

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zahradnictví**



**Substráty kolonizované vybranými dřevními houbami  
a jejich další technické využití**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Eva Holejšovská**

**Vedoucí práce: Ing. Ivan Jablonský Csc.**

© 2015 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Substráty kolonizované vybranými dřevními houbami a jejich další technické využití“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17.4.2015

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Ivanu Jablonskému CSc. za vedení práce, cenné připomínky a trpělivost, Ing. Danielu Kopkáně za provedená měření a celé katedře zahradnictví za ochotu pomoci a poradit vždy, když jsem něco potřebovala.

# **Substráty kolonizované vybranými dřevními houbami (Pleurotus ostreatus, Ganoderma lucidum, Lentinula edodes, Trametes versicolor, Phellinus pini) a jejich další technické využití**

## **Souhrn**

Pěstování jedlých a léčivých hub nabývá celosvětově stále většího významu. Houby slouží jako potraviny, ale pomáhají i v humánní a veterinární medicíně. Cílem bakalářské práce bylo dokázat, že houby mohou mít i technické využití. Bylo založeno několik pokusů. Ty byly zakládány na substrátu ze slaměných pelet. Pelety bylo třeba důkladně rozmělnit za přítomnosti vody na co nejjemnější, aby došlo k rovnoměrnému prorůstání mycelia hub. Pozorovány byly tyto faktory: rychlost růstu, pevnost mycelia a tepelná vodivost. První dva pokusy byly zaměřeny na rychlost prorůstání. Tady bylo zjištěno, že nejrychleji prorůstá mycelium houby Lesklokorky lesklé (*Ganoderma lucidum*) a Outkovky pestré (*Trametes versicolor*). Jeden z pokusů byl zaměřen na vytvoření obalu na lahev a stínidla na lampu. Na tento pokus byla použita Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*). Bylo zjištěno, že hlíva při dostatečném prorůstání bez kontaminace vytvoří tak silné mycelium, které může být použito jako obalový materiál.

V teoretické části se dozvíme o pěstování vybraných hub, jejich vzhledu, léčivých účincích a o jejich dalších pěstovaných druzích. Zkoumanými houbami byly Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*), Lesklokorka lesklá (*Ganoderma lucidum*), Ohňovec borový (*Phellinus pini*), Outkovka pestrá (*Trametes versicolor*) a Houževnatec jedlý (*Lentinula edodes*).

**Klíčová slova:** *Trametes versicolor*, *Phellinus pini*, *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum*, *Pleurotus ostreatus*

# **Substrates colonized selected with wood mushrooms (Pleurotus ostreatus, Ganoderma lucidum, Lentinula edodes, Trametes versicolor, Phellinus pini) and other technical applications**

## **Summary**

Cultivation of edible and medicinal mushrooms become of increasing importance worldwide. Fungi used as foods but also assist in human and veterinary medicine. The aim of this thesis was to prove that mushrooms may have technical applications. It was founded several attempts. Attempts have been founded on a substrate of straw pellets. The pellets had to be thoroughly pulverize the presence of water, at the most granular, in order to equalize the penetration of mushroom mycelia. Were observed following factors: growth rate, mycelium strength and thermal conductivity. The first two experiments were focused on the penetration rate, where it was found that mycelium grows fastest Lingzhi mushroom (*Ganoderma lucidum*), and *Trametes versicolor* (*Trametes versicolor*). One attempt was aimed at creating a bottle holder and lamp shades. At this experiment was used oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). It was found that oyster with sufficient ingrowth without contamination creates strong mycelium can be used as packaging material.

The theoretical part will learn about growing mushrooms selected, their appearance, and their medicinal effects of other cultivated species. Researched mushrooms were oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), Lingzhi mushroom (*Ganoderma lucidum*), Ohňovec pine (*Phellinus pini*), *Trametes versicolor* (*Trametes versicolor*) and *Lentinula edodes*.

**Keywords:** *Trametes versicolor*, *Pleurotus ostreatus*, *Ganoderma lucidum* , *Lentinula edodes*, *Phellinus pini*

# Obsah

1. Úvod .....	9
2. Cíl a hypotéza	
2.1 Cíl .....	10
2.2 Hypotéza .....	10
3. Literární rešerše	
3.1 Charakteristika hub .....	11
3.2 Historie pěstování hub .....	12
3.3 Hlíva ústříčná	
3.3.1 Používané názvy .....	12
3.3.2 Systematika .....	12
3.3.4 Historie pěstování .....	13
3.3.5 Popis .....	13
3.3.6 Životní cyklus hlívy .....	14
3.3.7 Výskyt .....	14
3.3.8 Pěstování .....	15
3.3.8.1 Pěstování na slámě .....	15
3.3.8.2 Pěstování na dřevě .....	16
3.3.9 Choroby a škůdci hlív .....	17
3.4 Outkovka pestrá	
3.4.1 Používané názvy .....	18
3.4.2 Systematika .....	18
3.4.3 Historie pěstování outkovky .....	19
3.4.4 Léčivé účinky .....	19
3.4.5 Popis .....	19
3.4.6 Pěstování outkovky .....	20
3.4.7 Další pěstované druhy .....	20
3.5 Lesklokorka lesklá	
3.5.1 Používané názvy .....	21

3.5.2 Systematika .....	21
3.5.3 Historie .....	22
3.5.4 Popis .....	22
3.5.5 Výskyt .....	23
3.5.6 Pěstování lesklokorky .....	23
3.5.6.1 Pěstování na špalcích .....	23
3.5.7 Léčivé účinky .....	24
3.6 Ohňovec borový	
3.6.1 Používané názvy .....	24
3.6.2 Systematika .....	25
3.6.3 Popis .....	25
3.6.4 Výskyt .....	25
3.6.5 Pěstování .....	25
3.7. Houževnatec jedlý	
3.7.1 Používané názvy .....	26
3.7.2 Systematika .....	27
3.7.3 Historie .....	27
3.7.4 Obsah látek .....	27
3.7.5 Popis .....	28
3.7.6 Pěstování .....	28
3.7.7 Další pěstované druhy .....	29
4. Technické využití hub .....	29
5. Obaly z celulózy.....	30
6. Stavební materiály .....	31
7. Materiál a metody	
7.1 Testování pevnosti v tlaku.....	33
7.2 Měření tepelné vodivosti .....	34
7.2.1. Postup měření .....	35
7.3 Stanovení zvukové pohltivosti.....	37
7.3.1 Postup měření .....	37
7.4 Postup přípravy růstových zkoušek .....	38
7.4.1 Pokus č. 1.....	39

7.4.2 Pokus č. 2.....	40
7.5 Porovnání slaměných pelet s hoblinami .....	41
7.6 Podíl sušiny .....	42
7.7 Obal na lahev .....	43
8. Výsledky	
8.1 Typy mycelií .....	44
8.2 Růstové zkoušky .....	47
8.2.1 Graf č. 1.....	47
8.2.2 Graf č. 2 .....	47
8.2.3 Graf č. 3 .....	48
8.2.4 Graf č. 4 .....	48
8.3 Graf tepelné vodivosti .....	49
8.4 Graf zvukové pohltivosti	
9. Diskuse .....	50
10. Závěr .....	52
11. Použitá literatura .....	53
12. Přílohy .....	56



# 1. Úvod

Léčivé vlastnosti se houbám připisují již tisíce let. Nejstarší psanou zprávou o použití hub k léčení je recept z Indie, datovaný 3000 let před Kristem. V této době v Egyptě věřili, že houby jsou posvátnou potravou, která prodlužuje život. Podobně se na houby dívali nejen ve staré Číně a Japonsku, ale i v celé jihozápadní Asii. Tam houby byly a jsou tradiční součástí lékopisu. Vyvinula se zde i dlouhá tradice pěstování v přírodě vzácnějších druhů. V nynějším západním světě se extrakty z hub nabízejí jako potravinové doplňky a považují se za blahodárné pro lidské zdraví, především pro léčení civilizačních chorob. Zato v naší zemi je široká veřejnost o těchto účincích velmi málo informována.

Hlíva ústříčná se používá k léčení rakoviny, snižuje kardiovaskulární onemocnění, je to zároveň velmi chutná houba. Používá se do různých salátů a omáček. Houževnatec působí proti vysokému tlaku, lesklokorka má protialergenní účinky.

Tato bakalářská práce se věnuje technickému využití hlívy ústříčné, lesklokorky lesklé, outkovky pestré, houževnatce jedlého a ohňovce borového. Substráty kolonizované myceliem hub mohou být použity ke stavebním účelům. Tyto substráty jsou přírodní alternativou polystyrenu, který zatěžuje životní prostředí. Substráty kolonizované myceliem hub jsou v přírodě rozložitelné.

Záměrem této práce bylo dokázat, že nejenom přírodní dřevo je vhodné k použití ke stavebním účelům.

## **2 Cíl a hypotéza**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem práce je ověřit schopnost mycelia outkovky pestré, hlívy ústříčné, ohňovce borového a houževnatce jedlého prorůst substrátem ze slaměných pelet tak pevně, aby po vysušení byly co nejpevnější a daly se použít jako stavební a obalový materiál.

### **2.2. Hypotéza**

Zvolit vhodnou houbu, která po vysušení bude mít takové pevnostní vlastnosti, aby byly vhodné k použití jako stavební a obalový materiál, tak, aby byl splněn cíl práce.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Charakteristika hub

Houby jsou eukaryotické heterotrofní organismy, které se rozmnožují výtrusy (sporami). Jejich tělo (stélka) má jednoduchou stavbu. Je složeno z vláken (hyf), která jsou rozvětvená a propletená a tvoří tak podhoubí (mycelium). Jsou tedy mnohobuněčné, avšak v některých případech mohou být i jednobuněčné (kvasinky). Mycelium někdy tvoří kulovité kompaktní útvary nazývané sklerocia nebo spletená vlákna (rizomorfy), či blanité útvary (syrocia). Nejpokročilejší typy hub vytvářejí nepravé pletivo (plektenchym), ze kterého jsou tvořeny plodnice nebo jiné kompaktní struktury. (Jablonský, Šašek 2006)

Mezi houby patří i plísně vyrostlé na vlhkých potravinách či na ovoci, nebo kvasinky, bez nichž by nebyl chléb, pivo ani víno. Houby však mohou být i původci nemocí člověka, zvířat a rostlin. Na druhé straně antibiotika získaná z hub jsou těžko nahraditelným prostředkem při léčení infekčních nemocí a představují jeden z nejdůležitějších objevů medicíny 20. století. S houbami se setkáváme prakticky všude. (Klán 1989)

Houby byly dříve řazeny mezi rostliny, ale dnes se považují za samostatnou říši. Na rozdíl od rostlin nemají houby chlorofyl a nejsou proto schopné využívat energii slunečního záření k tvorbě organických molekul. Jsou heterotrofní – přijímají živiny ve formě organických látek. Houby rozkládají organické složky vně své stélky tím, že do nejbližšího okolí vylučují hydrolytické enzymy, které štěpí substrát na menší části. Ty jsou absorbovány dovnitř houbové stélky. Způsob výživy zodpovídá za charakteristický tvar stélky i za značnou závislost hub na vlhkém vnějším prostředí. Zásobní látkou u hub je především glykogen, tuky a sacharidy se transportují stélkou ve formě cukerných alkoholů a disacharidu trehalózy. Jednou z komponent buněčné stěny je chitin. (Jablonský, Šašek 2006)

Pro houby je charakteristická biochemická specializace s rychlým metabolitem a obnovováním. Houby nepřesahují počtem druhů počet rostlin ani počet živočichů na celé zeměkouli, ale na menším území (státu, podhoří apod.) je bohatství jejich druhů mnohem vyšší než u rostlin. Na světě existuje kolem 300 000 druhů hub, které především z důvodu snazšího porozumění dělíme na mikromycety, mající většinou mikroskopické rozměry, a na makromycety, které tvoří plodnice okem rozeznatelné. (Klán 1989)

## 3.2 Historie pěstování hub

Pěstování hub, ať už jako potraviny nebo pro léčivé účinky, má v mnoha lidských kulturách své zastoupení. Léčivé houby už používali staří Řekové, Číňané, Japonci a jihoameričtí Indiáni. Nejstarší zmínky o pěstování hub v Evropě pocházejí z Francie ze 17. století, kdy se mycelium volně vyskytujících se druhů sbíralo a přenášelo do předem připravených substrátů. (Stamets 2000) Tradičním centrem pěstování jedlých hub ve světě je jihovýchodní Asie, kde byla a v dnešní době stále je velká obliba dřevokazných hub. Zde se hlavně pěstují houževnatec jedlý (*Lentinula edodes*), několik druhů hlív, penízovka sametonohá, kukmák sklepní a několik dalších druhů. (Lepšová 2005)

## 3.3 Hlíva ústříčná – *Pleurotus ostreatus*

### 3.3.1 Používané názvy

Česky: Hlíva ústříčná

Latinsky: *Pleurotus ostreatus*

Anglicky: Oyster mushroom

Německy: Austernpilz

Japonsky: Hiratake

Čínsky: Ping gü

(Antonín a kol. 2013)

### 3.3.2 Systematika

Říše: Houby (Fungi)

Kmen: Stopkovýtrusné: (Basidiomycota)

Třída: Rouškaté (Agaricomycetes)

Řád: Pečárkotvaré (Agaricales)

Čeleď: Hlívovité (Pleurotaceae)

Rod: Hlíva (*Pleurotus*)

(Tejkal 2014)

### 3.3.3 Historie pěstování hlívy ústříčné

Hlíva se sbírá už po mnoha staletí. Hovoří se o ní v jedné z básní z období dynastie Sung (960 – 1279). Produkční pěstování začalo poměrně pozdě, a to teprve v polovině minulého století v Evropě (Maďarsko, Itálie). Odtud se pěstování postupně rozšířilo do

jihovýchodní Asie, až se v roce 2000 stala největším světovým producentem hlívy ústříčné Čína. (Valíček 2014)

