

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA**

1130712

VÝZNAMNÉ CHUŤOVÉ ZLOŽKY HLIVY USTRICOVITEJ

2011

Kamila Benešová

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA**

VÝZNAMNÉ CHUŤOVÉ ZLOŽKY HLIVY USTRICOVITEJ

Bakalárska práca

Študijný program:	Aplikovaná biológia
Študijný odbor:	1536700 Biológia
Školiace pracovisko:	Katedra biochémie a biotechnológie
Školiteľ:	Ing. Eva Szabová, PhD.

2011

Kamila Benešová

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Kamila Benešová vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Významné chuťové zložky hlivy ustricovitej“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 18.5.2011

Kamila Benešová

Pod'akovanie

Dovoľujem si týmto poďakovať Ing. Eve Szabovej, PhD. za pomoc, odborné rady, usmernenia a podnetné pripomienky, ktoré mi poskytla pri vypracovaní tejto bakalárskej práce.

Zároveň ďakujem mojej rodine a priateľom, ktorí ma pri mojom štúdiu podporovali a povzbudzovali.

Abstrakt

Témou bakalárskej práce bola hľiva ustricovitá (*Pleurotus ostreatus*), ktorá je jednou z najatraktívnejších húb dnešnej doby. Hľiva ustricovitá je vyššia drevokazná huba. Obsahuje množstvo významných látok, ktoré majú pozitívny vplyv na ľudský organizmus a pozitívne ovplyvňujú chuť tejto huby. Práve vďaka obsahu týchto látok sa hľiva aplikuje do tzv. funkčných potravín. Hľiva ustricovitá má veľké využitie v potravinárskom priemysle, ale je odporúčená aj na terapeutické účely.

Cieľom našej práce bola zistiť jednotlivé chuťové komponenty hľivy a charakterizácia jednotlivých zložiek. V jednotlivých kapitolách sú rozpracované najvýznamnejšie chuťové látky. Medzi najdôležitejšie chuťové zložky patria aminokyseliny, nukleotidy, beta-glukány, sacharidy, cukorné alkoholy a prchavé zlúčeniny.

Kľúčové slová: huby, hľiva ustricovitá, chuťové zložky

Abstract

The theme of the thesis is the oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*, which is one of the most attractive mushrooms of the present day. Oyster mushroom is a wood-destroying fungus. It contains many important substances that have a positive impact on the human body and positively affect the taste of this fungus. *Pleurotus ostreatus* is applied in functional foods. Oyster mushroom has great use in the food industry, but is also recommended for therapeutic purposes.

The aim of our work was to identify the individual taste components of these mushroom and the characterization of these components. In separate chapters are described the most important taste components. The most significant flavour components are amino acids, nucleotides, beta-glucans, carbohydrates, sugar alcohols and volatile compounds.

Key word: mushrooms, oyster mushroom, flavour components

Obsah

Zoznam skratiek a značiek.....	6
Úvod.....	7
1 Cieľ práce.....	9
2 Materiál a metodika.....	10
3 Súčasný stav riešenej problematiky.....	11
3.1 Huby.....	11
3.2 Členenie húb.....	12
3.3 Hliva – <i>Pleurotus</i> sp.....	13
3.4 Hliva ustricovitá – <i>Pleurotus ostreatus</i>	13
3.5 Chuťové zložky hlivy ustricovitej.....	14
3.5.1 Aminokyseliny.....	14
3.5.2 Beta-glukány.....	17
3.5.3 Nukleotidy.....	19
3.5.4 Sacharidy.....	20
3.5.4.1 Glukóza.....	20
3.5.4.2 Trehalóza.....	20
3.5.4.3 Manóza.....	21
3.5.4.4 Ribóza.....	21
3.5.5 Cukorné alkoholy.....	21
3.5.5.1 Myo-inozitol.....	22
3.5.5.2 Arabitol.....	22
3.5.5.3 Mannitol.....	22
3.5.6 Prchavé zložky.....	22
Záver.....	25
Použitá literatúra.....	26

Zoznam skratiek a značiek

AMP - adenzín 5'-monofosfát

CMP - cytozín 5'-monofosfát

DNA - deoxyribonukleová kyselina

FAD - flavínadenínindinukleotid

GMP - guanozín 5'-monofosfát

GTP - guanozín-trifosfát

IMP - inozín 5'-monofosfát

MSG - glutaman sodný

NAD - nikotínamidadenínindinukleotid

NDP - nukleoziddifosfát

NTP - nukleozidtrifosfát

RNA - ribonukleová kyselina

UMP - uridín 5'-monofosfát

XMP - xantozín 5'-monofosfát

Úvod

Huby sa vyskytujú všade okolo nás, nájdú sa na lúkach, v záhradách, na rozkladajúcom sa dreve, vo vode. Niektoré druhy sú kozmopolitné, čo znamená, že sa vyskytujú na celej zemeguli.

Huby zaraďujeme medzi eukaryotické organizmy. Tvoria samostatnú ríšu, ktorá je na rozhraní medzi rastlinnou a živočíšnou ríšou. Sú to jednobunkové alebo mnohobunkové stielkaté organizmy, ktoré neobsahujú chlorofyl, a preto si v procese fotosyntézy nemôžu vytvoriť samy cukry z vody a oxidu uhličitého, za pôsobenia slnečného žiarenia. Výživa húb je heterotrofná, to znamená, že sú odkázané na prísun životne dôležitých látok z vonkajšieho prostredia.

Rastliny často žijú v symbióze s hubami, takýto vzťah sa nazýva mykoríza. Je to obojstranne prospešný mutualistický vzťah, kde huba získava najmä sacharidy, a rastliny môžu využívať väčší objem pôdy a majú zväčšený povrch pre príjem minerálnych látok, majú zvýšenú rezistenciu voči napadnutiu koreňov hubovými patogénmi, majú zvýšenú toleranciu k stresovým vplyvom a sú odolnejšie voči pôsobeniu toxínov.

Huby hrajú veľmi dôležitú úlohu v kolobehu života v prírode. Rozkladajú odumreté zvyšky rastlín a živočíchov. Drevokazná huba, ako napríklad hliva ustricovitá, je schopná aktívne štepíť celulózu a lignín, uvoľniť takto dôležitý uhlík, čím umožňuje ich opätovné využitie rastlinami.

Od najstarších dôb patrili k doplnkovej výžive človeka. Ich výskyt, ako aj vlastnosti, sú často prekvapivé. Morfológickou rozmanitosťou, podobnosťou a fyziologickým účinkom, ktoré môžu byť liečivé alebo naopak práve smrtiace, vyvolávajú v človeku strach i úctu.

Hliva ustricovitá je vyššia drevokazná huba, ktorá patrí medzi bazídiové huby. Má významné využitie v potravinárskom a farmaceutickom priemysle. Vyrábajú sa z nej liečivá, prídavky do potravín, využíva sa v bioremediácii a v mnohých iných odvetviach.

