

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**

**Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky**



Může hlíva ústříčná ovlivnit toxicitu průsakových vod?

Diplomová práce

Vedoucí práce:

doc. Mgr. Ing. Magdalena D. Vaverková, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Tereza Cencialová

**Brno 2016**

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Může hlíva ústříčná ovlivnit toxicitu průsakových vod? vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych tímto poděkovala doc. Mgr. Ing. Magdaleně Vaverkové, Ph.D. a konzultantce Bc. Ing. Daně Adamcové, Ph.D. za ochotu, rady, připomínky, odborné konzultace a další podklady, které mi při vypracování mé diplomové práce poskytly.

## ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou skládkování a průsakovými vodami ze skládky komunálního odpadu. Úvodní část je zaměřená na teoretický popis skládky - popis skládkování, dělení skládek, legislativní požadavky. Podrobněji je zde dále popsána ekotoxikologie a biosorpce. Druhá část diplomové práce obsahuje informace o skládce Kuchyňka, popis přírodních podmínek lokality, metodiku, jaká byla použita při zjišťování toxicity průsakových vod ze skládky a použití hlívy ústříčné ke snížení toxicity průsakových vod ze skládky. V závěru je zhodnocen vliv hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) na toxicitu průsakových vod ze skládky. Jsou zde porovnány výsledky pokusu před použitím hlívy ústříčné a po jejím použití na průsakových vodách.

**KLÍČOVÁ SLOVA** skládkování, ekotoxikologie, biosorpce, hlíva ústříčná, fytoxicita

## ABSTRACT

This diploma thesis deals with the landfill and seepage waters from municipal landfill site. The first part is focused on theoretical description of landfill - description of landfill, division of landfills, landfill legislative requirements. In more details there is described the ecotoxicology and biosorption. The second part contains information about the landfill site Kuchyňky, description of the natural conditions of the area, the methodology that has been applied when determining the toxicity of leachate from the landfill and use of oyster mushrooms to reduce the toxicity of the leachate from the landfill. In the conclusion we evaluated the influence of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on the phytotoxicity of leachate from the landfill. We compared results of the experiment before applying of oyster mushrooms and after its application on the leachate waters.

**KEYWORDS:** landfill, ecotoxicology, biosorption, oyster mushroom, phytoxicity

## OBSAH

1 ÚVOD.....	6
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	7
2.1 Skládování- základní pojmy .....	7
2.1.1 Skladba povrchové skládky .....	9
2.1.2 Monitorování skládky .....	14
2.2 Legislativní prostředí v České republice .....	15
2.3 Statistická data o produkci odpadů v České republice .....	16
3 EKOTOXIKOLOGIE.....	19
3.1 Ekotoxikologické studie, biotesty a jejich dělení .....	20
4 BIOSORPCE .....	23
4.1 Výhody a nevýhody metody biosorpce .....	24
4.2 Popis mechanismu biosorpce.....	25
4 CÍL PRÁCE .....	26
5 MATERIÁL A METODIKA.....	27
5.1 Lokalizace skládky .....	27
5.2 Popis přírodních podmínek lokality.....	28
5.2.1 Biogeografické a geomorfologické členění .....	28
5.3 Charakteristika skládky.....	28
5.4 Test semichronické toxicity se semeny hořčice <i>Sinapis alba</i> L.....	31
5.4.2 Charakteristika organismu .....	31
5.4.3 Použitý materiál k testu semichronické toxicity .....	32
5.4.4 Pracovní postup.....	32
5.4.5 Vyhodnocení výsledků .....	33
5.5 Podmínky pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ) na průsakových vodách .....	34
6 VÝSLEDKY .....	37
6.1 Výsledky testu fytotoxicity po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ) na odpadních vodách .....	41
7 ZÁVĚR.....	50
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	51
9 SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ .....	54
10 SEZNAM ZKRATEK .....	55
11 PŘÍLOHY .....	56

## 1 ÚVOD

Již od počátku života je lidstvo spojeno s produkcí odpadu. Mezi první počiny toho, co dnes nazýváme odpadové hospodářství, bylo vybudování první stokové sítě, která měla organizovaný úklid a byla celá zděná. K tomuto počínu došlo před 4 000 lety v Indii.

Antický Řím byl také velmi vyspělý při řešení otázky co s odpady, ovšem s úpadkem antického Říma byla zapovězena i otázka nakládání s odpady. Ve středověku se zneškodňování odpadů téměř neřešilo-odpady končily tam, kde je lidé jen tak nechali. Ulice byla pro odstranění odpadů to nejjednodušší řešení, ale na ulicích nežili jen lidé ale i zvířata, čímž vyvstal problém častých nemocí. Nebezpečné epidemie moru a cholery byly důvodem k započetí nakládání s odpady hygienicky. Větší důraz byl kladen i na samotnou hygienu obyvatelstva. Počátkem průmyslové revoluce mohutně stouplо množství odpadů, jelikož se rozvíjela hromadná výroba. II. Světová válka byla startem pro silnou výrobu i spotřebu. Nastala i změna produkovaných odpadů. Dříve se jednalo o odpad přírodní povahy (dřevo, kůže, kosti) jenž se biologicky rozložil postupem času. S pokrokem doby jsou odpady většinou jiné povahy než biologické, a objevují se odpady životnímu prostředí nebezpečné (ropné produkty, chemické a radioaktivní materiály), dále materiály, u nichž je doba rozpadu stanovena na desítky až stovky let (zejména umělé hmoty). Množství již nepotřebných výrobků, které dosloužily, obalů které ztratily svůj význam a dalších odpadů je stále větší a ohrožuje životní prostředí. Odpady se shromažďují v místech kolem lidských sídlišť, cest i ve volné přírodě.

Jelikož odpadů stále přibývá, bylo nezbytné učinit kroky k jejich specifickému odstranění, nyní je tato oblast nazývána odpadové hospodářství. S postupem času, zejména v 80. letech minulého století se staly odpady velkým problémem. Tento problém se musel začít urychleně řešit, a proto se stala recyklace a odstranění odpadů důležitým průmyslovým i vědním odvětvím. Problematice odpadů se v České republice věnovalo velmi málo pozornosti a o tomto faktu svědčí i skutečnost, že zákony o ochraně ovzduší a o vodách jsou u nás platné více jak 30 let zatímco zákon o odpadech byl přijat až v roce 1991.

## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Skládání- základní pojmy

Skládka je technické zařízení (stavba ve smyslu stavebního zákona č.50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu ve znění pozdějších předpisů) určené k ukládání předepsaných druhů odpadů za daných technických a provozních podmínek, při průběžné kontrole vlivu na životní prostředí (dále jen ŽP) (FILIP a kol., 2003).

Členění skládek dle různých hledisek:

1. Ve vztahu k úrovni terénu:

- podúrovňové
- svahové
- nadúrovňové
- násypové
- podzemní
- kombinované

Pro podúrovňové skládky jsou typické příkré svahy a veškerá průsaková voda musí z těchto skládek být odčerpána. Tím, že je odpad uložen do prohlubně je též velmi obtížné provádět jeho kontrolu. Svahové skládky se zřizují v bývalých lomech, pískovnách a jílovištích, které obvykle hyzdí krajinu, a proto po uzavření a rekultivaci skládky zlepšují vzhled krajiny. Kromě toho je možný gravitační odtok průsakových vod a tím i kontrola dějů ve skládce. Nejoblíbenější jsou nadúrovňové skládky násypové pro bezpečný provoz, snadnou dlouhodobou kontrolu a gravitační odtok průsakových vod. Jejich nevýhodou je zábor půdy.

2. Z hlediska ochrany proti srážkám

- otevřené
- zastřešené

3. Dle způsobu uložení odpadu

- skládka sdružená (uložen průmyslový odpad a komunální odpad (dále jen KO))
- skládka jednodruhová (jedná se o oddělené skládkování více druhů odpadů na jedné skládce, nesmí ovšem dojít ke smíchání odpadů, odpady mohou být v kontejnerech)

-skládka vícepruhová

#### 4. Dle časového hlediska

- skládky připravované
- skládky provozované
- skládky s přerušenou či ukončenou činností

#### 5. Dle zabezpečení

- zabezpečené či řízené
- divoké, černé či deliktní, nezabezpečené (FILIP a kol., 2003).

V současné době jsou povolovány pouze zabezpečené skládky a toto povolení je platné již od 90. let minulého století.

#### 6. Podle třídy vyluhovatelnosti odpadů (viz vyhláška č. 383/2001 Sb.), kdy podle způsobu technického zabezpečení a provozování se dělí skládky na 3 skupiny

1. Skupina S-IO – skládky inertního odpadu, tj. odpadu, který nemá nebezpečné vlastnosti a u něhož za normálních klimatických podmínek nedochází k žádným významným fyzikálním, chemickým nebo biologickým změnám. (vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání 23 na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů) Ukládané odpady musí vyhovět limitům II. třídy vyluhovatelnosti. Nutné je nepropustné geologické podloží nebo těsnění. (FILIP, a kol., 2003).

2. Skupina S-OO – skládky ostatního odpadu, které mají dvě podskupiny označované jako S-OO1 a S-OO3. Ukládané odpady musí vyhovět limitům III. třídy vyluhovatelnosti nebo se jedná o odpady nehodnotitelné podle výluhu, např. KO. Nutné je předepsané těsnění. Podskupina skládek S-OO2 byla zrušena na základě přijaté novely vyhlášky č. 61/2010 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky, ve znění pozdějších předpisů.

3. Skupina S-NO – skládky nebezpečného odpadu (dále je NO), kdy ukládané látky nemusí vyhovět limitům III. třídy vyluhovatelnosti, tj. překračují je. Nutné je předepsané kombinované těsnění (FILIP a kol., 2003).



### 2.1.1 Skladba povrchové skládky

Skládka odpadů je tvořena tělesem skládky (tj. konstrukční vrstvy skládky včetně uloženého odpadu) a místem skládky. Jako místo skládky je považováno území, ve kterém je umístěno těleso skládky, objekty pro manipulaci s odpady, průsakovými vodami a skládkovým plynem. Pět základních konstrukčních zařízení, která musí obsahovat řízená skládka odpadů:

1. Těsnění skládky.
2. Odvodňovací systém skládky.
3. Odplynění skládky.
4. Provozně technické zařízení.
5. Monitorovací zařízení (FILIP a kol., 2003).