### 3.3.4 Pěstované druhy hlív

V lužních lesích jižní Moravy roste hlívě ústříčné podobná hlíva miskovitá (*Pleurotus cornucopiae*) s klobouky plavě okrovými. Kromě toho se u nás setkáme rovněž s jedlou hlívou holubí (*Pleurotus columbinus*), s kloboukem šedomodře zbarveným a rostoucím hlavně na jehličnatých dřevinách, dále s jedovatou hlívou olivovou (*Omphalotus olearius*). Dalším druhem je hlíva plicní (*Pleurotus pulmonarius*), která má klobouky lasturovitého tvaru, bílé nebo našedlé barvy. Velmi chutné plodnice má hlíva máčková (*Pleurotus eryngii*), rostoucí například v jižní Evropě nebo střední Asii. (Valíček 2011)

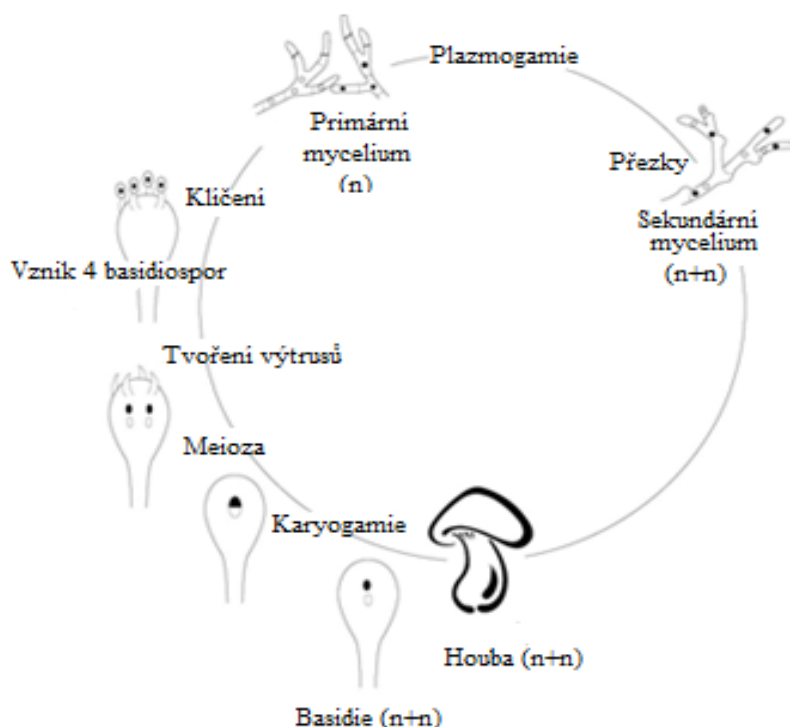
### 3.3.5 Popis

*Pleurotus* pochází z řeckého slova „pleuro“, které znamená mimo střed nebo rostoucí z boku, poukazuje na umístění třeně vzhledem ke klobouku. (Stamets 2000) Tato houba dostala druhové jméno podle plodnic, které připomínají tvarem i zbarvením větší ústřice. (Kotlapa a kol. 2003)

Je to dřevokazná lupenitá houba. Klobouk je masitý, 4 – 35 cm v průměru, hladký, lysý, v mládí klenutý s podvinutými okraji, později v podobě jazyka až vějíře s ostrým okrajem. Je zbarvený proměnlivě od bělavé barvy přes popelavě šedou, modrošedou, někdy s fialovým nebo zeleným nádechem, jindy až hnědočerným. Lupeny jsou středně husté, sbíhavé na třen, vysoké, barvy bílé až šedavé. Třen je velmi krátký, válcovitý, většinou postranní, tuhý, v místě přirůstání ke dřevu je plstnatě chloupkatý a kyjovitě zduřelý, bělavý. Někdy dokonce i chybí.

Dužnina je bílá, později bělošedá, vláknitá, dosti tuhá, chuť mírná, vůně houbová – chorošová, někdy i po rybách. Výtrusný prach bílý až šedavý, někdy i nafialovělý, výtrusy skoro válcovité, hladké, bezbarvé. (Svobodová 2008) Plodnice vyrůstají střežovitě nad sebou v trsech nebo jednotlivě. Hlíva je kosmopolitní rod. Vyskytuje se ve všech zeměpisných šířkách a vegetačních pásích obou polokoulí. Její podhoubí osidluje většinou dřevo listnatých stromů. (Jablonský a Šašek 2006)

### 3.3.6 Životní cyklus hlívy



(Obrázek číslo 1, Kang, 2004)

tělo houby → basidie ( $n + n$ ) – (buňka stopkovýtusných hub) → karyogamie - splynutí buněčných jader → meióza- buněčné dělení, během kterého dochází k produkci buněk se zredukovaným počtem chromozomů ( $2n \rightarrow 1n$ ) → tvoření výtrusů → vznik 4 basidiospor ( $n + n$ ) → klíčení → vznik primárního mycelia ( $n + n$ ) → plazmogamie (splývání cytoplazmy dvou buněk) → přezky → vznik sekundárního mycelia ( $n + n$ ).

### 3.3.7 Výskyt

Hlívy rostou na listnácích, nejčastěji na bucích, lípách, topolech, kaštanech a vrbách, některé se specializují jen na určité druhy dřevin. Stromy, které už byly v minulosti osídleny hlívou, jsou z lidského pohledu jakousi hlíví rodinou. Pokud je dobré počasí a ve dřevě je dostatek živin, hlíva vytvoří plodnice každoročně na podzim a někdy i na jaře. Z lupenů plodnice hlívy se uvolňují do vzduchu miliony výtrusů, každý jen s jedním buněčným jádrem a s polovičním počtem chromozomů. Výtrusy jsou roznášeny vzdušnými proudy. Většina

výtrusů nenajde vůbec vhodný podklad, aby mohla úspěšně vyklíčit a dokonce dát vznik novému jedinci. (Lepšová 2005)

### **3.3.8 Pěstování**

Hlíva ústříčná je vhodnou houbou jak pro domácí, tak i venkovní pěstování. Hlívu lze pěstovat na slámě, slaměných peletách, na dřevě i pilinách listnatých stromů. Těmito substráty houba rychle prorůstá a pěstitelský cyklus se zkracuje. Intenzivně se používají ve velkých pěstírnách. (Lepšová 2005) Na pěstování hlívy je nejlepší žitná nebo pšeničná sláma. Můžeme přidat i drcená kukuřičná větvena, kukuřičnou slámu, vojtěškové seno či pšeničné otruby. (Váňa 2003) Hlíva ústříčná efektivně využívá substrát. Je schopná plodit na jednosložkovém substrátu, proniká rychle slámou, toleruje vysokou hladinu obsahu oxidu uhličitého a produkuje hojnou úrodu během krátkého časového období. Tyto vlastnosti činí z hlívy ideální houbu pro domácí pěstování. (Stamets 2000)

#### **3.3.8.1 Pěstování na slámě**

Pro tento způsob pěstování využíváme dobře skladovanou suchou slámu i všechny přísady, které nesmí být plesnivé a které nebyly osídleny jinými houbami. (Váňa 2003) Vhodná sláma by neměla být zašedlá nebo dokonce začernalá. Do slámy se někdy přidává 20% bobové nebo řepkové slámy. Je možné přidat i 10 % pšeničných otrub. Do substrátu se pokusně přidávají odpady z potravinářského průmyslu, např. mláto. Obohacení substrátu přispívá živinami, ale zvyšuje tím riziko výskytu konkurenčních hub a drobného hmyzu. (Lepšová 2005) Slámu nařežeme na 3 – 5 cm a propaříme nad horkou párou při 100 °C. Vhodné jsou balíky slámy o velikosti 60 x 40 x 30cm. Místo balíku můžeme použít přepravky z plastické hmoty nebo polyetylenové pytle. Pytle se plní 25 až 30 kg osázeného substrátu. Jakmile substrát proroste, můžeme pytle stavět na sebe do plodících stěn až do výšky dvou metrů. Objemnější pytle a přepravky vyžadují mechanizaci pro lepší manipulaci. (Lepšová 2003) Substrát očkujeme malými kousky sadby, a to jak vevnitř, tak při povrchu. Na jeden balík slámy přijde asi 1 litr sadby. Substrát uložíme při stálé pokojové teplotě ideálně 20 °C. (Váňa 2003) Velikost pěstebních nádob by se měla zvolit tak, aby se substrát nepřehříval. Podhoubí hlívy ústříčné totiž hyne při teplotách blízkých 30 °C nebo vyšších. (Lepšová 2005) Podhoubí hlívy se vytvoří asi po šesti týdnech. Fólii poté na několika místech prořežeme. Nejlepší je vykrojit malé půlměsíčky a umístit do stínu na dostatečně provzdušněné místo.

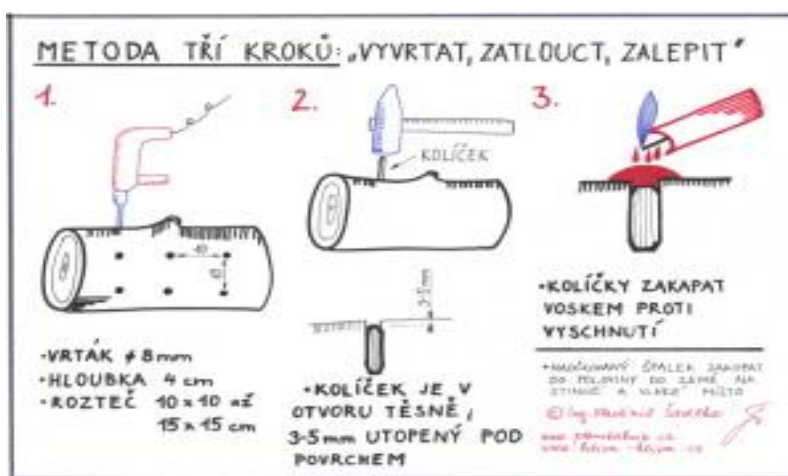
Růst hlívy trvá 10 – 12 týdnů. Pytel plodí tak dlouho, dokud jeho obsah nezměkne a nezačne se rozkládat, což v závislosti na teplotě trvá 1 – 2 měsíce. (Jablonský, Šašek 2006) Z 1m<sup>2</sup> substrátu vyroste za desetidenní cyklus asi 10 kg plodnic. (Klán 1989) Zbylý vyplozený substrát můžeme použít jako krmení pro domácí zvířectvo (skot, kozy aj.). (Váňa 2003)

### 3.3.8.2 Pěstování na dřevě

Pro toto pěstování používáme špalky listnatých stromů o průměru 20 cm. Délka není důležitá, ale většinou se dřevo krátí na 50 cm pro lepší manipulaci. Dobře se také hodí pařez. Volíme dřevo čerstvější, nejvíce rok staré. Nepoužíváme dřevo staré, suché, nahnilé nebo bez kůry. Špalek namočíme na dva dny do vody, ať se pořádně napije. Podhoubí to ocení – nemusí se trápit v suchém dřevě a rychleji a lépe prorůstá. Pařezy se máčet nemusí, většinou jsou od zeminy dost vlhké. Hlíva dobře a bez problémů roste i na dřevě čerstvě pokáceném. (Šavelka 2014) Z 1m<sup>3</sup> dřeva se sklídí až 200 kg za rok. (Klán 1989)

#### Postup metody tří kroků

Používáme kolíčkovou sadbu. Potřebujeme vrtačku, vrták se stejným průměrem jaký má očkovací kolíček, kladívko a svíčku. Vyvrtáme do dřeva otvory příslušného průměru a zároveň hlubší o 3 – 5 mm. Vrtáme v místech, kde je kůra. Vzdálenost otvorů má být 10 – 15 cm. Důležité je, aby otvory na špalku byly rovnoměrně rozmístěné. Očkovací kolíčky zatlučeme až na dno vyvrtaných otvorů, měly by být utopené. Kolíčky zakapeme voskem – vznikne voskový špuntík. Ten chrání podhoubí před vyschnutím. (Šavelka 2014)

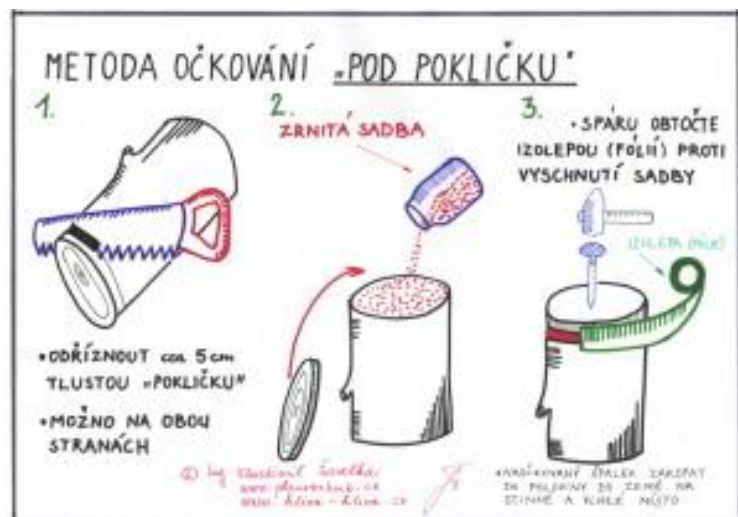


Obrázek č. 2 (hliva-hliva.cz)



### Metoda „pod pokličku“

Používáme klasickou zrnitou sadbu. Potřebujeme motorovou pilu, hřebík, kladivo, fólii nebo lepicí pásku. Odřízneme z kraje špalku asi 5 cm tlustou pokličku. Sadbu rozmělníme na menší hrudky a rozprostřeme na řeznou plochu. Sadbu přiklopíme zpátky pokličkou a přibijeme hřebíkem. Řeznou spáru obalíme fólií nebo lepicí páskou, tak se zabrání vysychání sadby. Špalek touto metodou můžeme očkovat z jedné nebo obou stran. (Šavelka 2014)



Obrázek č. 3 (hliva-hliva.cz)

### Metoda sekyrková – nouzová metoda očkování

Potřebujeme sekyrku, drát nebo provaz, a fólii. Rozštípeme špalek na dvě části. Mezi ně nasypeme zrnitou sadbu a připevníme drátem. Spáru obalíme páskou nebo fólií. (Šavelka 2014)

### **3.3.9 Choroby a škůdci hlív**

V intenzivní kultuře jsou pro hlívu největším nebezpečím konkurenční houby, zejména zelené plísňe. Kromě plísni je to kustřebka zední, která vytváří na konci kultury hlívy plodnice béžové barvy a boltcovitého tvaru. Ochranou je především výběr vhodné suroviny, dodržení pasterizační teploty při přípravě substrátu, respektování zásad hygieny při sázení a následné ošetření. Při velké vlhkosti se na plodnicích objevují oranžovohnědé skvrny – bakteriózy, kterou působí bakterie rudo Pseudomonas. Proto je důležité dodržovat relativní vzdušnou vlhkost v žádoucím rozmezí. V zimě není vhodné příliš dlouho větrat – kondenzace vodních par na povrchu plodnic je příležitostí pro rozvoj bakteriálního parazita i během zimy.