Táto huba je prírodným zdrojom účinného beta-glukánu, vitamínov, bielkovín, aminokyselín a minerálnych látok. Pestovanie hlivy si získava v súčasnosti čoraz väčšiu popularitu. Hliva je nízkoenergetická potravina a tak je vhodná i do redukčných diét. Okrem toho obsahuje množstvo zložiek, ktoré pozitívne ovplyvňujú jej chuťové

vlastnosti. Najvýznamnejšie sú zlúčeniny vyvolajúce chuť umami. Umami je popri štyroch základných chutiach – sladká, horká, slaná a kyslá – piatou chuťou. Slovo umami znamená pikantná, mäsitá, lahodná. Okrem toho sú veľmi významné rozpustné cukry, cukorné alkoholy, ktoré dodávajú hlive sladkastú chuť, alebo aminokyseliny, nukleotidy a prchavé látky, ktoré spôsobujú v hlive ustricovitej sladkú, horkú, slaná alebo ďalšiu chuť.

1 Cieľ práce

Cieľom kompilačnej bakalárskej práce bolo získať a spracovať dostupné informácie týkajúce sa drevokaznej huby, hlivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*), hlavne jej chuťových zložiek.

V práci sme upriamili pozornosť na:

charakteristiku húb

charakteristiku hlivy ustricovitej

charakteristiku jednotlivých chuťových komponentov tejto drevokaznej huby

2 Metodika písania záverečnej práce

Bakalárska práca rieši problematiku pestovania hlivy ustricovitej a jej širokospektrálne využitie ako potraviny, krmiva, či liečiva.

Podklady na spracovanie bakalárskej práce sme získavali štúdiom odbornej a vedeckej literatúry z rôznych prístupných, domácich ako aj zahraničných zdrojov. Najviac využívaným zdrojom bola celosvetová internetová sieť – internet a databáza SIPK. Našou snahou bolo zhromaždiť čo najviac informácií potrebných na úspešné dosiahnutie vytýčených cieľov.

Pri vypracovaní kompilačnej bakalárskej práce sme postupovali nasledovne:

- zhromaždenie odbornej a vedeckej literatúry,
- štúdium odbornej a vedeckej literatúry,
- štúdium internetových zdrojov,
- spracovanie získaných informácií.

3 Súčasný stav riešenej problematiky

3.1 Huby

V minulosti sa huby zarad'ovali medzi rastliny. Neskôr sa huby pokladali za akýsi prechodný stupeň medzi rastlinami a živočíchmi. V súčasnosti sa huby pokladajú za úplne samostatnú organickú ríšu. S rastlinami majú spoločné len to, že vznikli súčasne s nimi, a teda skôr než živočíchmi. Huby potrebujú pre svoj život organické látky, ktoré rozkladajú, pričom do ovzdušia vylučujú uhlík v podobe oxidu uhličitého. Neobsahujú chlorofyl a nepotrebujú prijímať slnečnú energiu. Hlavným stavebným materiálom mnohých živých organizmov sú bielkoviny, ktoré sú zložené z aminokyselín. Bielkoviny húb obsahujú všetky esenciálne aminokyseliny a sú teda rovnako hodnotné ako bielkoviny živočíšneho pôvodu (**Škubla, 1989**).

Do radu rozličnotvarých (*Aphyllphorales*) sa zarad'ujú bazídiové huby s otvorenými (gymnokarpnými) plodnicami, ich hyménium je počas celého vývinu obnažené. Plodnice majú najrozličnejší tvar a sú mäkko mäsité, kožovité až drevnaté. Niektoré sú viacročné, alebo majú neobmedzený rast. Okrem bazídií sa v hyménium nachádzajú bazídioly a cistidy. Hlivovité (*Pleurotaceae*) stoja z vývojového hľadiska na rozhraní medzi rozličnotvarými a pečiarotvarými (*Agaricales*). Do tejto čeľade patria drevokazné huby s lupeňovitým hymenoforom. Rod hľiva (*Pleurotus*) má ostrie lupeňov celistvé, húževnatec zúbkaté (**Dermek, Lizoň, 1980**).

Väčšina húb má stielky vláknitej štruktúry. Základnou morfológickou jednotkou je vlákno – hýfa. Hýfy húb normálne vznikajú klíčením jednej rozmnožovacej bunky – spóry. Z klíčiacej spóry vyrastie najskôr dlhá hýfa, ktorá sa ďalej opakovane rozvetvuje a rastie. Rast prebieha len na konci hýf. Takto vzniká vegetatívna štruktúra húb, mycélium. Keď mycélium vznikne z jednej spóry, sú všetky jadrá geneticky rovnaké, mycélium je homokaryotické. Ak sú v bunkách mycélia geneticky rozdielne jadrá, je mycélium heterokaryotické. Rozoznávame mycélium substrátové, ktoré sa rozrastá v substráte a vyživuje hubu a vzdušné mycélium, ktoré sa rozrastá nad substrátom a vytvára rozmnožovacie útvary. Väčšina húb počas rozmnožovania vytvára orgány len z časti stielky. Zvyšok stielky plní vegetatívnu, najmä vyživovaciu funkciu. Takéto stielky sa nazývajú eukarpné. Stielky takto nediferencované sú holokarpné (**Števlíková et al., 2006**).

Bazídiomycéty majú dobre vyvinuté, rozkonárené, septované mycélium. Väčšinu života existujú bazídiomycéty vo forme dvojjadrového mycélia. Pohlavné rozmnožovanie prebieha ako somatogamia. Bazídiospóry sú pohlavne rozlíšené na + a -. Nepohlavné rozmnožovanie, ktoré je zriedkavejšie, sa uskutočňuje konídiami, artrokonídiami a chlamydospórami (Števlíková et al., 2006).

3.2 Členenie húb

V minulosti bolo vyvinutých niekoľko taxonomických systémov hľivy ustricovitej, avšak nižšie popisovaný systém je najkomplexnejší a pravdepodobne z dnešného pohľadu aj najsprávnejší.

Taxonomická hierarchia ríše húb (Kirk et al., 2001):

Ríša: *Fungi* (huby)

Oddelenie: *Eumycota* (pravé huby)

Pododdelenie: *Basidiomycotina* (bazídiomycéty, bazídiové huby)

Trieda: *Hymenomycetes* (rúchovky)

Podtrieda: *Holobasidiomycetidae* (celistvookrajové huby,
holobazídiomycéty)

Rad: *Aphylliphorales* (rozličnotvaré)

Čľaď: *Pleurotaceae* (hľivovité)

Rod: *Pleurotus*

3.3 Hľiva – *Pleurotus* sp.

Hľivy sú kozmopolitné huby, rastúce na všetkých kontinentoch. U nás sú najbežnejšie hľiva ustricovitá (*Pleurotus ostreatus*), hľiva miskovitá (*Pleurotus cornucopiae*), hľiva buková (*Pleurotus pulmonarius*) a v južných oblastiach Slovenska aj hľiva kotúčová (*Pleurotus eryngii*). Všetky boli obľúbené, najviac však hľiva ustricovitá, ktorá má obdobie plodenia neskoro na jeseň, až v zime. Kedysi bola zrejme vyhl'adávanjšia ako dnes (Krejča, Imro, 2004; Jordan, 2001).

