

# Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů



Vliv hnojení na kvantitativní a kvalitativní ukazatele u jedlých hub

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Ivana Poustková, Ph.D.

Autor práce: Magdalena Remešová

2010

Čestné prohlášení o samostatném vypracování diplomové práce

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv hnojení na kvantitativní a kvalitativní ukazatele u jedlých hub vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne:

Podpis:

## Poděkování

Poděkování patří Ing. Ivaně Poustkové, Ph.D., pracovníkům Katedry kvality zemědělských produktů a Bc. Denise Václavíkové za cenné rady a laskavou pomoc při tvoření této práce.

## Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá vlivem hnojení na kvalitativní a kvantitativní ukazatele u jedlých hub. Jako zástupce jedlých hub byl vybrán žampion dvouvýtrusý pro svoji oblíbenost u spotřebitelů. Cílem této práce bylo zhodnotit, jaký vliv na výnos a obsah agaritinu bude mít anaerobně fermentovaná kejda. Další zkoumání obsahu agaritinu v žampionech se týkalo kulinárních úprav. Odrůdy žampionu bílého a žampionu hnědého byly pěstovány ve dvou variantách, první se zálivkou vodou a druhá se zálivkou anaerobně fermentovanou kejdou. Celkový výnos žampionu bílého zalévaného vodou činil 1220,78 g a zalévaného anaerobně fermentovanou kejdou 1077,97 g. Výnos žampionu hnědého zalévaného vodou činil 996,4 g a výnos žampionu hnědého zalévané kejdou 750,62 g. Z hlediska statistického porovnání nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými variantami použité zálivky.

Po sklizni byly vzorky zpracovány a obsah agaritinu v plodnicích hub byl analyzován pomocí kapalinové chromatografie s UV detekcí. Agaritin je látka, která se vyskytuje v rodě *Agaricus*, je slabě mutagenní a v organismu savců podléhá přeměnám, které vedou ke vzniku rizikových karcinogenů. Byly zvoleny klasické kulinární úpravy jako smažení, vaření, pečení, mražení a sušení. Byly pozorovány úbytky obsahu agaritinu vlivem zpracování žampionů. Největších úbytků agaritinu oproti čerstvým houbám bylo dosaženo smažením (úbytek v průměru 51 %). Při pečení činil úbytek agaritinu 38 %, při mražení 36 % a při sušení 31 % oproti houbám v čerstvém stavu. Sporný je úbytek agaritinu ve vařených žampionech. Přestože průměrný úbytek agaritinu se pohyboval kolem 63 %, není známo, v jakém množství agaritin zůstal ve výluhu, který při tradiční přípravě zůstává součástí pokrmu. Vliv zálivky anaerobně fermentovanou kejdou prokázán nebyl.

Klíčová slova: žampion bílý, žampion hnědý, anaerobně fermentovaná kejda, agaritin, kulinární úpravy

## Summary

The diploma thesis considers the fertilization influences on qualitative and quantitative indicators of edible mushrooms. *Agaricus bisporus* was selected as the representative of edible mushrooms for its popularity by customers. The aim of the thesis was to find out fermented pig slurry influences on crop and content of agaritine. Further research of agaritine content in mushrooms was related to culinary preparation methods. Species of brown mushrooms were grown in two variants. First, watered with water, second, watered with fermented pig slurry. Total harvest from white mushroom watered with water was 1220,78 g, for fermented pig slurry watered one, it was 1077,97 g. In case of brown mushroom watered by water, the total harvest was 996,4 g, for watering with fermented pig slurry it was 750,62 g. Statistically compared, no significant difference was found between particular variants of used watering.

Particular samples were processed after the harvest and the agaritine content in the mushrooms was analyzed using the liquid chromatography with UV detection. Agaritine is a chemical substance occurring in *Agaricus* species. It is slightly mutagenic and turns to changes, if found in bodies of mammals. Such changes lead to evolving of risky carcinogens. Common culinary mushrooms preparations, such as frying, boiling, baking, cooling and drying were chosen. Agaritine content losses were discovered due to such culinary preparations of mushroom. In comparison with fresh mushrooms, biggest agaritine losses were caused by frying (average losses of 51%). 38% agaritine losses were acquired by baking, 36% by cooling and 31% by drying (compared to fresh mushrooms agaritine content). Disputable are the agaritine losses in case of mushrooms boiling. In spite, average agaritine losses were around 63%, it is unclear, what amount of agaritine was kept in infusion, that remains the part of food, while using the common mushrooms preparation methods. Influence of watering by fermented pig slurry was not proved.

Key words: white mushroom *Agaricus*, brown mushroom *Agaricus*, fermented pig slurry, agaritine, culinary preparation

# Obsah

Obsah .....	6
1. Úvod.....	9
2. Cíl práce .....	10
3. Literární rešerše.....	11
3.1. Vznik hub třídy <i>Basidiomycetes</i> .....	11
3.2. Botanické zařazení .....	11
3.3. Zástupci rodu <i>Agaricus</i> .....	12
3.3.1. Charakteristika nejčastěji rostoucích druhů rodu <i>Agaricus</i> na území České republiky .....	14
3.4. Pěstování <i>Agaricus bisporus</i> (žampionu dvouvýtrusého) v pěstírnách.....	15
3.4.1. Historie.....	15
3.4.2. Vliv prostředí .....	16
3.4.3. Výživa .....	17
3.4.3.1. Přihnojování anaerobně fermentovanou prasečí kejdou .....	17
3.4.4. Substrát.....	18
3.4.5. Sadba.....	18
3.4.6. Fermentace .....	18
3.4.7. Inkubace .....	19
3.4.8. Krytí zeminou a následná opatření.....	19
3.4.9. Zchlazení.....	19
3.4.10. Tvorba plodnic .....	20
3.4.11. Sklizeň.....	20
3.4.12. Odrůdy žampionu dvouvýtrusého .....	21
3.5. Pěstování <i>Agaricus bisporus</i> (žampionu dvouvýtrusého) v domácích podmínkách.....	22
3.5.1. Pěstování žampionů ze substrátu.....	22
3.5.2. Krytí zeminou.....	22
3.5.3. Zálivka .....	22
3.5.4. Prohrabání zeminy .....	23
3.5.5. Tvorba plodnic a sklizeň.....	23
3.6. Složení a obsah nutričních látek <i>Agaricus bisporus</i> (žampionu dvouvýtrusého).....	23
3.6.1. Voda a sušina .....	23
3.6.2. Aminokyseliny, peptidy a bílkoviny .....	24
3.6.3. Sacharidy.....	25

3.6.3.1. Monosacharidy .....	25
3.6.3.2. Disacharidy .....	25
3.6.3.3. Polysacharidy .....	26
3.6.3.3.1. Glykogen .....	26
3.6.3.3.2. Stavební polysacharidy .....	26
3.6.3.3.3. Vlákna .....	27
3.6.4. Lipidy .....	28
3.6.4.1. Doprovodné látky lipidů .....	28
3.6.5. Obsah minerálních látek.....	29
3.6.5.1. Sodík .....	29
3.6.5.2. Draslík.....	30
3.6.5.3. Vápník.....	30
3.6.5.4. Hořčík.....	30
3.6.5.5. Fosfor .....	30
3.6.6. Vitaminy.....	31
3.7. Zdravotně příznivé látky .....	32
3.7.1. Antioxidační účinky .....	32
3.7.2. Antikarcinogenní účinky .....	33
3.7.2.1. Žampion dvouvýtrusý obohacený selenem jako prevence rakoviny.....	33
3.7.2.2. Účinky selenu proti rakovině .....	33
3.7.2.3. Obohacování hub selenem .....	34
3.8. Zdravotně škodlivé látky.....	35
3.8.1. Agaritin .....	36
3.8.2. Obsah agaritinu v houbách.....	37
3.8.3. Obsah agaritinu ve sporách hub .....	38
3.8.4. Vliv zpracování hub na obsah agaritinu.....	38
3.9. Obchodní norma pro pěstované žampiony.....	39
3.9.1. Definice.....	39
3.9.2. Jakost.....	39
3.9.3. Třídění podle velikosti .....	39
3.9.4. Obchodní úprava .....	40
3.9.5. Označování.....	40
4. Materiál a metody .....	41
4.1. Žampiony .....	41

4.2.1. Metodika pěstování žampionů .....	41
4.2.1.1. Prorůstání .....	41
4.2.1.2. Krytí zeminou.....	41
4.2.1.3. Zálivka .....	42
4.2.1.4. Úprava podmínek pro založení růstu hub .....	42
4.3. Chemikálie .....	43
4.4. Přístroje .....	43
4.5. Příprava vzorků pro stanovení agaritinu pomocí kapalinové chromatografie (HPLC).....	44
4.5.1. Příprava vzorků z čerstvých a mražených hub.....	44
4.5.2. Příprava vzorků z vařených hub.....	44
4.5.3. Příprava vzorků ze smažených hub .....	44
4.5.4. Příprava vzorků z pečených hub .....	44
4.5.5. Příprava vzorků ze sušených hub.....	45
4.6. Podmínky stanovení agaritinu pomocí HPLC.....	45
5. Výsledky .....	46
5.1. Sklizeň žampionů.....	46
5.1.1. Sklizeňové vlny a výnos žampionů bílých.....	46
5.1.2. Sklizeňové vlny a výnos žampionů hnědých .....	47
5.2. Obsah agaritinu v žampionech.....	48
5.2.1. Obsah agaritinu v mražených žampionech.....	48
5.2.1.1. Žampion bílý zalévaný vodou (B1).....	48
5.2.1.2. Žampion bílý zalévaný kejdou (B2).....	49
5.2.1.3. Žampion hnědý zalévaný vodou (H1).....	49
5.2.1.4. Žampion hnědý zalévaný kejdou (H2).....	50
5.2.2. Obsah agaritinu ve vařených žampionech.....	51
5.2.3. Obsah agaritinu ve smažených žampionech.....	52
5.2.4. Obsah agaritinu v pečených žampionech .....	53
5.2.5. Obsah agaritinu v sušených žampionech .....	54
6. Diskuze.....	56
6.1. Sklizeň.....	56
6.2. Obsah agaritinu .....	57
7. Závěr .....	60
8. Seznam literatury .....	61



# 1. Úvod

Tato diplomová práce se zabývá vlivem hnojení na kvantitativní a kvalitativní ukazatele u jedlých hub.

Jako zástupce jedlých hub byl vybrán žampion dvouvýtrusý. Žampion dvouvýtrusý je nejdostupnější a nejoblíbenější houbou na našem trhu. Podle Svazu pěstitelů jedlých hub v České republice v současné době produkce žampionů klesá. Na území ČR existuje 12 pěstíren, které ročně vyprodukují až 4000 tun žampionů. České pěstírny však nejsou schopny konkurovat polské výrobě, jejíž žampiony pokrývají až 40 % naší spotřeby.

Základní výživou pro žampiony je substrát, jehož hlavními složkami jsou sláma a zdroj dusíku (koňský hnůj, drůbeží podestýlka, kejda). V této práci byla použita kejda na přihnojování, což se v běžné pěstitelské praxi neprovádí. Cílem však bylo zjistit, jestli toto přihnojení může mít vliv na výnos.

Chuť a univerzálnost v použití není jedinou výhodou žampionu. Žampion obsahuje mnoho cenných látek jako je např. provitamin ergosterol, který se přeměňuje na vitamin D<sub>2</sub>, ergothionein, který má výrazné antioxidační účinky a nezanedbatelná množství vitaminů a minerálů. Jeho další výhodou je nízká energetická hodnota. Kromě příznivých látek žampiony obsahují i potenciálně nebezpečnou látku - agaritin. Agaritin je slabě mutagenní a v organismu savců podléhá přeměnám, které vedou ke vzniku rizikových karcinogenů. Surové žampiony se v naší zemi nekonzumují a kulinárními úpravami se obsah agaritinu v žampionech výrazně snižuje a tím se snižuje i riziko mutagenity agaritinu. Není však známo na jaké produkty se agaritin rozkládá a jaký může mít vliv na zdraví člověka.

## **2. Cíl práce**

Cílem této práce bylo zhodnotit vliv hnojení na kvantitativní a kvalitativní ukazatele u žampionu dvouvýtrusého bílé odrůdy a hnědé odrůdy. Hodnoceným kvantitativním parametrem byla výše výnosů vzhledem k použití anaerobně fermentované kejdy ve srovnání za použití vody. Hodnoceným kvalitativním parametrem byla degradace agaritinu podle způsobu kulinární úpravy.

## 3. Literární rešerše

### 3.1. Vznik hub třídy *Basidiomycetes*

Stopkovýtrusé houby (bazidiomycety) zahrnují vývojově nejvyšší skupinu hub s dobře vyvinutým článkovaným myceliem, jehož přepážky mají centrální otvor se „soudkovitými“ ztluštěninami. Ve vývojovém cyklu se nevytvářejí pohlavní orgány. Z fyziologicky rozlišených výtrusů + a – vyrůstají hyfy primárního podhoubí, tvořené jednojadernými buňkami. Po setkání a splynutí vláken dvou odlišných primárních mycelií dochází ke vzniku sekundárního podhoubí, jehož buňky obsahují vždy dvě, fyziologicky rozdílná haploidní jádra. V příznivém prostředí tvoří toto dvoujaderné mycelium plodnice. Splynutí obou haploidních jader (karyogamie) probíhá v koncových kyjovitých buňkách houbových vláken plodnice- bazidiích. Na bazidii se po předchozím redukčním dělení vytvářejí na stopečkách čtyři haploidní spory (bazidiospory), morfologicky jsou zcela stejné, liší se navzájem pouze fyziologicky (+ –). Bazidie bývají často celistvé, jednobuněčné nebo přehrádkami rozdělené na čtyři buňky. Bazidie jsou uspořádány ve výtrusorodém roušku (hymeniu) na spodní straně klobouku na povrchu rourek nebo lupenů.

Do této třídy patří řád *Agaricales* (houby lupenaté) se zástupci rodu bedla, žampion, muchomůrka, holubinka, hřib, pýchavka a řád *Aphallophorales* (nelupenité houby) se zástupci rodu choroš, kuřátka a dřevomorka (Kincl a kol., 2000).

### 3.2. Botanické zařazení

Taxonomické zařazení rodu *Agaricus* v botanickém systému je následující.

Říše: houby (*Fungi*)

Oddělení: houby stopkovýtrusé (*Basidiomycetes*)

Třída: stopkovýtrusé (*basidiomycetes*)

Podtřída: houby rouškaté (*Agaricomycetidae*)

Řád: lupenotvaré (*Agaricales*)

Čeleď: pečárkovité (*Agaricaceae*)

Rod: pečárka (žampion) (*Agaricus*)

### 3.3. Zástupci rodu *Agaricus*

Rod *Agaricus* zahrnuje několik desítek zástupců. Následující seznam obsahuje vybrané druhy rodu *Agaricus*. Za latinským názvem lze nalézt jméno osoby, která houbu pojmenovala a rok pojmenování (pokud je známo).