Dále nejsou dobré zaschlé plodnice, které žloutnou nebo hnědnou. Příčinou je snížená relativní vzdušná vlhkost v době růstu plodnic a plodnice se přestane vyvíjet. Pokud vlhkost kolísá, pak zaschlé plodnice mohou být při přebytku vody později napadeny bakteriózou. (Jablonský. Šašek2006)



(Michael Wood, mycoweb.com)

### **3.4 Outkovka pestrá – *Trametes versicolor***

#### **3.4.1 Používané názvy**

Česky: Outkovka pestrá

Latinsky: *Trametes versicolor*

Anglicky: Cloud mushroom

Čínsky: Yunzhi

Japonsky: Kawaratake

(Antonín a kol. 2013)

#### **3.4.2 Systematika**

Říše: Houby (Fungi)

Kmen: Stopkovýtrusné (Basidiomycota)

Třída: Rouškaté (Agaricomycetes)

Řád: Chorošotvaré (Polyporales)

Čeleď: Chorošovité (Polyporaceae)

Rod: Outkovka (*Trametes*)

### 3.4.3 Historie pěstování Outkovky

Tato houba je považována za poklad mezi rostlinami tradiční čínské medicíny. V Číně se nazývá „Tráva Říše nebes“ nebo také „Královská houba“. Její užívání bylo v minulosti pouze výsadou císařů a obyvatel císařských paláců, neboť prodlužovala život, posilovala lidské tělo. Anglické jméno „krocaní ocas“ vychází z její mnohobarevné plodnice. (Valíček 2014)

### 3.4.4 Léčivé účinky:

Extrakty z outkovky se v Japonsku ordinovaly proti zhoubným nádorům, v Číně při léčbě žloutenky typu B a C a rakoviny jater. Předepisovaly se i pro posílení tělesné konstituce a chronicky nemocným pacientům. V Mexiku se s ní léčí různé druhy plísní, lišej ve vousech, ekzémy, mykózy a loupání pokožky. (Váňa 2003) Outkovka obsahuje glykoprotein PSK nazývaný také krestin pocházející z myceliální kultury vyšlechtěného kmene *Trametes versicolor* CM-101. Tato látka byla poprvé izolována v roce 1987 v Japonsku. Stala se velice oblíbenou látkou a to hlavně díky svým vysoce protirakovinným účinkům především v Japonsku a Číně, kde je povolena k podpůrné terapii nádorových onemocnění. (Antonín a kol. 2013) Dnes se outkovka užívá proti infekcím a zánětům horních cest dýchacích, močových cest a měchýře a trávicích orgánů. Pomáhá při léčbě nádorových onemocnění, žloutenky typu B a C, posiluje imunitu. Potlačuje následky chemoterapie, jako je nechutenství, bolesti, únava, sucho v ústech apod. Experimenty prokázaly účinnost výtažků i proti viru HIV. Z outkovky bylo izolováno antibiotikum účinné proti grampozitivním bakteriím. (Váňa 2003)

### 3.4.5 Popis

Outkovka pestrá, často zvaná „Kručí ocas“, roste celoročně poměrně hojně. Trsy plodnic nepravidelného okrouhlého tvaru mnoha barev má pochybnou poctu být jediným členem lesní houbové drůbeže. Je to nejčastější houba v severoamerických lesích. Najdeme ji prakticky všude, kde se rozkládají mrtvé pařezy listnatých stromů, občas také na jehličnatých stromech. Barva plodnice je velmi variabilní, ale má tendenci zůstat ve světlých, hnědých, skořicových a červenohnědých odstínech. (Kuo, M 2005) Roste velmi hojně téměř po celý rok

na odumřelých kmenech, větvích a pařezech listnáčů (buky, duby, břízy, habry apod.) Plodnice vytrvávají přes zimu. Outkovka pestrá je nejedlá. (Kotlaba a kol. 2003)

Plodnice jsou jednoleté, kloboukaté a většinou střechovitě nad sebou uspořádané, vzácněji polorozlité. Klobouk je široký přibližně 20 – 80 mm, ledvinovitý až vějířovitý, plochý, plstnatý, hedvábně lesklý. Ve stáří téměř olysávající, šedě, okrově červenohnědě, hnědě modravě nebo černě pásovaný, ve stáří až černavý, na okraji v mládí bělavě okrový. (Antonín a kol. 2013); Plodnice jsou v kuchyni nevyužitelné, ale mají velmi dekorativní vzhled. (Váňa 2003);

### **3.4.6 Pěstování**

Outkovka pestrá (*Trametes versicolor*) se pěstuje jako nejedlá houba na výrobu doplňků stravy několika způsoby. Můžeme pěstovat plodnice houby, mycelium, na pevných substrátech, kterými mycelium proroste, nebo submersně v živných roztocích. Pro získání plodnic lze houbu pěstovat tradičním způsobem na špalcích dřeva, na pařezech nebo na sypkých substrátech. Sypké substráty vhodné pro outkovku se skládají z pilin listnatých stromů obohacených o pšeničné otruby nebo o semena různých plodin, jako je slunečnice, kukuřice a len. Sypký substrát se dá také připravit z pilin smíchaných s jemně nadrcenou slámou. Tato směs se promíchá a doplní vodou na vlhkost 66 – 68 % a naplní do sáčků odolných vůči vysokým teplotám a sterilizuje se při teplotě 121 °C. Potřeba sterilace substrátu brání jeho přípravě doma. Substrát se po sterilizaci naočkuje sadbou a podhoubí jej rychle kolonizuje, nejlépe při 20 – 24 °C. Bloky substrátu jsou prorostlé během 40 dnů. Rychlost růstu mycelia outkovky je srovnatelná s růstem mycelia hlívy. Plodnice se vytvářejí při teplotách 20 – 24 °C při relativní vlhkosti 85 – 90 %. V sáčcích s prorostlým substrátem z boku prořízneme otvory, těmi v průběhu 2 – 3 týdnů vyrážejí plodnice. Na našem trhu můžeme nalézt doplňky stravy z outkovky. Mycelium houby je napěstované na zrnů obilovin. Biomasa se spolu se zbytky obilovin usuší, pomele a zpracuje do tablet či kapslí. Pro extrakci účinných látek se produkuje mycelium houby submersně v biotechnologických provozech v tekuté živné půdě. (Antonín a kol. 2013)

### **3.4.7 Další pěstované druhy**

U nás rostou i další druhy, např: příbuzná outkovka pásová (*Trametes multicolor*), nebo outkovka hrbatá (*Trametes gibbosa*), která se objevuje po celý rok na mrtvém dřevě

a pařezech listnatých dřevin. Na stejném místě se může objevit i outkovka francouzská (*Trametes gallica*). Z řady druhů je třeba zmínit i outkovku chlupatou, která má ochlupení na povrchu klobouku. V Číně, v provincii Chbej, roste v medicíně rovněž vyžívaný druh outkovka Dickinsova (*Trametes dickinsii*). (Valíček 2014)



([www.medicalmushroom.net](http://www.medicalmushroom.net))

### **3.5 Lesklokorka lesklá – *Ganoderma Lucidum***

#### **3.5.1 Používané názvy**

Česky: Lesklokorka lesklá

Latinsky: *Ganoderma lucidum*

Německy: Glänzender Lackporling

Anglicky: Reishi

Čínsky: Lingzhi nebo ling Zhi

Japonsky: Reishi nebo mannentake

(Antonín a kol. 2013)

#### **3.5.2 Systematika**

Říše: Houby (Fungi)

Kmen: Stopkovýtrusné (Basidiomycota)

Třída: Rouškaté (Agaricomycetes)

Řád: Chorošotvaré (Polyporales)

Čeleď: Lesklokorkovité (Ganodermataceae)

Rod: Lesklokorka (Ganoderma)

(nasehouby.cz)

### 3.5.3 Historie

Tato houba je známa po celou dlouhou čínskou historii, nejméně však 4 000 let, má tedy značnou tradici a získala si pověst posilujícího prostředku, jehož účinky jsou obdobné jako u ženšenu. Kdo ji užívá, dožije se nejen vysokého věku, ale bude navíc i sexuálně zdatný. Dokonce se věřilo, že může přivést k životu i mrtvého, odtud je její další název, „houba nesmrtelnosti“. Byla vyhledávána králi, ale také oslavována básníky. V Číně ji považují za všelék a prostředek prodlužující život. Popisuje ji již slavný Žlutý císař Huangdi, vládnoucí v letech 2697 – 2597 před Kristem ve své knize Vnitřní kniha Žlutého císaře, která je považována za základní dílo čínské medicíny. V Číně, Japonsku a Koreji je houba natolik oblíbená, že se v domácnostech pěstuje v okrasných nádobách, obdobně jako bonsaje. (Valíček 2014) Lesklokorku předepisovali lékaři především proti chronické žloutence, vysokému krevnímu tlaku, astmatu a bronchitidě. Léčila se s ní nespavost, žaludeční obtíže a záněty kloubů a ledvin. (Váňa 2003)

### 3.5.4 Popis

Plodnice jsou jednoleté. Klobouk bývá 30 až 250 mm široký a do 30 mm tlustý, kruhovitý, vějířovitý nebo oválný, hladký, lesklý, hrbolatý, nekruhatý nebo soustředně brázditý. V mládí špinavě žlutavý, pak červenohnědý až kaštanově hnědý, ve stáří až skoro červenohnědý s tenkou kůrou na povrchu. (Antonín a kol. 2013) Plodnice stejného kmene citlivě reagují tvarem, leskem i zbarvením a hlavně obsahem hořkých látek na podmínky prostředí (osvětlení, teplota, vlhkost, větrání) Podle barvy se nazývají: Seishi (modrá barva), Sekishi (červená), Ohshi (žlutá), Hakushi (bílá), Shishi (fialová) a Kokushi (černá). Podle tvaru se nazývají Rokkakushi (parohovitě rozvětvené) Gyukakushi (nerozvětvený rohovitý tvar) nebo Unshi (oblakovitý tvar). (Jablonský, Šašek 2006) Mladá plodnice připomíná červený prst vyčnívající ze země, postupně roste do výšky a nakonec vytvoří 3 – 4 cm široký klobouk, nejprve korkovitý, později dřevnatý. (Váňa 2003)

Třeň je štíhlý, dlouhý 50 – 150 mm, o tloušťce 10 – 20 mm, excentrický nebo boční, tmavě kaštanově hnědý. Dužnina je zprvu žlutohnědá, později hnědá, na lomu plstnatá,

korkové konzistence a nepříjemné moučné chuti. Vůně dužniny je zatuchlá. Výtrusný prach je světle hnědý, výtrusy jsou vejčité. Kromě pohlavních spor – bazidiospor vytváří i vegetativní spory – mikrokonidie. (Jablonský, Šašek 2006)

Největší objevený exemplář měl třeň dlouhý 45 cm a klobouk 8 cm široký. V Belgii byla lesklokorka díky svému zajímavému a dekorativnímu vzhledu dokonce šlechtěna pro okrasné využití. (Váňa 2003)

### **3.5.5 Výskyt**

Lesklokorka lesklá roste v subtropickém pásmu, ale i v oblastech s mírným klimatem a je rozšířena na celé planetě. V našich klimatických podmínkách se houba vyskytuje ojediněle v létě a na podzim na kořenech listnatých stromů. (Jablonský, Šašek 2006) Můžeme ji najít v dubových a bukových hájích, občas i v parcích a zahradách. Roste na pahýlech a u pat živých kmenů olší, bříz, třešní, dubů, buků, modřínů a borovic. (Váňa 2003)

### **3.5.6 Pěstování**

Lesklokorka se používá už po tisíce let, ale až donedávna se sbírala pouze v přírodě. Historie jejího pěstování je poměrně krátká. Na začátku pěstování stál významný japonský odborník Shiegaki Mori, který po dobu 15 let vyvíjel postup pěstování lesklokorky na pilinách. Od 70. let minulého století vznikalo několik způsobů jejího pěstování, a to na špalcích, pilinových substrátech plněných do sáčků nebo plastových lahví a v poslední době se podhoubí kultivuje submerzně. (Antonín a kol. 2013)