Pleurotus je rod húb, ktorý zahŕňa jednu z najčastejšie konzumovaných húb, hľivu ustricovitú (*Pleurotus ostreatus*). Druhy *Pleurotus* môžu byť nazývané ustrice alebo mušle a patria medzi najčastejšie pestované jedlé huby na svete. Hľivy boli použité v mykoremediácii znečisťujúcich látok, ako sú ropa a polycyklické aromatické uhl'ovodíky (Chang, Miles, Chang, 2004; Cohen, Persky, Hadar, 2002).

3.4 Hliva ustricovitá (*Pleurotus ostreatus*)

V súčasnosti sa o hlivu ustricovitú zaujímajú nielen praktickí hubári, ale aj tí, ktorí sa venujú pestovaniu jedlých húb. V prírode nachádzame plodnice na kmeňoch a pňoch rôznych, najmä listnatých drevín. Typická hliva ustricovitá tvorí trsy klobúkov strehovito nad sebou. Najčastejšie sú modrofialové, ale aj hnedasté a tmavosivé, starobou blednúce. V mieste kde sa stenčujú do hlúbika a prirastajú na podklad, sú plstnaté. Lupene sú biele, hnedasté až trochu fialovasté, zriedka vidlicovito rozdelené. Vyskytuje sa od nížin do vysokých polôh od októbra do februára (**Svrček, Vančura, 1987; Lepšová, 2005**).

Hliva ustricovitá sa už po niekoľko desaťročí pestuje aj umelým, veľkoplošným spôsobom a je považovaná za výbornú potravinársku pochutinu. Je lacným, domácim, pôvodným zdrojom účinného glukánu. Z potravinárskeho hľadiska je táto huba okrem glukánu výborným zdrojom proteínov (19–30 %), sacharidových zložiek (50–60 %), esenciálnych aminokyselín (hlavne tryptofánu), ako aj vitamínov B₁, B₂, B₃, B₅ a B₇, v stopových množstvách i vitamínu C a minerálnych prvkov, hlavne vápnika, železa, horčíka, fosforu, selénu, sodíka a zinku (**Augustín, Hudcová, 2003; Mane et al., 2007**).

Enzymový komplex vyšších bazídiomycétov, drevokazných húb, obsahuje enzýmy, ktoré vedia rozkladať polysacharidy, lignín a iné biopolyméry. Z toho dôvodu bazídiomycéty majú veľmi dôležitú úlohu v biodeštrukcii lignocelulóзовých odpadov v prírode a môžu byť použité na riešenie niekoľkých problémov v biotechnológii. Hliva ustricovitá je najaktívnejším producentom celuláz, hemiceluláz a lignináz (**Dalimova, Akhmedova, 2001**).

Bazídiomycéty sú najkomplexnejšie huby. Odlišujú sa od ostatných húb v tom, že produkujú sexuálne spóry, takzvané bazídiospóry, nachádzajúce sa v bazídiách (**Atlas, 1996**).



Obrázok 1 Hliva ustricovitá (Léčivé houby, s.a.)

3.5 Chuťové zložky hlivy ustricovitej

Podľa **Hallocka (2007)** chuť a vôňa húb sú dôležité pre identifikáciu druhov a pre zmyslové vnemy pri jedení húb. Chuť je jedna z komponentov arómy a jej predstava je limitovaná na vnímanie sladkej, kyslej, slanej, horkej a umami chute.

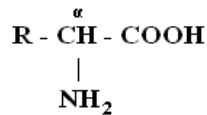
Huby boli dlho používané ako potraviny alebo aromatické látky vďaka svojej unikátnej a jemnej chuti. Hubová aróma je jedným z najviac žiadúcich aróm v potravinách (**Zawirska-Wojtasiak, 2006**).

Chuť jedlých húb je spôsobená prítomnosťou niekoľkých malých vo vode rozpustných látok. Hlavné chuťové komponenty sú voľné aminokyseliny, rozpustné cukry a cukorné alkoholy a 5'-nukleotidy, (**Hui, Chen, Nollet, 2010**).

3.5.1 Aminokyseliny

Aminokyseliny sú stavebné zložky bielkovín. V bielkovinách sa pravidelne vyskytuje 21 rozličných, tzv, proteinogénnych aminokyselín. Z chemického hľadiska sú aminokyseliny organické zlúčeniny, ktoré obsahujú karboxylovú skupinu (-COOH) a aminoskupinu (-NH₂). Obe základné funkčné skupiny v prípade proteinogénnych aminokyselín sú viazané na tom istom atóme uhlíka, to znamená, že sa jedná o α -aminokyseliny (**Michalík, 2008**).

Prírodné aminokyseliny sú bezfarebné kryštalické látky, väčšinou dobre rozpustné vo vode. Rozpúšťajú sa aj v zriedených kyselinách a zásadách, čím vznikajú soli, mnohé z nich majú sladkastú chuť, niektoré sú bez chuti (**Ferenčík et al., 2000**).



Obrázok 2 Všeobecný vzorec aminokyselín (Szocsová, 2010)

Chuť umami, teda lahodná alebo "mäsitá" chuť je zastúpená aminokyselinami alebo proteínmi. Jedlá bohaté na aminokyseliny sú huby, ryby, mäsa, syry a niektoré zeleniny. Lahodná chuť je demonštrovaná zlúčeninou nazývanou glutaman sodný (MSG), ktorá sa používa ako bežná prísada do jedál. MSG je sodná soľ kyseliny glutámovej (Hallock, 2007).

Umami-1 je spôsobená glutamanom sodným (MSG), zatiaľ čo Umami-2 chuť spôsobujú 5'-ribonukleotidy, inozín 5'-monofosfát a guanozín 5'-monofosfát (IMP, GMP). Chuť umami sa k štyrom základným chutiám začala pridávať len nedávno. Európania sa s ňou zoznámili len v tomto storočí, no Japonci ju poznajú od nepamäti. Odtiaľ sa prebral aj jej názov (Pokorný, Valentová, Panovská, 1988; Chaudhari, Pereira, Roper, 2009).

Podľa Prescottta (2001) glutaman sodný a ďalšie aminokyseliny sú zlepšovače chuti a zvyšujú chuťové vlastnosti jedál.

Tabuľka 1 Voľné aminokyseliny, chuťové zložky v *Pleurotus ostreatus* (Tsai et al., 2009)

Chuť	Voľné aminokyseliny v <i>Pleurotus ostreatus</i>
Sladká	alanín, glycín, serín, treonín
Horká	arginín, histidín, leucín, izoleucín, metionín, fenylalanín, prolín, valín
Umami	kyselina asparágová, kyselina glutámová
Bez chuti	lyzín, tyrozín

Chen (1986) vykonal sériu zmyslových hodnotení na syntetických hubových výťažkoch pripravených vynechaním a pridaním rozpustných zložiek a zistil, že alanín, glycín a treonín (sladké), kyseliny asparágová a kyselina glutámová (kyslé), boli chuťovo aktívne aminokyseliny a žiadna z horkých zložiek sa nezistila ako chuťovo aktívna. Horkosť z horkých zložiek v hlive by pravdepodobne mohla byť maskovaná

sladkými zložkami a to predovšetkým veľkým množstvom rozpustných sacharidov a polyolov. Preto kyselina asparágová, kyselina glutámová a sladké zložky sú zodpovedné za prirodzenú chuť hľivy.

