 – 4): 407 - 409
- [47] OHNO, N., et al.. *Comparison of the immunopharmacological activities of triple and single-helical schizophyllan in mice*. Biological and Pharmaceutical Bulletin 1995, 18 (9): 1242 – 1247
- [48] 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

- [49] 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
- [50] 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
- [51] 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
- [52] PURVES, W., et al.. *Life: The Science of Biology*. Sunderland 2004, Sinauer Associates, s. 1121
- [53] 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
- [54] 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
- [55] 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
- [56] 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
- [57] UCHIYAMA, M.. *Anti-grifolan antibody reacts with the cell wall beta-glucan and the extracellular mannoprotein-beta-glucan complex of C-albicans*. Carbohydrate Polymers 2002, 48 (4): 333 - 340
- [58] 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

- [59] 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
- [60] YU, K.W., et al.. *Macrophage stimulating activity of exo-biopolymer from submerged culture of *Lentinus edodes* with rice bran*. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 2004, 14 (4): 658 – 664
- [61] 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
- [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] 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
- [64] 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
- [65] 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
- [66] 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
- [67] CHEUNG, P.C.K.. *The hypocholesterolemic effect of extracellular polysaccharide from the submerged fermentation of mushroom*. *Nutrition Research* 1996, 16 (11 – 12): 1953 – 1957
- [68] 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

- [69] 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
- [70] HE, W., et al.. *Molecular disruption of hypothalamic nutrient sensing induces obesity*. Nature Neuroscience 2006, 9 (2): 227 – 233
- [71] 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
- [72] NOSÁLOVÁ, V., et al.. *Effects of pleuran (beta-glucan isolated from Pleurotus ostreatus) on experimental colitis in rats*. Physiological Research 2001, 50 (6): 575 - 581
- [73] 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
- [74] BOBEK, P., NOSÁLOVÁ, V., ČERNÁ, S.. *Effect of pleuran (beta-glucan from Pleurotus ostreatus) in diet or drinking fluid on colitis in rats*. Nahrung-Food 2001, 45 (5): 360 - 363
- [75] 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
- [76] 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
- [77] 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

- [78] KONNO, S.. *Potential growth inhibitory effect of maitake D-fraction on canine cancer cells*. Veterinary Therapeutics 2004, 5 (4): 263 - 271
- [79] 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
- [80] TAMURA, R., et al.. *Effects of lentinan on abnormal ingestive behaviors induced by tumor necrosis factor*. Physiology and Behavior 1997, 61 (3): 399 – 410
- [81] 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
- [82] 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
- [83] 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
- [84] SHIMIZU, S., et al.. *Activation of the alternative complement pathway by Agaricus blazei Murill*. Phytomedicine 2002, 9 (6): 536 – 545
- [85] 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
- [86] 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
- [87] STIJVE, T., et al.. *Potential toxic constituents of Agaricus brasiliensis (A-blazei ss. Heinem.), as compared to other cultivated and wild-growing edible mushrooms*. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 2003, 99 (12): 475 – 481
- [88] *Zákon o léčivech (č. 79 / 1997 Sb.)*

[89] MELICHAR, B.. *Chemická léčiva*. Avicenum, Praha 1987, s. 992

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Např. Například.

Apod. A podobně.

Atd. A tak dále.

Popř. Popřípadě.

Aj. A jiné.

Tzv. Tak zvaných.

Tj. To jest.

Cps. Kapsle.

Tbl. Tableta.

Tob. Tobolka.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Houževnatec jedlý (<i>Lentinus edodes</i>).....	24
Obr. 2 Troudnatec kopytovitý (<i>Fomes fomentarius</i>).....	25
Obr. 3 Paličkovice nachová (<i>Claviceps purpurea</i>).....	26
Obr. 4 Penízovka sametonohá (<i>Flammulina velutipes</i>).....	26
Obr. 5 Verpáník lékařský (<i>Laricifomes officinalis</i>).....	27
Obr. 6 Hlíva ústříčná (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	28
Obr. 7 Hlíva ústříčná (<i>Pleurotus ostreatus</i>) – pohled ze spodu	29
Obr. 8 Hlíva ústříčná (<i>Pleurotus ostreatus</i>) prorůstající dřevem.....	31
Obr. 9 Hlíva ústříčná (<i>Pleurotus ostreatus</i>) rodící na dřevě.....	31
Obr. 10 Hlíva ústříčná (<i>Pleurotus ostreatus</i>) rodící na slámě.....	32
Obr. 11 Zjednodušená molekulová struktura β -glukanu.....	35
Obr. 12 Základní struktura β -glukanů s kombinovanými vazbami (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4).....	36
Obr. 13 Apiglukan 250 g.....	45
Obr. 14 Apiglukan extra cps. 30.....	45
Obr. 15 Brainway Beta Glukan cps. 60.....	46
Obr. 16 BETA EXTRAKT BIO Černý zázrak 680 g.....	46
Obr. 17 Včelí med s Beta-glukanem GLUKAMED 700 g.....	47
Obr. 18 Imunit tob. 16.....	48
Obr. 19 Walmark Marťánci Imuno tbl. 100 pomeranč.....	48
Obr. 20 Imunolukán cps. 60.....	49
Obr. 21 ImuSeZin E tbl. 40.....	49
Obr. 22 Vitaglukan Forte 100 tbl. 30.....	50
Obr. 23 Pro Karoten tbl. 40.....	50
Obr. 24 Glukavin tbl. 160.....	51

Obr. 25 Beta glukán 500 tbl. 32.....	51
Obr. 26 Hlíva ústřičná cps. 50.....	52
Obr. 27 Beta glukán 1,3 / 1,6 D cps. 30.....	53
Obr. 28 Pleuramax 500 ml.....	53
Obr. 29 Pleuranox tbl. 60.....	54
Obr. 30 Immunoglucan tbl. 30.....	55

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Průměrný obsah β -glukanů v houževnatci jedlém (<i>Lentinus edodes</i>) a některých hlí vách (<i>Pleurotus spp.</i>) a poměr jejich vodorozpustné a ve vodě nerozpustné frakce [22].....	37
Tab. 2 Hlavní druhy bazidiomycet, které obsahují biologicky účinné β -glukany [25].....	37