#### **3.5.6.1 Pěstování na špalcích**

Pro tuto metodu pěstování používáme především dřevo dubů (*Quercus acutissima*, *Quercus serrata*). Lze použít i dřevo dalších listnatých dřevin, jako buk a habr. Stromy se mají kácet v době vegetačního klidu, protože čerstvé dřevo obsahuje 45 – 48 % vody, ale pro pěstování je třeba jen 39 – 40 % vlhkosti. Volí se kmeny a větve o průměru 15 – 20 cm. Dřevo se nařeže na špalky o maximální délce 25 cm a zbaví menších větví a trnů, aby nedošlo k poškození polypropylenových sáčků. Tyto sáčky jsou odolné teplotě sterilace a opatřené dýchací zátkou nebo mikrofiltrem vlepeným do sáčků. Uzavřené sáčky se sterilizují při teplotě 100 °C po dobu 10 hodin nebo při 126 °C v autoklávu po dobu 105 hodin. Do sáčku se

umístí 4 špalky. Sterilizované dřevo je očkováno 5 – 10 g sadby na jeden špalek. Velký význam má správný výběr kmene houby. Kmeny se liší nejen tvarem plodnic, ale i obsahem biologicky aktivních látek. Kvalitní kmeny pocházejí z Číny, Koreje a Japonska, mají na spodní straně části žlutě zbarvené póry. V Severní Americe lze nalézt výhradně kmeny s bíle zbarvenými póry. (Jablonský, Šašek 2006)

### 3.5.7 Léčivé účinky

Lesklokorka má protirakovinné účinky, snižuje tvorbu rakovinného nádoru indikovanou krevními kapilárami a žilami. Brání schopnosti nádoru růst. V současné době se extrakt z lesklokorky používá v komerčních léčivech. Lesklokorka působí také antivirově, reguluje kardiovaskulární aktivitu v boji proti chronické únavě, revmatoidní artritidě a pomáhá pacientům s diabetem. (Medicalmushrooms.net)



<http://ganodermaalucidumfacts.org/tag/sugar-balance/>

## 3.6 Ohňovec borový – *Phellinus pini*

### 3.6.1 Používané názvy

Česky: Ohňovec

Latinsky: *Phellinus*

Korejsky: Sang-hwang, případně sangmogi

Čínsky: Song gen

Anglicky: Black hoof fungus neboli případně Tree tongue

Japonsky: Meshima

(Antonín a kol. 2013)



### 3.6.2 Systematika

Říše: Houby (Fungi)

Kmen: Stopkovýtrusné (Basidiomycota)

Třída: Rouškaté (Agaricomycetes)

Řád: Kožovkotvaré (Hymenochaetales)

Čeleď: Kožovkovité: (Hymenochaetaceae)

Rod: Ohňovec (Phellinus)

(nasehouby.cz)

### 3.6.3 Popis

S houbou Phellinus se setkáváme na kmenech živých i odumřelých vrb u vod. Tato houba je hlavním parazitem borovic. Způsobuje ztrátu dřeva prostřednictvím rozkladu jádra živých stromů, což jiná houba nedělá. (Kuo M 2010) Kdysi se z něho dělala zápalná hubka. Plodnice jsou 5 – 20 cm široké, bokem ke dřevině přirostlé, kopytovité nebo polokruhovitě, velmi tlusté, ztuha dřevnaté, na povrchu hnědé až šedočerné, na řezu tabákově hnědé, s rezavohnědými, vrstevnatými rourkami. Rezavé tlustostěnné sety měří 12 – 20 x 5 - 7 μm, výtrusy jsou bezbarvé, hladké, skoro kulovité, 5 – 7 x 4,5 – 6 μm velké. (Kotlaba a kol. 2003) Klobouk je 3 – 30 cm široký, a 3 – 10 cm tlustý, v mládí plochý, plstnatý, rezavě hnědý, ve stáří kopytovitý nebo konzolovitý, tmavě hnědý až hnědo černý, na povrchu rozpraskaný se světle hnědým plstnatým okrajem. Dužnina má 5 – 15 mm, je hrubá, tvrdá, dřevnatá nebo korkovitá, na řezu většinou trojúhelníkového tvaru, rezavá až tmavě hnědá s patrnými staršími vrstvami rourek. Vůně je slabá a nenápadná. Chuť ohňovce je natrpklá. (O houbách.cz 2010)

### 3.6.4 Výskyt

Roste velmi hojně jako vytrvalý druh po celý rok především na kmenech živých i odumřelých vrb, jimž značně škodí, v mokřadech, na březích potoků, řek a rybníků. (Kotlaba a kol. 2003)

### 3.6.5 Pěstování

Plodnice léčivých druhů ohňovců se v přírodě vyskytují jen zřídka, a proto je jejich cena velmi vysoká. Z toho důvodu byl v Koreji vyvinut spolehlivý postup pěstování. Houba

nejlépe plodí na špalcích dřeva, ale pouze za předpokladu, že špalky byly sterilizovány. Dřevo k pěstování musí obsahovat alespoň 42 % vody. Po sterilizaci dvaceticentimetrových špalků při 120 °C po dobu 60 minut se do předem navrtaných otvorů naočkuje sadba na pilinách. Při teplotě 26 – 32 °C mycelium vrůstá do dřeva po dobu 5 – 6 měsíců. Prorostlé špalky se staví do jamek do půdy ve skleníku a z poloviny se zasypou zeminou, případně se zavěšují na konstrukce. Optimální pěstební podmínky pro vývoj plodnic jsou při teplotě 31 – 35 °C a vysoké relativní vlhkosti (70 – 90 %). První plodnice se objevují po 4 – 6 měsících, jejich vývoj trvá 60 – 90 dnů. Účinné látky se dají získat i z mycelia, které se pěstuje buď na sterilizovaném zrna obilovin, nebo v tekuté živné půdě. Po třicetidenní kultivaci zrno obroste mycelium houby. (Antonín 2013)



(mycoweb.narod.ru)

### **3.7 Houževnatec jedlý – (*Lentinula edodes*)**

#### **3.7.1 Používané názvy**

Česky: Houževnatec

Latinsky: *Lentinula edodes*

Čínsky: Xianggu

Japonsky: Shiitake

Korejsky: Pyogo

Vietnamsky: nam huong

Anglicky: Shiitake Mushroom, Chinese Black Mushroom

(Valíček 2014)

### 3.7.2 Systematika

Říše: Houby (Fungi)

Kmen: Stopkovýtrusné (Basidiomycota)

Třída: Rouškaté (Agaricomycetes)

Řád: Chorošotvaré (Polyporales)

Čeleď: Chorošovité (Plyporaceae)

Rod: Houževnatec (*Lentinus*)

(Ginns 1985)

### 3.7.3 Historie pěstování

Houba původně pochází z Japonska, Číny a jiných asijských zemí s mírným klimatem. Houževnatec je jednou z hub užívaných starověkými lékaři na císařských dvorech Číny a Japonska. Zmínka o této houbě se objevila v *Materia medica* již v roce 1309. Některé historické záznamy však ukazují, že v Japonsku byla užívána přinejmenším už ve 2. stol. n. l. Wu Ri, významný lékař z čínské dynastie Ming, zařadil schopnosti houževnatce mezi houby zvyšující celkovou energii organismu a používané při nachlazení a pro odčervení. (Antonín a kol. 2013) První pokusy pěstovat tuto houbu pocházejí z 10. století z Číny. Byl to významný čínský lékař WU Shui, žijící v období dynastie Ming (1368 – 1644 n. l.), který o této houbě uvedl, že je schopna uchovávat zdraví a životní sílu. Pro své mimořádné léčivé účinky je houževnatec také nazýván elixírem života nebo houbou dlouhověkosti, a byl určen pouze pro císaře nebo jeho rodinu. Sběr byl střežen vybranými samuraji. I když pro ostatní svět byla houba objevena až v minulém století, v současnosti zaujímá druhé místo, pokud jde o produkci a spotřebu, a to hned po žampionech. (Valíček 2014)

### 3.7.4 Obsah látek

Houževnatec je vynikající jedlá houba s nezaměnitelnou chutí a vůní připomínající česnek. Je hodnotným zdrojem proteinů, draslíku, zinku, vápníku, železa, hořčíku a fosforu, což jsou látky důležité pro udržení rovnováhy v imunitním systému. Je bohatá i na polysacharidy a bílkoviny s esenciálními aminokyselinami (v sušině až 14 %) – jejich denní potřebu pokryje 40 g houževnatce. Dále obsahuje vitamíny B1, B2 a vysoké množství

vitamínu D. (Váňa 2003) Plodnice obsahují asi 20 % bílkovin a v nich všech osm pro lidský organismus nepostradatelných esenciálních aminokyselin, zvláště leucin, lysin a bílkoviny albumin, prolamin. Dále jsou přítomna asi 2 % tuku, 4 % sacharidů. Významné jsou i dva glykoproteiny, a to LAM a LAP. (Valíček 2014)

### 3.7.5 Popis

Houževnatec žije na mrtvých spadlých kmenech dubů, buků a kaštanů. (Váňa 2003) Plodnice houževnatce mají klobouk o průměru 5 – 12 cm. Klobouk je světle hnědý až tmavohnědý s červenohnědým nádechem a tmavším středem. Pokožka klobouku bývá často šupinatá. Lupeny jsou bělavé, později světle růžové s hnědými skvrnami. Třeň je 3 - 5 cm dlouhý, 5 – 15 mm tlustý, na povrchu porostlý světlými šupinami. Dužnina je pevná, bílá, s příjemnou houbovou chutí. Podle vzhledu plodnic rozdělujeme houževnatce na dva základní typy. První typ, „donko“, má silnější dužninu, výrazně rozpraskaný povrch klobouku a je pro své vlastnosti považován za kvalitnější a dražší. Druhý typ, zvaný „koshin“, má klobouk se slabší dužninou a méně rozpraskaným povrchem. (Jablonský, Šašek 2006)

### 3.7.6 Pěstování

Největšími pěstiteli houževnatce jsou Čína, Japonsko, Jižní Korea a Tchaj-wan. Houževnatce můžeme pěstovat na dřevěných špalcích i doma. Používáme špalky bukové, dubové, kaštanové, březové a olšové. (Váňa 2003) Dále ji můžeme pěstovat na sterilizovaných pilinách, řezané slámě a drcených kukuřičných větenech. (Valíček 2014)

Houževnatec se pěstuje výjimečně ještě starým způsobem na klátech tvrdého dřeva listnáčů řádu Fagales, ale častěji na sypkých substrátech připravených z pilin listnatého dřeva a obohacených otrubami, případně obilními šroty. Kláty se očkují sadbou na kolíčcích nebo na pilinách do navrtaných otvorů a sadba v nich se chrání před vysycháním buď zalepením voskem, nebo se celé kláty balí do tenké fólie. Ve dřevě se musí v průběhu prorůstání myceliem houby udržet vysoká vlhkost. Podhoubí prorůstá dřevem 7 – 10 měsíců v teplotě 15 – 20 °C. V této době tvoří podhoubí na povrchu klátu hnědou krustu, která chrání dřevo před vysycháním. Podhoubím prorostlé kláty se staví do řad ve stinných hájích, pod přístřešky či

v pěstírnách. Kláty se chrání před přímým sluncem a podle potřeby se mlží. Ve volné přírodě navazuje nasazení plodnic období silných dešťů. (Antonín a kol. 2013)

### 3.7.7 Další pěstované druhy

Houževnatec tygrovaný (*Lentinus tigrinus*), je známý mimo jiné v Malajsii, ale roste i u nás. V Africe patří k oblíbeným jedlým druhům Houževnatec šupinkatý (*Lentinus squarrosulus*). (Valíček 2014)



(<http://freshcropmushrooms.com.au>)

## 4. Technické využití hub

Mykolog Phillip Ross nepoužívá houby jako potravinu, místo toho používá substráty pro kultivaci hub jako stavební materiál. Domnívá se, že substrát prorostlý myceliem po sušení může být ohni i vodě odolným stavebním materiálem. Vysušené mycelium má pozoruhodnou konzistenci, která ho dělá silnějším. Zajímavou informací o podhoubí je, že může být použito k vytvoření prakticky čehokoli. Cihla z hub po vyschnutí se stává mimořádně tvrdou a lehkou. Podhoubí hub má potenciál se stát náhradou za mnohé materiály vyráběné z ropy a plastů. (Boyer 2014)

Substráty hub se mohou použít jako náhrady za velmi oblíbený polystyren, který znečišťuje životní prostředí. Substráty z hub se v přírodě odbourávají.



Firma Ecovative Design vyrábí nejrůznější produkty na bázi houbových mycelií od obalů až po stavební materiály. Firma používá odpad z produkce bavlny, konopí, slupky z rýže, pohanky a ovsu. Tento odpad je vysterilizován, smíchán s živinami a zchlazen. Poté se směs inokuluje čistým myceliem houby, které během několika dnů vytvoří v materiálu hustou síť vláken. Poté je vysušen. (Bárta 2013)

## 5. Obaly z celulózy

Celulóza je polysacharid sestávající se z beta-glukózy. Jednotlivé glukózové jednotky tvoří řetězce, které jsou nerozpustné ve vodě. Je hlavní stavební látkou rostlinných buněčných stěn. Podílí se na stavbě sekundárních buněčných stěn rostlin. Je nejrozšířenějším biopolymerem na zemském povrchu, ročně jí vzniká až  $1,5 \times 10^9$  tun. Termín celulóza se velmi často nesprávně používá pro označování papírenského polotovaru, jenž je směsí celulózy, hemicelulózy a zbytků ligninu - pro nějž papírenský průmysl používá termín "buničina". Přírodní celulóza je na celém světě k dispozici prakticky v neomezeném množství. Celulóza se izoluje ze dřevin odstraněním ostatních složek (hemicelulóza, lignin, oleje atd.), z velké části je získávána z lesních probírek. Tímto les dostává prostor pro dýchání a růst, čímž je podporována jeho regenerace. Je možno ji také extrahovat z pšenice a obilnin.