#### **Těsnění skládky**

Skládky, hlavně typu S-OO a S-NO, ohrožují okolí značnými škodlivinami různého druhu a pomocí technických bariér se zabraňuje dalšímu uniku těchto škodlivin do okolí. Těsnicí systém zabraňuje úniku výluhu ze skládky. Tímto technickým systémem se rozumí soustava vrstev těsnících materiálů (přírodních nebo umělých) a jejich mechanická ochrana.

Těsnicí materiály musí mít takové vlastnosti, aby jejich celistvost a funkci nenarušilo sesedání skládky a jejího podloží, povětrnostní vlivy, účinky povrchových a vnitřních vod, činnost živočichů, rostlin a člověka. S ohledem na celkové uspořádání skládky, třídy výluhu, druhy a kategorie ukládaných odpadů a přírodní podmínky lokality skládky se celý těsnicí systém navrhuje. Můžeme použít dva typy těsnění: 1) jednoduché těsnění, které obsahuje jen jedinou těsnicí vrstvu nebo 2) vícenásobné (kombinované) těsnění, které obsahuje více těsnících vrstev, zpravidla z různých těsnících materiálů, jejichž příznivé vlastnosti se vzájemně doplňují a nepříznivé vylučují.

#### **Zeminy:**

Půdně-mechanickým rozbořem se určují zeminy používané do těsnění. Zeminy musí být jednozrné a uvedeny v ČSN 72 1001. Pokud nejsou zeminy těchto vlastností v lokalitě skládky nebo blízkém okolí v přirozeném stavu, přistoupí se k získání těchto zemin úpravou příměsí jiných zemin nebo hmot. V takovém případě musí být zajištěno prověření vlastností zemin kontrolní zkouškou, v rozsahu stejném jako u zemin

přírodního zdroje a před provedením zkoušky musí být zemina dokonale promíšena s příměsí.

**Fóliové těsnění** tvoří nyní převážně polyetylenové fólie vysoké hustoty (HDPE) o tloušťce 1,5 mm nebo 2 mm, jelikož pro účely skládkování (zejména z hlediska nepropustnosti pro chlorované uhlovodíky) jsou jako nejvhodnější svou vysokou mechanickou (vysoká pevnost v tahu, v průrazu) i chemickou stálostí. Nedílnou součástí jejich vlastností je i biologická stálost (polyetylen není živnou půdou mikroorganismům, nenapadají houby ani hlodavci) a při tloušťce 2,5 mm splňuje odolnost proti prorůstání kořeny. Vysoká životnost, obvykle delší než životnost skládky patří také mezi klady polyetylenových folií.

Jestliže se při výstavbě skládky používají jen fóliové pásy, tak tyto foliové pásy musí mít atest. Autorizovaná zkušebna prokazuje atestem kvalitu folie. Nyní se již neprokuje kvalita jednotlivých pásů před pokládáním na stavbě, nýbrž se používají těsnící fóliové pásy označené normovou značkou kvality, kterou zajišťuje výrobce pravidelnými výrobními kontrolními zkouškami u autorizované zkušebny. Délku 100 m a šířku minimálně 5m musí mít těsnící foliové pásy, které se na skládku používají. Fólie mohou být oboustranné hladké, nebo pokud se používají na svahy tak, mají povrchovou strukturu, jednostrannou nebo na obou stranách. Povrchovou strukturu může tvořit např. na jedné straně lávkový rastr 50 x 50 mm (i větší) a na druhé straně 2mm vyvýšení v pravidelném sponu výstupky o výšce 6 mm.

Podle plánu pokládky se těsnící pásy ukládají, v tomto plánu se dbá na co nejmenší celkovou délku nutných svarů. Křížové sváry jsou zásadně zakázány. V zavazovacím příkopu v koruně hráze skládky ohybem pásu v délce asi 2 m se konce pásů ukotvují, kde se poté zatíží zeminou nebo betonem.

Jednotlivé části těsnícího systému i těsnící systém jako celek musí být chráněny proti poškození a to jak při samotné výstavbě skládky, tak během jejího provozu a i po uzavření skládky. Geotextilie patří mezi první ochranu, dále následuje zemní vrstva nebo drenážní vrstva. Geotextilie mají za úkol sloužit zejména k ochraně fóliového těsnícího systému před jeho mechanickým poškozením. Požaduje se jejich pevnost proti protržení, roztržení, odolnost proti ultrafialovému záření, kyselinám apod. Rounová geotextilie splňuje požadavky při skládkování nejlépe. Jedná se o mechanicky zpevněnou netkanou textilií z polypropylénu s plošnou hmotností 1200 g/m<sup>2</sup>, jež obsahuje stabilizátor na odolnost proti ultrafialovému záření. Pokud by do geotextílie

nebyly přidány stabilizační přísady, tak by se stářím rozpadla (KOTOVICOVÁ, 2005, VAVERKOVÁ 2009).

Bez této stabilizační přísady by se geotextilie stářím rozpadla. Taktéž nižší plošná hmotnost je neúčinná podle současných poznatků. Písemným osvědčením státní autorizované zkušebny je podmíněno použití geotextílii a bez tohoto dobrozdání se nesmí pokládat.

Nyní tvoří zhruba čtvrtinu investičních nákladů izolace skládky proti úniku průsakových vod, tudíž je snaha o využívání levnějších způsobů. *Polymerních těsnících pláštů* ve formě nástřiků se v současné době používá přímo na místě (in situ) a to u plášťové ochrany. Polymery mají vlastnosti jako je dobrá zpracovatelnost, dlouhodobá trvanlivost a jsou cenově velmi dostupné. Na geotextilie se používá plastových nebo poloplastových nástřiků nebo se tyto nástřiky používají i přímo na odpady. Použitelnost v členitém terénu je jednou z výhod, další výhodou je, že není nutné spojování folií a při nástřiku na odpady je možno vytvářet strmější svahy a tím tak můžeme zvýšit objem tělesa skládky. V horkém i studeném stavu se tyto nástřiky polymerové hmoty uskutečňují a poté se chrání sypkými plnivými.

### **Odvodňovací systém skládky**

Těleso skládky je ovlivněno dvěma typy vod. Vodou, která přichází z vnějšího prostředí a vodou nacházející se uvnitř skládky. U nezabezpečených skládek jsou tyto vody dohromady, u zabezpečených skládek jsou odděleny.

**Vnější vody** jsou značně ovlivněny celkovými hydrogeologickými a klimatickými poměry dané lokality. Tyto poměry rozhodují o svahových vývěrech, o úrovni hladiny podzemní vody pod zemským povrchem a výši ročních úhrnů srážek. Skládka musí chránit před přítokem povrchových vod záchytnými (obchvatnými) příkopy, které se dimenzují na průtoky stoleté vody ( $Q_{100}$ ).

Hladina podzemních vod musí ležet alespoň 1 m pod dnem skládky a případné svahové vývěry se musejí odvodňovat. Významný vliv na stabilitu svahů zemního tělesa skládky mají vnější vody a mají také vliv na stabilitu nejbližšího okolí (nebezpečí sesuvů).

**Vnitřní vody** (též průsakové vody) tvoří, voda vytlačená z pórů odpadů a voda z biodegradačních procesů, které probíhají v organické hmotě a v neposlední řadě voda srážková. Množství vnitřních vod ovlivňuje podíl organických látek a vlhkost odpadů a je to směs výluhů, kalové vody a vytlačené pórové vody.

Srážková voda má největší podíl na objemu skládkových průsakových vod a přes tuto vodu se dostávají do skládky další agresivní látky z ovzduší. Některé skládky se proto zastřešují ale tato varianta je velmi nákladná. V lokalitách, kde se vyskytují vysoké srážkové úhrny, by proto měla být výstavba skládek zásadně omezena.

Vnitřním drenážním systémem musí být vybavená naprosto každá skládka, tento drenážní systém odvádí průsakové vody mimo těleso skládky. Liniové a plošné drenážní prvky jsou součástí drenážního systému, který zajišťuje odvádění a jímání průsakových vod ze skládek a to jak při celém provozu skládky, tak po jejím následném uzavření.

Podle skupiny skládky (podle druhu ukládaného odpadu) se jednotlivé drenážní systémy navrhuje. Drenážní systém má umožnit revizi a čištění odvodňovacího zařízení, má zajistit stabilitu skládky a být provozuschopný i po následném uzavření skládky. Opravy po vybudování drenážního systému jsou téměř nemožné a vždy velmi nákladné proto je nutné, aby byl drenážní systém proveden v té nejlepší možné kvalitě (KOTOVICOVÁ, 2005).

Odvodňovací systém skládek tvoří:

- trubní drény sběrné a svodné
- plošný drén
- akumulční nádrže (jímky, zdrže) průsakových a dešťových vod
- zařízení na konečné zneškodnění průsakových vod

### **Akumulční nádrže průsakových a dešťových vod**

Znečištěná průsaková voda ze skládky je zachycována v **akumulční nádrži (jímce) průsakových vod**. Tato nádrž musí být z materiálů nepropustných a odolných proti chemickým vlivům a musí být dostatečně rozměrná. Akumulční nádrž se navrhuje buď jako otevřená nebo uzavřená, anebo jako podzemní a nadzemní. Řešení konstrukce je ve tvaru obdélníku a obvyklé členění je na dvě až tři sekce. Existuje několik možností jak jímku průsakových vod postavit. Buď se staví z vodostavebního betonu s izolačními nátěry nebo plastovými ochrannými fóliemi, další možností je zemní nádrž těsněná stejně jako má těsnění skládka, anebo ocelový či plastový prefabrikát, z něhož je celá jímka zhotovena (v tomto případě je jímka nadzemní). Uvnitř oploceného areálu se akumulční nádrž umísťuje a to mimo těleso samotné

skládky. Akumulační nádrž musí být umístěna na stabilní místo se stabilním podložím. Musíme také uvažovat o možnosti zvyšování podle daných okolností.