Tabuľka 2 Obsah voľných aminokyselín v čerstvej hľive ustricovitej, ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ čerstvej hmotnosti) (Chirinang, Intarapichet, 2009)

Aminokyselina	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Alanín	1.90 ± 0.015
Arginín	3.26 ± 0.015
Kyselina asparágová	2.04 ± 0.020
Kyselina glutámová	5.01 ± 0.015
Glycín	0.83 ± 0.019
Histidín	0.55 ± 0.012
Izoleucín*	0.62 ± 0.007
Leucín*	1.13 ± 0.008
Lyzín*	0.71 ± 0.007
Metionín*	0.28 ± 0.006
Norvalín	0.03 ± 0.001
Fenylalanín*	0.73 ± 0.006
Prolín	0.29 ± 0.008
Serín	1.09 ± 0.009
Treonín*	1.01 ± 0.010
Tryptofán*	0.15 ± 0.001
Tyrozín	0.15 ± 0.001
Valín*	0.91 ± 0.010
Aminokyseliny celkom	21.100

* Esenciálne aminokyseliny

Aj podľa **Komatu (1969)** sa voľné aminokyseliny v hubách delia do troch tried podľa chuťových vlastností. Tieto tri triedy voľných aminokyselín spôsobujú v hlive ustricovitej sladkú, horkú a umami chuť. V hlive sa nachádzajú ešte aminokyseliny, ktoré nespôsobujú vôbec žiadnu chuť, teda ich z tohto hľadiska zaradujeme medzi indiferentné.

Kyselina asparágová a glutámová mali najtypickejšiu hubovú chuť, lahodnú, chutnú. Sú to tzv. MSG-podobné chuťové komponenty, ktoré sú veľmi charakteristické pre hlivu ustricovitú (**Yamaguchi et al., 1971**).

3.5.2 Beta-glukány

Beta-glukány sú polysacharidy prírodného pôvodu, ktoré sa prirodzene vyskytujú v hubách, rastlinách a niektorých baktériách. V hubách predstavujú hlavnú zložku bunkovej steny, pričom sú tvorené molekulami glukózy viazanej dvomi druhmi väzieb: β -(1→3) v hlavnom lineárnom reťazci a β -(1→6), pomocou ktorých sa na hlavný polysacharidový reťazec napájajú bočné reťazce variabilnej dĺžky (**Szabová, Urminská, Poláková, 2010**).

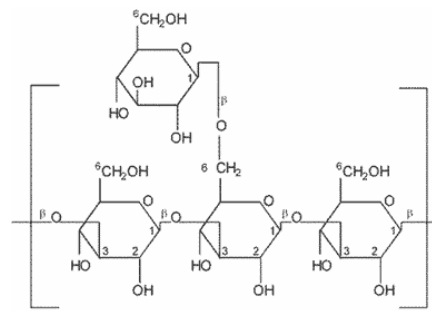
Podobné zlúčeniny možno nájsť aj v rastlinách, obzvlášť v obilninách, avšak tu sú jednotky glukózy navzájom viazané väzbami β -(1→3) a β -(1→4) a molekula beta-glukánu je lineárna. O imunomodulačných účinkoch rôznych extraktov z húb sa vie dlho, avšak najmä v posledných rokoch sa pozornosť upriamila na beta-glukány, ktoré sa v prírode vyskytujú ako typická stavebná zložka bunkových stien húb (**Jeseňák, Rennerová, Bánovčin, 2009; Lepšová, 2001**).

Majú schopnosť stimulačne ovplyvňovať mechanizmy nešpecifickej (prírodzenej) a špecifickej imunity. Tvoria účinne pôsobiacu skupinu látok, v ktorej každý jednotlivý typ izolovaného glukánu má svoju špecifickosť. Z fyziologického hľadiska sú to látky, ktoré plnia úlohu tzv. vystužovačov a upevňovačov rôznych živočíšnych tkanív a rastlinných pletív. Sú súčasťou komplexu látok, ktoré tvoria základnú zložku matrixu bunkovej steny a to hlavne u kvasiniek a kvasinkovitých organizmov, mikroskopických a vyšších húb, ďalej baktérií a vyšších rastlín. Vytvárajú ochranný skelet vo forme mikrofibrilárnych sietí vnútorných vrstev bunkových stien. Tvoria však i skupinu polysacharidov, slúžiacich ako rezervné zdroje energie v živých sústavách (**Augustín, Hudecová, 2003**).

Okrem monomérových jednotiek glukóz a charakteru ich väzby, do primárnej štruktúry glykánov patrí ešte poloha glykozidovej väzby, stereochemická príslušnosť

k α -konfigurácii alebo β -konfigurácii a veľkosť kruhu cyklickej formy glukózovej jednotky (furanózová alebo pyranózová forma). Ak monosacharidové jednotky nasledujú v reťazci za sebou a obsahujú len jeden druh väzby, prípadne sa v tom istom smere striedajú rozličné väzby, vznikajú lineárne polysacharidy, napr. amylóza-(1-4)-glukán. Vetvené glykány obsahujú na určitých miestach svojej molekuly také glukózové jednotky, z ktorých vychádzajú dve alebo viac glykozidových väzieb (body vetvenia). Štruktúra glukánu má mimoriadny význam pri aktivácii imunitného systému. Rozhodujúce sú preto postranné reťazce vychádzajúce z hlavného reťazca. Viacpočetné vetvenie glukánu a jeho vyššia molekulová hmotnosť zvyšuje aktiváciu imunitného systému (**Chovancová, Šturdík, 2005**).

Beta-glukán izolovaný z *Pleurotus ostreatus* nazývaný pleuran, má rozvetvenú štruktúru pozostávajúcu z hlavného reťazca tvoreného β -D-glukopyranózovými zvyškami viazanými 1,3-glykozidovými väzbami, každý štvrtý zvyšok je substituovaný na kyslíku v polohe 6 (O-6) jednou D-glukopyranózovou skupinou (**Chang, 1996**).



Obrázok 3 Základný molekulárny vzorec hubového beta-1,3/1,6-D-glukánu
(Čo je beta glukán, 2011)

Beta-glukán je biologicky odbúrateľný polymer glukózy, neposkytuje organizmu energiu, takže nespôsobuje obezitu. Beta-glukán môže zlepšiť kvalitu a chuť jedla, a môže znížiť vedľajšie účinky takých zložiek jedla ako sú mastné kyseliny a kofeín. Tento polysacharid je veľmi stabilný, a odolný voči tepelnému spracovaniu ako napríklad varenie, parenie, mikrovlnné žiarenie, hĺbkové vyprážanie. Beta-glukán je nová aditívna látka v potravinárskom priemysle (**Chen, s.a.**).