### Výhody celulózových obalů

- Celulóza je dostupná v neomezeném množství, třeba i ze zbytků obilnin nebo dřevin, čímž, oproti běžnému spalování, nepředstavuje ekologickou zátěž pro naši Zemi.
- Je rozložitelná na biomasu a humus díky působení půdních bakterií a jiných živočichů.
- Výrobky z ní jsou dodatečně potaženy vrstvou škrobového povlaku, aby lépe odolávaly vyšším teplotám, čímž se vyrovnají běžným kelímkům z papíru potažených voskem.
- Právě díky kombinaci celulózy a škrobů jsou celulózové obaly rozložitelné a kompostovatelné. (Běžné kelímky na horké nápoje potažené voskem se rozkládají podstatně hůře a mnohem delší dobu.)

- Dají se zkompostovat v domácích zahradních kompostérech.
- Díky své odbouratelnosti se v prostředí za poměrně krátkou dobu rozloží a neznečišťují tak světové ekosystémy, jako jsou řeky, moře a oceány.
- Vhodné pro alergiky, astmatiky, malé a dospívající děti, kojící a těhotné ženy.
- Ekologické – přátelské k životnímu prostředí.
- Výrobky z ní jsou voděodolné, pevné, odolné vůči vysokým teplotám, chuťově neutrální, zdravotně nezávadné a certifikované k použití v potravinářství.  
(www.eko-plasty.cz)

## 6. Stavební materiály

Stavební materiály jsou základní součástí všech stavebních konstrukcí a ve většině případů rozhodují o vlastnostech, použitelnosti, kvalitě konstrukce i celé stavby. Jako stavební materiály jsou používány téměř výlučně pevné látky, v nichž jsou jednotlivé částice uspořádány pravidelně a zaujímají vůči sobě stejné rovnovážné polohy. Stavební hmoty rozdělujeme na makrostrukturní a mikrostrukturní. Makrostrukturní se skládají ze součástí rozlišitelných pouhým okem, nebo za použití optického rozlišení. Za mikrostrukturní hmoty se zpravidla považují takové, velikost jejichž částic se pohybuje v rozmezí  $\mu\text{m}$  až základní mříž vystavěnou z molekul, atomů či iontů. Materiál se skládá z pevné směsi, vyztužené látky a vícefázové látky. Stavební materiál musí splňovat tyto vlastnosti: **Měrná hmotnost** – hmotnost objemové jednotky látky bez dutin a pórů. **Objemová hmotnost** - hmotnost objemové jednotky látky včetně dutin a pórů.

**Mezerovitost** – poměr objemu mezer mezi zrny v celkovém objemu kameniva. **Sypná hmotnost** – hmotnost objemové jednotky látky včetně dutin a pórů a mezer mezi látkami. Může být sypná nebo setřesená. **Pórovitost** – je podíl objemu dutin a pórů v celém objemu látky. **Hutnost** – vypočte se vzorcem:  $H = (1-P) \cdot 100\%$ . **Vlhkost** – je množství volné nebo fyzikálně vázané vody v pórovité nebo i mezerovité stavební látce. **Nasákavost** – je schopnost kapilárních sil vody vnikat působením hydraulického tlaku do kapilár a propojených pórů. **Vzlínavost** – je charakterizována rozdílem výšky hladiny vody, ve které je látka ponořena a výšky hladiny vody v látce, která vzniká při rovnováze kapilárních sil v kapilárách zemskou gravitací. **Vodotěsnost** – je hodnotou propustnosti a vyjadřuje množství vody a přetlak, při kterém projde určitým profilem látky. **Síla** – je mírou vzájemného

působení hmotných objektů jako příčina změn jejich pohybových vztahů. **Tíha** – je síla, kterou těleso působí v tíhovém poli země statisticky na jiné těleso. (<http://media1.mypage.cz>)

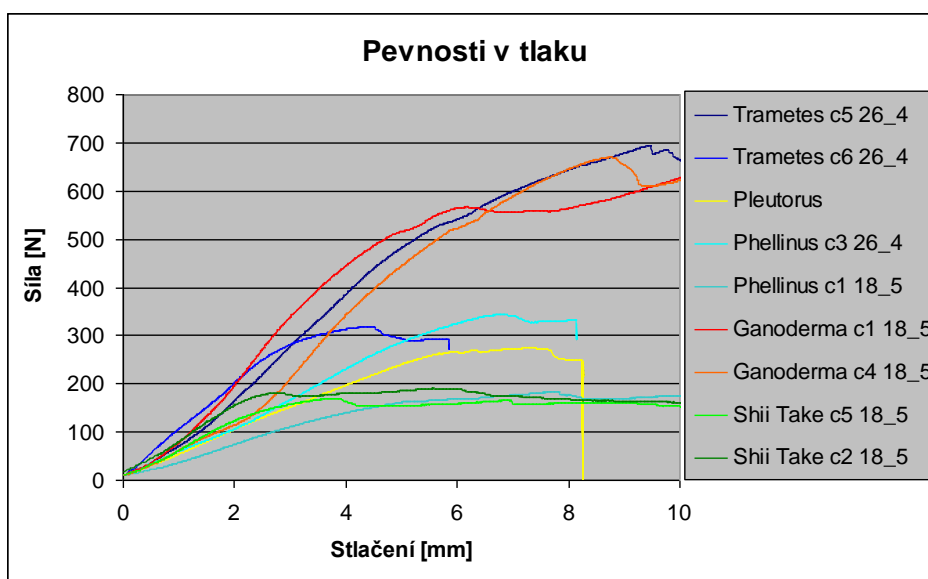


## Praktická část

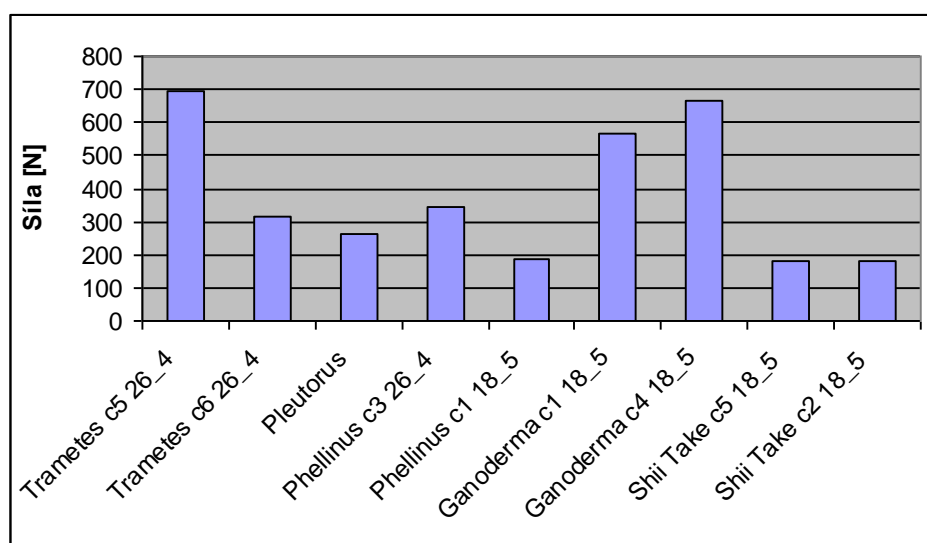
### 7. Materiál a metody

#### 7.1 Testování pevnosti v tlaku

K měření pevnosti tlaku jsme použili kolonizované bloky substrátu o velikosti 126 x 120 mm válcového tvaru. Bloky jsme vložili mezi ocelové desky, které stlačovaly bloky o různé síle (N) až do rozdrcení vzorku.



Graf znázorňuje sílu v závislosti na stlačení)



(Graf znázorňuje sílu, která byla za potřebí k rozdrcení vzorku)

### **Pevnost v tlaku**

Pěnové sklo – 0,7 – 1,6 MPa

Polyuretan – 0,1 – 3 MPa

Skelnatá vata – 0,01 – 0,07 MPa

### **Kategorie pevnosti v tlaku**

1) Kategorie CSI – 0,4 – 2,5 MPa

2) Kategorie CSII – 1,5 – 5 MPa

3) Kategorie CSIII – 3,5 – 7,5 MPa

4) Kategorie CSIV – min. 6 MPa

[www.kpvsystem.cz/strojni-omitky-fasady.html](http://www.kpvsystem.cz/strojni-omitky-fasady.html)

## **7.2 Měření tepelné vodivosti**

Jedním ze způsobů používaných při stanovení součinitele tepelné vodivosti je měření přístrojem podle Dr. Bocka. Měření je založeno na průchodu stacionárního toku tepla z měřicí topné desky do desky kompenzační zkoušeným deskovitým fragmentem vzorku. Měřicí topná deska je zabudována do desky kompenzační, která je temperována na stejnou teplotu jako měřicí topná deska a tím se eliminují tepelné ztráty do okolí mimo vzorek. Při ustáleném (stacionárním) tepelném toku, kdy teploty měřicí topné desky a desky kompenzační jsou stejné (teplotní spád mezi nimi je nulový), může tepelný tok z měřicí topné desky procházet pouze a jen měřeným materiálem k chladicí desce.

Kompenzační deska je temperována na stanovenou teplotu protékající vodou z termostatu a rovněž tak i deska chladicí je temperována protékající vodou z druhého termostatu. Měřicí topná deska je otápěna elektrickou energií a množství spotřebované elektrické energie za časový interval je registrováno. Z množství tepla dodaného měřicí topnou deskou za časovou jednotku, tloušťky vzorku, teplotního spádu na vzorku a individuální konstanty přístroje se vyjádří hodnota součinitele tepelné vodivosti zkoušeného materiálu.

## 7.2.1 Postup měření

1) Pro měření jsme použili deskových čtvercových vzorků o délce hrany 100 mm. Vzorek musí být na protilehlých plochách rovnoběžně zabroušen, aby desky přístroje těsně doléhaly k jeho povrchu. V případě nerovných povrchů by mezery mezi styčnými plochami ovlivnily výsledek měření.

2) Suchý připravený vzorek se vloží mezi desky přístroje, dbá se přitom, aby se při vkládání vzorku desky nepoškrábaly a aby doléhaly těsně na vzorek. Po uložení vzorku se měří výška vzorku (přitom je třeba zohlednit korekci na nulovou polohu mikrometrických šroubů). Přesahuje-li výška vzorku 50 mm, našroubují se na mikrometrické šrouby nástavce. Mikrometrickými šrouby se měří na "slabý doraz" a zaznamenají se. Po uložení vzorku se měřicí soustava zakryje izolační skříní.

3) Na zadní straně přístroje se otevře přívod vody. Množství protékající vody se řídí ventilem a udržuje v intervalu 0,5 - 1,0 dm<sup>3</sup>/min. Nastavení kontaktních teploměru v termostatech má být takové, aby rozdíl teplot mezi topnou a chladicí deskou byl asi 10 K, přičemž nastavení teploty na kontaktním teploměru pro chladicí desku musí být o 3 - 4 K vyšší než teplota chladící vody přitékající z vodovodu

4) Zapne se hlavní vypínač na rozvodné desce. Správný chod termostatů, stejná doba zapnutí a vypnutí elektrického okruhu v topném tělese se upraví potřebným průtokem chladící vody pomocí ventilu. Podobně se upraví stejná doba zapnutí a vypnutí elektrického okruhu v měřicí topné desce nastavením potřebného výkonu víceotáčkovým potenciometrem. Nastavení se seřizuje podle poměru časů digitálních stopky. Jsou-li zapnuty dlouho, znamená to, že měřicí topná deska není dostatečně vytápěna a je třeba stupeň výkonu zvýšit. Podobně je tomu i v opačném případě - při krátké době vyhřívání měřicí topné desky je třeba stupeň výkonu snížit. Po jisté době se teplota na styčných plochách vzorku vyrovná a tepelný tok ustálí.

Stacionární tepelný tok se projeví pravidelným chodem stopky, které se v pravidelných intervalech zastaví.

## Tepelná vodivost substrátu prorostlým houbami

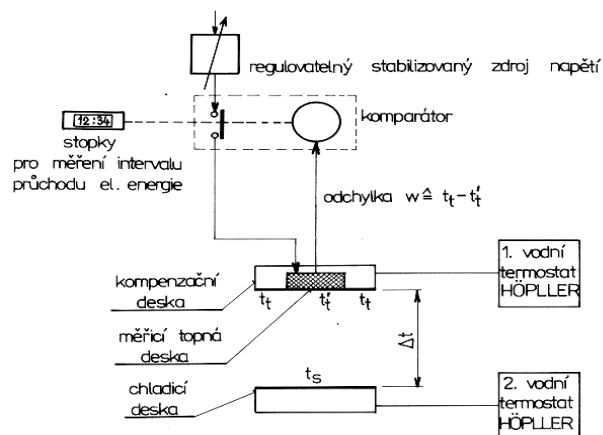
Název Houby	Součinitel tepelné vodivosti (W/m.K)
Phellinus	0,067
Trametes	0,07
Ganoderma	0,076
Lentinula	0,073
Pleurotus	0,0725

## Tepelná vodivost různých materiálů

Materiál	Součinitel tepelné vodivosti (W/m.K)
Konopná izolace	0,038 – 0,040
Sláma	cca 0,050
Dřevovláknitá deska	0,038 – 0,043
Celulóza	0,037 – 0,042
Korkové desky	0,064
Pěnový polystyren	0,033 – 0,044
Dřevo měkké kolmo k vláknům	0,18

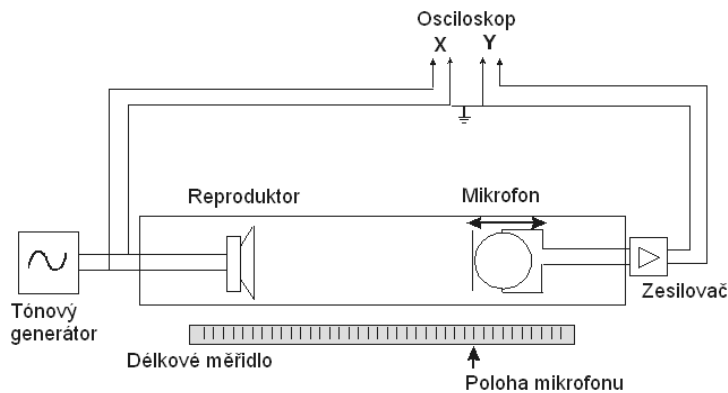
www.prirodnstavba.cz

## Funkční schéma Bockova přístroje



## 7.3 Stanovení zvukové pohltivosti

K měření činitele zvukové pohltivosti se nejčastěji používá měřicí soustava s názvem Kuntova trubice.