- *Agaricus abroptibulbus* Peck, 1905 – pečárka hlíznatá
- *Agaricus altipes* (Moell.) Pilát – pečárka dlouhonohá
- *Agaricus annae* Pilát, 1951 – pečárka Annina
- *Agaricus arvensis* Schaeff. ex Fr. – pečárka ovčí
- *Agaricus augustus* Fr., 1838 – pečárka císařská
- *Agaricus benesii* Pilát – pečárka Benešova
- *Agaricus bernardii* (Quél.) Sacc., 1952 – pečárka nepříjemná
- *Agaricus biberi* Hlaváček, 1984 – pečárka Biberova
- *Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Pilát, 1951 – pečárka dvouvýtrusá
- *Agaricus bitorquis* (Quél.) Sacc., 1887 – pečárka pochvatá
- *Agaricus bohusii* Bon, 1983 – pečárka Bohusova
- *Agaricus bresadolanus* Bohus, 1969 – pečárka Bresadolova
- *Agaricus campestris* L. ex. Fr. – pečárka polní
- *Agaricus chionodermus* Pilát – pečárka sněhobílá
- *Agaricus comtulus* Fr., 1838 – pečárka růžovolupenatá
- *Agaricus depauperatus* (F. H. Møller) Pilát – pečárka Deylova
- *Agaricus devoniensis* P. D. Orton, 1960 – pečárka devonská
- *Agaricus dulcidulus* Schulzer, 1874 – pečárka fialová
- *Agaricus excellens* (Moell.) Moell. – pečárka honosná
- *Agaricus fuscofibrillosus* (F. H. Møller) Pilát, 1951 – pečárka tmavovláknitá
- *Agaricus genadii* (Chatin, Bound) P. D. Orton, 1960 – pečárka Genadiho

- *Agaricus hortensis* Krombh. – pečárka zahradní
- *Agaricus impudicus* (Rea) Pilát – pečárka hněděskvrnitá
- *Agaricus langei* Moell. – pečárka Langeova
- *Agaricus lanipes* (Moell. et J.Schff.) Hlav. – pečárka vlnatá
- *Agaricus litoralis* (Wakef., A. Pearson) Pilát, 1952 – pečárka Maškova
- *Agaricus macrocarpus* (F. H. Møller) F. H. Møller, 1952
- *Agaricus moelleri* Wasser, 1973 – pečárka perličková
- *Agaricus osecanus* Pilát, 1951 – pečárka Osecká
- *Agaricus pampeanus* Speg. – pečárka pampová
- *Agaricus phaeolepidotus* (F. H. Møller) F. H. Møller, 1952 – pečárka koroptví
- *Agaricus pilatianus* Bohus (Bohus) – pečárka Pilátova
- *Agaricus porphyrizon* P. D. Orton – pečárka červenavá
- *Agaricus romagnesii* Wasser – pečárka Romagnesiho
- *Agaricus semotus* Fr. – pečárka odlišná
- *Agaricus silvaticus* Schaeff., 1833 – pečárka lesní
- *Agaricus silvicola* (Vittad.) Peck, 1872 – pečárka hajní
- *Agaricus squamulifer* (Moell.) Moell. – pečárka šupinkatá
- *Agaricus subfloccosus* (J. E. Lange) Hlaváček, 1951 – pečárka vločkatá
- *Agaricus subperonatus* (J. E. Lange) Singer, 1951 – pečárka pařeništní
- *Agaricus urinascens* (Jul. Schäff., F. H. Møller) Singer – pečárka velkovýtrusá
- *Agaricus vaporarius* Krombh. – pečárka rumištní
- *Agaricus xanthodermus* Genev., 1876 – pečárka zápašná

(Dostupné z <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id60487/>)

### 3.3.1. Charakteristika nejčastěji rostoucích druhů rodu *Agaricus* na území České republiky

#### *Agaricus arvensis* – pečárka (žampion) ovčí

Tato pečárka hojně roste v listnatých a smíšených lesích, zahradách, lukách a pastvinách od června do listopadu. Houby se soustřeďují ve velkých kruzích. Klobouk je 7 – 15 cm široký, v mládí polokulovitě sklenutý a ve stáří polosklenutý až rozložený. Barva je bílá se žlutavým nádechem, dotekem žloutnoucí, naspodu s čokoládovými až černými lupeny. Délka třeně je 6 – 15 cm, výtrusy jsou hnědé. Vůně je silně anýzová. Pečárka ovčí je jedlá a velmi chutná (Smotlacha a kol., 2008).

#### *Agaricus augustus* – pečárka (žampion) císařská

V našich lesích vzácnou pečárku lze najít v listnatých, smíšených a někdy i jehličnatých lesích v létě a na podzim jednotlivě či po skupinkách. Klobouk dosahuje rozměru 10 – 25 cm šířky, zprvu je kulovitý a později se rozevívá až do sklenuta a často má nepravidelný tvar. Barva klobouku je žlutohnědá se zřetelnými kruhy hnědých vláknitých šupin. Lupeny jsou zprvu bělavé a stářím se zbarvují dohněda. Dužnina je tlustá, bílá a voní výrazně houbově. Délka třeně je 10 – 20 cm, výtrusy jsou hnědé. Pečárka císařská je jedlá a vynikající (Smotlacha a kol., 2008).

#### *Agaricus bisporus* – pečárka (žampion) dvouvýtrusá

Žampion dvouvýtrusý je nejznámějším druhem rodu *Agaricus*. Pěstuje se komerčně hlavně v pěstírnách z nejčistších kultur. Klobouk je velký 4 – 10 cm, kulovitý, ve stáří se rozevívá, ale sklízí se ještě uzavřený. Barva je bílá až světle hnědá podle odrůdy. Lupeny jsou tmavě hnědé. Dužnina bílá, při řezu může mírně změnit barvu. Délka třeně je 2 – 6 cm. Žampion dvouvýtrusý je vynikající a je jednou z nejoblíbenějších komerčně pěstovaných hub na světě.

### ***Agaricus campestris* – pečárka (žampion) polní**

Pečárka polní roste hojně na polích, lukách, pastvinách, u travnatých cest, na kompostech a v zahradách od července do října. Klobouk je 4 - 10 cm široký, v mládí polokulovitě sklenutý, ve stáří nízce sklenutý až rozložený. Barva klobouku je bílá, ve stáří lehce našedlá. Barva lupenů je v mládí růžová až červená, ve stáří černá. Délka třeně se pohybuje od 3 do 8 cm, výtrusy jsou hnědé. Pečárka polní je jedlá, výborné chuti (Smotlacha a kol., 2008).

### ***Agaricus silvaticus* – pečárka (žampion) lesní**

Velmi hojný druh pečárky roste pouze v jehličnatých lesích ve skupinkách od června do října. Nejlépe roste na půdách bohatých na dusíkaté látky, především na smrčinách. Klobouk je 5 – 10 cm široký, barva je bílá s tmavohnědými šupinkami. Lupeny jsou šedorůžové až hnědošedé. Délka třeně je 6 – 12 cm. Dužina je bělavá a výtrusy purpurově hnědé. Tato pečárka je jedlá a velmi chutná (Smotlacha a kol., 2008).

### ***Agaricus xanthodermus* – pečárka (žampion) zápašná**

Pečárka zápašná roste v zahradách, na pastvinách a na některých místech v lese od léta až do podzimu. Klobouk je 5 – 15 cm široký, v mládí vyklenutý a ve stáří plochý s prohlubní uprostřed. Barva je bílá, ale ve stáří klobouk tmavne a objevují se na něm šedohnědé šupinky. Určovacím znakem této houby je bílá dužnina, která na řezu ihned nápadně žloutne. Dalším určovacím znakem je nepříjemný zápach. Lupeny jsou masově zbarvené a stářím tmavnou. Délka třeně je 5 – 15 cm. Pečárka zápašná je jedovatá houba (Smotlacha a kol., 2008).

## **3.4. Pěstování *Agaricus bisporus* (žampionu dvouvýtrusého) v pěstírnách**

### **3.4.1. Historie**

Předpokládá se, že původně se žampiony začaly pěstovat ve Francii začátkem 17. století. Ze začátku nebyly pěstovány záměrně.

Objevovaly se při pěstování melounů dovezených z Ameriky, které rostly v pařeništích založených koňským hnojem. Po zjištění, že žampion nepotřebuje k vývoji světlo, se ve Francii, a později i v jiných státech, pěstování přemístilo do podzemních prostor.

Počátkem 19. století v Anglii vymysleli způsob pěstování ve více vrstvách nad sebou. Začátkem 20. století tento způsob rozvinuli v USA, kde pěstírnu vybavovali dvěma řadami polic s několika patry nad sebou. Též se žampiony začaly pěstovat v bednách. Policový způsob byl dále rozvíjen od 60. let 20. století v Nizozemsku a celý systém byl zmechanizován.

I samotné získávání sadby prošlo svým vývojem. Nejprve byla získávána z vyplozeného substrátu, ale tak se snadno šířily choroby. Čisté mycelium z vyklíčených spor, které zaručovalo čistou a spolehlivou sadbu, bylo získáno v roce 1894 Constantinem a Matruchotem. V Česku první sterilní sadbu vyrobil Dr. M. Staněk v roce 1948.

V českých zemích produkce žampionů za evropskými zeměmi značně zaostávala. Moderní žampionárna Mykoprodukta vznikla v roce 1965 v Babicích. Vývoj byl velice pomalý a produkce omezená jen na státní podniky. Po roce 1989 produkce v Česku vzkvétala, avšak silná konkurence levnějších polských žampionů a tlak obchodních řetězců na ceny způsobil, že rozvoj oboru pěstování žampionů v současnosti stagnuje (Jablonský a Šašek, 2006).

### **3.4.2. Vliv prostředí**

Na dobrý růst žampionové kultury a výnos má vliv hlavně teplota a voda. Nejvhodnější teplota pro růst podhoubí je 24 °C, při nasazování primordií je teplota snížena na 19 – 20 °C. Při tvorbě plodnic se teplota dále snižuje na 14 - 18 °C. Při teplotách nad 33 °C žampionová kultura přestává růst a při 44 °C je usmrcena.

Voda je základní složkou žampionových plodnic, obsah je 90-93%. Žampionová kultura je náročná na vzdušnou vlhkost, ta by se měla pohybovat kolem 90-95%. Žampiony spotřebují největší množství vody v době tvorby plodnic. Pro vývoj 1 kg žampionů je spotřebováno cca 2 l vody v průběhu vývojového cyklu (Jablonský a Šašek, 2006).



### 3.4.3. Výživa

Žampiony nejsou tak náročné na živiny jako rostliny. Při pěstování v laboratorních podmínkách jsou z organických látek nejdůležitější hlavně cukry (glukóza), estery mastných kyselin a aminokyseliny (asparagin, glycin, alanin). Minerální látky, jako je vápník, fosfor a draslík, vyžadují jen ve stopách. Žampiony nejlépe rostou při neutrální až slabě zásadité půdní reakci, tedy při pH 6,8-7 (Jablonský a Šašek, 2006).

#### 3.4.3.1. Přihnojování anaerobně fermentovanou prasečí kejdou

Přestože v běžné pěstitelské praxi se žampionový substrát nepřihnojuje, v této diplomové práci byla použita anaerobně fermentovaná prasečí kejda. Fermentovaná kejda spolu s ostatními složkami představuje komplexní, organominerální hnojivo s vysokou hnojivou účinností srovnatelnou s chlévskou mrvou. Anaerobní fermentace probíhá ve vlhkém prostředí, a proto jsou pro anaerobní zpracování vhodné kapalné materiály nebo materiály s nízkou sušinou, například kejda, hnůj, zbytky jídla, tuky aj. Anaerobní fermentací dojde k výraznému zlepšení snášenlivosti rostlinami, protože rozkladem sušiny a leptavě působících organických kyselin dochází ke zvýšení pH a zředění substrátu. Při této fermentaci je substrát zředěn, protože dochází k rozkladu sušiny a také mazlavých a vláknitých složek. Snižuje se viskozita a tím lépe kejda proniká do půdy, také méně dochází ke ztrátám dusíku. Anaerobně fermentovaná kejda je pro rostliny bezpečná, proto ji lze aplikovat ve vegetačním období jako přihnojení na list (Babička, 2007)

Obsah látek v anaerobně fermentované prasečí kejdě.

- 595 mg  $\text{NH}_4^+$ /l
- 755 mg  $\text{PO}_4^{3-}$ /l
- 1,1 – 1,25 g  $\text{K}_2\text{O}$ /l
- 594 g N/100 g

### **3.4.4. Substrát**

Základní složkou žampionového substrátu je sláma. Obsažené uhlíkaté látky jsou zdrojem energie. Nejvhodnější slámou je pšeničná a žitná, obzvláště pšeničná ozimá, která má pevnější slámky. Kvalitní sláma je žlutá a délka stébel je 30 cm.

Dále lze použít i řepkovou slámu, slámu jetelovin a pazdeří. Sláma se dále míchá se zdrojem dusíku. Zdroj dusíku může být koňský hnůj, drůbeží podestýlka, nebo kejda prasat a drůbeže. Koňský hnůj se u nás díky nízké kvalitě nepoužívá. Drůbeží podestýlka je vhodná pro svůj vysoký obsah dusíku (3 – 5 %). Kejda se používá ve velkovýrobnách. Na 1 t slámy se používá 2 – 3 t kejdy. Pro zlepšení struktury a neutralizace pH se přidává sádra. Pokud je na začátku fermentace zjištěn nedostatek dusíku, lze jej doplnit hnojivem jako je síran amonný, močovina, nebo například vojtěšková moučka, moučka z bavlníkových semen atp. Jako krycí zemina se používá rašelina nebo vyplozený substrát (Jablonský a Šašek, 2006).

### **3.4.5. Sadba**

Sadba se připravuje z obilky žita, pšenice, či tritikale. Obilky se uvaří, smíchají se se sádrkou, která upraví pH. Po té se při 126 °C sterilizuje, ochladí a očkuje čistou kulturou. Inkubace trvá 14 - 21 dní a při ní se zrna 1 - 2krát protřepou. Prorostlé obilky se plní do plastových obalů (Jablonský a Šašek, 2006).

### **3.4.6. Fermentace**

Před fermentací se smíchají všechny složky substrátu: sláma, drůbeží podestýlka či kejda, sádra a voda. Sláma musí být dokonale provlhčená. Po promísení se směs nechá 1 - 3 dny ležet. Pak se substrát dopraví do tunelu I. fáze, kde fermentace probíhá na speciální zpevněné ploše s jímkou na unikající tekutinu. Zde se substrát hromadí do výšky až 3 m a je pravidelně provzdušňován. Teplota v substrátu se zvýší asi na 82 °C. Po třech dnech se doplní vodou a po 6 - 8 dnech je substrát hotový. Kvalitní substrát má vlhkost 72 – 76 %, je tmavohnědý a je cítit po čpavku. Následuje fermentace v tunelu II. fáze, při které se ničí škodlivé mikroorganismy, škůdci a konkurenční plísně.

II. fáze se dělí na pasteraci, při které na substrát působí teplota 60 °C a kondicionaci, která probíhá při teplotách 45 - 50 °C, oba procesy probíhají za přístupu vzduchu. Fermentace II. fáze se provádí v uzavřených tunelech s provzdušňovacím roštem na dně a sacím potrubím pro odvod vzduchu (Jablonský a Šašek, 2006).