Nejen průsakové skládkové vody se v nádrži shromažďují, ale také voda z mycích ramp popř. odpadní vody z laboratoří, kde se zkouší odpady. Jímka silně páchnoucích průsakových vod se navrhuje jako samostatně uzavřená. Z maximálního rozdílu mezi součtovou čarou přítoku a odběru se stanovuje celková kapacita jímky průsakových vod. Minimálně o 50% ve vlhčích oblastech se může i o více zvýšit doporučený vypočítaný objem jímky. Před ústím do akumulace je ve svodném drénu uzávěr, kterým se dočasně zadržuje voda ve skládce, a tak se zabrání případnému přetečení průsakové vody.

Na území s řídkou hydrologickou sítí a nižšími ročními úhrny srážek se dimenzuje akumulace nádrž dešťových vod i průsakových vod na shromáždění vod za jarní a zimní období, tak aby se poté celý objem recirkuloval na skládku během vegetačního období.

O filtrační (vegetačními) nádrže a popř. dočišťovací nádrže (biologickými rybníky) se tyto akumulace nádrže doplňují, tudíž lze pak vodu vypouštět do nevodárenských vodotečí, pokud splňuje předepsané limity znečištění.

Je důležité měřit množství průsakových vod při nakládání s nimi, což se dosud u většiny případů neděje. Jde o jednoduché zařízení, které vzhledem k celkovým investičním nákladům skládky stojí zanedbatelnou cenu. Trubní měrná zařízení (např. průtokoměry), objemová a otevřená (např. měrné přepady, nátrubky, žlaby).

V místě soustředěného výtoku z odvodňovacího systému skládky se vhodný typ umístuje, což je právě u akumulace nádrže.

Speciálním odběrným objektem bývá k nádrži napojena i čerpací stanice, která slouží k čerpání do čistírenských zařízení a k recirkulaci vody zpět na skládku apod.

Srážkové vody ze sekcí skládky, do kterých se dosud neukládá odpad, takže jsou neznečištěné, vody z dešťové kanalizace objektu skládky, z rekultivovaných ploch a výjimečně z povrchu komunikací se ukládají do **akumulační nádrže dešťových vod**.

Přítoky průsakové vody a neznečištěné vody do příslušných jímek se musí vyřešit již při pokládání drenážního potrubí. Obvykle se tyto nádrže konstruují jako zemní s těsněním shodným s příslušnou skládkou, popř. ze železobetonu, vodostavebního betonu s danými ochrannými nátěry. Voda může odtékat do odvodňovacího příkopu, vodního toku nebo vsakovacích nádrží pomocí bezpečnostního přelivu, jimž je nádrž vybavena.

Při návrhu objemu akumulčních nádrží je rozhodující výška přívalové srážky z hlediska intenzity a četnosti výskytu, doba zdržení průsakových vod v tělese skládky, drenážní systém a způsob zneškodňování průsakových vod, velikost otevřené plochy skládky, drenážní systém a způsob zneškodňování průsakových vod. Navržený objem jímky je třeba posoudit na jedno až dvoudenní srážky s pravděpodobností opakování jednou za 100 let a zejména pak na patnáctiminutový vydatný déšť. Objem nádrže musí být takový, aby akumuloval při těchto srážkových úhrnech veškerou vodu, vytékající ze skládky bez nebezpečí přelití jímky. Doporučuje uvažovat s hodnotu 6 až 8 l.s-1. ha-1. pro výpočet odtoku z nezaplňených ploch skládky.

**Kontrolní jímka** se staví v tom případě, pokud se buduje kontrolní drenážní systém uložený pod těsněním skládky, a obvykle se staví jako bezodtoká. Po celém obvodu musí být akumulční nádrž na průsakovou a dešťovou vodu i kontrolní jímka musí být chráněny zábradlím (KOTOVICOVÁ, 2005).

### 2.1.2 Monitorování skládky

Dochází ke sledování stavu ovzduší a vod povrchových a podzemních, dále se sleduje, zda nedochází ke kontaminaci okolního prostředí škodlivými látkami z ukládaného odpadu. Sledování se dělí na pravidelné a mimořádné a monitorovací zařízení na hlavní a doplňující. Dále se rozlišují etapy monitorování na během skládkování, v době přípravy skládky a i po samotném ukončení provozu skládky. Již před zahájením skládkování odpadů se musí pozorování zahájit.

Kontrola jakosti podzemních a povrchových vod, chování skládky a její prašnost vývoj a složení skládkového plynu, spolehlivost jímání plynu je předmětem hlavního sledování.

Doplňující monitorovací zařízení podává provozní údaje nutné ke komplexnímu hodnocení působení skládky, přehled o chování jednotlivých objektů skládky a poskytuje meteorologické a hydrologické údaje.

Geologické a hydrologické poměry lokality rozhodují o rozsahu četnosti pozorování, což se po zhodnocení vytyčuje v programu monitorování. Jde o určitý konkrétní návrh instalačních zařízení, metod pozorování, výčet sledovaných údajů, časový plán sledování, vyhodnocování, evidenci, bezpečnostní opatření apod. pro danou skládku (KOTOVICOVÁ, 2005).

## 2.2 Legislativní prostředí v České republice

### Zákony

- Zákon č. **185/2001 Sb.**, o odpadech, ve znění pozdějších předpisů. Jde o stěžejní předpis, který upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje a při omezování nepříznivých dopadů využívání přírodních zdrojů (PROBOŠTOVÁ, 2013).
- Zákon č. **17/1992 Sb.**, o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. **183 / 2006 Sb.**, o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. **76/2002 Sb.**, o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. **100/2001 Sb.**, o posuzování vlivů na ŽP a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. **86/2002 Sb.**, o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů ([www.is.muni.cz](http://www.is.muni.cz)).

### Vyhlášky a nařízení

- Vyhláška **294/2005 Sb.**, o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška **383/2001 Sb.**, o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška **381/2001 Sb.**, kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů), ve znění pozdějších předpisů.

### Normy

- **ČSN 83 8030** – skládkování odpadů – základní podmínky pro navrhování a výstavbu skládek.

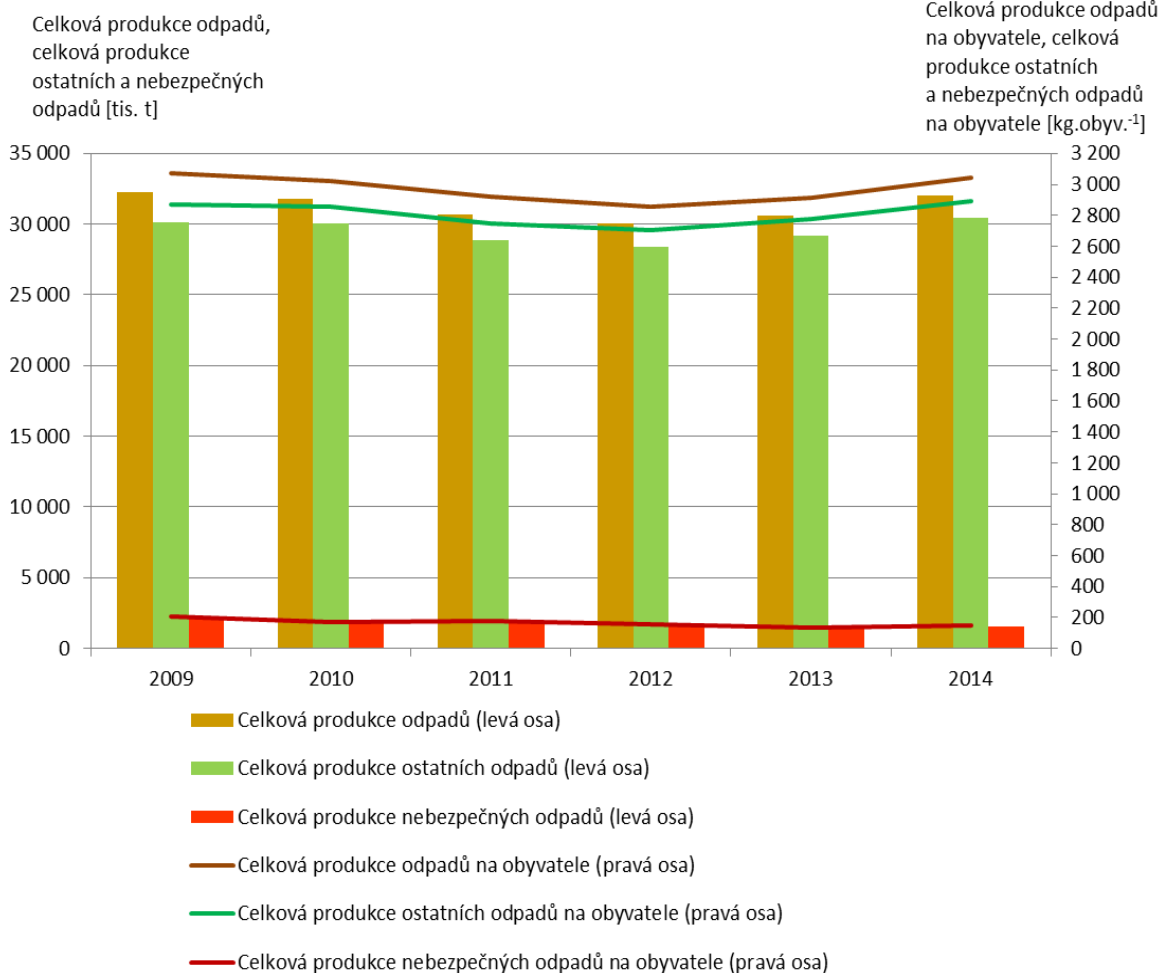
- ČSN 83 8032 – skládkování odpadů – těsnění skládek.
- ČSN 83 8033 – skládkování odpadů – nakládání s průsakovými vodami na skládkách.
- ČSN 83 8034 – skládkování odpadů – odplynění skládek.
- ČSN 83 8035 – skládkování odpadů – uzavírání a rekultivace skládek.
- ČSN 83 8036 – skládkování odpadů – monitorování skládek ([www.eagri.cz](http://www.eagri.cz)).

### 2.3 Statistická data o produkci odpadů v České republice

Tato kapitola shrnuje statistické údaje o produkci odpadů v České republice (dále je ČR) v letech 2009–2014. Detailně se zabývá celkovou produkcí všech odpadů za sledované období, dále celkovou produkcí nebezpečných, ostatních a komunálních odpadů a podíl jednotlivých odpadů na celkové produkci odpadů v ČR v roce 2014.