3.5.3 Nukleotidy

Nukleové kyseliny sú polynukleotidy, ktorých stavbou jednotkou sú nukleotidy. Nukleotid sa skladá z troch častí:

zásaditá - heterocyklické dusíkaté purínové alebo pyrimidínové bázy,

neutrálna – pentózy, D-ribóza alebo 2-deoxy-D-ribóza,

kyslá - kyselina trihydrogénfosforečná H_3PO_4 .

Dusíkaté bázy sú heterocyklické zlúčeniny, kde heteroatómom je dusík. Sú odvodené od :

purínu (adenín - A, guanín - G)

pyrimidínu (cytozín - C, tymín - T, uracil - U) (Alberts et al., 2002).

Nukleotid vzniká vzájomnou kondenzáciou všetkých troch zložiek, pričom sa uvoľňujú molekuly vody. Nukleotid je nukleozid esterifikovaný kyselinou trihydrogénfosforečnou. Nukleotidy a nukleozidy nie sú len stavebnou jednotkou nukleových kyselín. V bunkách môžu plniť rôzne funkcie. Zúčastňujú sa napríklad na prenose vodíka (NAD, FAD), na prenose funkčných skupín (napr. $-NH_2$), na biosyntéze bielkovín, sacharidov a lipidov (Pančík, Marcišová, s.a).

Tabuľka 3 Obsah 5'-nukleotidov v *Pleurotus ostreatus* (Tsai et al., 2009)

Nukleotid	Obsah ($mg.g^{-1}$ suchej hmotnosti)
5'-AMP	$1,39 \pm 0,02$
'-CMP	$0,72 \pm 0,06$
5'-GMP	$0,61 \pm 0,01$
5'-IMP	$0,74 \pm 0,03$
5'-UMP	$1,05 \pm 0,01$
5'-XMP	$1,13 \pm 0,02$
Chuť ovplyvňujúce nukleotidy*	$2,48 \pm 0,01$
Celkom	$5,64 \pm 0,14$

*Chuť ovplyvňujúce 5'-nukleotidy

Yang, Lin a Mau (2001) uvádzajú, že obsah chuťových zložiek, 5'-nukleotidov, v sušine hľivy možno rozdeliť do troch oblastí: nízka ($< 1 mg.g^{-1}$), stredná ($1-5 mg.g^{-1}$) a vysoká ($> 5 mg.g^{-1}$). Obsah chuť ovplyvňujúcich 5'-nukleotidov v hlive ustricovitej sa

nachádza vo vysokej oblasti. Mäsitá chuť, ktorú hlive dodáva 5'-GMP, je oveľa intenzívnejšia, ako jej poskytuje prítomný glutaman sodný. Synergický efekt 5'-nukleotidov s MSG-podobnými látkami môže výrazne zvýšiť umami chuť húb (**Tsai et al, 2009**).

3.5.4 Sacharidy

Sacharidy sú organické zlúčeniny s empirickým vzorcom $C_x(H_2O)_y$. Z chemického hľadiska sú definované ako polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketóny. Sacharidy plnia mnohé funkcie, slúžia ako zdroj energie, majú stavebnú aj zásobnú funkciu, tvoria súčasť enzýmov, hormónov a nukleových kyselín a sú súčasťou biologických membrán (**Flitsch, Ulijn, 2003; Maton et al., 1993**).

Tabuľka 4 Obsah mono- a disacharidov v *Pleurotus ostreatus* (**Kim et al., 2009**)

Sacharid	Koncentrácia ($mg \cdot g^{-1}$ suchej hmotnosti)
Glukóza	$14,29 \pm 0,24$
Manóza	$10,55 \pm 0,19$
Ribóza	$0,85 \pm 0,23$
Trehalóza	$3,03 \pm 0,20$

3.5.4.1 Glukóza

Glukóza, alebo hroznový cukor, je monosacharid zo sumárnym vzorcom $C_6H_{12}O_6$. Množstvo sacharidov obsahuje glukózu, buď ako ich jedinú základnú stavebnú jednotku, ako v škrobe a glykogéne, alebo spolu s ďalšími monosacharidmi v disacharidoch, v sacharóze a laktóze (**Glucose, s.a**).

3.5.4.2 Trehalóza

Trehalóza je neredukujúci disacharid zložený z dvoch molekúl glukózy spojených alfa-1,1-glykozidovou väzbou. Je známa ako zdroj energie, je možné ju nájsť v mnohých živých organizmoch, vrátane baktérií, húb, hmyzu, rastlín a bezstavovcov. Huby obsahujú až 10-25 % trehalózy z hmotnosti sušiny. Okrem toho trehalóza chráni organizmy pred vplyvom rôznych stresov, ako je sucho, zmráz, a osmotický tlak. V hubách má funkciu pransportného cukru, ktorý chráni spóry v nepriaznivých podmienkach prostredia (**Higashiyama, 2002**).

3.5.4.3 Manóza

Manóza je šesťuhlíkatý monosacharid obsahujúci aldehydovú skupinu (aldóza). Sumárny vzorec manózy je $C_6H_{12}O_6$. Jej oxidáciou vzniká manitol, cukorný alkohol, ktorý však v ľudskom organizme nie je dobre metabolizovateľný. V hubách je prítomný v bunkovej stene (**Mannose, s.a.**).

3.5.4.4 Ribóza

Ribóza je monosacharid so sumárnym vzorcom $C_5H_{10}O_5$. Je zložkou ribonukleových kyselín, ktoré sa v živých organizmoch podieľajú na prenose genetickej informácie (**Ribóz, s.a.**).

Sacharidy sú obsiahnuté v hubách hlavne vo forme polysacharidov, voľné mono- a disacharidy sa nachádzajú v hubách zvyčajne v nízkych koncentráciách, s výnimkou tých, ktoré majú zásobnú funkciu. V posledných rokoch sacharidy priťahovali veľkú pozornosť vedcov z dôvodu ich rôznorodých biologických aktivít. Napríklad, trehalóza, dôležitá zásobná látka, zohráva dôležitú úlohu v hubách na začiatku fruktifikácie, a tiež pri translokácii uhlíka z mycélia do plodnice. Aj ostatné sacharidy plnia významnú funkciu v metabolizme húb (**Kim et al, 2009; Wim et al., 2000**).

3.5.5 Cukorné alkoholy

Cukorné alkoholy sú deriváty sacharidov, sú získavané redukciou karbonylovej skupiny aldóz a ketóz. Mnohé z nich sú opticky aktívne. Alditoly sú kryštalické látky sladkej chuti rozpustné vo vode. (**Garrett, Grishman, 2009; Dostál et al, 2003**).

Tabuľka 5 Obsah polyolov v *Pleurotus ostreatus* (**Tsai et al., 2009**)

Polyoly	Obsah ($mg \cdot g^{-1}$ suchej hmotnosti)
Arabitol	$17,1 \pm 1,35$
Manitol	$31,6 \pm 2,57$
Myo-inositol	$45,8 \pm 2,58$
Celkom	$94,5 \pm 6,50$

3.5.5.1 Myo-inozitol

Inozitol, $C_6H_{12}O_6$, je šesťsýtny alkohol (polyol) cyklohexánu. Existuje v deviatich možných stereoizoméroch, z ktorých najvýznamnejšou formou, široko sa vyskytujúcou v prírode, je myo-inozitol, ktorý sa nachádza v bunkových membránach (**Inositol, s.a.; Clements, Darnell, 1980**).