### **3.4.7. Inkubace**

Po zchlazení fermentovaného substrátu na 24 °C se substrát osazuje. Na 6 kg substrátu je potřeba 1 kg sadby. Nejvhodnější je substrát nechat prorůstat v tunelu. Tunel musí být dokonale vydezinfikován. Inkubace trvá 15 - 17 dnů. Substrát lze nechat prorůstat i v pěstebních prostorách v policích. Fólie osázených bloků se perforuje, aby se substrát provzdušnil. Je nutné prostor odvětrávat, aby byla zachována teplota 24 - 26 °C, protože substrát se zahřívá (Jablonský a Šašek, 2006).

### **3.4.8. Krytí zeminou a následná opatření**

Na substrát se nanese krycí zemina, která vytváří vhodné podmínky pro nasazení plodnic. Dále se udržuje teplot kolem 24 °C a vlhkost 90 %. Také se provede zálivka, která má vliv na kvalitu a výnos žampionů. Zálivková dávka na m<sup>2</sup> je 1 – 1,5 l. Substrát by měl mít 67 – 69 % vlhkosti (Jablonský a Šašek, 2006).

### **3.4.9. Zchlazení**

Když substrát dobře proroste, kultura se zchladí šokem (6 - 8. den po krytí zeminou). Změnou mikroklimatu se ukončí vegetativní růst mycelia a navodí růst generativní. Rychlost zchlazování má vliv na pozdější tvorbu plodnic. Pokud se teplota snižuje pomalu, zárodků plodnic se vytvoří méně a celá sklizeň se rozdělí na více vln s menšími výnosy. Pokud je zchlazení rychlé, vytvoří se více zárodků a sklizeň je pak větší a jednorázová. Při pomalém zchlazování se snižuje teplota substrátu z 27 °C na 19 - 20 °C. Šok trvá cca 3 - 4 dny a teplota se dále denně snižuje o 1,5 - 2 °C. Relativní vlhkost vzduchu by měla být 90 – 92 %.

Pomalé zchlazování používáme u hub, které budou sklizeny ručně (např. odrůdy žampionů Sylvan 512, Sylvan 737, A15).

Rychlé zchlazování se provádí v létě. Substrát se zalije 0,5 l vody na m<sup>2</sup> a teplota vzduchu se začne snižovat o 0,5 °C za hodinu do zchlazení na 18 °C. Relativní vlhkost by se měla pohybovat mezi 85 - 87% (Jablonský a Šašek, 2006).

### **3.4.10. Tvorba plodnic**

Pro dobrou tvorbu plodnic po zchlazení se upraví klimatické podmínky. Relativní vlhkost vzduchu by měla být 85 – 87 %, teplota 17 - 18 °C. Plodnice se pak tvoří v jedné až třech vlnách. Při první vlně je substrát nejaktivnější a plodnice se tvoří spontánně. Teplota substrátu by se měla pohybovat mezi 22 - 25 °C. Vyšší teplota má sice za následek rychlejší vývin plodnic, ale jejich kvalita klesá. Pokud se teplota substrátu zvyšuje, ochlazuje se zálivkami.

Po sklizni první vlny se na substrátu opět objevují nové zárodky. Zvýší se vlhkost vzduchu na 89 – 90 %, omezí se větrání a provede se zálivka. Výnos z druhé vlny by měl být stejně vysoký, pokud máme kvalitní substrát. Při nasazování třetí vlny se zopakují kroky jako při nasazování druhé vlny. Výnos z třetí vlny však bývá velmi malý, protože aktivita substrátu už je velmi malá (Jablonský a Šašek, 2006).

### **3.4.11. Sklizeň**

Při sklizni je důležité dodržovat hygienické zásady. Všechny předměty používané při sklizni, dále oblečení a boty sběračů, by měly být čisté a desinfikované. Napadené žampiony se musí sklídit zvlášť a zlikvidovat.

Žampiony nejvhodnější ke sklizni jsou takové, kterým se třen začíná prodlužovat. Plodnice se vykrucují a třeně následně odřezávají. Poté se třídí podle požadavků odběratele. Z jednoho m<sup>2</sup> lze sklídit 22 - 25 kg. Po sklizni se žampiony skladují při teplotě 2 - 3 °C (Jablonský, Šašek, 2006).

### 3.4.12. Odrůdy žampionu dvouvýtrusého

Žampion dvouvýtrusý se podle barvy dělí na bílou a hnědou odrůdu. Mezi těmito dvěma odrůdami není rozdíl jen v barvě. Bílé žampiony mají větší plodnice a výnos než hnědé. Hnědé se vyznačují aromatictější chutí a vyššími obsahy cenných látek, kterými se zabývá kapitola o nutričních látkách. Přehled nejpěstovanějších odrůd žampionu dvouvýtrusého bílého a hnědého uvádí tabulka 1 (Jablonský a Šašek, 2006).

Tab. 1: Přehled pěstovaných hybridních kmenů žampionu (Jablonský a Šašek 2006).

<b>Firma/Kmen</b>	<b>Amycel</b>	<b>Italspawn</b>	<b>Sylvan</b>
<b>Velké hybridy U1 (bílé)</b>	ALPHA	F40	U1
		F42	608
			S100
<b>Střední hybridy (bílé)</b>	2100	F56	A15
	2200	F50	737
	MAXX	USA1	512
	DELTA		S130
			609
<b>Hnědé</b>	2300	FB30	865
		FB29	C3,8

### **3.5. Pěstování Agaricus bisporus (žampionu dvouvýtrusého) v domácích podmínkách**

Kromě velkovýroby v pěstírnách lze žampiony velmi snadno pěstovat v domácích podmínkách. Dnes existuje mnoho výrobců, kteří dodávají na trh již hotové a naočkované substráty. Pěstitelé pak stačí upravit podmínky a dodržovat pokyny na obalu. Jedním z českých výrobců nejen žampionových substrátů je pan Jiří Václavík, jehož substrát byl použit v této diplomové práci.

#### **3.5.1. Pěstování žampionů ze substrátu**

Žampionový substrát je slisovaný do obdélníku a obalen v pevné folii. V každém balení je přiložen sáček s krycí zeminou a podrobný návod na pěstování.

Neprorostlý žampionový substrát se uskladní při teplotě 20 – 24 °C. Při této teplotě substrát proroste za 18 – 20 dnů, při nižší teplotě se doba prorůstání prodlouží. V prorostlém substrátu je vidět bílošedé mycelium a substrát voní houbami. Po prorostení substrátu se substrát pokrývá přiloženou zeminou.

#### **3.5.2. Krytí zeminou**

Fólie na substrátu se ořízne a povrch substrátu se nakypří do hloubky cca 2 cm a pak lehce urovná. Poté se celý povrch pokryje přiloženou zeminou a nadále se udržuje teplota 20 – 24 °C.

#### **3.5.3. Zálivka**

Krycí zemina musí být po celý pěstební cyklus vlhká. Krycí zemina se zalévá, aby povrch neosychal, ale voda neprotekla až do substrátu.

Zálivka se přeruší v době, kdy je zemina již celá prorostlá myceliem. Znovu se obnoví, až když na substrátu rostou houby ve velikosti 1 – 2 cm.

### **3.5.4. Prohrabání zeminy**

Když podhoubí proroste do dvou třetin objemu krycí zeminy, zemina se prohrabe. Prohrabáním se promísí více a méně prorostlá místa. Po prohrabání se substrát tři dny udržuje při teplotě 20 – 24 °C. Až mycelium opět sroste, substrát se přemístí do teploty 14 – 18 °C.

### **3.5.5 Tvorba plodnic a sklizeň**

Po týdnu skladování v teplotě 14 – 18 °C se objeví první houby. Houby se sklízí v pěti až šesti vlnách v přibližně sedmidenních intervalech. Při sklizni se plodnice vykrucují. Po vyplození lze substrát použít jako organické hnojivo.

## **3.6. Složení a obsah nutričních látek *Agaricus bisporus* (žampionu dvouvýtrusého)**

Základní složkou žampionů je voda. V menší míře jsou zastoupeny bílkoviny, sacharidy a lipidy a další příznivé či nežádoucí složky. Houby obsahují značné množství chitinu, který je nestravitelný a tím omezuje vstřebávání ostatních látek (těžkých kovů, vitaminů). Na obsah nutričních látek má také vliv způsob zpracování (Kalač 2008)

### **3.6.1. Voda a sušina**

Množství vody v houbách ovlivňuje smyslové vlastnosti a průběh biochemických a chemických reakcí, které probíhají během skladování a zpracování. Obsah vody v žampionech se pohybuje kolem 92 %. Obsah vody a sušiny se může měnit v závislosti na vnějších faktorech (Kalač, 2008).

Hodnoty celkového složení sušiny u žampionu dvouvýtrusého bílého, hnědého (Matilla a kol., 2002) a sterilovaného ve slaném nálevu (Martin-Beloso a kol., 2001) jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 2: Celkové složení sušiny žampionu dvouvýtrusého (% v sušině).

<b>Žampion dvouvýtrusý</b>	<b>Dusíkaté látky</b>	<b>Lipidy</b>	<b>Popel</b>	<b>Vláknina</b>	<b>Sacharidy</b>
<b>Bílý</b>	27,1	4,3	10,1	19,5	39
<b>Hnědý</b>	26,5	4	10	20,5	39
<b>Sterilovaný v nálevu</b>	34,8	1,1	22,4	22,4	13,8

### **3.6.2. Aminokyseliny, peptidy a bílkoviny**

Bílkoviny jsou jednou z nejdůležitějších výživových látek. Jejich stavebními jednotkami jsou aminokyseliny, které se navzájem váží peptidovými vazbami a tím tvoří oligopeptidy, polypeptidy a bílkoviny. V houbách převládají bílkoviny, obsah volných aminokyselin a peptidů je nízký (Kalač, 2008) Volné aminokyseliny, kterých je v houbách obsaženo asi 1 %, jsou z výživového hlediska nepodstatné. Podílí se však na sensorických vlastnostech (Díez a Alvarez, 2001). Hodnoty obsahu bílkovin a vybraných aminokyselin u žampionu dvouvýtrusého jsou uvedeny v tabulce 3 (Beelman, 2002).



Tab. 3: Obsah bílkovin a aminokyselin v žampionu dvouvýtrusém.

	Hodnota (g/100 g čerstvých hub)
<b>Bílkoviny</b>	3,11
<b>Aminokyseliny</b>	
Lysin	0,293
Alanin	0,217
Leucin	0,178
Arginin	0,143
Kyselina glutamová	0,496
Prolin	0,204

### 3.6.3. Sacharidy

#### 3.6.3.1. Monosacharidy

Houby nejsou bohatým zdrojem těchto látek. Obsah monosacharidů a cukerných alkoholů v žampionu dvouvýtrusém kolísá v hodnotách 0,7 - 5 % v sušině. Mannitol, cukerný alkohol, se podílí na objemovém růstu plodnice (Tan a Moore, 1994). Jeho obsah v žampionu dvouvýtrusém se pohybuje od 15,7 % (malé plodnice) do 26 % (velké plodnice) v sušině (Tsai a kol., 2007). Z monosacharidů převažuje glukosa, která se však vlivem skladování prodýchává (Kalač, 2008).

#### 3.6.3.2. Disacharidy

Typický disacharid u hub se nazývá trehalosa. Je složen ze dvou glukos a plní řadu biologických funkcí (Kalač, 2008).

Obsah trehalosy v žampionu dvouvýtrusém kolísá v závislosti na vývoji plodnice. V mladých plodnicích byl obsah trehalosy 0,5 % v sušině a ke konci vývoje se snížil na 0,09 (Tsai a kol., 2007).

### **3.6.3.3. Polysacharidy**

#### **3.6.3.3.1. Glykogen**

Glykogen je zásobní polysacharid stejně jako u živočichů. Obsah se pohybuje mezi 5 – 10 % sušiny. Jeho obsah v houbách je vzhledem k dostatečnému zdroji v potravinách živočišného původu nevýznamný (Kalač, 2008).

#### **3.6.3.3.2. Stavební polysacharidy**

Základní stavební složka buněčných stěn, jež představuje 80 – 90 % obsahu sušiny (Kalač, 2008).

Z hlediska výživy jsou významné ve formě vlákniny, ale zároveň zabraňují většímu vstřebávání cenných látek, jako jsou vitamíny a stopové prvky. Nejdůležitějším stavebním polysacharidem u hub je chitin.

Chitin, chitosamin (2- glukosamin), na nějž je zčásti vázaná kyselina octová, je základním stavebním polysacharidem hub a tvoří schránky korýšů a vnější části hmyzu. Nevyskytuje se u rostlin (Kalač, 2008). Obsah chitinu u žampionu dvouvýtrusého je vyšší ve třeni a nižší v klobouku. Naopak v jiných druzích hub, konkrétně hlívě ústříčné, je vyšší obsah chitinu v klobouku a nižší ve třeni (Vetter, 2007). Obsah chitinu v % sušiny klobouku, třeni (Vetter, 2007) a v celém těle (Dikeman a kol., 2005) uvádí tabulka 4.

Tab. 4: Obsah chitinu v žampionu dvouvýtrusém (% v sušině).

<b>Část plodnice</b>	<b>Obsah chitinu (% v suš.)</b>
<b>Klobouk</b>	7,2
<b>Třeň</b>	7,3
<b>Celá</b>	1,3

### 3.6.3.3.3. Vlákna

Vlákna patří mezi stavební polysacharidy. Ve výživě člověka má velmi důležitou úlohu. Dělí se na vlákninu ve vodě rozpustnou a nerozpustnou. Ve vodě nerozpustná vlákna má velký význam z hlediska prevence rakoviny tlustého střeva a konečníku. Nerozpustná vlákna podporuje peristaltiku střev a tím vyloučení potenciálně nebezpečných látek z trávicího traktu. Celkový obsah vlákniny v houbách se pohybuje mezi 20 - 45 % v sušině a z toho 5 % rozpustné vlákniny (Kalač, 2008). Obsah vlákniny v % v sušině u žampionu dvouvýtrusého obecně (Manzi a kol., 2001) a konkrétně u bílé a hnědé odrůdy (Mattila a kol., 2002A), vyjadřuje tabulka 5.

Tab. 5: Obsah vlákniny u žampionu dvouvýtrusého (% v sušině).

<b>Druh</b>	<b>Celková vlákna</b>
<b>Žampion dvouvýtrusý</b>	27,5 (z toho 4,4 rozpustná a 23,1 nerozpustná vlákna)
<b>Žampion dvouvýtrusý bílý</b>	19,5
<b>Žampion dvouvýtrusý hnědý</b>	20,5

### 3.6.4. Lipidy

Obsah celkových lipidů v houbách se běžně pohybuje v rozmezí 2 – 6 % v sušině, respektive 0,2 – 0,6 % čerstvé hmotnosti. V zastoupení vyšších mastných kyselin výrazně převládají kyseliny olejová, linolová a palmitová. Údaje o výživově nežádoucích trans mastných kyselinách v houbách prakticky chybějí. Dá se však předpokládat, že pokud se v houbách vyskytují, jejich zdravotní riziko je zanedbatelné (Kalač, 2008). Žampion dvouvýtrusý obsahuje i fosfolipid fosfatidylethanolamin (kefalin) a fosfatidylcholin, v nichž je rozhodující mastnou kyselinou kyselina linolová (Bonzom a kol., 1999). Z výživového hlediska jsou houby, obdobně jako ovoce a zelenina, jen málo významným zdrojem lipidů a nenasycených mastných kyselin (Kalač, 2008). Obsah tuku 4,2 % v sušině v žampionu dvouvýtrusém naměřili Manzi a kol. (2001) a 5,5 – 5,8 % v sušině naměřili Dikeman a kol. (2005).