Celková produkce odpadů (součet celkové produkce ostatních a nebezpečných odpadů) v letech 2009 a 2014 stagnovala, resp. nepatrně poklesla o 0,7 % na hodnotu  $32\,028,4 \cdot 10^6$  kg, a to přes 4,6% nárůst v posledním dostupném 179 meziročním srovnání mezi lety 2013–2014. Důležitým ukazatelem je celková produkce odpadů na obyvatele, jež v roce 2014 činila  $3\,043,1$  kg/obyv.<sup>-1</sup>. Mezi lety 2009–2014 došlo k poklesu hodnoty tohoto ukazatele o  $32,4$  kg/obyv.<sup>-1</sup>. Naopak mezi roky 2013 a 2014 byl zaznamenán její nárůst této hodnoty o  $129,9$  kg/obyv.<sup>-1</sup> (Obr. č. 1).

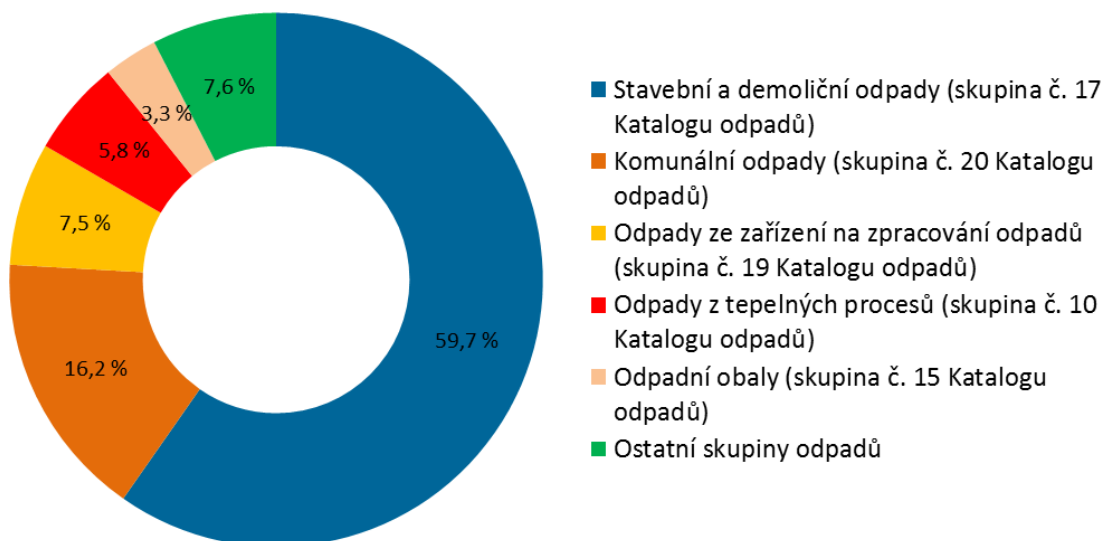




Obr. č. 1. Celková produkce odpadů mezi lety 2009–2014 (www.cenia.cz)

Hodnota indikátoru je ovlivňována řadou faktorů. Nejvíce se v něm odráží stavební činnost plynoucí ze státních zakázek (Obr. č. 2), neboť 59,7 % vyprodukovaných odpadů pochází ze stavebnictví (skupina č. 17 Katalogu odpadů).

Produkce této skupiny odpadů v průběhu roku 2014 stoupla o  $1\,220,0 \cdot 10^6$  kg na celkových  $19\,124,6 \cdot 10^6$  kg. Celková produkce ostatních odpadů (Obr. č. 1) od roku 2009 mírně vzrostla o 1,2 % na hodnotu  $30\,462,5 \cdot 10^6$  kg, přičemž mezi roky 2013 a 2014 se jejich produkce navýšila o 4,4 %.



Obr. č. 2. Struktura celkové produkce odpadů v ČR [%], 2014 (www.cenia.cz)

NO představují poměrně malý díl z celkové produkce všech odpadů, jen 4,9 %. Vzhledem ke své nebezpečnosti patří podíl celkové produkce NO na celkové produkci odpadů mezi základní ukazatele pro sledování vývoje odpadového hospodářství (dále jen OH) ČR. Hodnota tohoto podílu od roku 2009 poklesla z 6,7 % na 4,9 % v roce 2014, a to navzdory mírnému nárůstu ze 4,7 % na 4,9 % mezi roky 2013–2014. Pozitivní trend je patrný i v absolutním snížení celkové produkce NO. V období 2009–2014 poklesla celková produkce nebezpečných odpadů o 27,6 %, i když se od roku 2013 zvýšila o 8,5 %. Celková produkce nebezpečných odpadů na obyvatele v roce 2014 činila 148,8 kg/obyv.<sup>-1</sup>, mezi lety 2009–2014 se snížila o 57,2 kg/obyv.<sup>-1</sup>, v rámci posledního meziročního srovnání 2013–2014 o 11,5 kg/obyv.<sup>-1</sup> vzrostla (Obr.č. 1). Jednoznačné vývojové trendy u produkce nebezpečných odpadů nelze popsat.

Produkce nebezpečných odpadů se odvíjí zejména od stavu ekonomiky a průmyslu. Zvýšené množství vyprodukovaných nebezpečných odpadů ovlivňovaly sanace starých ekologických zátěží, jež probíhaly v jednotlivých letech. Předcházet vzniku těchto odpadů je možné snížením obsahu nebezpečných látek ve výrobcích (www.cenia.cz).

### 3 EKOTOXIKOLOGIE

Ekotoxikologie studuje jako vědecká disciplína vlastnosti toxických látek, jejich chování v přírodním prostředí a mechanismy jejich dopadu na organismy, obyvatelstvo a společnost (Moissenko, 2008). Prokeš a kol. (2005) představuje ekotoxikologii jako hraniční obor mezi toxikologií a ekologií. Ekotoxikologii jako směr toxikologie poprvé představil v roce 1969 Thruhaut a určil jako jeho hlavní cíl studování dopadu přírodních či syntetizovaných toxických látek na ekosystém, živočichy, rostliny a mikrobiální společenství. Tímto se liší od klasické toxikologie, která je zaměřena na efekt jedovatých látek na individuální organismy v experimentálních podmínkách. Pochopení procesů na individuální úrovni může vysvětlit podstatu procesů na úrovni celého ekosystému (Moiseenko, 2008). Předmětem zájmu ekotoxikologie bývá i pohyb polutantů v ŽP, předpovídání účinků potenciálně toxických látek na ekosystémy a různé druhy živočichů (Kočí a kol., 2002).

Výzkum v ekotoxikologii se liší od zaměření se na zdravotní rizika pro jedince v humánním testování. Výsledky těchto studií jsou ale důležité, protože mohou souviset s vyplývajícími efekty na úrovni populace a na úrovni vyšší (Khetan a kol., 2007).

V ekotoxikologii má důležité místo biotest, využívající biologický systém, zahrnující expozici organismu testovaným materiálem a stanovující odpověď organismu (Kočí a kol., 2002). Ekotoxikologie využívá četných přírodních věd pro studování odpovědi organismů na toxický stres, například fyziologii, imunologii, chemii, geochemii, ekologii (Moiseenko, 2008). Aktuální ekotoxikologické riziko a odhad rizika je založen na analyzování nepříznivého efektu jednotlivých látek standardizovanými laboratorními testy. Reálný účinek a odhad rizika zahrnuje vícenásobné efekty, nejen expozici chemické látky, ale i změnu podmínek prostředí (teploty, světelné intenzity, dodávky vody). Analyzování, pochopení a předpovídání těchto faktorů je jedna z výzev v ekotoxikologii. Další výzvou je uvážení množství různorodých druhů jednotlivců i společenstev vystavených kombinacím polutantů a nechemickým stresovým faktorům. V ekosystému je genetická diverzita, ovlivňování a komunikace mezi organismy, interakce v potravním řetězci. (Eggen a kol., 2007)

### 3.1 Ekotoxikologické studie, biotesty a jejich dělení

Tisíce chemických látek jsou kontinuálně uvolňovány do ŽP, kde mají potenciál k nepříznivým účinkům na ekosystémy, a to i v nízkých koncentracích. Za účelem zabránění nežádoucím efektům polutantů v ŽP vyvinula věda a společnost metody a nástroje pro sledování jejich osudu a distribuce (environmentální chemie) a pro analyzování účinků polutantů na biotu ve standardizovaných testech (ekotoxikologie). Pro posouzení rizik je nutné spojit data získaná environmentální chemií a ekotoxikologií. Cílem je pochopení, předpovídání a předcházení nepříznivým efektům polutantů na ekosystém (Eggen a kol., 2007).

V posledních letech se postupně pozornost zaostřuje na použití testů toxicity jako užitečného nástroje k tomu, aby odhadoval chemické znečištění a jeho potenciální dopad na suchozemské a vodní ŽP (Tsiridis a kol., 2002).

Testy toxicity jsou podstatou ekotoxikologické laboratorní práce. Nespecifické testy toxicity zachycují celkové toxické účinky všech látek přítomných v testovaných vzorcích a slouží k rychlé informaci o tom, zda je vzorek toxický, či nikoliv (Kočí a kol., 2002). Ekotoxikologické biotesty poskytují podklady pro ekotoxikologické studie, hodnocení rizik apod. (Kočí a kol., 2002). Ekotoxikologické studie slouží k zahrnutí teoretických znalostí k praktickým schopnostem zaměřeným na zajištění bezpečnosti prostředí: eliminace zdroje polutantů, předcházení ničení přírody, obnovení a podpora fyzikálně-chemické a biologické struktury narušených ekosystémů (Moiseenko, 2008).

Biotest je proces, při němž je testovací systém (tkáň, organismus, populace apod.) exponován v přesně definovaných podmínkách různými koncentracemi zkoumané chemické látky nebo směsného či přírodního vzorku. Biotesty mohou být zahrnuty buď do počátečního screeningu, který stanoví a prioritizuje potenciální zdroje znečištění, nebo mohou následovat za chemickými analýzami, aby determinovaly a prioritizovaly vysoké hladiny nebo biodostupnost kontaminant (Kočí a kol., 2002). Pokud má zkouška toxicity sloužit k hodnocení látek ovlivňujících ekosystémy, posuzuje se látka v koncentracích, v jakých do prostředí vstupuje či v jakých se může vyskytovat (Kočí a kol., 2002).