3.5.5.2 Arabitol

Arabitol, $C_5H_{12}O_5$, je polyol, ktorý existuje v dvoch stereoizomérnych formách: L a D. D forma sa prirodzene vyskytuje v lišajníkoch a hubách. Manitol, arabitol a disacharid trehalóza slúžia v hubách ako transportné látky (**Arabitol, s.a.**).

3.5.5.3 Manitol

Manitol je polyol (cukorný alkohol) široko využívaný v potravinárskom a farmaceutickom priemysle, kvôli jeho jedinečným funkčným vlastnostiam. Často sa používa na zamaskovanie horkej chuti. V prírode je hojne rozšírený, najmä v exudátoch stromov, v morských riasach a čerstvých hubách. Je to izomér sorbitolu (**Dills, 1989; Mannitol, s. a.**).

Celkový obsah rozpustných sacharidov a polyolov, ktoré prispievajú ku sladkej chuti, sa u troch húb *Clitocybe maxima*, *Pleurotus ferulae* a *Pleurotus ostreatus* pohyboval v rozmedzí $125-270 \text{ mg.g}^{-1}$ ich suchej hmotnosti, čo je hodnotené ako stredný koncentračný rozsah, ktorý môže viesť k vnímaniu mierne sladkej chuti (**Tsai et al, 2009**).

3.5.6 Prchavé zložky

Chuťové vlastnosti sú veľmi závislé od mnohých prchavých a neprchavých zložiek obsiahnutých v hubách. V rôznych druhoch húb bolo identifikovaných asi 150 rôznych prchavých látok (**Hui, Chen, Nollet, 2010; Litchfield, 1967**).

Tabuľka 6 Obsah prchavých zložiek v *Pleurotus ostreatus* (Tsai et al., 2009)

Zlúčenina	Obsah (mg.kg ⁻¹ čerstvej hmotnosti)
3-oktanón	138 ± 43,9
1-oktén-3-ón	506 ± 34,9
3-oktanol	181 ± 19,4
1-oktén-3-ol	254 ± 1,17
Benzaldehyd	2,72 ± 0,23
1-oktanol	32,5 ± 2,06
2-oktén-1-ol	6,22 ± 0,30
Benzyl alkohol	12,9 ± 0,23
Celkom	1130 ± 145

Autori Tsai et al. (2009) vo svojej štúdií stanovovali chuťové zložky troch druhov húb, *Clitocybe maxima*, *Pleurotus ferulae* a *Pleurotus ostreatus*. Medzi prchavé chuťové zložky zaradili šesť osem-uhlíkatých zlúčenín a dve aromatické látky. Typickú hubovú arómu vykazoval hlavne 1-oktén-3-ol, alkohol, ktorý obsahuje vo svojej molekule osem uhlíkov. Porovnaním prítomnosti prchavých viacuhlíkatých zlúčenín vo všetkých troch hubách, najvyššie koncentrácie, a to viac ako 1100 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty, obsahoval *Pleurotus ostreatus*. Na druhej strane, obsah aromatických látok bol v hlive ustricovitej zanedbateľný, predstavoval iba 1 % z čerstvej hmoty, teda v porovnaní s ďalšími dvomi druhmi húb bol najnižší.

Aj ďalší autori potvrdili, že hlavnými prchavými látkami z húb spôsobujúcimi hubovú arómu sú zlúčeniny s ôsmimi atómami uhlíka (C8), z ktorých najdôležitejší je 1-oktén-3-ol. Vyskytuje sa v dvoch opticky aktívnych formách. Štúdie ukázali, že chemická látka (R)-(-)-oktén-3-ol mal charakteristickú ovocnú, zatiaľ čo (S)-(+)-1-oktén-3-ol mal plesňovú, trávnatú arómu (**Venkateshwarlu, Chandravadana, Tewari, 1999; Mosandl, Heusinger, Gessner, 1986**).

Počas identifikácie aromatických látok v hlive ustricovitej bola preukázaná prítomnosť prchavých zložiek. Tieto prchavé látky sa nachádzajú v plodniciach a v mycéliu húb. Najdôležitejšie spôsobujú rôzne vône, benzaldehyd spôsobuje mierne korenistú arómu, 1-oktanol je zodpovedný za vôňu podobnú amínu, 2-oktén-1-ol má pomarančovo-ružový tón, vôňa 3-oktanónu bola popísaná ako sladká, ovocná s citrusovou arómou. Zlúčenina 3-oktanol spôsobuje vôňu po lieskových orieškoch a sladkých bylinkách. Avšak, 1-oktén-3-ol, je všeobecne popísaný ako kľúčová zlúčenina, ktorá dodáva hlive ustricovitej typickú hubovú arómu (**Kabbaj et al., 2002**).

Misharina et al. (2009) študovali zloženie vonných látok v hlive ustricovitej pomocou kapilárnej chromatografie a hmotnostnej spektrometrie. V suchej hlive ustricovitej bolo zistených 41 prchavých zlúčenín. Prchavé organické látky s rôznymi funkčnými skupinami tvorila chuť suchej huby. Nenasýtené alkoholy a ketóny s ôsmimi atómami uhlíka boli zodpovedné za hubý tón v produktoch z hlivy

Záver

V bakalárskej práci kompilačného zamerania sme sa snažili zosumarizovať jednotlivé informácie o významných chuťových zložkách hlivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*).

Hliva ustricovitá je obyčajná jedlá huba, už dávno pestovaná v Ázii, ale teraz sa pestuje na celom svete. Zvýšené pestovanie tejto huby je spôsobené jej zaujímavými chuťovými vlastnosťami. Tieto chuťové zložky je možné nájsť v plodniciach, ale aj v myceliárnej biomase. Chuťové zložky v hlive stanovovali viacerí autori a s touto tematikou bolo pulikovaných niekoľko vedeckých článkov. V našej práci sme popísali hlavné zložky, ktoré sú zodpovedné za vynikajúcu chuť hlivy. Preštudovaním literatúry sme dospeli k záveru, že voľné aminokyseliny spôsobujú sladkú, horkú a chuť umami, kým rozpustné cukry a cukorné alkoholy sú zodpovedné za sladkú chuť. Nukleotidy prispievajú k lahodnej, mäsitej umami chuti. Okrem týchto zložiek obsahuje hliva aj polysacharid beta-glukán, ktorý, okrem toho, že je významnou imunomodulačnou látkou, prispieva aj ku zlepšeniu chuťových vlastností danej huby. Obsah beta-glukánov a ich vplyv na ľudský organizmus je aj v súčasnosti predmetom skúmania. Vedci ešte stále nepreskúmali všetky pozitívne vlastnosti, ale tiež možné nevýhody tejto huby. Hliva ustricovitá sa označuje ako potenciálna huba budúcnosti.