Pro srovnání je v tabulce uveden obsah tuku v příbuzné pečárce ovčí. Tabulka kromě obsahu celkového tuku obsahuje i podíly nejvíce zastoupených vyšších mastných kyselin, které u žampionu dvouvýtrusém nejsou dostupné.

Tab. 6: Obsah tuku (% v sušině) a podíl vyšších mastných kyselin (% z jejich celkového množství). (Barros a kol., 2007B).

	<b>Tuk</b>	<b>Palmitová</b>	<b>Stearová</b>	<b>Olejová</b>	<b>Linolová</b>	<b>Linolenová</b>
<b>pečárka ovčí</b>	2,7	14,6	3,6	15,5	56,1	0,2

#### 3.6.4.1. Doprovodné látky lipidů

Doprovodnými látkami lipidů se označují nepolární látky, které přecházejí při extrakci lipidů z biologického materiálu do rozpouštědla. Patří do nich lipofilní vitaminy, některá barviva, antioxidanty a steroly. Steroly hub se nazývají mykosteroly. Mezi mykosteroly patří ergosterol, fungisterol a ergosta-7,5-dienol.

Obsah těchto sterolů v houbách je značný. Nejvýznamnějším je ergosterol, který představuje 60 – 70 % z přítomných sterolů. Pro lidskou výživu je důležitý jako provitamin vitamínu D<sub>2</sub> (Kalač, 2008). Obsah sterolů v žampionu dvouvýtrusém bílém a hnědém uvádí tabulka 8 (Mattila a kol., 2002B) a (Teichmann a kol., 2007).

Tab. 7: Obsah sterolů v žampionu dvouvýtrusém (mg/100 g suš.).

<b>žampion dvouvýtrusý</b>	<b>Ergosterol</b>	<b>Fungisterol</b>	<b>Pramen</b>
<b>Bílý</b>	654	25,8	Mattila a kol.
	474		Teichmann a kol.
<b>Hnědý</b>	602	13,5	Mattila a kol.
	399		Teichmann a kol.

### **3.6.5. Obsah minerálních látek**

#### **3.6.5.1. Sodík**

Sodík ve formě chloridu sodného udržuje osmotický tlak tekutin vně i uvnitř buněk a rovnováhu mezi kyselinami a zásadami. Aktivuje i některé enzymy.

Avšak v nadměrném množství, v podobě kuchyňské soli, je nežádoucí, protože se podílí na zvýšení krevního tlaku (Kalač, 2008). V žampionech je obsah sodíku na rozdíl od jiných druhů hub nadprůměrný (Seeger a kol., 1983). Podle Beelmana (2002) se obsah sodíku v žampionu dvouvýtrusém pohybuje na hladině 4 mg na 100 g čerstvých hub.

### **3.6.5.2. Draslík**

Biologická role draslíku je u člověka podobná jako u sodíku, draslík navíc významně ovlivňuje svalovou aktivitu, zejména srdečního svalu. Draslík není v plodnici rozložen rovnoměrně. Nejvíce je draslíku v klobouku, pak třeni a nejméně ve výtrusorodé vrstvě a výtrusech. Plodnice mají schopnost draslík kumulovat z půdy. Zdroj draslíku z hub je srovnatelný s obsahy draslíku ve špenátu či bramborách (Kalač, 2008). Podle Beelmana (2002) obsahuje žampion dvouvýtrusý 314 mg sodíku na 100 g čerstvých hub.

### **3.6.5.3. Vápník**

Vápník v lidském organismu plní stavební funkci. 99 % vápníku v těle je vázáno ve formě fosforečnanu vápenatého v kostech a zubech. Kromě mléka a výrobků z něj je vápník z potravy vstřebáván jen málo (Kalač, 2008). Nejvyšší obsah vápníku v houbách je ve třeni. Dále bylo zjištěno, že houby vápník z půdy nekumulují (Seegerová a Hüttner, 1981). Beelman udává hodnoty pro obsah vápníku v žampionu dvouvýtrusém 3 mg na 100 g čerstvých hub.

### **3.6.5.4. Hořčík**

Hořčík se podílí na energetických pochodech a ovlivňuje funkci nervových buněk. Hořčík v houbách není rozložen rovnoměrně. Nejvíce se ho vyskytuje ve výtrusorodé vrstvě. V klobouku a třeni je obsah hořčíku stejný (Kalač, 2008). Houby hořčík z půdy nekumulují. Beelman uvádí hodnoty hořčíku 9 mg na 100 g čerstvých hub. Obsah hořčíku v houbách je srovnatelný například s pšenicí či hrachem (Kalač, 2008).

### **3.6.5.5. Fosfor**

Fosfor je účinný ve formě řady derivátů kyseliny fosforečné. Podílí se na stavbě kostí a zubů, energetickém metabolismu a řadě biochemických pochodů. Obsah fosforu v houbách je vyšší než u většiny potravin rostlinného a živočišného původu.

Není však jasné, v jakých chemických formách je fosfor vázaný a jaká je jeho využitelnost (Kalač, 2008). Houby fosfor z půdy neakumulují. Podle Beelmana (2002) obsahuje žampion dvouvýtrusý 85 mg fosforu na 100 g čerstvých hub.

### 3.6.6. Vitaminy

Člověk pro život nezbytně potřebuje vitaminy. Vitaminy se rozlišují na hydrofilní (rozpuštěné ve vodě) a lipofilní (rozpuštěné v tucích). Mezi hydrofilní vitaminy se řadí vitaminy skupiny B (B<sub>1</sub> thiamin, B<sub>2</sub> riboflavin, B<sub>5</sub> panthotenová kyselina, B<sub>6</sub> pyridoxin, H biotin, PP niacin, B<sub>12</sub> korinoidy, B<sub>c</sub> folacin) a C. Mezi lipofilní patří vitaminy A, D, E, K (Kalač, 2008).

Obsah vitaminů v žampionu uvádí tabulka 9 (Mattila a kol., 2001). Unal a kol. (1996) zjistili vyšší obsahy některých vitaminů než Mattila a kol. (2001). Obsah vitaminu C byl 5,6 mg, vitaminu B<sub>c</sub> 54 μg a navíc 2,1 mg vitaminu B<sub>5</sub> v 100 g čerstvých hub. Pro stejný druh sterilovaný v nálevu byly stanoveny ve 100 g obsahy 0,04 mg vitaminu B<sub>6</sub>. Ztráty konzervací představovaly pro tyto vitaminy 49, 32 a 46 % z výchozího obsahu, pro vitamin C 41 % (Martin-Belloso a Llanos-Barriobero, 2001).

Značný zájem je věnován podmínkám přeměny provitaminu ergosterolu ve vitamin D<sub>2</sub> ergokarciferol. Houby jsou významným zdrojem tohoto vitaminu (Kalač, 2008). Bylo zjištěno, že horší světelné podmínky tvorbu tohoto vitaminu snižují (Teichmannová a kol., 2007) Při osvětlení žampionu dvouvýtrusého vlnovou délkou 254 nm (UV-C) se obsah vitaminu D<sub>2</sub> zvýšil čtrnáctkrát proti výchozím hodnotám (Teichmannová a kol., 2007). Jeho využitelnost nebyla však zatím u žampionu prokázána, pouze u lišky nálevkovité (Outila a kol., 1999).

Z hlediska výživy lze u hub považovat za vysoké obsahy vitaminů B<sub>2</sub>, PP a D<sub>2</sub> (respektive jeho provitaminu). Středně vysoký obsah je vitaminu B<sub>c</sub>. Nedostatečné jsou poznatky o ztrátách vitaminů během konzervace, skladování a tepelných úprav (Kalač, 2008).

Tab. 9: Obsah vitaminů v žampionu dvouvýtrusém bílém a hnědém ve 100 g čerstvé hmoty (Mattila a kol., 2001).

<b>Vitamin (jednotka/100 g čerstvé hmoty)</b>	<b>Bílý</b>	<b>Hnědý</b>
<b>B<sub>1</sub> (mg)</b>	0,05	0,05
<b>B<sub>2</sub> (mg)</b>	0,39	0,33
<b>PP (mg)</b>	3,3	4,1
<b>Bc (μg)</b>	35	46
<b>B<sub>12</sub> (μg)</b>	0,06	0,05
<b>C (mg)</b>	1,3	1,6
<b>D (μg)</b>	<0,02	<0,02

### 3.7. Zdravotně příznivé látky

Léčebné či preventivní účinky hub byly od pradávna využívány zejména v zemích východní Asie. Odhady odborníků předpokládají, že látky využitelné pro zdraví člověka může obsahovat kolem 5 % druhů hub. To je pokládáno za obrovský farmakologický potenciál. U některých hub byly prokázány účinky proti bakteriím, plísním, virům, vzniku a růstu nádorů, alergiím, zánětům, sklerotickým pochodům v cévách, dále schopnost snižovat hladinu krevního cukru a posilovat imunitní systém (Kalač, 2008).

#### 3.7.1. Antioxidační účinky

Oxidační/ antioxidační rovnováha je organismem účinně regulována. Pokud však dojde k výrazné nadprodukci reaktivních sloučenin kyslíku, možnosti regulace jsou překročeny a organismus je vystaven oxidačnímu stresu.



To vede k oxidaci a mutaci DNA a zvyšuje se riziko vzniku nádorů. Tento děj mohou různými mechanismy zamezit antioxidanty. U žampionu dvouvýtrusého byla nalezena značná antioxidační kapacita. Existuje shoda několika prací, že rozhodujícími nositeli antioxidační aktivity jsou látky fenolového charakteru (Kalač, 2008). Obsah fenolů vyjádřených jako kyselina gallová v žampionu dvouvýtrusém bílém se pohybuje kolem 8 mg/g sušiny a v žampionu dvouvýtrusém hnědém 9,9 mg/g sušiny (Dubost a kol., 2007). Další látkou s významnými antioxidačními účinky je ergothionein (Kalač, 2008). Jeho obsah v žampionu dvouvýtrusém bílém se pohybuje kolem 0,21 mg/g sušiny a v žampionu dvouvýtrusém hnědém 0,4 mg/g sušiny (Dubost a kol., 2007).

### **3.7.2. Antikarcinogenní účinky**

Je prokázáno, že vzniku a rozvoji rakovinových procesů lze předcházet četnými chemickými látkami. Jedny z nich se nazývají beta- glukany. Beta-glukany jsou skupinou stavebních polysacharidů řazených mezi hemicelulose. Mají schopnost posilovat imunitní systém, snižovat krevní tlak, potlačovat bakterie a viry a zejména působit antikarcinogenně. Vyskytují se například v ovsu, ječmeni a ve vyšších houbách (Kalač, 2008). Celkový obsah betaglukanů v žampionu dvouvýtrusém je pouze 20 mg ve 100 g sušiny, zatímco ve směsi sušených pravých hřibů 1200 – 2000 mg a v pěstované hlívě ústříčné 1600 mg. Zpracováním se obsah beta-glukanů snižuje (Manzi a kol., 2001 a 2004).

#### **3.7.2.1. Žampion dvouvýtrusý obohacený selenem jako prevence rakoviny**

Přestože obsah beta-glukanů v žampionech je nízký, je možné je v boji proti rakovině úspěšně použít. Několik studií se zabývalo obohacením žampionů selenem, který dokáže potlačit rakovinné bujení.

#### **3.7.2.2. Účinky selenu proti rakovině**

Selen dokáže volné radikály, které poškozují části DNA, potlačovat a tím zamezit vzniku rakoviny. Pokud rakovina již propukla, může zmírnit její průběh (Null, 1986).

Příčiny mnoha typů rakoviny nejsou známy a obvykle není možné cíleně doporučit pro prevenci dietetické změny. Avšak živina jako je selen může nabídnout způsob jak snížit nebezpečí onemocnění určitými chorobami nebo snížit jejich průběh. Při nádorových onemocněních selen může být mnohem efektivnější. Epidemiologické studie naznačují, že existuje nepřímý vztah mezi příjmem selenu a výskytem rakoviny. Hladina selenu v krvi či plazmě onkologických pacientů je často nízká (Whanger, 2004).

Selen se v těle metabolizuje na methylselenol, který má výrazný protirakovinný účinek (Combs, 2004). Při zkoumání účinků různých nutričních opatření (nízkotučná dieta, dieta s vysokým obsahem vlákniny, doplnění vitamínu C) bylo zjištěno, že díky vyšší hladině selenu v krvi se snižoval výskyt návratu rakoviny tlustého střeva (Jacobs a kol., 2004). Selen byl podáván pacientům s rakovinou kůže, aby se zjistilo, zda by zamezil návratu rakoviny. Selen na kůži neměl žádný účinek, ale výskyt rakoviny prostaty se snížil o 60%. Selen může snížit růst nádorů prsu, děložního čípku a tlustého střeva (Moss, 2000). Doporučené denní dávky selenu u zdravých lidí jsou 200 µg a u lidí nemocných rakovinou 10,000 µg (Moss, 2000).

### 3.7.2.3. Obohacování hub selenem

Houby obsahují mnoho léčivých látek a jsou schopné z půdy velmi dobře absorbovat kovy i další minerální látky. Vědci se tedy začali soustředit na houby jako na vhodný nosič selenu a tím znásobit protirakovinné účinky.

Stajic a kol (2006) se zabývali nejvhodnější zdroj selenu pro obohacování. Pokus prováděli na hlívě ústřední. Cílem výzkumu bylo prozkoumat účinky tří zdrojů selenu, které byly v různých koncentracích přidány do médií, ze kterých je vstřebávala mycelia. Selen byl použit ve formě seleničitanu sodného, selenanu sodného a oxidu selenatého v následujících koncentracích: 0,3mg/l, 0,7mg/l, 1mg/l a 1,3mg/l. Koncentrace selenu v myceliu byla změřena atomovým spektrometrem. Na základě schopnosti absorpce a retence *Se* myceliem, se jako dobré zdroje *Se* prosadily  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  a  $\text{SeO}_2$ , které byly nejlépe vstřebány do plodnic hub. Při koncentraci 1,3 mg/l v substrátu byl obsah selenu v plodnicích 530µg/g.  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  se ukázal jako méně vhodný zdroj, v plodnicích se obsah selenu téměř nelišil od kontroly.

Beelman a Royse (2006) obohacovali trsnatec lupenitý (*Grifola frondosa*). Výnos nebyl přidavkem selenu do substrátu významně ovlivněn. Žádný obsah selenu (<0.5 µg/g) byl zjištěn v neošetřeném substrátu (kontrola) a ani ve sklizených plodnicích. Obsah selenu v plodnicích rostl přímou úměrou s množstvím přidaného selenu do substrátu. Ošetřené substráty byly obohaceny těmito dávkami: 0,6; 2,4 a 7,2 µg/g a poté sklizené plodnice obsahovaly tato množství: 0,6; 2,2 a 9,3 µg/g.