Ne všechny polutanty v ŽP jsou biodostupné. Biodostupné polutanty navíc nemusí vstupovat do cílového místa toxického účinku. Toxikokinetické procesy

(absorpce, metabolismus, vylučování) určují koncentraci znečišťujících látek v cílovém místě, koncentrace se navíc snižuje například sorpcí k usazeninám (Eggen a kol., 2007). 17 Biotesty mohou signalizovat nebezpečí, aniž fyzikálně-chemické analýzy detekují zvýšené hladiny nebezpečných látek ve vzorku, a naopak i přes indikaci toxicity z fyzikálně-chemických rozborů reagují testované organismy negativně. Organismus totiž vypovídá o testovaném materiálu komplexně, záleží například na biodosažitelnosti toxických složek nebo se mohou projevit interakce mezi přítomnými polutanty, které z chemických rozborů nevyplývají (Kočí a kol., 2002).

Znalost reálné koncentrace polutantu je základem monitoringu ŽP. Neposkytuje ale informaci o skutečném vlivu látky na živé organismy či ekosystém. Ekotoxikologické biotesty se snaží překonat propast mezi analytickým stanovením a účinky látek. Jde o překonání rozdílu mezi působením látky na organismy v laboratorním uspořádání testu a působením látky na dané lokalitě, kde hrají roli další faktory a propast mezi znalostí koncentrace látek v prostředí a odhadem jejich účinku na organismy (Kočí a kol., 2002). Mnoho živých organismů může hromadit toxické látky, tělesné koncentrace jsou pak mnohem vyšší než v jejich životním prostředí. V dnešní době je mnoho monitorovacích programů po celém světě, které využívají například slávky a ústřice jako indikátory kontaminujících látek v mořském prostředí. Tělesné koncentrace mohou být dále užívány pro hodnocení absorpce polutantu živými organismy a bioakumulace. Jedna část potravního řetězce kontaminovaná polutanty může nepříznivě ovlivnit druhy ve vyšších trofických úrovních (Mountassif D. a kol., 2007).

Ekotoxikologické biotesty využívají pro stanovení sledovaného jevu detekční systémy (organismy, tkáně apod.), které jsou relevantní pro sledované ekosystémy či matrice (vodní, půdní ekosystémy, chemické látky, odpady apod.). Umožňují interpretaci, mají dostatečnou výpovědní hodnotu apod. (Kočí a kol., 2002). Ve srovnání s víc než pěti miliony druhů na zemi je pouze velmi málo druhů využíváno jako zkušební organismy v ekologickém odhadu rizik k tomu, aby ohodnotily účinky na ekosystém. Důležitá kritéria pro výběr ekotoxikologických zkušebních druhů jsou citlivost, reprezentace ekosystému, kterého by se dopad týkal, množství a dostupnost druhů, ekologická důležitost, stejně jako praktické aspekty jako snadná manipulace a kultivace druhů v laboratoři (Ratte a kol., 2003). Testy toxicity cílené ve vztahu k člověku, nikoli k životnímu prostředí, nelze uvádět mezi ekotoxikologické biotesty. Ekotoxicita by měla sledovat účinky testované substance na úrovni producentů,

konzumentů a destruentů (Kočí a kol., 2002). Současným trendem je vyvíjet miniaturizované, plně validované metodiky ekotoxikologických biotestů (umožňují sledovat nepříznivý vliv látek na živé organismy za standardních, reprodukovatelných podmínek). Metody musí umožnit srovnání účinků různých látek či různých organismů mezi sebou a především srovnání odpovídajících výsledků z různých laboratoří (Kočí a kol., 2002). Původní definice ekotoxikologických biotestů uznávala pouze vliv látek na živé organismy, dnes jsou uznávány pro hodnocení rizik také biotesty na úrovni suborganismální (3. generace ekotoxikologických biotestů) (Kočí a kol., 2002).

Hlavní rozdíl mezi ekotoxikologickými biotesty a in situ metodami je, že biotesty zahrnují experimentální expozice v laboratorním uspořádání, kde jsou všechny proměnné kontrolovány nebo známy. Studie přírodních populací jsou však ovlivněny mnoha variabilními fyzikálními, chemickými a biologickými faktory, které se navíc ve svých účincích na populace různě kombinují a proto nelze jednoduše oddělit tuto variabilitu od vlivu toxických látek. Nezbytnost redukovat přírodní prostředí na o mnoho jednodušší laboratorní situaci může vést k podhodnocení nebo nadhodnocení efektů toxické látky v přírodě (Kočí a kol., 2002).

## 4 BIOSORPCE

Vybrané organismy mají schopnost na sebe vázat a vstřebávat různé druhy škodlivých látek, které mohou buď přímo využívat ke svému metabolismu, nebo je jenom kumulovat jako například způsob obrany proti jejich toxicitě. Tyto mechanismy souhrnně označujeme jako biosorpci a bioakumulaci.

Bioakumulace je děj, při kterém se daná látka nejprve naváže specifickou vazbou na buněčnou stěnu organismu a dále se do něj vstřebává za spotřeby energie je tedy závislá na metabolismu buňky-díky němu bioakumulace probíhá.

Takto se organismy vyrovnávají s přítomností těžkých kovů a dosahují rezistence k nim, tedy akumulují jejich velké množství, a přesto jejich přítomností v organismu není nijak ohrožena jejich životaschopnost. Predikce efektivity této vlastnosti mikroorganismů v prostředí je však velmi obtížná, že se výzkum uchýlil spíše na odstraňování kovových iontů bez využívání metabolických procesů (Horáková 2007). Biosorpce je schopnost "neživých" částí buněk - nejčastěji buněčné stěny - některých druhů organismů vázat na sebe těžké kovy z okolního prostředí a koncentrovat je (Ahluwalia a Goyal 2007). Tento jev není závislý na metabolismu, proto funguje také u inaktivované, respektive mrtvé biomasy. Jedná o navázání iontu kovu na sorbent na specifickou molekulární strukturu části organismu (Mattuschka a Straube 1993).

Jde o stejný princip jako v případě iontoměničů. Biomasu schopnou sorpce tedy můžeme označit jako ionex biologického původu. (Volesky a kol. 1993).

Mezi tyto druhy sorbentů patří především různé typy buněčných stěn mikroorganismů nebo rostlin, zejména řas. Často se jedná o odpadní materiál jako například při průmyslové fermentaci nebo výrobě ovocných šťáv, nebo se jedná o biomasu, která se snadno získá bez účelné kultivace např. chaluhy, které jsou obzvláště účinnými sorbenty - lze jimi akumulovat těžké kovy v množství až 25% hmotnosti jejich sušiny a vážou na sebe ionty většiny těžkých kovů (Volesky a kol. 2003).

Biosorpční metody jsou hojně využívány k čištění kontaminovaných vod s nízkou koncentrací kovu, kdy není výhodné využití selektivních sorbentů pro nahromadění některého kovu či pro jeho izolaci ze směsi kovů. Proces biosorpce byl studován u různých typů mikroorganismů. Bylo zjištěno, že nejvhodnějším sorpčním materiálem je biomasa hub a kvasinek. Velmi dobré biosorpční vlastnosti vykazují rody *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Streptoverticillium* a *Saccharomyces* (Ahluwalia a Goyal 2007). Mezi bakteriemi vykazuje velký sorpční potenciál *Bacillus* sp., jež je součástí řady komerčních biosorpčních preparátů. Mezi velmi dobrou možností pro využití k biosorpci

patří i mořské fotoautotrofní mikroorganismy, jejichž sorpční aktivita je srovnatelná se zelenými řasami rodu *Chlorella* (Hájková 2006, Volesky 1995).

#### 4.1 Výhody a nevýhody metody biosorpce

Biosorpce se jeví jako velmi výhodná metoda při remediaci prostředí kontaminovaného těžkými kovy a zkoumá se možnost jejího dalšího využití v oblasti ekologie. Má ale určité nedostatky, které by se měly před použitím této metody zvážit a na které by se měl výzkum této metody zaměřit.

Výhodou určitě je, že se jedná o velmi rychlý proces navázání kovu, řádově se jedná o několik minut až hodiny (Ahluwalia a Goyal 2007). Tento proces není nikterak organismem řízen a není závislý na metabolismu, a tedy i na fyziologických potřebách buňky. Můžeme říci, že se jedná o vazbu kovu na "neživou" hmotu. Tím odpadá problém s různými metabolity, které by živé buňky mohly jako odpověď na přítomnost kovu vyprodukovat. Je nezbytné předpokládat, že molekulové vazebné skupiny mohou být již obsazené jiným vazebným iontem, tedy může docházet k tzv. časné sytosti (Mattuschka a Straube 1993). Proto je po každém použití sorbentu důležitá jeho desorpce, ať se jedná o jakýkoliv kov nebo skupinu kovů. Tato desorpce je ovšem levná, jednoduchá a rychlá, čehož je možné využít pro zachycení velkého množství kovu vyšší hodnoty (Volesky a kol. 2003).

Používání nežijící biomasy umožňuje pracovat s ní v jakémkoliv prostředí bez ohledu na fyzikální podmínky jako je pH, teplota anebo koncentrace kovu, popř. přítomnost jiných polutantů (Ahluwalia a Goyal 2007). Biosorpce samotná je ovšem na fyzikálních podmínkách závislá, některé faktory sorpci extrémě snižují, jiné napomáhají rychlejšímu navázání a větší sorpční kapacitě daného sorbentu (Horáková 2007, Ahluwalia a Goyal 2007).

Jako sorbent se dá používat často i odpadní biomasu například z potravinářského nebo fermentačního průmyslu a získání této hmoty je velmi snadné. Po použití se zároveň dá desorbovaná biomasa velmi snadno spálit a i toho lze dále využít (Ahluwalia a Goyal 2007).

Nemetabolizující buňky nemají velký potenciál zlepšování svých sorpčních vlastností. Adsorpční skupiny se tvoří během růstu buňky, proto nad nimi neexistuje možnost biologické kontroly, nebude tedy nejspíše nikdy možné zásadně měnit charakteristiku biosorbentu. Rovněž také je téměř nemožné měnit biologicky oxidační stav daného kovu (Mattuschka a Straube 1993).