Vďaka týmto zložkám je hliva ustricovitá využívaná ako samostatné jedlo alebo látka zvýrazňujúca chuť iných potravín.

Zoznam použitej literatúry

1. ALBERTS, B. – JOHNSON, A. – LEWIS, J. – RAFF, M. – ROBERTS, K. – WALTER, P. 2002. *Molecular biology of the cell*. 2002. 4. vyd. New York : Garland Science Inc, s. 1616. ISBN 0-8153-3218-1.
2. ATLAS, R. M. 1996. *Principles of mikrobiology*. 1996. 2. vyd. McGraw-Hill Companies 1298. s.
3. AUGUSTÍN, J. – HUDECOVÁ, D. 2003. Fungálny β -1,3-D-glukán ako potravinový doplnok, izolát z hlivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*); chemická štruktúra, zdroje a niektoré farmakologické účinky. In *Chemické listy*. roč. 97. 2003. č. 8. s. 779-784. ISSN 1213-7103.
4. COHEN, R. – PERSKY, L. HADAR, V. 2002. Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. In *Applied Microbiology and Biotechnology*. roč. 58. s. 582-594. ISSN 1432-0614.
5. CLEMENTS, R. S. - DARNELL, M. S. 1980. Myo-inositol content of common foods : development of a high-myo-inositol diet. In *The American Journal of Clinical Nutrition*. roč. 33. 1980. č. 9. s. 1954-1967. ISSN 1938-3207.
6. DALIMOVA, G. N. – AKHMEDOVA, Z. R. 2001. Biodestruction of Lignins by the Basidiomycete *Pleurotu ostreatus*. In *Chemistry of natural compounds*. roč. 37. 2001. č. 1. s. 83-85.
7. DERMEK, A. – LIZOŇ, P. 1980. *Malý atlas húb*. 1. vyd. Bratislava : Slovenské pedagogické nakladateľstvo. 1980. 548. s.
8. DILLS, W. 1989. Sugar alcohols as bulk sweeteners. In *Annual Review of Nutrition*. roč. 9. 1989. s. 161-186.
9. DOSTÁL, J. – PAULOVÁ, H. – SLANINA, J. – TÁBORSKÁ, E. 2003. *Biochemie pro bakaláře*. 2003. 1.vyd. Brno : Masarykova univerzita, 174s. ISBN 80-210-3232-4.
10. FERENČÍK, M. – ŠKÁRKA, B. – NOVÁK, M. – TURECKÝ, L. 2000. *Biochémiá*. 2000. 1. vyd. Bratislava : FABER, 927. s. ISBN 80-88908-58-2.
11. FLITSCH, S. L. – ULIJN, R. V. 2003. Sugars tied to the spot. In *Nature*. 2003. č. 421. s. 219-220. ISSN: 0028-0836.

-
12. GARRETT, R. H. – GRISHAM, CH. M. 2009. *Biochemistry*. 2009. 4. vyd. USA : Brooks/Cole, 1184. s. ISBN 0-495-10935-5.
 13. HALLOCK, R. M. 2007. The taste of mushrooms. In *McIlvainea*. roč. 17. 2007. č. 1. s. 33-41.
 14. HIGASHIYAMA, T. 2002. Novel functions and applications of trehalose. In *Pure and Applied Chemistry*. roč. 74. 2002. č. 7. s. 1263-1269. ISSN 1365-3075.
 15. HUI, Y. H. – CHEN, F. – NOLLET, L. M. L. 2010. *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors*. 2010. New Jersey : John Wiley & Sons, 1095. s. ISBN 0470227214.
 16. CHANG, R. 1996. Functional properties of edible mushrooms. In *Nutrition Reviews*. roč. 54. 1996. č. 11. s. 91-96.
 17. CHANG, S. T. – MILES, G. P. – CHANG S. T. 2004. *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental Impact*. 2. vyd. USA : CRC Press, 2004. 480. s. ISBN 0849310431.
 18. CHAUDHARI, N. – PEREIRA, E. – ROPER, S. D. 2009. Taste receptors for umami: the case for multiple receptors. In *The American Journal of Clinical Nutrition*. roč. 90. 2009. č. 3. s. 738S-742S ISSN 1938-3207.
 19. CHEN, H. K. 1986. Studies on the characteristics of taste-active components in mushroom concentrate and its powderization : diplomová práca. Taiwan : National Chung-Hsing University. 1986.
 20. CHIRINANG, P. – INTARAPICHET, K. 2009. Amino acids antioxidant properties of the oyster mushrooms, *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju*. In *Science Asia*. roč. 35. 2009. s. 326-331. ISSN 1513-1874.
 21. CHOVANCOVÁ, A. – ŠTURDÍK, E. 2005. Vplyv beta-glukánov na imunitný systém človeka. In *Nova Biotechnologica*. roč. 5. 2005. č. 1. s. 105-121.
 22. JESEŇÁK, M. – RENNEROVÁ, Z. – BÁNOVČIN, P. 2009. Možnosti použitia IMUNOGLUKÁNU® v pediatrii. In *Pediatrics*. roč. 4. 2009. č. 5. s. 242-248.
 23. JORDAN, P. 2001. *Velká kniha o hubách*. vyd. 2. Bratislava : Trio Publishing, 2001. 185. s. ISBN 80-967324-4-7.
 24. KABBAJ, W. – BREHERET, S. – GUIMBERTEAU, J. – TALOU, T. – OLIVIER, J. M. – BENSOUSSAN, M. – SOBAL, M. – ROUSSOS, S. 2002. Comparison of volatile compound production in fruit body and in mycelium of *Pleurotus ostreatus* identified by submerged and solid-state cultures. In *Applied*
-