Tyto výsledky ukazovaly, že *G. frondosa* může být obohacována selenem podobně jako *Agaricus bisporus* a stát se vynikajícím zdrojem selenu.

Beelman a Werner (2002) obohacovali selenem žampion dvouvýtrusý. Účelem studie bylo zjistit metody vypěstování žampionů s vysokým obsahem selenu, nejméně 1200 ppm. Do substrátu bylo přidáno od 30 do 300 ppm seleničitanu sodného. Množství selenu v plodnicích stoupalo s množstvím přidaného seleničitanu, ale klesalo s počtem sklizňových vln. Houby obsahovaly nejméně 20% doporučené denní dávky (pro USA) selenu a mohly by být označeny jako výborný zdroj selenu v potravě.

Žampion dvouvýtrusý seleničitanem sodným také obohacovala Remešová (2008). Byly založeny tři pokusy. První obsahoval navážku 15 mg seleničitanu sodného na 10 kg substrátu, druhý pokus obsahoval 30 mg seleničitanu sodného na 10 kg substrátu a třetí pokus byl kontrolou bez ošetření seleničitanem. Po sklizni a usušení byly plodnice zanalyzovány na ICP-MS spektrometru. Výsledné množství bylo 9,4 mg/kg selenu v sušině pro variantu s 15 mg seleničitanu sodného a 14,6 mg/kg selenu v sušině pro variantu s 30 mg seleničitanu. Kontrola obsahovala 4,9 mg/kg selenu v sušině. Výsledná množství byla natolik vysoká, že by se takto ošetřené žampiony nemohly prodávat v ekonomických baleních.

Uvedené výsledky poukazují, že obohacené žampióny by se v budoucnu mohly stát významným zdrojem selenu.

### **3.8. Zdravotně škodlivé látky**

Kromě příznivých látek obsahují žampióny i zdraví škodlivé látky. V roce 1960 byla z některých druhů rodu *Agaricus* poprvé izolována látka pojmenovaná Agaritin, jejíž chemická struktura svědčila o pravděpodobné karcinogenitě.

Což bylo experimentálně potvrzeno. Příčinou karcinogenity je výskyt sloučenin obsahující vazby dusík-dusík, především ve formě derivátů hydrazinu  $\text{NH}_2\text{-NH}_2$ . Proč se takové látky u některých hub vyskytují, není dosud jasné. Pro houbu škodlivé nejsou, pro konzumenty však ano (Kalač, 2008)

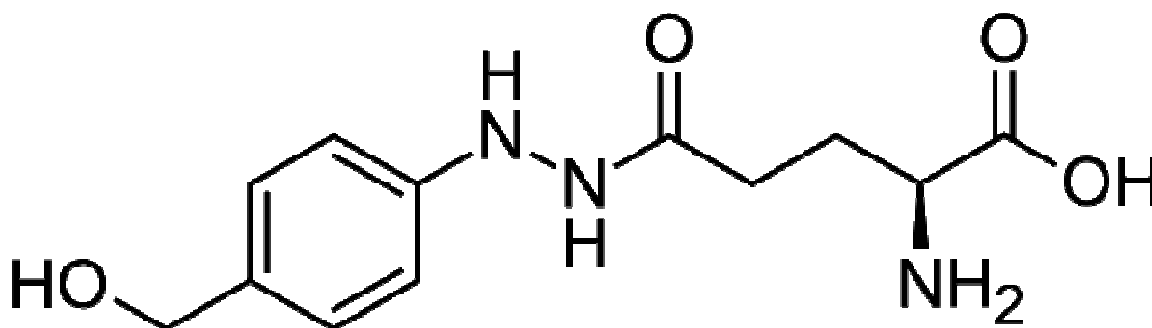
### 3.8.1. Agaritin

Agaritin, N-( $\gamma$ -L(+)-glutamyl)-4-hydroxymethylfenylhydrazin (obr. 1), není vlastním karcinogenem, je jen slabě mutagenní. V organismu savců však podléhá přeměnám, které vedou ke vzniku rizikových karcinogenů (Kalač, 2008).

Metabolismus agaritinu byl pozorován u myší. Kondo a kol. (2008) podávali laboratorním myším dávku agaritinu 4 a 40 mg/ kg. DNA byla poškozena už při jednom podání a tím vyvoláno zhoubné bujení trávicího traktu a močového měchýře.

Stabilitu agaritinu ve vodě zkoumala Hajšlová a kol. (2002). V otevřených vialkách s vodou byl agaritin úplně degradován do 48 hod. Degradace agaritinu byla nižší v uzavřených vialkách, je tedy pravděpodobně závislá na kyslíku, na teplotě však nezávisí. Dále na degradaci působí i hodnota pH. V kyselém prostředí se agaritin odbourává rychleji než v neutrálním.

Obr. 1 Strukturální vzorec agaritinu - N-( $\gamma$ -L(+)-glutamyl)-4-hydroxymethylfenylhydrazin (Dostupné z <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/78/Agaritine.svg/800px-Agaritine.svg.png>).



### 3.8.2. Obsah agaritinu v houbách

Obsah agaritinu v žampionu dvouvýtrusém kolísá v rozmezí 10 – 170 mg ve 100 g čerstvých plodnic, v sušených žampionech jsou uváděny hodnoty až 650 mg ve 100 g. Obsah je ovlivněn složením substrátu, pořadím sklizně a stupněm vývoje plodnic. Vyšší obsahy jsou v plodnicích sklizených ke konci produkčního období a v mladých nevyvinutých plodnicích.

Vliv barvy plodnic prokázán nebyl (Kalač, 2008). Dále bylo zjištěno, že agaritin není v plodnici rozložen rovnoměrně. Nejvíce se ho nachází ve slupce klobouku a v lupenech a nejméně ve třeni.

Obsah agaritinu ve 28 vzorcích žampionu z tržní sítě zkoumala Schulzová a kol. (2002). Průměrný obsah agaritinu byl 27,2 mg a rozpětí 16,5 – 45,7 mg ve 100 g plodnic. Později Schulzová a kol. (2009) zkoumali obsah agaritinu v 53 druzích rodu *Agaricus* sesbíraných v letech 1998 až 2001 v České Republice. Bylo zjištěno, že 24 druhů z 53 obsahovalo množství agaritinu vyšší než 1000 mg na kg čerstvých hub. Nejvyšší obsah této látky byl nalezen v *A. elvensis* a to 10 000 mg na kg čerstvých hub. 20 druhů obsahovalo střední hodnoty (100-1000 mg/kg) a 9 druhů mělo hodnoty pod 100 mg/kg. Velikost plodnic, rok a týden sběru neměl vliv na obsah agaritinu.

Podobným výzkumem se zabývala Hájková a kol. (1999). Stanovením agaritinu ve 28 druzích volně rostoucích pečárek zjistili, že naměřené hodnoty přesahovaly 200 mg ve 100 g čerstvých plodnic, tedy 2 % v sušině.

Obsah agaritinu byl nalezen i v *Agaricus blazei* Murrill (žampion brazilský či Himematsutake), oblíbeném žampionu v Brazílii a Japonsku pro své léčivé účinky (Firenzuoli a kol., 2008).

Agaritin v jiných druzích hub nebyl prokázán, pouze v Japonsku byl ve velmi malém množství prokázán v hlívě ústříčné (Kalač, 2008).

### 3.8.3. Obsah agaritinu ve sporách hub

Agaritin byl nalezen i ve sporách *Agaricus bisporus*. Spory byly extrahovány čistou vodou a analyzovány pomocí kapalinové chromatografie. Průměrný obsah agaritinu ve výtrusech byl 0,304 % (Janák a kol., 2006).

### 3.8.4. Vliv zpracování hub na obsah agaritinu

Obsah agaritinu klesá jak během skladování chlazených či zmražených plodnic, tak během sušení. Pokles, v závislosti na podmínkách, představuje 20 – 75 % z výchozího obsahu. Při krátkodobém povaření hub přešlo až 50 % agaritinu do výluhu a až 25 % bylo odbouráno. Delší var vedl k dalšímu, i když nižšímu poklesu.

Pečením bylo odbouráno jen 25 %. Daleko vyšší úbytky agaritinu byly pozorovány u smažení (Schulzová a kol., 2002).

Obsah agaritinu v čerstvých, konzervovaných a jinak zpracovaných žampionech měřil Andersson a kol. (1999). Dva vzorky čerstvých žampionů, zakoupených na trhu, obsahovaly 212 a 229 mg/kg. U konzervovaných žampionů byly sledovány jak krájené, tak žampiony vcelku. Žampiony vcelku obsahovaly v průměru 14,9 mg agaritinu na kilogram hmoty a krájené 18,1 mg/kg. Mezi těmito hodnotami nebyl statisticky průkazný rozdíl. Obsah agaritinu v nálevu byl mírně nižší než v houbách. Naopak v produktech jako jsou žampionová polévka, omáčka na těstoviny, byly hodnoty agaritinu mnohem vyšší.

Přestože tyto výzkumy potvrzují snižování obsahu agaritinu v žampionech, není známo na jaké produkty se agaritin rozkládá a jaký může mít vliv na zdraví člověka.

## **3.9. Obchodní norma pro pěstované žampiony**

Podle nařízení Komise (ES) č. 1863/2004 platí pro pěstované žampiony tato norma (výňatek z <http://eur-lex.eu>).

### **3.9.1. Definice**

Tato norma platí pro plodnice (plodící orgány) kmenů vypěstovaných z rodu *Agaricus*, které se spotřebiteli dodávají čerstvé s výjimkou žampionů určených pro průmyslové zpracování. Žampiony se třídí na krájené a nekrájené, s uzavřeným a otevřeným kloboukem a podle barvy na bílé, hnědé a kaštanové.

### **3.9.2. Jakost**

Žampiony všech tříd jakosti musí být neporušené (krájené musí mít čistý řez), zdravé, nepoškozené hnitím a silným hnědnutím, prosté viditelných cizorodých látek (neplatí pro záhonový materiál), čerstvé s typickým zbarvením, prosté škodlivého hmyzu, prosté cizí vůně a chuti.

#### **Ražení do jakostních tříd**

- Extra
- I. třída
- II. Třída

### **3.9.3. Třídění podle velikosti**

Velikost se určuje na základě maximálního průměru klobouku a délky třeně. Minimální průměr klobouku musí být nejméně 15 mm u uzavřených a otevřených žampionů. Za střední velikost se považuje průměr klobouku 30 – 65 mm a jako velké jsou považovány žampiony s průměrem klobouku 50 mm a více.

### **3.9.4. Obchodní úprava**

Obsah každého balení musí být jednotný a musí obsahovat pouze žampiony stejného původu, obchodního druhu, fáze vývoje, jakosti a velikosti (pokud se velikost třídí). Prodejní obaly čisté hmotnosti nepřesahující 1 kilogram mohou obsahovat směsi žampionů různých barev, pokud jsou jednotné v jakosti, fázi vývoje a velikosti (pokud se velikost třídí) a – u každé dotyčné barvy – v původu. Materiály použité k balení musí být nové, čisté a takové jakosti, aby se zabránilo vzniku jakýchkoli vnějších či vnitřních změn na produktu.

### **3.9.5. Označování**

Každé balení musí uvádět následující údaje: jméno a adresa baliče a/nebo odesílatele, země původu, třídu, velikost (pokud se třídí) a čistou hmotnost.

Informace o agaritinu v normě ani v jiných nařízeních nejsou uvedeny.



## **4. Materiál a metody**

### **4.1. Žampiony**

K provedení analýz byly vypěstovány žampiony z hotového žampionového substrátu. Tyto žampiony dodala firma Jiří Václavík se sídlem Dolany 22, Opatovice nad Labem 533 45, IČO: 11135565 ([www.jedlehouby.cz](http://www.jedlehouby.cz)). Jedná se o lisovaný substrát složený z fermentovaného hnoje a slámy naočkovaného sadbou žampionu dvouvýtrusého. Druh použitého hnoje a kmen žampionové sadby nebyl uveden. Substrát je zabalen do průhledné folie. Součástí balení je krycí zemina. Celkem byly zakoupeny 4 bloky hotového substrátu. Dva bloky se sadbou žampionu bílého s hmotností substrátu 8 kg a žampionu hnědého s hmotností substrátu 8 kg.

#### **4.2.1. Metodika pěstování žampionů**

##### **4.2.1.1. Prorůstání**

Na čerstvě vyexpedovaném substrátu se nevyskytuje mycelium, je tedy nutné nechat bloky prorůst. Pro dobré prorostení substrátu jsou třeba teploty 20-24 °C. Při vyšších a nižších teplotách mycelium substrátem neprorůstá. Pro růst mycelia není třeba sluneční světlo. Prorůstání trvá přibližně měsíc.

##### **4.2.1.2. Krytí zeminou**

Po měsíci prorůstání byly bloky z větší části pokryty bílošedým myceliem. V této fázi se bloky mohou pokrývat přiloženou zeminou. V horní části bloku v igelitu byl vyříznut otvor. Substrát se nakypřil. Poté se rovnoměrně pokryl přiloženou zeminou. Provedla se první záливka. Proti velkému odpařování vody ze zeminy a ochraně proti případným škůdcům byly vyrobeny z igelitové plachty ochranné obaly.

#### 4.2.1.3. Zálivka

Zálivka se provádí od pokrytí zeminou až do objevení prvních zárodků hub. V této fázi se substráty rozdělily na různé varianty.

##### a) Žampiony bílé

1. **Varianta:** zálivka vodou (B1)
2. **Varianta:** zálivka kejdou (B2)

##### b) Žampiony hnědé

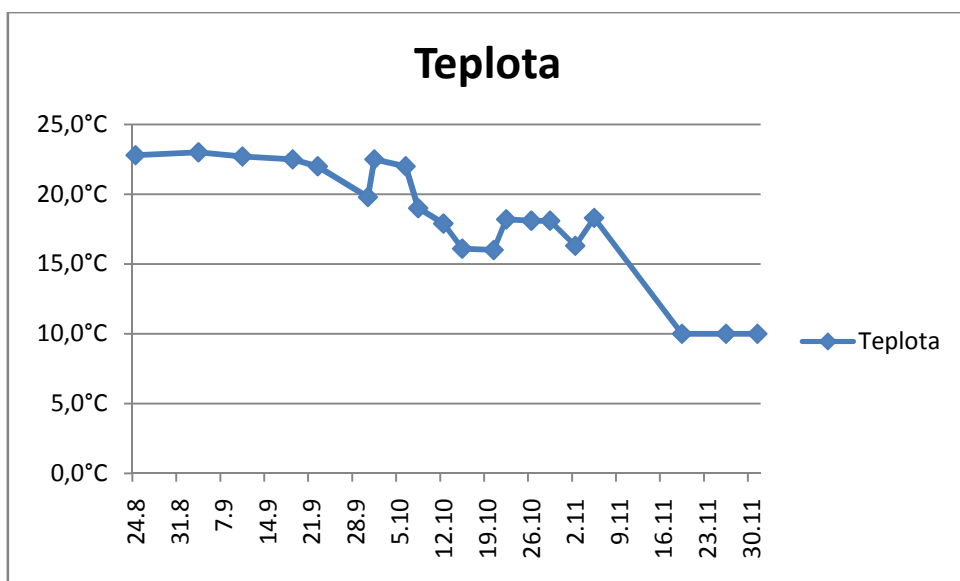
1. **Varianta:** zálivka vodou (H1)
2. **Varianta:** zálivka kejdou (H2)

Poté se ustane se zálivkou a pokračuje se, až když se na substrátu objeví houby o velikosti 1 – 2 cm.