Poslední nevýhodou je obtížný výzkum. Je velmi snadné zjistit absorpční kapacitu určitého typu sorbetu k určitému kovu, ale výzkum v reálném prostředí, tedy za různých podmínek (teplota, pH a podobně) a v roztoku obsahujícího mnoho různých kovových i jiných prvků a skupin je náročnější. Účinnost biosorpce závisí na celé řadě faktorů, počínaje schopností, afinitou a specifitou dané hmoty ke kovům a konče fyzikálními a chemickými podmínkami v remedializovaných vodách (Volesky a kol. 1993).

## **4.2 Popis mechanismu biosorpce**

Pochopení mechanismu, kterým ionty těžkých kovů adsorbují na buněčné stěny organismů, je nezbytný v procesu rozvoje využívání biosorbčních technik v ekologii (Ahluwalia a Goyal 2007). Jedná se o extrémě rychlý pasivní proces komplexace povrchových struktur buňky, iontovou výměnou nebo mikroprecipitací (Horáková 2007).

O vytvářených komplexech a mechanismech jejich vzniku existuje jen málo informací. Podstatná část informací byla získána experimentální metodou, kdy byly upraveny chemické vlastnosti biosorbentu a srovnávány výsledky sorpce kovu (Ahluwalia a Goyal 2007). Jiné techniky byly využity jen pro zjištění umístění těžkých kovů v mikrobiální buňce (např. infračervená spektroskopie, EDAX, elektronová mikroskopie).

Poměrně nová technika ESCA (X-paprsková fotoelektronová spektroskopie) umožňuje stanovení vazebné energie elektronů v atomech či molekulách, jež je závislá na distribuci valenčních změn a dává tak informaci o oxidovaném stavu atomu. Nyní jsou pro odvození mechanismů biosorpce využívány různé chemické modifikace funkčních skupin buněčné stěny (Horáková 2007, Volesky 2007).

## 4 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo zjistit, zda je hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) schopna na sebe navázat těžké kovy a tím ovlivnit toxicitu průsakových vod.

První část diplomové práce je věnována základním pojmům z oblasti odpadového hospodářství, popisu základních principů skládky a definování pojmů jako ekotoxikologie a biosorpce.

Kapitola materiál a metodika se podrobněji zabývá samotnou hlívou ústříčnou (*Pleurotus ostreatus*), je zde popsána skládka Kuchňky včetně přírodních a klimatických podmínek okolí, dále se kapitola věnuje metodice, jež byla zvolena pro testování hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*).

Závěrečná část diplomové práce je ponechána vyhodnocením výsledků získaných při pokusu. V této části bude popsáno, jak byl pokus prováděn a jaké materiály byly k pokusu použity a jaké jsou výsledky.

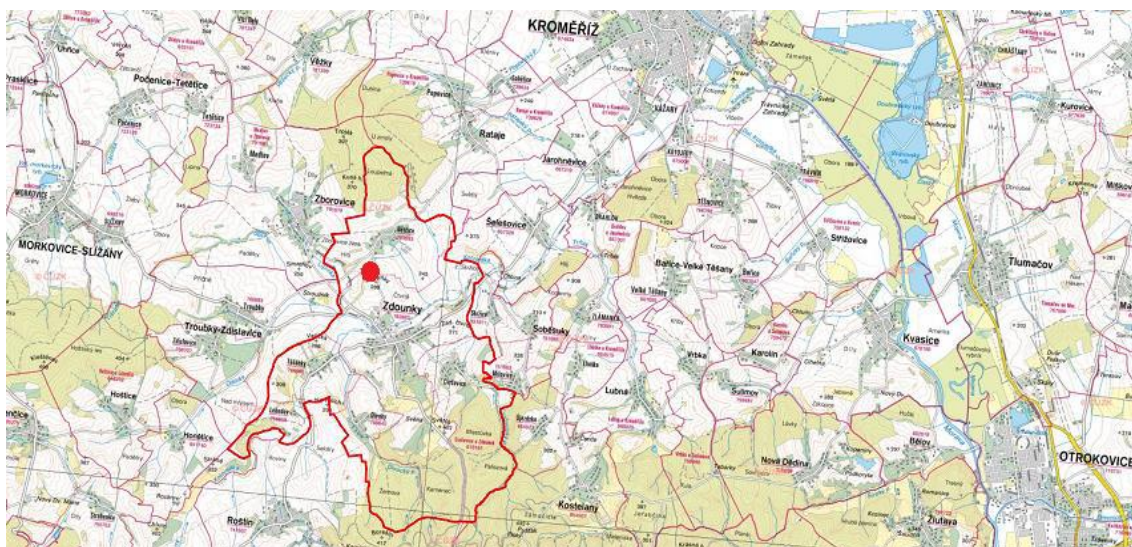
## 5 MATERIÁL A METODIKA

### 5.1 Lokalizace skládky

Skládka odpadů Kuchyňky se nachází v prostoru ve tvaru trojúhelníku, vytvořeného státními silnicemi mezi obcemi Zdounky, Nětčice, Troubky-Zdislavice, a to ve vzdálenosti cca 1800 m SSZ od kostela v obci Zdounky, 750 m SSZ od kraje zástavby Zdounek a 450 m JZ od kraje obce Nětčice (viz. obr. č.3).

Skládka je umístěna na k. ú. obce Nětčice, na pozemcích parcelních čísel 256/1, 256/2, 256/3, 256/4, 256/5, 256/6, 256/7. Dle technického zabezpečení se jedná o skládku skupiny S – ostatní odpad podskupina S-003.

Skládka je lokalizována v zemědělsky využívané krajině. V širším území obklopují skládku dva potoky – Nětčický a Zborovský a na jihovýchodě řeka Kotojedka. V okolí skládky se nachází několik prvků mimoletní krajinné zeleně. Skládka odpadů Kuchyňky je situována do výrazné morfologické deprese. Členitost širšího okolí zájmového prostoru dokumentují nadmořské výšky 240 – 396 m n. m. Vlastní prostor areálu skládky se nachází v nadmořské výšce 251 - 280 m n. m. (STALMACHOVÁ, 2007).



Obr. č. 3: Katastrální území obce Zdounky – Nětčice se zakreslenou skládkou  
(Arcgis, Veronika Proboštová, 2015)

Projektovaná plocha skládky je 70 700 m<sup>2</sup> v pěti etapách v celkovém objemu 907 000 m<sup>3</sup>, tj. cca 1 000 000 · 10<sup>6</sup> kg odpadu. Zatím je vybudována I. etapa o ploše 19 200 m<sup>2</sup>, část II. etapy 5 500 m<sup>2</sup> a část III. etapy – 7 500 m<sup>2</sup>. K 31. 12. 2004 bylo

navezeno cca  $370\,000 \cdot 10^6$  kg, což odpovídá 37 % celkové kapacity zařízení. Předpokládaná životnost zařízení je cca do roku 2018 ([www.mzp.cz](http://www.mzp.cz)).



Obr. č. 4: Areál skládky (Arcgis, Veronika Proboštová, 2015)

## 5.2 Popis přírodních podmínek lokality

### 5.2.1 Biogeografické a geomorfologické členění

Území, kterým se zabýváme je součástí Kojetínského bioregionu. Tento bioregion leží na území střední Moravy, zabírá geomorfologický podcelek Středomoravská niva v rámci celku Hornomoravský úval. Celý bioregion náleží do 2. vegetačního stupně a je tvořen širokou nivou s regulovanými řekami.

#### Podnebí

Celý bioregion leží v teplé oblasti T2-dle Quitta. Teplé podnebí, které je dostatečně bohaté na srážky. Směrem na východ od tohoto území se projevuje mírný nárůst srážek a to zejména vlivem návětrné strany Karpat (STALMACHOVÁ, 2007).

## 5.3 Charakteristika skládky

Jedná se o zařízení k odstraňování odpadů- ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu, kód D1 dle přílohy č. 23 vyhlášky č. 383/2001 SB., o podrobnostech nakládání s odpady.

Řízená skládka odpadů Kuchyňky je skládkou skupiny S-OO (ostatní odpad), podskupiny S-OO3 se samostatnými sektory skládky podskupiny S-OO1 dle Vyhlášky MŽP č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady se na skládky odpadů mají ukládat odpady tak, aby nemohlo dojít k nežádoucí vzájemné reakci za vzniku škodlivých látek nebo k narušení těsnosti, stability a konstrukce skládky.

Vyhláška č. 381/2001 Sb. zařazuje odpady podle šestimístných katalogových čísel uvedených v Katalogu odpadů. První dvojčíslí označuje skupinu odpadů, druhé dvojčíslí podskupinu odpadů a třetí dvojčíslí druh odpadu. Odpady jsou tedy na skládku jednotlivých skupin přijímány dle Vyhlášky č. 383/2001 Sb. podle druhu a kategorie odpadů podle Katalogu odpadů a Seznamu nebezpečných odpadů, podle jejich skutečných vlastností, podle třídy vycovatelnosti odpadů vodou, podle obsahu škodlivin v sušině, na základě jejich vzájemné mísitelnosti a při dodržení dalších podrobností.

Do zařízení jsou přijímány odpady kategorie ostatní ze svozové oblasti cca 75 000 obyvatel. Ročně je uloženo cca 40 000 10<sup>3</sup> kg odpadů z toho 50% z komunální sféry. Těleso skládky Kuchyňky můžeme vidět na obr. č.5.

Skládka podskupiny S-OO3 je určena pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad včetně odpadů s podstatným obsahem organických biologicky rozložitelných látek a odpadů, které nelze hodnotit na základě jejich vodného výluhu.

Schválený sektor skládky podskupiny S-OO1 doposud nebyl otevřen. Tento sektor bude určen pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad s nízkým obsahem organických biologicky rozložitelných látek za podmínek stanovených v bodě 6 písmo c) přílohy č. 4 k Vyhlášce č. 294/2005 Sb. Sektor skládky bude určen především pro oddělené ukládání odpadů z azbestu, odpadů na bázi sádry, stabilizovaných odpadů, odpadů s vysokým obsahem síry a odpadů se zvýšeným obsahem kovů. Do tohoto sektoru nesmí být ukládány odpady s vysokým obsahem organických biologicky rozložitelných látek.

Technické provedení jednotlivých sektorů musí zabránit smíchání a sloučení odpadů do nich ukládaných po celou dobu jejich uložení (<http://iris.env.cz>).