### 7.3.1 Postup měření

Měření se provádí při teplotě  $20 (\pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  a tlaku  $101,3 (\pm 2,7) \text{ kPa}$ . Vzorek materiálu se do držáku vloží bez deformací tak, aby rubová strana přiléhala na píst (dno) držáku a lícová strana souhlasila s rovinou konce trubice. Potom se zapnou přístroje. Na generátoru se nastaví žádaný kmitočet a posune se akustickou sondou do vzorku. Stanoví se akustický tlak v nejbližší kmitně a uzlu stojaté vlny. Nejdříve se nalezne kmitna akustického tlaku a při odpovídajícím zesílení se na analyzátoru nastaví výstupní napětí  $U_{max}$  na plnou, nejvyšší možnou výchylku voltmetru. Tím se zjednoduší výpočty a umožní se okamžité porovnání výsledků měření na sousedních kmitočtech.

Pak se pohybem sondy směrem ke vzorku nalezne uzel akustického tlaku. Velikost posuvu měřicí sondy je možné odvodit z aktuální frekvence akustického zdroje, který určuje velikost vlnové délky akustické vlny (posun o  $\lambda/4$ ). V uzlu odečteme napětí na voltmetru  $U_{min}$  na tři platná místa (při malých hodnotách je nutné zvýšit citlivost měřidla). V případě, že je nejbližší ke vzorku kmitna, posunujeme sondou v opačném směru.

Protože se při výpočtu používá poměr akustických tlaků, není třeba stanovit jejich absolutní hodnoty a postačí přečíst jen jim úměrná elektrická napětí

Hz/druh	Ganoderma	Phellinius	Trametes	Pleutorus
100	0,303004798	0,244562844	0,352625119	0,274348422
200	0,430901816	0,734618916	0,475624257	0,624349636
400	0,274348422	0,798151649	0,274348422	0,655076846
800	0,357113871	0,536685262	0,734618916	0,624349636
1600	0,757406995	0,9375	0,876552228	0,9375
3200	0,9449779	0,888888889	0,955004591	0,9449779
6400	0,998263889	0,998263889	0,992438563	0,997229917

Tabulka udává hodnoty součinitele zvukové pohltivosti v závislosti na frekvenci

### Zvuková pohltivost různých materiálů

Hz/Druh	Perforovaný sádrokarton	Koberec	Dlažba Linoleum	Neperforovaný sádrokarton	Beton	Dřevotřísková deska	Textil
250	0,7	0,2	0,02	0,1	0,016	0,25	0,31
500	0,75	0,05	0,05	0,05	0,019	0,1	0,49
1000	0,65	0,15	0,05	0,05	0,023	0,08	0,81
2000	0,6	0,3	0,05	0	0,035	0,05	0,66
4000	0,55	0,4	0,07	0	0,05	0,04	0,54

### Rozdělení zvukové pohltivosti do tříd.

Třída zvukové pohltivosti (podle ČSN EN ISO 11654)	Hodnoty $\alpha_w$	Třída pohltivosti (podle VDI 3755/2000)
A	0,90; 0,95; 1,00	velmi vysoko pohltivý
B	0,80; 0,85	velmi vysoko pohltivý
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75	vysoko pohltivý
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55	pohltivý
E	0,15; 0,20; 0,25	málo pohltivý
Není klasifikováno	0,05; 0,10	odrazivý

Zvuková pohltivost kolonizovaného substrátu je rozdílná podle frekvence. Se zvyšující se frekvencí se zvedá hodnota zvukové pohltivosti, čímž se zvyšuje třída pohltivosti.

## 7.4 Postup přípravy růstových zkoušek

Na tento pokus jsme potřebovali 2 kg slaměných pelet, zkumavky, sadbu hub a hliníkové víčko. Pro přípravu substrátu jsme použili slaměné pelety a horkou vodu o teplotě 100 °C v poměru 1:2. Horká voda je důležitá pro lepší rozpuštění pelet. Pelety s vodou jsme důkladně promíchali, aby všechny pelety byly rozpuštěné. Takto připravený substrát jsme

vložili do zkumavek a důkladně zavíčkovali, dali vysterylizovat do autoklávu při 121 °C. Po sterilizaci jsme nechali zkumavky vychladnout a naočkovali zrnitou sadbou. Vše, co jsme používali pro osázení, bylo důkladně omyto lihem a následně opáleno nad hořícím kahanem, aby nedošlo ke kontaminaci vzorku. Takto připravené vzorky jsme ponechali prorůstat ve tmě při teplotě 22 °C.

**7.4.1 Pokus č. 1** byl prováděn na houbách *Phellinus pini* a *Ganoderma lucidum*. Délka prorůstání byla 33 dnů. Měření probíhalo po 14, 21, 27 a po 33 dnech. Pokusy byly prováděny v nádobě vysoké 126 mm. Pokus byl založen 26. 4. 2012. Po 33 dnech byly už všechny vzorky kolonizované myceliem *Phellinus pini* prorostlé po celé nádobě. Zato vzorky kolonizované *Ganoderma lucidum* byly prorostlé už 27. den.

#### **Phellinus pini**

	číslo měření	osa 1 (mm)	osa 2 (mm)	osa 3 (mm)	osa 4 (mm)	Průměrná hodnota (mm)
vzorek č. 1	1	57	59	62	47	56
	2	75	75	79	66	74
	3	109	106	111	101	107
vzorek č. 2	1	64	58	60	60	61
	2	84	77	75	78	79
	3	111	112	110	115	112
vzorek č. 3	1	50	52	47	55	51
	2	66	64	63	72	66
	3	96	100	94	101	98

#### **Ganoderma lucidum**

	číslo měření	osa 1 (mm)	osa 2 (mm)	osa 3 (mm)	osa 4 (mm)	Průměrný přírůstek (mm)
vzorek č. 1	1	81	82	83	83	82
	2	102	98	102	105	102
vzorek č. 2	1	82	96	74	79	83
	2	100	117	98	101	104
vzorek č. 3	1	74	77	82	77	78
	2	94	97	100	99	98

Při třetím měření byl již všechen substrát ve zkumavkách plně prorostlý

**7.4.2 Pokus č. 2** byl prováděn na houbách *Trametes versicolor*, *Ganoderma lucidum* a *Lentinula edodes*. Celková délka prorůstání byla 27 dnů. Tento pokus byl měřen po 13, 19 a 27 dnech. Pokusy byly prováděny v nádobě o výšce 126 mm.

#### **Ganoderma lucidum**

	číslo měření	osa 1 (mm)	osa 2 (mm)	osa 3 (mm)	osa 4 (mm)	Průměrný přírůstek (mm)
vzorek č. 1	1	77	80	81	81	80
	2	115	117	119	121	118
	3	126	123	126	126	125
vzorek č. 2	1	70	75	74	71	73
	2	105	106	104	107	106
	3	125	121	122	126	124
vzorek č. 3	1	79	77	84	85	81
	2	113	118	126	121	120
	3	121	126	126	125	125
vzorek č. 4	1	88	75	79	81	81
	2	119	113	120	119	118
	3	126	126	126	126	126
vzorek č. 5	1	75	76	78	83	78
	2	113	112	115	119	115
	3	126	122	126	126	125

Tabulka znázorňuje počet vzorků a počet měření

#### **Trametes versicolor**

	číslo měření	osa 1 (mm)	osa 2 (mm)	osa 3 (mm)	osa 4 (mm)	Průměrný přírůstek (mm)
vzorek č. 1	1	93	93	88	96	93
	2	125	123	119	123	123
vzorek č. 2	1	89	88	81	81	85
	2	124	122	115	115	119
vzorek č. 3	1	94	96	91	93	94
	2	123	125	125	125	125
vzorek č. 4	1	91	94	98	98	95
	2	123	122	123	126	124
vzorek č. 5	1	86	90	87	91	89
	2	124	123	122	125	124



Třetího měření již nebylo třeba, protože již ve druhém měření byl substrát prorostlý v celém objemu.

### Lentinula edodes

	číslo měření	osa 1 (mm)	osa 2 (mm)	osa 3 (mm)	osa 4 (mm)	Průměrný přírůstek (mm)
vzorek č. 1	1	45	50	47	40	45,5
	2	76	77	72	69	73,5
	3	117	110	115	110	113
vzorek č. 2	1	64	57	50	53	56
	2	92	81	77	80	82,5
	3	126	120	110	120	119
vzorek č. 3	1	47	48	54	55	51
	2	79	74	81	87	80
	3	123	116	124	125	122
vzorek č. 4	1	50	43	60	51	51
	2	74	66	83	77	75
	3	113	118	119	112	116
vzorek č. 5	1	45	60	56	52	53
	2	74	82	81	78	79
	3	116	126	118	117	119

## 7.5 Porovnání slaměných pelet s hoblinami

Příprava bloků substrátu o rozměrech 10 x 10 x 5 cm kolonizovanými houbami (Pleurotus ostreatus, Trametes versicolor, Ganoderma Lucidum, Phellinus pini a Lentinula edodes). Příprava substrátu – k jednomu dílu pelet nebo hoblin jsme přidali dva díly vody. Na jeden blok bylo potřeba 800 g pelet nebo 500 g hoblin. Před sterilizací jsme sáčky zavařili a po sterilizaci ořízli horní roh. Otvorem jsme nasypali sadbu. Opět jsme sáčky zavařili a substrát řádně, ale opatrně promíchali. Po prorůstání jsme ořízli vrchní vrstvu a nechali dva dny spojit, potom vysušili.

Název houby	substrát	Číslo vzorku	Váha před sušením (g)	Váha po sušení (g)
<b>Pleurotus ostreatus</b>	pelety	1	926	398
	hoblíny	1	972	364
	hoblíny	2	892	334
<b>Phellinus Pini</b>	pelety	1	960	364
	hoblíny	1	1004	314
	hoblíny	2	956	332
<b>Ganoderma lucidum</b>	pelety	1	908	360
	pelety	2	954	378
	hoblíny	1	914	410
	hoblíny	2	908	374
<b>Tranetes versicolor</b>	hoblíny	1	620	240
	hoblíny	2	894	338
Lentinula edodes	hoblíny	1	672	224
	hoblíny	2	910	444

Ze získaných výsledků vyplývá, že hoblíny nasákly více vody než slaměné pelety

## 7.6 Podíl sušiny

V tomto pokusu jsme se zaměřili na podíl sušiny. Substrát z pelet jsme vložili do plastových kelímků s otvorem na víčku. Otvor jsme utěsnili kousky molitanu, tím jsme umožnili substrátu dýchat a zároveň zamezili kontaminaci. Kelímky jsme vložili do autoklávu ke sterilizaci při teplotě 121 °C. Vysterilizované kelímky jsme naočkovali sadbou a nechali prorůstat při teplotě 20 – 25 °C. Tento pokus prorůstal 28 dní. Prorostlý substrát jsme sušili při teplotě 80 °C.

### Ganoderma lucidum

Číslo vzorku	Váha před sušením (g)	Váha po sušení (g)	Sušina (%)
1	364	138	37,9
2	392	126	32
3	414	124	29,9
4	422	136	32
5	354	120	33,9

Průměrná sušina je 33,14%

### **Trametes versicolor**

číslo vzorku	Váha před sušením (g)	Váha po sušení (g)	Sušina (%)
1	410	112	27,3
2	366	102	27,9
3	338	104	30,7

Průměrná sušina je 28,6 %

### **Phellinus pini**

číslo vzorku	Váha před sušením (g)	Váha po sušení (g)	Sušina (%)
1	470	132	28
2	462	136	29,4
3	496	150	30,2

Průměrná hodnota sušiny je 29,2 %

## **7.7 Sušina usušeného substrátu**

Z usušených bloků jsme odebrali vzorky o hmotnosti 50 g. Ty jsme nechali dva dny sušit při teplotě 60 °C. Po dvou dnech sušení při teplotě 60 °C jsme vzorky zvážili. Tím jsme získali sušinu usušeného substrátu.

Název houby	Váha před sušením (g)	Váha po sušení (g)	Sušina (%)
<b>Phellinus pini</b>	50	47,73	95,46
<b>Trametes versicolor</b>	50	48,86	97,72
<b>Pleurotus ostreatus</b>	50	49,67	99,34
<b>Ganoderma lucidum</b>	50	49,21	98,42

## **7.7 Obal na lahev**

Materiál jsme se pokusili prakticky aplikovat a zvolili jsme využití prorůstajícího substrátu hlívy jako obalu na lahev případně stínidla k lampě. Substrát ze slaměných pelet jsme vložili do plastové formy ve tvaru obalu na lahev a stínidla k lampě. Formy jsme důkladně vydezinfikovali, vložili substrát a naočkovali houbou *Pleurotus ostreatus*. Formy jsme zabalili do folie a udělali dýchací otvory. Takto naočkovaný substrát jsme nechali

prorůstát, dokud nebyl důkladně prorostlý. Pak jsme substrát ve formách usušili. Vzniklý materiál je schopný udržet lahev a být tak obalovým materiálem.