#### 4.2.1.4. Úprava podmínek pro založení růstu hub

Po prorostení mycelia se na krycí zemině objevují bílá místa, tzv. primordia, zárodky hub. V tuto dobu je nutné bloky přesunout do chladnějšího místa (podobně jako šokové chlazení ve velkovýrobě). Bloky byly přemístěny do místnosti s teplotou 19 °C a přestaly se zalévat, dokud se neobjevily první houby. Houby se opět zalévaly od velikosti 1 - 2 cm až do sklizně. Průběh teplot během pěstování zobrazuje graf 1.

Graf 1: Graf teplot během pěstování žampionů.



### 4.3. Chemikálie

- methanol p.a. (Sigma)
- demineralizovaná voda

### 4.4. Přístroje

- digitální váhy Vibra, kapacita rozsahu max. 2200 g, d=0,01 g
- mixér Roadstar
- třepačka Elpan, typ 357
- ultrazvuková lázeň Tesla, typ UC 002 BM1
- rotační vakuová odparka VLH 1, typ 50
- sušička ovoce a zeleniny
- elektrická trouba Whirlpool
- elektrický vaříč Electrolux
- kapalinový chromatograf Varian (pumpa Varian 9010, Autosampler 9095, detektor Varian UV detektor Dionex, kolona Lichrospher RP-18)

## **4.5. Příprava vzorků pro stanovení agaritinu pomocí kapalinové chromatografie (HPLC)**

### **4.5.1. Příprava vzorků z čerstvých a mražených hub**

Navážka 20 g čerstvých či mražených hub se rozmixovala ve 100 ml metanolu a homogenizát se třepal na třepačce po dobu 30 minut. Poté se přefiltroval do odměrné baňky o objemu 200 ml a doplnil metanolem. Pipetou se odebralo 10 ml extraktu a pomocí rotační vakuové odparky se odpařil do sucha. Odparek se rozpustil ve 2 ml demineralizované vody a byl analyzován pomocí kapalinové chromatografie s UV detekcí (HPLC/UV).

### **4.5.2. Příprava vzorků z vařených hub**

Navážka 20 g hub byla vložena do hrnce s 250 ml vody a voda se přivedla k varu. Houby byly vařeny za občasného míchání 20 min. Uvařené houby byly scezeny a nechaly se vychladnout. Další zpracování bylo shodné se zpracováním čerstvých či mražených hub.

### **4.5.3. Příprava vzorků ze smažených hub**

20 g hub bylo smaženo na slunečnicovém oleji za stálého míchání po dobu 10 min. Po usmažení byl přebytečný tuk z hub osušen filtračním papírem a houby se nechaly zchladnout. Další zpracování bylo shodné se zpracováním čerstvých či mražených hub.

### **4.5.4. Příprava vzorků z pečených hub**

20 g hub bylo nakrájeno na tenké plátky a pečeno na pečícím papíře v troubě při teplotě 200 °C. Vzorky byly pečeny po dobu 10, 20 a 30 minut. Po vychladnutí se vzorky zpracovávaly shodným způsobem jako houby čerstvé či mražené.

#### **4.5.5. Příprava vzorků ze sušených hub**

20 g hub bylo nakrájeno na tenké plátky a sušeno v sušičce 1 hodinu při teplotě 40 °C a poté 2 hodiny při teplotě 60 °C do konstantní hmotnosti. Po usušení bylo zpracování shodné se zpracováním čerstvých či mražených hub.

#### **4.6. Podmínky stanovení agaritinu pomocí HPLC**

Připravené vzorky byly analyzovány pomocí kapalinového chromatografu Varian (pumpa Varian 9010, Autosampler 9095, detektor Varian UV detektor Dionex, kolona Lichrospher RP-18) za těchto podmínek:

- Mobilní fáze: metanol (A), voda (B)
- Kolona Lichrospher RP – 18 (250 x 4 mm, 5 µm Lichrospher 100) s předkolonou (4 x 4 mm, 5 µm)
- Průtok mobilní fáze: 1 ml/min
- Gradient mobilní fáze: 10 % A 5 min, pak během 15 min 80 % A, pak 5 min 80 % A
- Teplota kolony: 35 °C
- UV detektor: 237 nm

## 5. Výsledky

### 5.1. Sklizeň žampionů

Žampiony byly sklizeny dostatečně narostlé, ale s dosud uzavřenými klobouky. Sklizeň se prováděla vykroucením houby ze substrátu. Po sklizni byly houby očištěny od zbytků substrátu a zváženy.

#### 5.1.1. Sklizňové vlny a výnos žampionů bílých

Data sklizňových vln a výnosy v gramech u žampionu bílého vyjadřuje tabulka 10. Varianta B1 značí variantu zalévanou vodou a varianta B2 značí variantu zalévanou kejdou.

Tab. 10: Sklizňové vlny a výnos žampionu bílého se zálivkou vodou B1 a se zálivkou kejdou B2 v g.

Datum sklizně	Varianta (hmotnost v g)	
	B1	B2
12.10. 2009	151,12	93,64
15.10.2009	298,1	
22.10. 2009		729,69
26.10. 2009	656,07	
2.11. 2009		254,64
1.12. 2009	115,49	
<b>Celkový výnos (g)</b>	<b>1220,78</b>	<b>1077,97</b>

Z tabulky je zřejmé, že u varianty B1 zalévané vodou proběhly celkem čtyři sklizňové vlny a u varianty B2 zalévané kejdou tři. Rozdíl ve výnosu činí 142,81 g ve prospěch žampionů zalévaných vodou. U varianty B1 byla nejsilnější sklizňová vlna, tedy s největším výnosem, třetí vlna. U varianty B2 se nejsilnější vlnou ukázala vlna druhá.

Pro stanovení průkaznosti rozdílu mezi výnosy varianty B1 a B2 byl použit párový t-test. Podle výsledků byly rozdíly na hladinách pravděpodobnosti 0,001 a 0,005 statisticky nevýznamné.

### 5.1.2. Sklizňové vlny a výnos žampionů hnědých

Data sklizňových vln a výnosy v gramech u žampionu hnědého vyjadřuje tabulka 11. Varianta H1 značí variantu zalévanou vodou a varianta H2 značí variantu zalévanou kejdou.

Tab. 11: Sklizňové vlny a výnos žampionu hnědého se zálivkou vodou H1 a se zálivkou kejdou H2 v g.

Datum sklizně	Varianta (hmotnost v g)	
	H1	H2
8.10. 2009		219,98
12.10. 2009	71,62	151,41
20.10. 2009	725,58	346,58
19.11. 2009	16,2	
26.11. 2009		32,75
1.12. 2009	183	
<b>Celkový výnos (g)</b>	<b>996,4</b>	<b>750,72</b>

U hnědých žampionů shodně proběhly čtyři sklizňové vlny. Rozdíl mezi variantami pak byl 245,68 g ve prospěch žampionů zalévaných vodou. U varianty H1 byla nejsilnější druhá sklizňová vlna. U varianty H2 byla nejsilnější třetí vlna.

Pro stanovení průkaznosti rozdílu mezi výnosy varianty H1 a H2 byl použit párový t-test. Podle výsledků byly rozdíly na hladinách pravděpodobnosti 0,001 a 0,005 statisticky nevýznamné.

## **5.2. Obsah agaritinu v žampionech**

Standard agaritinu není komerčně dostupný, tudíž nebylo možné obsah agaritinu ve vypěstovaných vzorcích vyjádřit v hmotnostních jednotkách a proto naměřené hodnoty byly vyjádřené v procentech. Jako hodnoty 100 %, tedy výchozí hodnoty agaritinu, byly stanoveny obsahy agaritinu v čerstvých houbách.

### **5.2.1. Obsah agaritinu v mražených žampionech**

#### **5.2.1.1. Žampion bílý zalévaný vodou (B1)**

U této varianty byly zkoumány tři vzorky po jednom z každé sklizňové vlny. U této varianty lze tedy porovnat obsah agaritinu během jednotlivých sklizňových vln. V pozdějších sklizňových vlnách obsah agaritinu mírně stoupal, rozdíl však představoval <1 %. Průměrný úbytek agaritinu v mražených houbách byl 39 %. Obsah agaritinu ve variantě B1 v % vyjadřuje tabulka 12.



Tab. 12: Obsah agaritinu v mražených žampionech, varianta B1 (%).

<b>Datum sklizně</b>	<b>Obsah agaritinu (%)</b>
12. 10. 2009	60,9
15.10. 2009	61,3
26. 10. 2009	61,6

### 5.2.1.2. Žampion bílý zalévaný kejdou (B2)

U této varianty byly zkoumány vzorky ze dvou sklizňových vln. V této variantě obsah agaritinu s pozdější sklizňovou vlnou mírně klesal, rozdíl však činil pouze 0,7 %. Průměrný úbytek agaritinu se pohyboval kolem 38 %. Obsah agaritinu ve variantě B2 v % vyjadřuje tabulka 13.

Tab. 13: Obsah agaritinu v mražených žampionech, varianta B2 (%).

<b>Datum sklizně</b>	<b>Obsah agaritinu (%)</b>
12. 10. 2009	62,6
22. 10. 2009	61,9

### 5.2.1.3. Žampion hnědý zalévaný vodou (H1)

U žampionu hnědého zalévaného vodou byla k dispozici varianta z jedné sklizňové vlny. Úbytek agaritinu oproti 100 % výchozí hodnotě čerstvých žampionů byl 36,8 %.

#### 5.2.1.4. Žampion hnědý zalévaný kejdou (H2)

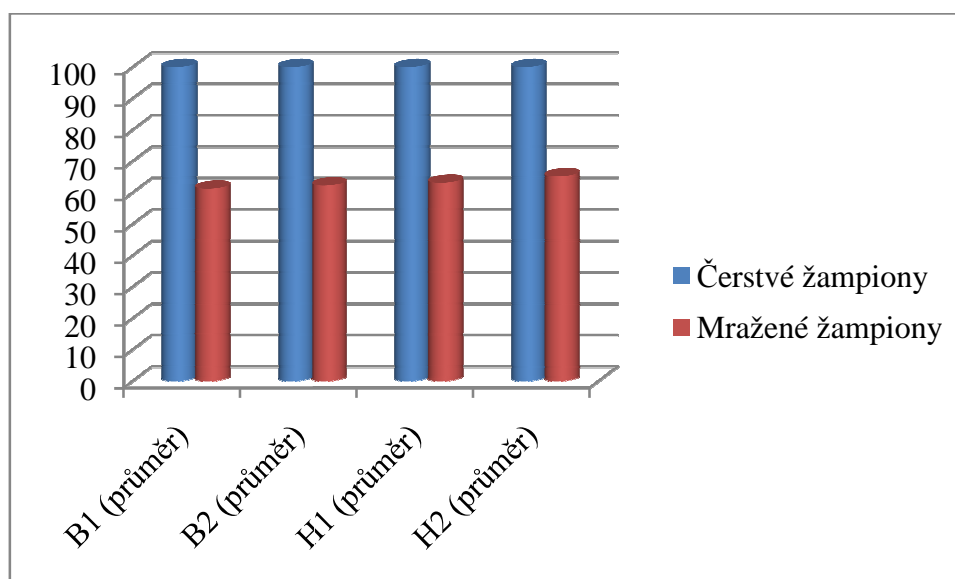
U varianty H2 byly zkoumány dva vzorky ze dvou sklizňových vln. Rozdíl v obsahu agaritinu mezi oběma variantami činil 1,6 %. Průměrný úbytek agaritinu oproti 100 % výchozí hodnotě čerstvých žampionů se pohyboval kolem 35 %. Oproti variantě H1 zalévané vodou tak byl úbytek agaritinu o 1,8 % nižší. Obsah agaritinu ve variantě H2 v % vyjadřuje tabulka 14.

Tab. 14: Obsah agaritinu v mražených žampionech, varianta H2 (%).

Datum sklizně	Obsah agaritinu (%)
12. 10. 2009	64,4
20. 10. 2009	66

Průměrný obsah agaritinu v mražených houbách oproti 100 % obsahu v čerstvých houbách vyjadřuje graf 2.

Graf 2: Průměrný obsah agaritinu v mražených žampionech (%).

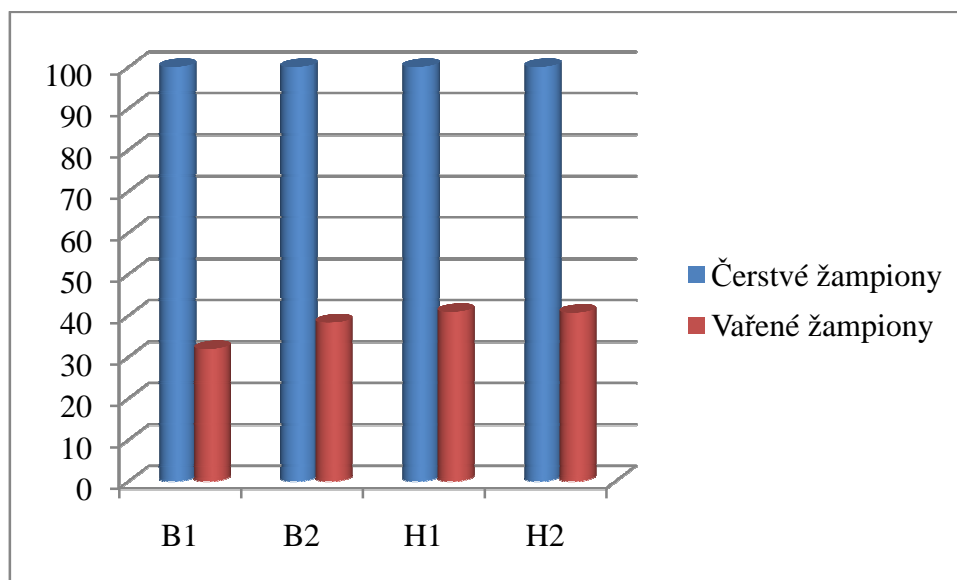


Průměrný obsah agaritinu ve variantě B1 se pohyboval kolem 39 %. Průměrný úbytek agaritinu ve variantě B2 se pohyboval kolem 38 %, tedy o 1 % méně než u varianty B1. U varianty H1 byl průměrný obsah agaritinu 36,8 % a u varianty H2 se obsah agaritinu pohyboval kolem 35 %. Oproti variantě H1 tak byl úbytek agaritinu u varianty H2 o 1,8 % nižší.

## 5.2.2. Obsah agaritinu ve vařených žampionech

Degradace agaritinu vařením se pohybovala v průměru kolem 62 %. Nejvyšší ztráty agaritinu vařením byly zaznamenány u žampionu bílého se zálivkou vodou B1 (68,1 %), nejnižší ztráty agaritinu pak u žampionu hnědého se zálivkou vodou H1 (59,1 %). Mezi variantou s nejvyšším a nejnižším úbytkem byl rozdíl 9 %. U žampionu bílého zalévaného kejdou B2 byla ztráta 61,7 % a u žampionu hnědého zalévaného kejdou H2 byla ztráta 59,3 %. Obsah agaritinu v % a jeho úbytek oproti 100 % hodnotě vyjadřuje graf 3.