*Obr. č. 5. Těleso skládky Kuchyňky (Ciencialová, 2016)*

#### **Frekvence měření, odběru vzorků a rozsah analýzy:**

Odběr vzorků pro analýzy se provádí dvakrát ročně. Při těchto odběrech vzorků se stanovuje teplota, pH, vodivost, N<sub>Celk.</sub>, P<sub>Celk.</sub>, NEL, PAU, AOX, Cd, Ni, Pb, Zn, As, Cr<sub>Celk.</sub>, Hg, CHSKMn, Kyanidy Celk., RL, NL.

Tyto odběry jsou zajištěny pomocí akreditované laboratoře, která vyhodnotí a dodá výsledky celé analýzy. V protokolu o rozboru odpadních vod budou uvedeny veškeré náležitosti, jež umožní operativní vyhodnocení vzorků. Mezi tyto náležitosti patří datum, kdy bylo měření provedeno, způsob jakým byly vzorky odebrány, okamžitý stav atmosféry, úroveň hladiny podzemní vody a jiné (<http://webcache.googleusercontent.com>).

#### **Nakládání s průsakovými vodami na skládce Kuchyňky**

Nakládání s průsakovými vodami je na skládce Kuchyňky zajištěno pomocí drenážního systému, který je tvořen plošnou drenáží o tloušťce 300 mm z říčního štěrku o frakci 16-32 mm ve sklonu 5% k centrálnímu sběrači průsakové vody což je svodný drén. V plošné drenáži jsou současně umístěny i dílčí sběrače, které se skládají z PE trubice, ústící v centrálním sběrači a průsakové jímce 2 × 630 m<sup>3</sup> (obr. č. 6 Jímka

průsakových odpadních vod), železobetonové konstrukce, opatřené HDPE folií, mezi nimi tzv. suchá jímka



Obr. č. 6 Jímka průsakových odpadních vod (Ciencialová, 2016)

#### **5.4 Test semichronické toxicity se semeny hořčice *Sinapis alba* L**

Hlavními kritérii, která byla testována, je vliv vody na klíčení semen a růst kořenu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) v počátečních stádiích vývoje.

##### **5.4.2 Charakteristika organismu**

Hořčice bílá (*Sinapsis alba* L.) se řadí do čeledi brukvovitých, (*Brassicaceae*). Hořčice bílá (*Sinapsis alba* L.) je jednoletá, časně jarní rostlina-olejnina. Pomocí velkého větvenitého kořene setrvává v půdě. Lodyhu má roztroušeně chlupatou, zpřímenou, až 150cm vysokou s jasně zelenými listy. Květy jsou uspořádány v květenství a jsou oboupohlavní. Plody tvoří šešule a jednotlivé květy kvetou odspoda. Kvetoucí rostliny bývají obvykle opylovány hmyzem, nejčastěji včelami, jímž poskytují pastvu v podzimním a také jarním období.

Především kvůli senu je rostlina pěstována, a následně se z něj vyrábí doplňky do jídel. V potravinářském průmyslu je využíván olej, který je obsažen v semeni a to z 24-32% dále se tento olej využívá i v kosmetickém průmyslu a farmaceutickém. Hořčice bílá patří zároveň i mezi krmné plodiny.

Semeno rostliny je na brukvovité rostliny relativně velké, je bělavě žluté nebo žluté kulovitěho tvaru. Velikost semene je v průměru 1,5-4 mm, hmotnost tisíce semen

se pohybuje v rozpětí od 3 do 6,8 g. Po následném vyklíčení vyrůstá jednoduchý kořen s hypokotylem.

### 5.4.3 Použitý materiál k testu semichronické toxicity

K testu semichronické toxicity byly použity následující materiály: Petriho misky, filtrační papír, odměrné baňky, pipety, milimetrové měřítko, odpadní voda ze skládky, semena hořčice bílé *Sinapis alba* L, živné médium.

### 5.4.4 Pracovní postup

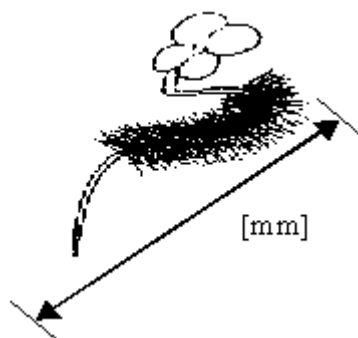
Podmínky provedení testu toxicity. Testovaným organismem byla hořčice bílá (*Sinapis alba* L.). Podrobný popis testu je uveden v tabulce (Tab. č. 2).

Tab. č. 1 Podmínky testu toxicity na organismu hořčice bílá *Sinapis alba* L.

Testovací organismus:	<i>Sinapis alba</i> L
Barva	okrově žlutá
Velikost	střední, 1,5 – 2 mm
Klíčivost	minimálně 90%
Počet semen v jedné Petriho misce	15
Sledovaná odezva:	Inhibice růstu kořene ve srovnání s kontrolou
Podmínky testu:	Stálá teplota, temno
Opakování	2
Objem testované koncentrace	5 ml v 1 Petriho misce
Teplota	20°C
Doba expozice	72 hodin (pro účely laboratoře případně jinak)
Osvětlení	bez přístupu světla
Chemikálie:	Výchozí roztok testované látky, zředovací voda dle ISO 7346
Pomůcky a zařízení:	Petriho misky, filtrační papír, odměrné baňky, pipety, termostat, milimetrové měřítko

Bylo vždy připraveno a následně provedeno 5 ředění o určité koncentraci (viz. Tab. č. 2). Do každé Petriho misky byl vložen filtrační papír s předem připravenými otvory pro 15 semen hořčice bílé (*Sinapis alba* L.). Filtrační papír byl vystřižen tak, aby pokryl celé dno misky. Před vložením semen se napustí 5 ml testovaného roztoku odpovídajícího ředění do každé misky. Po 72 hodinách byla přesně změřena délka kořene (viz Obr. č 7) každé rostliny u jednotlivých koncentrací.





Obr. č 7. Vyklíčené semeno s hypokotylem na konci třetího dne pokusu ve standardním živném médiu (CIENCIALOVÁ, 2016)

Tab. č. 2 Koncentrace jednotlivých vzorků

Koncentrace	Průsaky	Živný roztok
25%	1,25 ml	3,75 ml
50%	2,25 ml	2,5 ml
75%	3,75 ml	1,25 ml
90%	4,5 ml	0,5 ml
Etalon	0 ml	5 ml

#### 5.4.5 Vyhodnocení výsledků

Pro každé ředění se vypočítá aritmetický průměr délky kořenu z obou paralelních stanovení. Na základě průměrných délek kořenů v jednotlivých koncentracích se spočítá inhibice růstu podle vzorce (1):

$$I = \frac{D(k) - D(t)}{D(k)} \quad (1)$$

Kde:

I je inhibice růstu kořene (%)

D(k) je průměrná délka kořene v kontrole (mm)

D(t) je průměrná délka kořene v testované koncentraci (mm)

Podle získaných hodnot byly určeny hodnoty NOEC, LOEC a LC. Výsledné hodnoty EC10, EC50, EC90 byly zjištěny lineární regresí, kdy se inhibice růstu dá do závislosti

na dekadickém logaritmu koncentrace. Látky obsažené ve vzorku mohou mít i stimulační efekt. K tomuto faktu je třeba přihlížet při výsledném hodnocení (<http://ekotoxikologie.sweb.cz>).

### **5.5 Podmínky pěstování hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) na průsakových vodách**

Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) byla pěstována na slámě. Jako substrát byla použita krátce řezaná pšeničná sláma, která byla skladována v suchu. Zcela čerstvá, plesnivá, shnilá nebo černá sláma byla pro pěstování nevhodná. Nádoba odolná teplotě 100 °C byla naplněna slámou, která byla rozstříhána, a přelita vařící vodou, tak aby horní vrstva byla potopená (viz. Obr. č. 8).



*Obr. č 8 Přelití slámy horkou vodou (Ciencialová, 2016)*

Po vychladnutí byly sterilní nádoby pro pěstování hlívy naplněny  $100 \cdot 10^{-3}$  kg slámy. Do dvou sterilních nádob bylo nalito 200 ml průsakové vody ze skládky odpadů a do jedné sterilní nádoby pouze destilovaná voda (viz. Obr.č.9).



Obr. č. 9 Sterilní nádoba se slámou a průsaková voda ze skládky (Ciencialová, 2016)

Následně byly do každé nádoby vloženy naočkované kolíky hlívu ústříčnou (*Pleurotus ostreatus*), bylo dbáno při manipulaci na naprostou čistotu prostředí a následně byly nádoby uzavřeny.

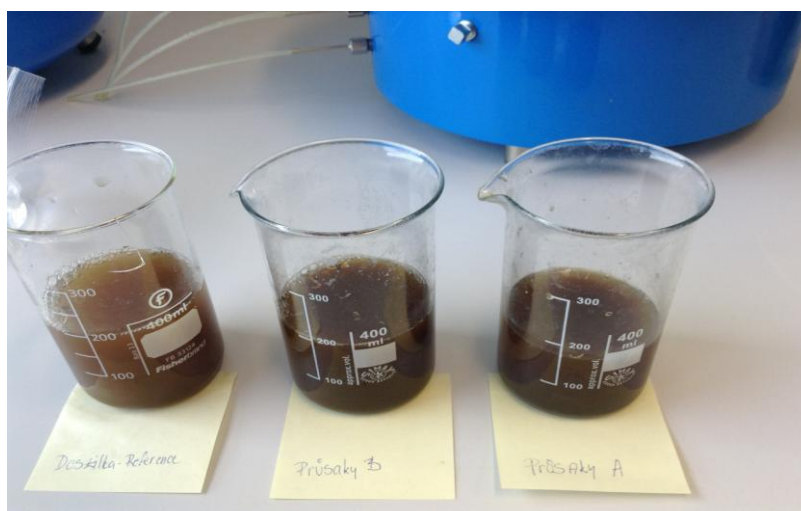
Naplňené a uzavřené nádoby byly uloženy na místo o teplotě mezi  $\pm 20-25^{\circ}\text{C}$ . Po 4 týdnech byl obsah nádob porostlý myceliem hlívu ústříčné (*Pleurotus ostreatus*).