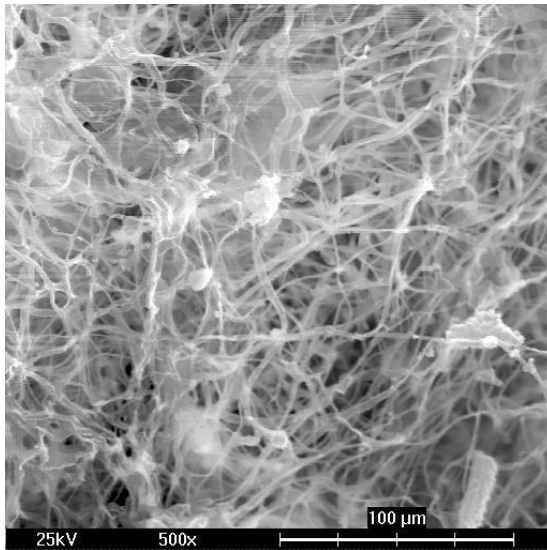
## 8. Výsledky

### 8.1 Typy mycelií

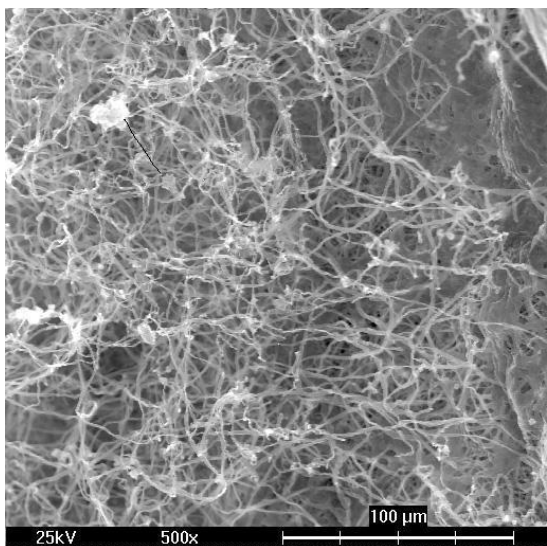
- Normální mycelium: je monokaryotické, haploidní (primární mycelium u stopkovýtrusných hub)
- Subnormální: se liší od monokaryotického opožděnou tvorbou sept, klíčící hyfa je zpočátku nepřehrádkovaná

- Heterocytické: je více jaderné (málo nebo žádná septa) tento stav trvá až do pohlavního rozmnožování
- Astatocenocytické: septa se nemusí tvořit ani po pohlavním procesu (typicky somatogamií, kdy vzniká sekundární mycelium) v závislosti na CO<sub>2</sub> v prostředí (vzdušné mycelium přehrádkované, v substrátu bez přehrádek)
- Holocenocytické: nepřehrádkované před i po pohlavním procesu

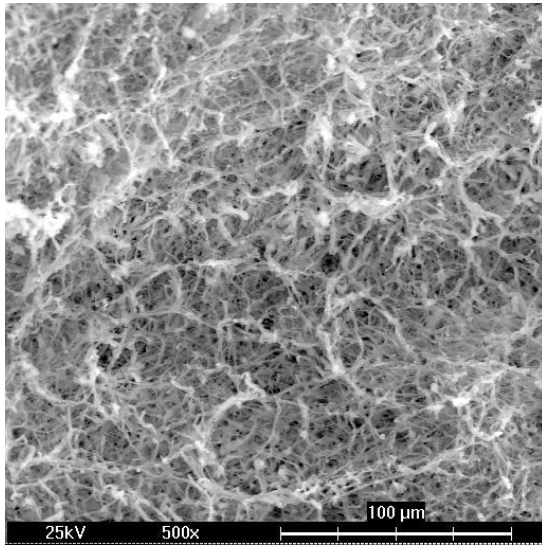
(sci-muni.cz)



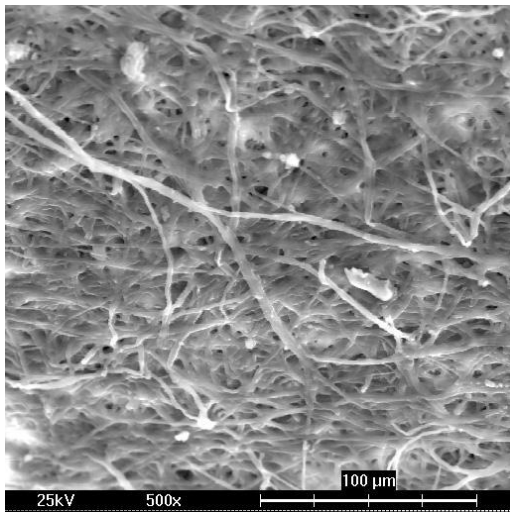
Hlíva ústříčná



Lesklokorka lesklá



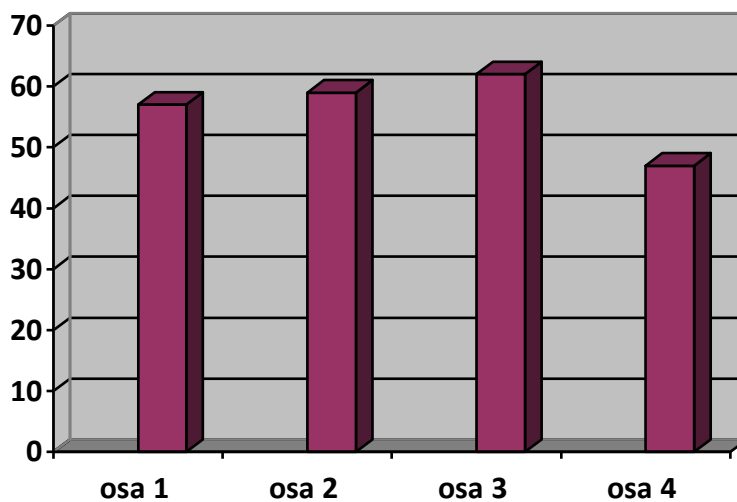
Outkovka pestrá



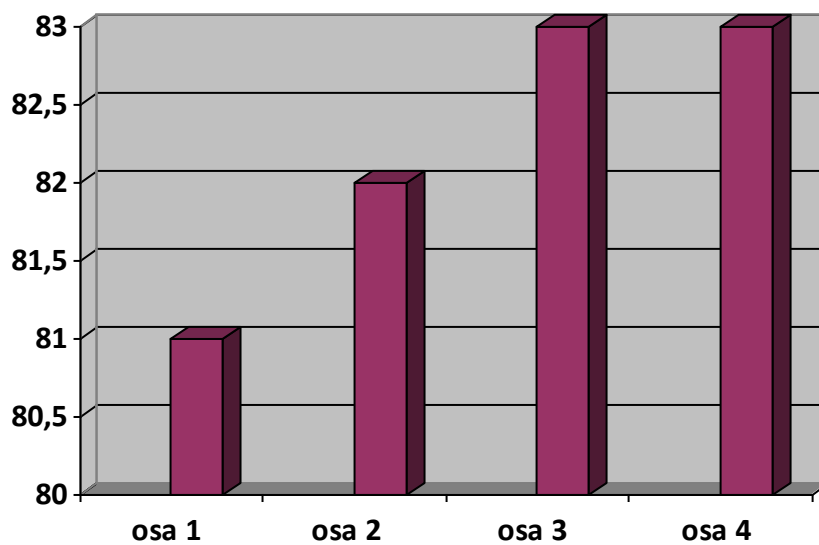
Phellinus pini

## 8.2 Růstové zkoušky

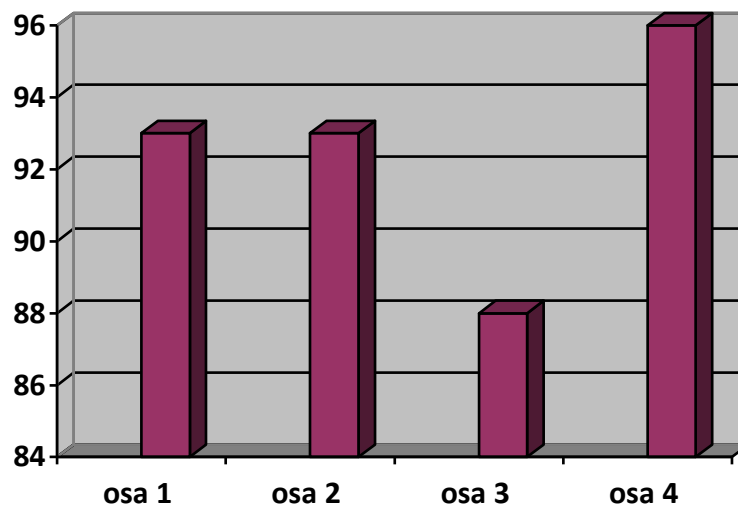
### 8.2.1 Graf č. 1 znázorňuje růst *Phellinus pini* po prvním měření



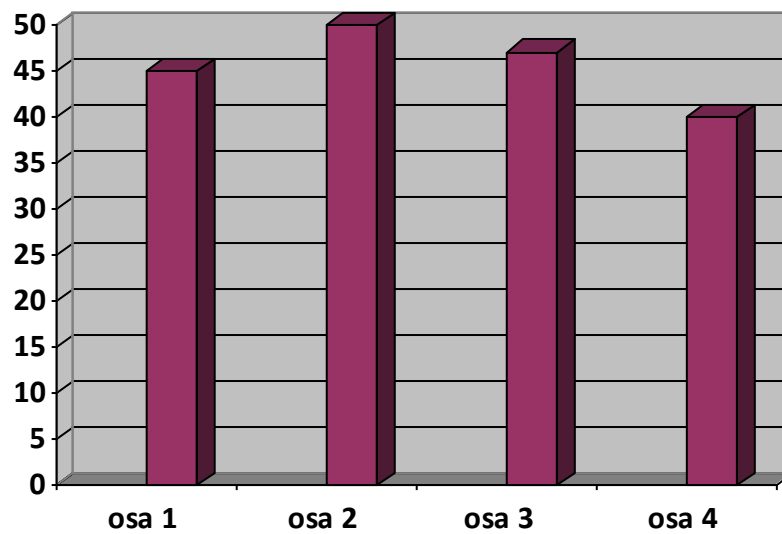
### 8.2.2 Graf č. 2 znázorňuje růst *Ganodermy lucidum* po prvním měření



**8.2.3 Graf č. 3** znázorňuje růst mycelia *Trametes versicolor* po prvním měření



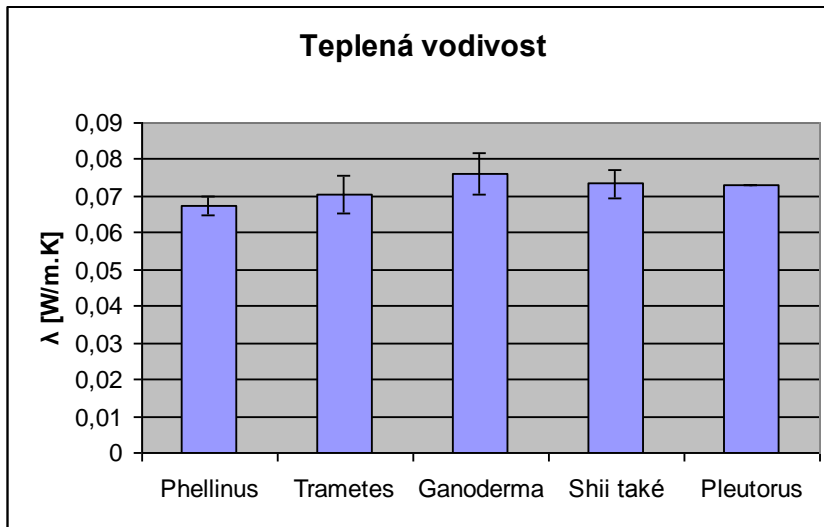
**8.2.4 Graf č. 4** znázorňuje růst mycelia *Lentinula edodes* po prvním měření



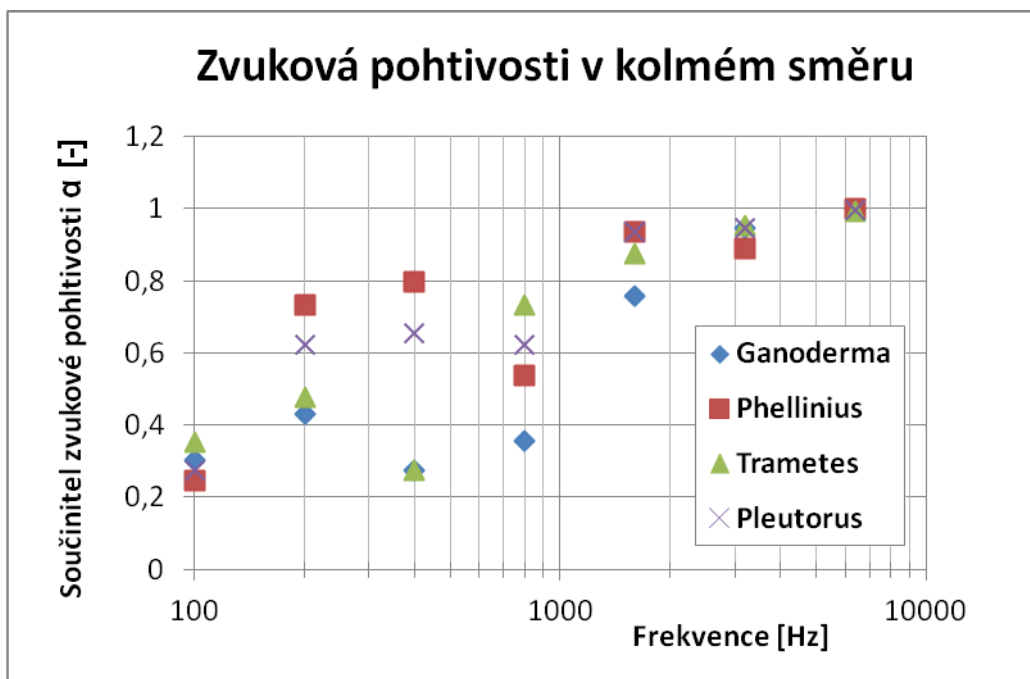


### 8.3 Graf č. 5 Tepelné vodivosti

V grafu jsou uvedeny hodnoty substrátů kolonizovaných v tepelné vodivosti



### 8.4 Graf č.6 znázorňuje závislost součinitele zvukové pohltivosti na frekvenci



## 9. Diskuse

V rámci pokusů byly zkoumány růstové a pevnostní schopnosti hub *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor*, *Ganoderma lucidum*, *Phellinus pini* a *Lentinula edodes*. Prováděli jsme dva pokusy zaměřené na růstové zkoušky. Jablonský, Šašek (1997) uvádějí, že optimální teplota pro prorůstání substrátu je u *Ganodermy lucidum* 21 – 27 °C, nejvhodnější teplota pro prorůstání *Lentinula edodes* je 24 – 28 °C. V prvním pokusu jednoznačně v rychlosti prorůstání byla nejlepší *Ganoderma lucidum*. V druhém pokusu byla nejrychlejší *Trametes versicolor*. Celkově z růstových zkoušek nejrychleji prorůstá *Trametes versicolor* a nejpomaleji mycelium houby *Lentinula edodes*. Antonín a spol (2013) uvádí ideální teplotu růstu *Trametes versicolor* v rozmezí 20 – 24 °C a tvrdí, že při této teplotě roste mycelium nejrychleji. Dále uvádí, že kolonizace mycelia *Trametes* v blocích trvá přibližně 40 dní. Stamets (2000) uvádí, že při zajištění ideálních podmínek prorůstá mycelium *Trametes* s ohledem na objem a druh substrátu 14 – 21 dní. V našem pokusu *Trametes* prorostla substrát za 19 – 22 dní. Doba prorůstání je velmi závislá na druhu substrátu a množství sadby.