Graf 3: Obsah agaritinu ve vařených žampionech (%).

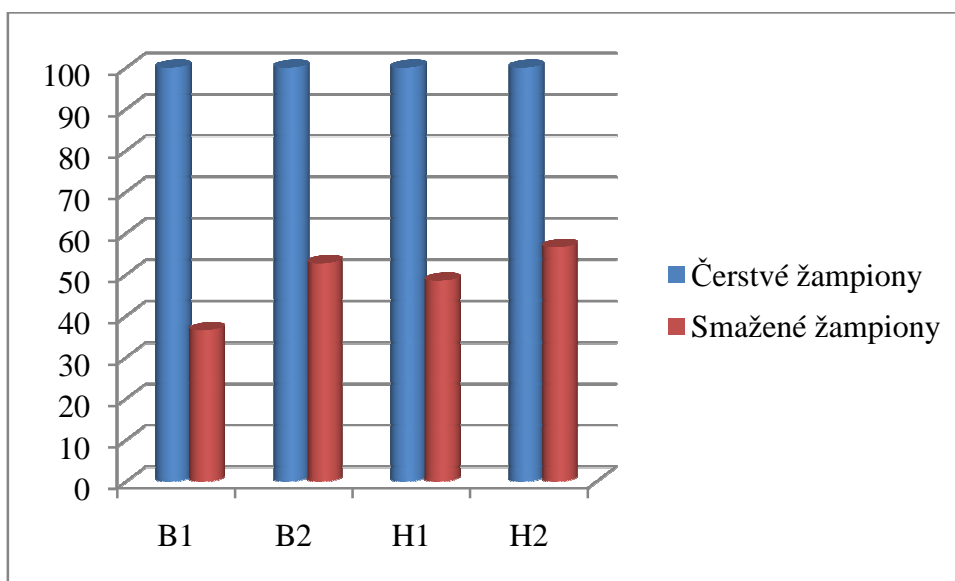


Mezi variantami bílého žampionu B1 a B2 byl rozdíl 6 %. Nižší úbytek agaritinu byl zaznamenán u varianty zalévané kejdou (B2). Mezi variantami hnědého žampionu H1 a H2 byl rozdíl 0,2 %. Nižší úbytek agaritinu byl zaznamenán u varianty zalévané vodou (H1).

### 5.2.3. Obsah agaritinu ve smažených žampionech

Degradace agaritinu smažením byla zjištěna v průměru okolo 51 %. Nejvyšší ztráty agaritinu smažením byly zaznamenány u žampionu bílého se zálivkou vodou B1 (63,5 %), nejnižší ztráty agaritinu pak u žampionu hnědého se zálivkou kejdou H2 (43,4 %). Mezi variantou s nejvyšším a nejnižším úbytkem byl rozdíl 20 %. U žampionu bílého zalévaného kejdou B2 byla ztráta 47,3 % a u žampionu hnědého zalévaného vodou H1 byla ztráta 51,5 %. Obsah agaritinu v % a jeho úbytek oproti 100 % hodnotě vyjadřuje graf 4.

Graf 4: Obsah agaritinu ve smažených žampionech (%).



Mezi variantami bílého žampionu B1 a B2 byl rozdíl 16 %. Nižší úbytek agaritinu byl zaznamenán u varianty zalévané kejdou (B2). Mezi variantami hnědého žampionu H1 a H2 byl rozdíl 8 %. Nižší úbytek agaritinu byl zaznamenán u varianty zalévané kejdou (H2).

## 5.2.4. Obsah agaritinu v pečených žampionech

Vzorky žampionů byly před analýzou pečeny v různých časových intervalech. U varianty žampionů bílých zalévaných vodou (B1) byl úbytek agaritinu po prvních 10 min nejvyšší, tedy 45,9 %. Po 20 a 30 min pečení byly úbytky již velmi nízké. Rozdíl činil 1,4 – 2,8 %.

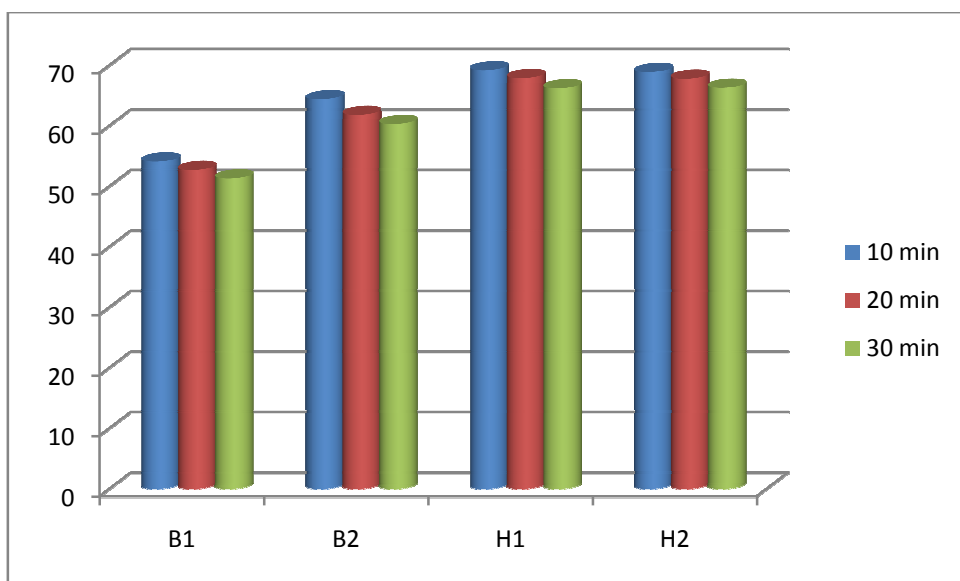
U varianty žampionů bílých zalévaných kejdou byl úbytek agaritinu po 10 min 35,6 %, což bylo o 10 % méně než u varianty B1. Po dalších minutách pečení byly úbytky agaritinu nižší. Rozdíl činil 2,6 – 4,1 %.

U varianty žampionů hnědých zalévaných vodou (H1) byl po 10 min pečení úbytek 30,8 %. Po dalších minutách pečení byl obsah agaritinu v žampionech o 1,3 – 3 % nižší než po 10 min pečení. U varianty žampionů hnědých zalévaných kejdou (H2) byl úbytek agaritinu po 10 min pečení 31,7 %, což bylo o 0,9 % méně než u varianty H1. Po dalších minutách pečení byly úbytky agaritinu jako u ostatních variant nižší. Rozdíl činil 1,1 – 2,6 %. Obsah agaritinu v průběhu pečení hub vyjadřuje tabulka 15 a graf 5.

Tab. 15: Změny obsahu agaritinu v žampionech během pečení (%).

Varianta	Minuty		
	10	20	30
B1 (%)	54,08	52,7	51,3
B2 (%)	64,4	61,8	60,3
H1 (%)	69,2	67,9	66,2
H2 (%)	68,9	67,8	66,3

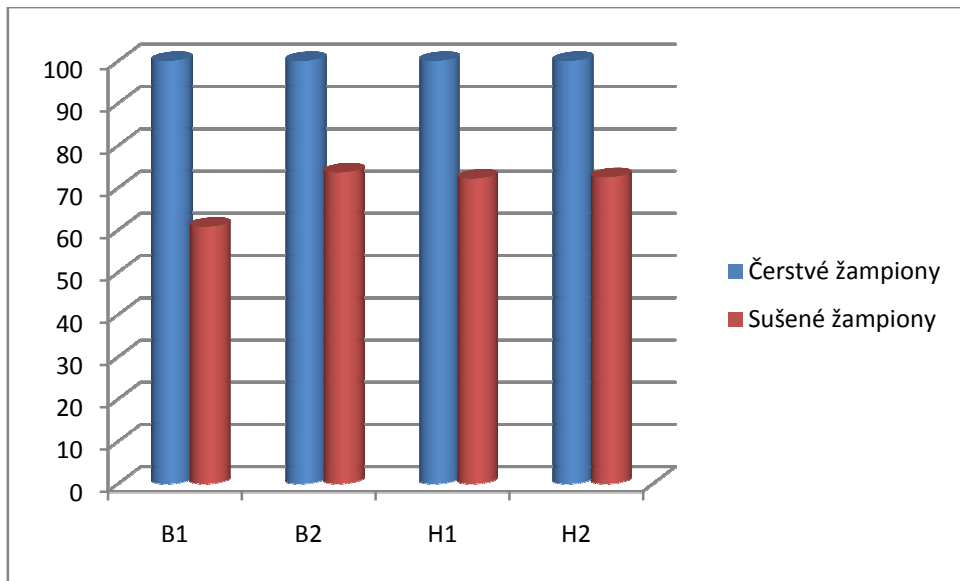
Graf 5: Obsah agaritinu v žampionech po 10, 20 a 30 min pečení (%).



### 5.2.5. Obsah agaritinu v sušených žampionech

Degradace agaritinu sušením byla zjištěna v průměru kolem 30 %. Nejvyšší ztráty agaritinu sušením byly zaznamenány u žampionu bílého se zálivkou vodou B1 (39,2 %), nejnižší ztráty agaritinu pak u žampionu bílého se zálivkou vodou B2 (26,4 %). Mezi variantou s nejvyšším a nejnižším úbytkem byl rozdíl 12 %. U žampionu hnědého zalévaného kejdou H2 byla ztráta 27,5 % a u žampionu hnědého zalévaného vodou H1 byla ztráta 27,8 %. Obsah agaritinu v % a jeho úbytek oproti 100 % hodnotě vyjadřuje graf 6.

Graf 6: Obsah agaritinu v sušených houbách oproti 100 % obsahu v čerstvých houbách (%).



Mezi variantami bílého žampionu B1 a B2 byl rozdíl 12 %. Nižší úbytek agaritinu byl zaznamenán u varianty zalévané kejdou (B2). Mezi variantami hnědého žampionu H1 a H2 byl rozdíl 0,3 %. Nižší úbytek agaritinu byl zaznamenán u varianty zalévané kejdou (H2).

## 6. Diskuze

### 6.1. Sklizeň

Cílem této práce bylo zjistit, jaký vliv má hnojení žampionové kultury na výnos. Byly založeny čtyři varianty, dvě byly zalévány vodou a dvě varianty byly přihnojeny anaerobně fermentovanou kejdou.

U varianty žampionu bílého zalévaného vodou byl celkový výnos ze čtyř sklizňových vln 1220,78 g. Výrobce žampionových substrátů (J. Václavík) garantoval u bílých žampionů výnos 3000 g, pokud budou splněny podmínky pěstování. Přestože všechna doporučení a postupy v návodu výrobce byly splněny, výnos nedosáhl ani poloviny garantovaného výnosu. To by se dalo vysvětlit tím, že se jedná o živý materiál, který má nestálé vlastnosti. U varianty žampionu bílého se zálivkou kejdou byl celkový výnos ve třech sklizňových vlnách 1077,97 g. Rozdíl mezi variantou zalévanou vodou a variantou zalévanou kejdou činil 142,81 g. Podle statistického zhodnocení tento rozdíl neměl statistický význam. Tedy přihnojování kejdou nemá pozitivní, či negativní vliv na výnos žampionů. Použití kejdy by tedy nebylo ekonomické. Použití anaerobně fermentované kejdy by mohlo mít dobré výsledky při výrobě samotného substrátu, tedy při míchání slámy a zdroje dusíku (Jablonský a Šašek, 2006). Vizuální kvalita žampionů pak byla vysoká, plodnice byly čisté krémové barvy s čokoládově zbarvenými lupeny a bez napadení škůdci. Vůně plodnic byla charakteristická a velmi silná. Dalšími senzorickými charakteristikami se práce nezabývala.

Žampion hnědý se zálivkou vodou byl sklizen ve čtyřech sklizňových vlnách a celkový výnos činil 996,4 g. Podle výrobce žampionových substrátů (J. Václavík) byla garance výnosu 3000 g stejně jako u žampionu bílého. Podle Jablonského a Šaška (2006) jsou však výnosy u žampionu hnědé nižší než u žampionu bílého. Toto tvrzení bylo v tomto pokusu potvrzeno. Obě varianty žampionu hnědé byly pěstovány v identických podmínkách jako žampiony bílé, tudíž na nižší výnos nemohly mít vliv horší podmínky pěstování. U žampionu hnědé zalévaného kejdou bylo ve čtyřech sklizňových vlnách sklizeno 750,72 g. Výnos byl tedy nižší o 245,68 g. Statisticky pak tento rozdíl byl nevýznamný. Stejně jako u žampionů bílých by případné přihnojování žampionového substrátu během pěstování žampionové kultury nemělo žádný význam.



I přes nižší výnosy byly hnědé žampiony velikostí podobné bílým žampionům, barva plodnic byla světle hnědá a vůně silná charakteristická. Další sensorické znaky posuzovány nebyly.

## 6.2. Obsah agaritinu

Všechny vzorky připravené z čerstvých, mražených, vařených, smažených, pečených a sušených žampionů bílých a hnědých, variant se zálivkou vodou a se zálivkou kejdou, byly zanalyzovány pomocí kapalinové chromatografie s UV detekcí. Pro agaritin není dostupný standard a v podmínkách laboratoře, kde byly vzorky zpracovány, nebylo možné standard syntetizovat. Proto jako vzorky se 100 % výchozím obsahem byly určeny vzorky z čerstvých hub. U ostatních vzorků byla pozorována degradace agaritinu podle způsobu zpracování a podle varianty zalévání.

U mražených žampionů bylo u některých variant možno zkoumat, zda má na obsah agaritinu vliv pořadí sklizňové vlny. U varianty bílého žampionu zalévaného vodou byly na porovnání k dispozici tři sklizňové vlny. Ve sklizni datované 12. 10. 2009 byl obsah agaritinu 60,9 % oproti čerstvým žampionům, při další sklizni 15. 10. 2009 se obsah agaritinu zvýšil na 61,3 %, při třetí sklizni obsah agaritinu byl 61,6 %. Přestože obsah agaritinu mírně stoupal, jednalo se nevýznamné množství. Průměrně se obsah agaritinu díky mražení snížil o 39 %. Varianta žampionu bílého zalévaného kejdou měla k porovnání dvě sklizňové vlny. U sklizně s datem 12. 10. 2009 byl obsah agaritinu 62,6 % u sklizně s datem 22. 10. 2009 byl 61,9 %. Rozdíl tak činil 0,7 %, což je zanedbatelná hodnota, také se tím potvrdilo tvrzení Schulzové a kol. (2009) o nezávislosti obsahu agaritinu a datu sklizně. Průměrně se obsah agaritinu snížil o 38 %. V porovnání s variantou se zálivkou vodou je úbytek o 1% nižší. Zálivka kejdou v tomto případě neměla vliv na obsah agaritinu v mražených houbách.