-
- Biochemistry and Biotechnology*. roč. 102-103. 2002. č. 1-6. s. 463-469. ISSN 1559-0291.
25. KIM, M. Y. – CHUNG, I. M. – LEE, S. J. – AHN, J. K. – KIM, E. H. – KIM, M. J. – KIM, S. L. – MOON, H. I. – RO H.M. – KANG, E. U. – SEO S. H. – SONG, H.K. 2009. Comparison of free amino acid, carbohydrates concentrations in Korean edible and medicinal mushrooms. In *Food Chemistry*. roč. 113. 2009. s. 386-393. ISSN 0308-8146.
26. KIRK, P. M. – CANNON, P. F. – DAVID, J. C. – STALPERS, J. A. 2001. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 9. vyd. Wallingford : CABI Publishing, 2001. 655 s. ISBN 0-85199-377-X.
27. KOMATA, Y. 1969. The taste and constituents of foods. In *Journal of Japanese Society of Food Science and Technology*. roč. 3. 1971. s. 26. ISSN 0029-0394.
28. KREJČA, J. – IMRO, I. 2004. *Velká kniha rostlin, hornin, minerálů a skamenelin*. 2004. Bratislava : Příroda, s. 396. ISBN 80-70-01188-9.
29. LEPŠOVÁ, A. 2001. *Zázračná houba? Hlíva ústříčná*. 1. vyd. 2001. Praha : Víkend, 64. s. ISBN 80-7222-181-7.
30. LEPŠOVÁ, A. 2005. *Houby jako elixír života*. 2. vyd. 2005. Praha : Víkend, 84. s. ISBN 80-7222-369-0.
31. LITCHFIELD, J. H. 1967. Morel mushroom mycelium as a food-flavoring material. In *Biotechnology and Bioengineering*. roč. 9. 1967. č. 3. s. 289-304. ISSN 1097-0290.
32. MANE, V. P. – PATIL, S. S. – SYED, A. A. – BAIG, M. M. V. 2007. Bioconversion of low quality lignocellulosic agricultural waste into edible protein by *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. In *Journal of Zhejiang University of Science*. roč. 10. 2007. č. 8. s. 745-751.
33. MATON, A. – HOPKINS, J. – MCLAUGHLIN, CH. W. – JOHNSON, S. – WARNER, M. Q. – LAHART, D. – WRIGHT, J. D. 1993. *Human Biology and Health*. USA : Prentice Hall, ISBN 0-13-981176-1.
34. MISHARINA, T. A – MUKHUTDINOVA, S. M. – ZHARIKOVA, G. G. – TERENINA, M. B. – KRIKUNOVA, N. I. – MEDVEDEVA, I. B. 2009. The composition of volatile components of dry cepe and oyster mushroom. In *Prikladnaia biokhimiia i mikrobiologiia*. roč. 45. 2009. č. 5. s. 606-611. ISSN 0555-1099.
-

-
35. MICHALÍK, I. 2008. *Biochémiá*. 6. vyd. 2008. Nitra : SPU, 228. s. ISBN 978-80-552-0020-0.
36. MOSANDL, A. – HEUSINGER, G. – GESSNER, M. 1986. Analytical and sensory differentiation of 1-octen-3-ol enantiomers. In *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. roč. 34. 1986. s. 119–122.
37. POKORNÝ, J. – VALENTOVÁ, H – PANOVSÁ, Z. 1988. *Senzorická analýza potravín*. Praha : VŠCHT, 1988. 95. s. ISBN 80-7080-329-0.
38. PRESCOTT, J. 2001. Taste hedonics and the role of umami. In *Food Australia*. roč. 53. 2001. č. 12. s. 550-554.
39. ŠKUBLA, P. 1989. *Tajomné huby*. 1. vyd. Bratislava : Príroda, 359. s. ISBN 80-07-00009-7.
40. ŠTEVLÍKOVÁ, T. – JAVOREKOVÁ, S. - TANČINOVÁ, D. – MAKOVÁ, J. 2006. *Mikrobiológia*. 2.vyd. Nitra : SPU, 2006. 147. s. ISBN 80-8069-683-7.
41. SVRČEK, M. – VANČURA, B. 1987. *Huby*. 1. vyd. Bratislava : Príroda, 1987. 316 s.
42. SZABOVÁ, E. – URMINSKÁ, D. – POLÁKOVÁ, A. 2010. Beta-glukány, významné polysacharidy hlivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*). In *Potravinárstvo*. roč. 4. 2010. s. 509-515. ISSN 1337-0960.
43. TSAI, S. Y. – HUANG, S. J. – LO, S. H. – WU, T. P. – LIAN, P. Y. – MAU, J. L. 2009. Flavour components and antioxidant properties of several cultivated mushrooms. In *Food Chemistry*. roč. 113. 2009. č. 2. s. 578-584. ISSN 0308-8146.
44. VENKATESHWARLU, G. – CHANDRAVADANA, M. V. – TEWARI, R.P. 1999. Volatile flavour components of some edible mushrooms (*Basidiomycetes*). In *Flavour and Fragrance Journal* roč. 14. 1999. s. 191–194. ISSN 1099-1026.
45. WIM, J. B. – WANNET, J. H. M. – HERMANS, C. D. – OP DEN CAMP, H. J. M. 2000. HPLC detection of soluble carbohydrate involved in mannitol and trehalose metabolism in the edible mushroom *Agaricus bisporus*. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. roč. 48. 2000. s. 287–291. ISSN 1520-5118.
46. YAMAGUCHI, S. –YOSHIKAWA, T. – IKEDA, S. – NINOMIYA, T. 1971. Measurement of the relative taste intensity of some l-alfa-amino acids and 5' - nucleotides. In *Journal of Food Science*. roč. 36. 1971. č. 6. s. 846-849. ISSN 0022-1147.
-

-
47. YANG, J. H. – LIN, H. C. – MAU, J. L. 2001. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. In *Food Chemistry*. roč. 72. 2001. s. 465–471. ISSN 0308-8146.
 48. ZAWIRSKA-WOJTASIAK, R. 2006. Chirality and the nature of food authenticity of aroma. In *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. roč. 5. 2006. č. 1. s. 21-36. ISSN 1644-0730.

Internetové zdroje

1. *Arabitol*. [online]. [s.a.]. [cit. 2011-04-26]. Dostupné na internete: <<http://fr.wikipedia.org/wiki/Arabitol>>.
2. *Arabitol*. [online]. [s.a.]. [cit. 2011-04-26]. Dostupné na internete: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Arabitol>>.
3. CHEN, S. N. *Background for the development of Mushroom Beta Glucan Products*. [online]. [s. a.]. [cit. 2011-04-11]. Dostupné na internete: <<http://sites.google.com/site/betaglucanfacts/mushroombetaglucan>>.
4. *Glucose*. [online]. [s.a.]. [cit. 2011-04-30]. Dostupné na internete: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Glucose>>.
5. *Inositol*. [online]. [s.a.]. [cit. 2011-04-16]. Dostupné na internete: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Inositol>>.
6. *Mannitol*. [online]. [s.a.]. [cit. 2011-04-16]. Dostupné na internete: <<http://www.caloriecontrol.org/sweeteners-and-lite/polyols/mannitol>>.
7. *Mannose*. [online]. [s.a.]. [cit. 2011-05-03]. Dostupné na internete: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Mannose>>.
8. PANČÍK, P. – MARCIŠOVÁ, D. *Nukleové kyseliny*. [online]. [s. a.]. [cit. 2011-03-21]. Dostupné na internete: <<http://www.bioweb.genezis.eu/?cat=10&file=nuklkys>>.
9. *Ribóz*. [online]. [s.a.]. [cit. 2011-05-03]. Dostupné na internete: <<http://hu.wikipedia.org/wiki/Rib%C3%B3z>>.

Obrázky

1. *Čo je beta glukán?*. [online]. [s. a.]. [cit. 2011-03-14]. Dostupné na internete: <<http://www.natures.sk/main.php?page=1beta&bid=7>>.

-
2. *Léčivé houby*. [online]. [s. a.]. [cit. 2011-03-14]. Dostupné na internete: <<http://www.biorenesance.cz/biorenesance/0/0/2/51>>.
 3. Szocsová, Z. *Aminokyseliny*. [online]. [2010]. [cit. 2011-03-21]. Dostupné na internete: <http://www.oskole.sk/?id_cat=53&clanok=6017>.