Pevnost bloku závisí na svrchní tloušťce mycelia, proto je lepší vrchní část oříznout. Pevnostní zkoušky dopadly takto: Podle vysušených bloků by se zdálo, že houby musejí být stejně pevné, ale není tomu tak. Nejpevnější houbou je dle měření *Trametes versicolor*, která vydržela sílu tlaku 700 N při stlačení 10 mm a *Ganoderma lucidum*. Nejméně pevnou je houba *Lentinula edodes*, která odolala síle pouhých 180 N. Zajímavé bylo pozorovat substráty kolonizované myceliem *Phellinus pini* a *Pleurotus ostreatus*. *Phellinus* vydržela sílu přes 300 N a *Pleurotus* sílu téměř 300 N, ale po stlačení 8 mm se oba vzorky rozpadly.

V dalším pokusu jsme se zaměřili na zásobu tepla neboli na tepelnou vodivost. Tepelná vodivost je důležitým faktorem, pokud chceme materiál použít jako izolaci. Bárta (2013) uvádí, že firma *Ecovite Design* již začala s výrobou tepelné izolace z kolonizovaných substrátů. Mezi zkoumanými houbami nebyl zas tak velký rozdíl, ale nejlepší tepelnou vodivost zaznamenala *Ganoderma*. Tepelná vodivost přírodních materiálů (sláma, konopná izolace, celulóza, pěnový polystyren) je nesrovnatelně menší. Rozdíl je o 0,03 W/m.k. Pouze korkové desky mohou být se substráty kolonizovaných hub srovnatelné.

Pro stavební materiály je důležitá také zvuková pohltivost. (Kopkáně 2013, osobní sdělení) Houby dobře pohlcují zvuk zejména na vyšších frekvencích téměř všech. Je zajímavé, že za použití různých zvukových frekvencí se vzorky lišily. Pevnější, tvrdší vzorky mají nižší schopnost pohlcování zvuku při nižších frekvencích, ale vzorky zejména „plyšové“ *Phellinus* jsou docela dobré, nicméně mají malou soudržnost. U zkoumaných vzorků se se zvyšující frekvencí zvyšoval i součinitel zvukové pohltivosti. Při frekvenci 1000 Hz můžeme porovnat *Trametes versicolor* s dřevotřískovou deskou a textilem, které mají při této frekvenci srovnatelnou hodnotu součinitele zvukové pohltivosti. Porovnávat můžeme mezi sebou i *Pleurotus* s perforovaným sádkartonem, který má podobnou zvukovou pohltivost. Zajímavé jsou hodnoty u *Phellinus* a *Pleurotus*. Při 1600 Hz měly tyto houby úplně stejnou hodnotu, ale při 800 Hz se jejich hodnoty lišily. *Pleurotus* nabýval hodnotu 0,62 součinitele zvukové pohltivosti, oproti *Phellinus* pouze 0,53. Se zvyšující se frekvencí se kolonizované substráty mohou zařadit až do třídy A zvukové pohltivosti = velmi vysoko pohltivý.

Další pokus byl zaměřen na podíl sušiny. Podíl sušiny u kolonizovaných substrátů by podle literatury měl být okolo 30 %. V mých pokusech tomu tak bylo. Průměrné hodnoty sušiny u vzorků dopadly takto: Průměrná hodnota u sušiny u *Ganodermy lucidum* je 33,14%, u *Trametes versicolor* je hodnota 28,6 % a u *Phellinus pini* je tomu takto 29,2 %. Dále jsme také stanovili sušinu již usušeného substrátu. Nejvyšší sušinu usušeného substrátu měla *Pleurotus* 99,34 %. *Phellinus* měl hodnotu 95,46 %, procentuální hodnota u *Trametes* byla 97,72 % a *Ganoderma* 98,42 %.

V dalším pokusu jsme použili dva druhy substrátu: slaměné pelety a bukové hobliny. Mycelia hub bez problému bukovými hoblinami prorůstají. Rozdíl mezi peletami a hoblinami je v tom, že hobliny nasávají mnohem více vody než pelety. Vzorky, které prorůstaly hoblinami, obsahovaly mnohem nižší podíl sušiny, ale zato mnohem vyšší podíl vody.

V závěru pokusů jsme se pokusili o vytvoření obalu na lahev. Obaly by neměly být toxické a zároveň vyvolávat alergie. Vysušené bloky ze slaměných pelet nejsou toxické. Použili jsme Hlívu ústřičnou (*Pleurotus ostreatus*). Tato houba dokázala vytvořit dle formy tvar lahve, který je schopný udržet plnou lahev i po dvou letech.

## 10. Závěr

Pokusy byly zakládány s cílem zjistit, zda mycelium hub hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*), lesklokorky lesklé (*Ganoderma lucidum*) outkovky pestré (*Trametes versicolor*), ohňovce borového (*Phellinus pini*) a houževnatce jedlého (*Lentinus edones*) je schopné natolik spojit substrát, že jej budeme moci po určité úpravě využít ke stavebním účelům. Zjistili jsme, že v pevnostních zkouškách nejlépe obstála *Trametes versicolor* a *Ganoderma lucidum*, nejméně však *Lentinus*. Dále se ukázalo, že tepelná vodivost substrátu kolonizovaného myceliem hub je srovnatelná s lisovaným korkem nebo s lehkou dřevovláknitou deskou o hustotě 200 kg/m. Jelikož mycelium hub je dostatečně pevné, dá se říci, že by substráty kolonizované myceliem hub v budoucnu mohly být použity jako lehký přírodní stavební a obalový materiál.

Obaly ze substrátů kolonizovaných myceliem hub jsou stejně jako celulóza přírodní materiál. Oba tyto materiály nezatěžují životní prostředí jako například polystyren. Přírodní materiály celulóza a substrát kolonizovaný z hub je možno kompostovat i v domácím kompostéru. Substráty prorostlé myceliem hub mají oproti celulóze vyšší tepelnou vodivost. Tyto obaly by v budoucnosti mohly nahradit veškeré plastové nepřirodní materiály, které zatěžují a znečišťují životní prostředí.

## 11. Použitá literatura

Antonín V., Jablonský I., Šašek V., Vančuříková Z., 2013, Houby jako lék, Ottovo nakladatelství, 200 s. ISBN: 978-80-7451-257-5

Antonín V., 2006, Encyklopedie hub a lišejníků, Nakladatelství Academia, 472 s. ISBN: 80-200-1476-4

Jablonský I., Šašek V., 2006, Jedlé a léčivé houby – pěstování a využití, Brázda s.r.o., 264 s. ISBN: 80-209-0341-0

Klán J., 1989, \Co víme o houbách, Státní pedagogické nakladatelství Praha, 310 s. ISBN: 80-04-21143-7

Kotlaba F., Pouzar Z., Antonín V., 2003 Houby-česká encyklopedie, Readers Digest Výběr, spol.s.r.o., 448 s. ISBN: 80-86196-71-2

Kozdera J., 2014, Způsoby chemického ošetření štěpky z jabloní a jejich vliv na růst mycelia Outkovky pestré a Hlívy ústříčné, Bakalářská práce, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra zahradnictví

Lepšová A., 2005, Houby jako elixír života – Hlíva ústříčná (nové poznatky), Houževnatec jedlý, Penízovka sametonohá, Kukmák sklepní a další, Víkend, 84 s. ISBN: 80-7222-369-0

Návody na cvičení, 2014, Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců

Valíček P., 2014, Houby a jejich léčivé účinky, Start Benešov, 151 s. ISBN: 978-80-86231-54-9

Valíček P., 2014, Houby a jejich léčivé účinky, Start Benešov, 151 s. ISBN: 978-80-86231-54-9

Váňa P., 2003, Léčivé houby podle bylináře Pavla, Nakladatelství Eminent P.O. Box Praha 1, ISBN: 80-7281-113-4

Veselý R., Kotlaba F., Pouzar Z., 1972. Přehled československých hub, Academia nakladatelství Československé akademie, Praha, 424 s

Semerdzieva M., Veselský J., 1986. Léčivé houby dříve a nyní, Academia nakladatelství

Stamets, P., Chilton, J.S., 1983. The mushroom cultivator: A practical guide to growing mushrooms at home. USA. 242 s. ISBN: 10: 0961079800.

## **Internetové zdroje**

Bárta J., 2013, Houby by jednou mohly nahradit plasty, [www.gate2biotech.cz/houby-by-jednou-nahradit-plasty/](http://www.gate2biotech.cz/houby-by-jednou-nahradit-plasty/)

Boyer M., 2014, Phillip Ross Molds Fast-Growing Fungi Into Mushroom Building Bricks That Are Stronger than Concrete [inhabitat.com/phillip-ross](http://inhabitat.com/phillip-ross)

Dřevokazné houby, Atlas saprofytických a parazitických dřevokazných hub, ohoubách.blogspot.cz, 2010/poradce-pin.html.

Kuo M., 2010, Porodsedalea <http://www.mushroomeypetr.com/prodaedalea-pini.html>

Svobodová V., 2008, botany.cz

Šavelka V., 2014, pěstujeme hlívu, [www.hлива-hлива.cz](http://www.hлива-hлива.cz)

The Lingzhi/Reishi Mushroom [www.medicalmushrooms.nrt/ganoderma-lucidum-reishi](http://www.medicalmushrooms.nrt/ganoderma-lucidum-reishi)

Tejkal K., 2014, nasehouby.cz

Volk J. T., 1997, botit.botany.wics.edul/toms-fungilang97.html

[www.rockfon.cz/vlastnosti/akustika](http://www.rockfon.cz/vlastnosti/akustika)

[www.sci-muni.cz/botany/studium/nr-houby.html](http://www.sci-muni.cz/botany/studium/nr-houby.html) Systém a vývoj hlenek, huba lišejníků, Ústav botaniky a zoologie, Masarykova univerzita, Přírodovědná fakulta, Brno 2014

[www.izolace-info.cz/technické-informace/Fyzikální-veličiny](http://www.izolace-info.cz/technické-informace/Fyzikální-veličiny)

[www.eko.plasty.cz](http://www.eko.plasty.cz)

## **Internetové zdroje obrázků**

[www.hliva-hliva.cz](http://www.hliva-hliva.cz)

[www.mycoweb.com](http://www.mycoweb.com)

[www.medicalmushroom.net](http://www.medicalmushroom.net)

<http://ganedermaalucidumfacts.org/tag/sugarbalance>

<http://freshcropmushrooms.com>

## 12. Přílohy - fotodokumentace



Záběr na lis s řídicím PC při měření pevnosti v tlaku



Poloha vzorku v čelistech lisu při měření pevnosti



Proces drcení vzorku



Pohled na rozdrcený (rozpůlený) vzorek





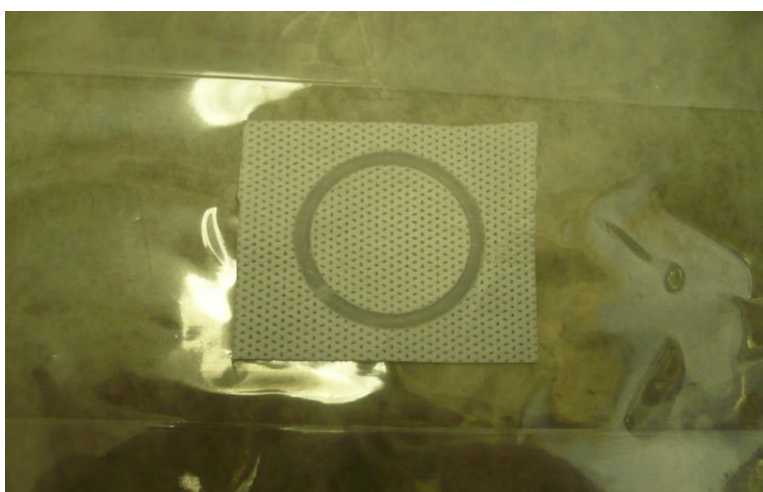
Vysušené bloky, které prorůstaly v polypropylenových sáčcích



Slaměné pelety



Polypropylenový sáček naplněný substrátem ze slaměných pelet



Dýchací otvor polypropylenového sáčku



Substrát prorostlý Houbou *Phellinus pini*



Substrát prorostlý *Ganoderma lucidum*



Substrát prorostlý myceliem *Trametes vesicolor*