U varianty hnědých žampionů zalévaných vodou byl proměřen pouze jeden vzorek ze dne 20. 10. 2009, nelze tedy porovnat jednotlivé sklizně. Obsah agaritinu v tomto vzorku byl 63,2 %. Úbytek agaritinu tedy byl necelých 37 %. U varianty hnědého žampionu se zálivkou kejdou byly zanalyzované vzorky ze dvou sklizňových vln. První vzorek s datem 12. 10. 2009 obsahoval 64,4 % agaritinu a druhý vzorek s datem 20. 10. 2009 obsahoval 66 % agaritinu.

Úbytek agaritinu se pohyboval kolem 36 %. Ve druhé sklizňové vlně tedy obsah agaritinu stoupl o necelá dvě procenta. Zálivka kejdou neměla, stejně jako u bílých žampionů, vliv na obsah agaritinu v plodnicích. Souhrnně bylo mražením žampionů degradováno průměrně 36 % agaritinu. Tyto výsledky se shodují s tvrzením Schulzové a kol. (2002), která udává úbytky agaritinu vlivem skladování, chlazení a mražení 20 – 75 % z výchozího obsahu. Tyto nízké úbytky agaritinu však nepředstavují reálné riziko, čerstvé ani nezpracované mražené žampiony se nekonzumují. Mražením však lze částečně agaritin odbourat a tím snížit výchozí hodnotu agaritinu před tepelným zpracováním.

Celkem čtyři vzorky byly zpracovány vařením. Doba varu byla zvolena 20 min, tedy jako při běžném kuchyňském zpracování žampionů. U varianty žampionu bílého zalévaného vodou byl úbytek agaritinu 68 % a u varianty zalévaného kejdou 62 %. U varianty žampionu hnědého zalévaného vodou i kejdou byl úbytek shodně 59 %. Lze tedy říci, že kejda neměla vliv na obsah agaritinu v žampionech. Schulzová a kol. (2002) zjistila, že vařením přejde do výluhu až 50 % agaritinu a až 25 % agaritinu se odbourá. V této práci se po povaření obsah agaritinu z výchozích hodnot průměrně snížil o 63 %, kolik % agaritinu přešlo do výluhu a kolik % bylo odbouráno nebylo zkoumáno. Vařením se žampiony zpracovávají většinou v podobě omáček a polévek, pokud tedy 50 % agaritinu přechází do výluhu, který se konzumuje, snižuje se obsah agaritinu maximálně o 25 % (Schulzová a kol., 2002).

Výsledné úbytky agaritinu u vzorků žampionů smažených byly značně rozdílné. Nejvyšší ztráty agaritinu byly zaznamenány u varianty žampionu bílého zalévaného vodou, tedy více než 63 %. Nejnižší úbytek pak byl zaznamenán u varianty hnědých žampionů zalévaných kejdou. Potvrzuje se, že smažením žampionů lze pozorovat nejvyšší úbytky agaritinu (Schulzová a kol., 2002). Průměrný úbytek agaritinu ve smažených žampionech byl 51 %, Schulzová a kol. (2002) výsledný úbytek neuvodli. Tepelná úprava žampionů smažením je na odbourání agaritinu účinná, ale vzhledem k dobré schopnosti hub nasáknout tuk, není z dietického hlediska nejvhodnější úpravou pro častou konzumaci.

U pečených vzorků žampionů bylo možno pozorovat úbytky v závislosti na době pečení. Všechny vzorky byly pečený po dobu 10, 20 a 30 minut. U varianty žampionů bílých zalévaných vodou byl úbytek agaritinu po 10 min pečení 46 %, dalším pečením byly úbytky agaritinu velmi nízké, tedy lze tvrdit, že delší doba pečení již nemá na odbourávání agaritinu vliv. Tento jev Schulzová a kol. (2002) zaznamenali u žampionů zpracovávaných vařením. U varianty bílých žampionů zalévaných kejdou byly úbytky agaritinu nižší, tedy 36 %, dalším pečením se agaritin degradoval už jen mírně. U variant žampionu hnědého se zálivkou kejdou i vodou byl úbytek agaritinu po 10 min pečení takřka stejný, tedy 31 % a stejně jako u ostatních variant se v průběhu dalšího pečení obsah agaritinu výrazně nesnižoval. Průměrný úbytek agaritinu v pečených žampionech činil 38 %, což bylo více než v pokusu Schulzové a kol. (2002), jejichž úbytek v pečených žampionech činil 25 %.

Dále byly provedeny pokusy se sušenými žampiony. Čerstvé vzorky žampionů byly sušeny nejprve při teplotě 40 °C a dále při teplotě 60 °C do konstantní hmotnosti. U varianty žampionu bílého zalévaného vodou byl úbytek agaritinu oproti výchozí hodnotě 39 % a u varianty zalévané kejdou 26 %. Mezi těmito variantami byl největší rozdíl. Ztráty agaritinu u varianty žampionu hnědého se zálivkou vodou i kejdou byly podobně jako v ostatních případech stejné. Úbytky agaritinu u hnědé varianty se pohybovaly kolem 28 %. Ve všech variantách se průměrné úbytky pohybovaly kolem 31 %. Přestože úbytek agaritinu není vysoký, sušené houby se před konzumací tepelně zpracovávají. Místo použití klasického postupu namočení sušení hub, by mohlo být efektivnější houby krátce povařit a po slití výluhu dále zpracovávat. Tak by se obsah agaritinu v houbách mohl snížit až o 50 %.

## 7. Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit přihnojení anaerobně fermentovanou kejdou na kvantitativní a kvalitativní ukazatele u žampionu dvouvýtrusého bílé a hnědé odrůdy. Vliv přihnojení kejdou u obou odrůd žampionu lze zhodnotit takto:

- Přihnojování anaerobně fermentovanou kejdou nemělo na výnos negativní ani pozitivní vliv.
- Přihnojování anaerobně fermentovanou kejdou by bylo ekonomicky nevýhodné.
- Doporučuje se anaerobně fermentovanou kejdou použít pro přípravu žampionového substrátu.

Dále bylo zhodnocováno i hledisko vlivu přihnojování anaerobně fermentovanou kejdou na obsah agaritinu v žampionech. Výsledky u obou variant byly takřka stejné, či s menšími výkyvy. Lze tedy tvrdit, že přihnojování anaerobně fermentovanou kejdou nemá vliv na obsah agaritinu v žampionech.

Další část této práce se zabývala obsahem agaritinu při různých kuchyňských úpravách žampionů. Jednotlivé úpravy jsou seřazeny sestupně podle úbytků agaritinu z výchozí 100 % hodnoty naměřené u čerstvých žampionů.

- Smažené žampiony (úbytek agaritinu v průměru 51 %)
- Pečené žampiony (úbytek agaritinu v průměru 38 %)
- Mražené žampiony (úbytek agaritinu v průměru 36 %)
- Sušené žampiony (úbytek v průměru 31 %)

Zvláštní pozornost je třeba věnovat žampionům vařeným. Přestože průměrný úbytek agaritinu se pohyboval kolem 63 %, není známo, v jakém množství agaritin zůstal ve výluhu, který při tradiční přípravě zůstává součástí pokrmu.

Jako možné řešení pro co největší redukci agaritinu v pokrmu by bylo kombinovat výše zmíněné kuchyňské úpravy. Tepelně nezpracované žampiony se u nás běžně nekonzumují, tudíž nelze předpokládat riziko z vysokých obsahů agaritinu v plodnicích.

## 8. Seznam literatury

Andersson, H. C. Hajšlová, J. Schulzová, V. Panovská, Z. Hájková, L. Gry, J. 1999. Agaritine content in processed food containing the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*) on the Nordic and the Czech market. *Food Additives and Contaminants*, 16 (10), 439 – 446, ISSN 0265-203X

Babička, L., Katedra kvality zemědělských produktů, ČZU v Praze, 2007: přednáška, Olomouc

Barros, L. a kol. 2007. Fatty acid and sugar compositions and nutritional value of five wild edible mushrooms from Northeast Portugal. *Food Chemistry*, 105 (1), 140 -145, ISSN 0308-8146

Beelman, R. Royse, D. 2006. Selenium enrichment of *Pleurotus cornucopiae* (Paulet) Rolland and *Grifola frondosa* (Dicks.:Fr.) S. F. Gray mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 8 (1), 77 – 84.

Beelman, R. Werner, A. 2002. Growing High-Selenium Edible and Medicinal Button Mushrooms (*Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach) as Ingredients for Functional Foods or Dietary Supplements. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 4 (2), ISSN 1521-9437

Bonzom, P. M. a kol. 1999. NMR lipid profile of *Agaricus bisporus*. *Phytochemistry.*, 50, 1311 – 1321.

Combs Jr, GF. 2004. Status of selenium in prostate cancer prevention. *British Journal of Cancer*, 91 (2), 195 – 199, ISSN 0007-0920

Díez, A. A. Alvarez, A. 2001. Compositional and nutritional studies on two wild edible mushrooms from northwest Spain. *Food Chemistry*, 75, 417 – 422.

Dikeman, C.L. a kol. 2005. Effects of stage of maturity and cooking on the chemical composition of select mushroom varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1130 – 1138.

Dubost, N. Beelman, R. B. 2007. Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushrooms and correlation to total antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 105, 727 – 735.

Firenzuoli, F. Gori, L. Lombardo, G. 2008. The medicinal mushroom *Agaricus blazei* Murrill: Review of literature and pharmaco-toxicological problems. *Evidence-based Complementary & Alternative medicine (eCAM)*. 5 (1), 3 – 15, ISSN 1741427X

Hájková, L. Schulzová, V. Hajšlová, J. 1999. Agaritin, toxická látka obsažená v žampionech. *Mykologický sborník*. 76. 1 – 4.

Hajšlová, J. Hájková, L. Schulzová, V. Frandsen, H. Gry, J. Andersson, H. C. 2002. Stability of agaritine, a natural toxin of *Agaricus* mushroom. *Food Additives and Contaminants*, 19 (11), 1028 – 1033, ISSN 0265-203X

Jablonský, I. Šašek, V. 2006. *Jedlé a léčivé houby- pěstování a využití*. Brázda s.r.o. 1. vyd. ISBN 80-209-0341-0. 264 s.

Jacobs, ET. Jiang, R. Alberts, DS. Greenberg, ER. Gunter, EW. Karagas, MR. Lanza, E. Ratnasinghe, L. Reid, ME. Schatzkin, A. Smith-Warner, SA. Wallace. K. Martinez, ME. 2004. Selenium and colorectal adenoma: Results of a pooled analysis. *Journal of the National Cancer Institute*, 96 (22), 1669 – 1675, ISSN 1460-2105

Janák, K. Størmer, F. C. Koller, E. B. 2006. The content of agaritine in spores from *Agaricus bisporus*. *Food Chemistry*. 99 (3), 521 – 524, ISSN 03088146

Kalač, P. Houby- víme, co jíme? 2008. Dona s.r.o. 1. vyd. ISBN 978-80-7322-112-6. 114 s.

Kincl, L. Kincl, M. Jakrlová, J. Biologie rostlin. 2000. Fortuna. 3. vyd. ISBN 80-7168-736-7. 256 s.

Kondo, K. Watanabe, A. Akiyama, H. Maitani, T. 2008. The metabolism of agaritine, a mushroom hydrazine in mice. *Food & Chemical Toxicology*, 46 (3), ISSN 0278-6915

Manzi, P. a kol. 2004. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry*. 84. 201 – 206.

Manzi, P. Aguzzi, A. Pizzoferrato, L. 2001. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73 (3), 321 – 325. ISSN 0308-8146

Martin-Belloso, O. Llanos-Barriobero, E. 2001. Proximate composition minerals and vitamins in selected canned vegetables. *European Food Research and Technology*, 212. 166 – 169.

Mattila, P. a kol. 2001. Contents of vitamins, mineral elements and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49. 2343 – 2348.

Mattila, P. a kol. 2002 A. Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 76, 6419 – 6422.

Mattila, P. a kol. 2002 B. Sterol and vitamin D<sub>2</sub> contents in some wild and cultivated mushrooms. *Food Chemistry*, 76, 293 – 298.

Moss, R. 2000. Antioxidants Against Cancer. Equinox Press. 1. vyd. ISBN 978-1881025283. 128 s.

Null, G. 1986. Complete Guide Health Nutrition. Dell. 1.vyd. ISBN 0-440-50612-3. 608 s.

Outila, T. A. a kol. 1999. Bioavailability of vitamin D from wild edible mushroom (*Cantharellus tubaeformis*) as measured with a human bioassay. American Journal of Clinical Nutrition, 69, 95 – 98.

Remešová, M. 2008. Vliv obohacení žampionového substrátu seleničitanem sodným na obsah selenu v plodnicích hub. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

Schulzová, V. a kol. 2002. Influence of storage and household processing on the agaritine content of the cultivated *Agaricus* mushroom. Food Additives and Contaminants, 19, 853 – 862. ISSN 0265-203X

Schulzová, V. Hajšlová, J. Peroutka, R. Hlavásek, J. Gry, J. Andersson, H. C. 2009. Agaritine content of 53 *Agaricus* species collected from nature. Food Additives and Contaminants, 26 (1), 82 -93, ISSN 0265-203X

Seeger, R. Hüttner, W. 1981. Calcium in Pilzen. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 77, 385 – 392.

Seeger, R. Trumpfheller, S. Schweinshaut, P. 1983. Zum Natriumvorkommen in Pilzen. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 79 (3), 80 – 87.

Smotlacha, M. a kol. Kapesní atlas hub. 2008. Ottovo nakladatelství. 1. vyd. ISBN 80-7360-671-2. 304 s.



- Stajic, M. Brceski, I. Wasser, S. P. Nevo, E. 2006. Screening of selenium absorption ability of mycelia of selected *Pleurotus* species. *Agrofood Industry Hi Tech*, 17 (3), 33 - 35. ISSN 1120-6012
- Tan, Y. H. Moore, D. 1994. High- concentrations of mannitol in the shiitake mushroom *Lentinula edodes*. *Microbios*, 79, 31 – 35.
- Teichmann, A. a kol. 2007. Sterol and vitamin D<sub>2</sub> concentrations in cultivated and wild grown mushrooms: Effects of UV irradiation. *LWT – Food Science and Technology*, 40, 815 – 822.
- Tsai, S. I. a kol. 2007. Nonvolatile components of *Agaricus bisporus* harvested at different stage of maturity. *Food Chemistry*, 103, 1457 – 1464.
- Unal, M. K. Otles, S. Caglarirmak, N. 1996. Chemical compositions and nutritive value of the cultivated *Agaricus bisporus* and wild mushrooms grown in Turkey. *Acta Alimentaria*, 25, 257 – 265.
- Vetter, J. 2007. Chitin content of cultivated mushrooms *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes*. *Food Chemistry*, 102 (1), 6 – 9. ISSN 0308-8146
- Whanger, PD. 2004. Selenium and its relationship to cancer: An update. *British Journal of Nutrition*, 91 (1), 11 – 28, ISSN 0007-1145
- Rod Agaricus [online]. [cit. 2010-01-04]. Dostupné z <<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id60487/>>

Eur-Lex. Europa. Nařízení Komise (ES) č. 1863/2004 [Online]. [cit. 2010-10-04].  
Dostupné z <<http://eur-lex.eu>>

Jiří Václavík. Návod na pěstování žampionu bílého. [PDF]. [cit. 2010-05-04]. Dostupné z  
<<http://jedlehouby.cz/userfiles/soubory/navod.zip>>