Obr. č. 10 Obsah sterilní nádoby s Hlívou ústříčnou (*Pleurotus ostreatus*)  
(Ciencialová, 2016)

Po 4 týdnech byly sterilní nádoby otevřeny a umístěny na chladné a světlé místo. Po 4 týdnech bylo možné pozorovat plodnice, ale nebyly zcela standardní. Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) byla ponechána ještě 3 týdny růstu (obr. č. 10).

Po třech týdnech byl tekutý obsah sterilních nádob slit do kádinek a bylo zjištěno množství vody (obr. č. 11). Následně byl proveden standardní test fytotoxicity a jako živné médium byla použita voda ze sterilních nádob, v nichž rostla hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*).



Obr. č. 11 Tekutý obsah sterilních nádob (Ciencialová, 2016)

## 6 VÝSLEDKY

V rámci diplomové práce, byl proveden praktický pokus, na jehož základě byly stanoveny výsledky. Pokud dle testu vycházela inhibice, což je podpora růstu v kladných číslech, znamenalo to, že růst testovaného organismu-hořčice bílá (*Sinapis alba* L.) byl brzděn, na druhou stranu pokud čísla inhibice byla záporná, tak růst byl podporován.

Byla stanovena fytotoxicita samotné průsakové vody ze skládky odpadů Kuchyňky. Pro toto stanovení, byla použita vždy průsaková voda, živný roztok o určité koncentraci a semena hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) pouze u Etalonu byl použit živný roztok o 100% koncentraci. Dále byla stanovena fytotoxicita průsakové vody ze skládky Kuchyňky, poté co na této průsakové vodě byla pěstována hlíva ústřičná (*Pleurotus ostreatus*) (viz. Kapitola 5.5 „Podmínky pěstování hlívy ústřičné (*Pleurotus ostreatus*) na průsakových vodách“). Stanovení fytotoxicity bylo vždy u každé koncentrace prováděno ve dvou opakováních. Při pěstování hlívy ústřičné (*Pleurotus ostreatus*) byly použity vždy 2 sterilní nádoby, kde byla hlíva ústřičná (*Pleurotus ostreatus*) pěstována s použitím průsakových vod, tyto nádoby byly označeny jako VZOREK A a VZOREK B. Ve třetí sterilní nádobě byla hlíva ústřičná (*Pleurotus ostreatus*) pěstována pouze na destilované vodě, tento vorek byl označen jako REFERENCE. Celý pokus byl prováděn ve třech opakováních.

Tabulka číslo 3-7 se týká výsledků pokusu pro rostlinu hořčice bílá (*Sinapis alba* L.) před pěstováním hlívy ústřičné (*Pleurotus ostreatus*). Při tomto pokusu bylo pH živného roztoku 7,71 a pH odpadní vody bylo 8.

Tabulka č. 3

<b>SIA – ETALON – Před hlívou</b>		
	<b>SIA ontrol 1</b>	<b>SIA ontrol 2</b>
	<b>Length (mm)</b>	<b>Length (mm)</b>
1	35	45
2	12	25
3	20	28
4	19	43
5	32	10
6	20	35
7	18	10
8	19	32
9	17	40
10	14	10
11	15	12
12	10	30

	13	10	15	
	14	11	12	
	15	12	10	MEAN
# germinated		15	15	15
Mean		17,60	23,80	20,70
Std. Dev.		7,40	13,22	
VC%		42,07	55,56	
longest root		35,00	45,00	40,00

Průměrná délka kořene pro vzorek ETALON před použitím hlívy ústřičné (*Pleurotus ostreatus*) byla 20,70 mm.

Tabulka č. 4

<b>SIA - Sample - P25 - před Hlívou</b>				
	SIA sample -PA25	SIA sample PB25		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	1	1		
2	1	0		
3	1	0		
4	0	0		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	MEAN	<b>% inhibition</b>
# germinated	15	15	15	<b>99,36</b>
Mean	0,20	0,07	0,13	
Std. Dev.	0,41	0,26		
VC%	207,02	387,30		
longest root	1,00	1,00	1,00	<b>97,50</b>

Při koncentraci 25 % byla nejdelší délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 1 mm a inhibice 99,36 %.

Tabulka č. 5

<b>SIA - Sample - P50 - před Hlívou</b>		
	SIA sample PA50	SIA sample PB50
	Length (mm)	Length (mm)
1	0	1
2	0	1
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0

9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	MEAN	<b>% inhibition</b>
# germinated	15	15	15	
Mean	0,00	0,13	0,07	<b>99,68</b>
Std. Dev.	0,00	0,35		
VC%	0,00	263,90		
longest root	0,00	1,00	0,50	<b>98,75</b>

Při koncentraci 50 % byla délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 0 mm, pouze 2 semena pukla, inhibice byla 99,68 %.

Tabulka č. 6

<b>SIA - Sample - P75 - před Hlívou</b>				
	SIA sample PA75	SIA sample PB75		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	0	1		
2	0	1		
3	0	1		
4	0	0		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	MEAN	<b>% inhibition</b>
# germinated	15	15	15	
Mean	0,00	0,20	0,10	<b>99,52</b>
Std. Dev.	0,00	0,41		
VC%	0,00	207,02		
longest root	0,00	1,00	0,50	<b>98,75</b>

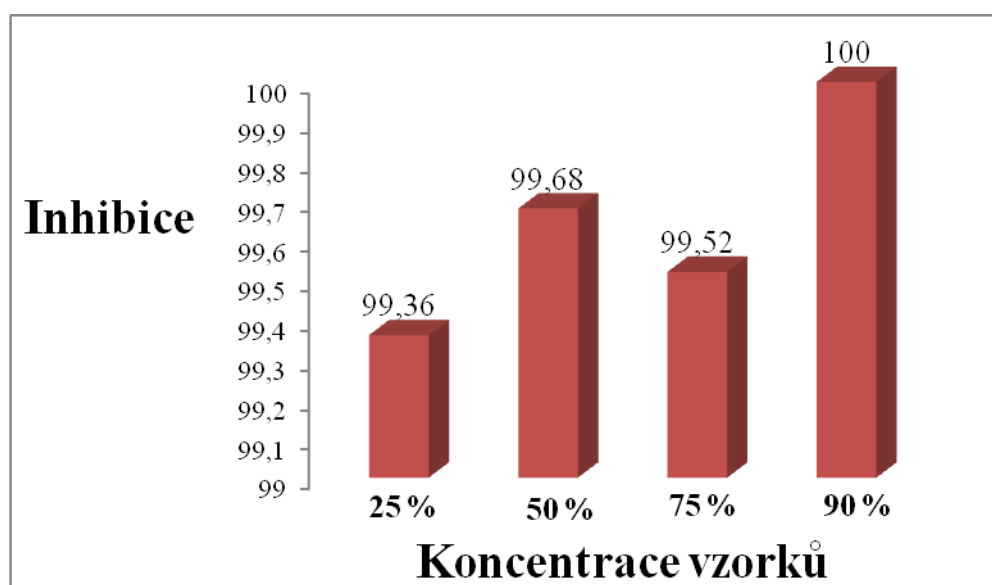
Při koncentraci 75 % byla délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 0 mm, pouze 3 semena pukla, inhibice byla 99,52 %.

Tabulka č. 7

<b>SIA - Sample - P90 - před Hlívou</b>		
	SIA sample PA90	SIA sample PB90
	Length (mm)	Length (mm)
1	0	0
2	0	0

3	0	0		
4	0	0		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	MEAN	<b>% inhibition</b>
# germinated	15	15	15	
Mean	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>
Std. Dev.	0,00	0,00		
VC%	0,00	0,00		
longest root	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>

Při koncentraci 90 % byla délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 0 mm a inhibice byla 100 %.



Obr. č. 12 Výsledky testu fytotoxicity před použitím hlívy ústřičné (*Pleurotus ostreatus*)

Na obr. č 12 můžeme vidět, že při 90% koncentraci byla inhibice 100 %, což znamená, že růst hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) nebyl vůbec podporován. I nižší koncentrace průsakové vody o koncentracích 25, 50, 75 neznamenala stimulaci růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.).



## 6.1 Výsledky testu fytotoxicity po pěstování hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) na odpadních vodách

Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) byla pěstována ve sterilních boxech na slámě, průsakové vodě (Vzorek A a B) a destilované vodě (Referenční vzorek) tato průsaková voda vykazovala hodnoty pH u vzorku A 8,5 u vzorku B 8 a Referenční vzorek měl hodnotu pH 5,6.

Tabulka číslo 8-20 se týká výsledků pro rostlinu hořčice bílá (*Sinapis alba* L.) po pěstování hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) u vzorku A, vzorku B a referenčního vzorku.

Tabulka č.8

<b>SIA - ETALON - Po hlívě ústříčné Vzorek A</b>			
	SIA control 1	SIA control 2	
	Length (mm)	Length (mm)	
1	0	15	
2	1	10	
3	15	18	
4	10	10	
5	20	12	
6	18	10	
7	15	15	
8	18	13	
9	20	12	
10	22	20	
11	15	25	
12	10	15	
13	12	14	
14	18	13	
15	19	19	MEAN
# germinated	15	15	15
Mean	14,20	14,73	14,47
Std. Dev.	6,61	4,23	
VC%	46,58	28,74	
longest root	22,00	25,00	23,50

Průměrná délka kořene pro vzorek ETALON po použití hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) byla 14,47mm.

Tabulka č. 9

<b>SIA - Sample - P25 A - Po Hlívě ústříčné Vzorek A</b>		
	SIA sample	SIA sample
	PA25	PB25
	Length (mm)	Length (mm)
1	60	30
2	45	28
3	25	18
4	22	50
5	30	40
6	50	25

7	30	32		
8	40	27		
9	20	34		
10	33	40		
11	30	29		
12	28	25		
13	20	27		
14	15	10		
15	18	18	MEAN	<b><u>%</u> inhibition</b>
# germinated	15	15	15	<b>-107,14</b>
Mean	31,07	28,87	29,97	
Std. Dev.	12,76	9,86		
VC%	41,07	34,17		
longest root	60,00	50,00	55,00	<b>-134,04</b>

Při koncentraci 25 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 29,97 mm, a inhibice byla -107,14 %.

Tabulka č. 10

<b>SIA - Sample - P50 A - Po Hlívě ústříčné Vzorek A</b>				
	SIA sample PA50	SIA sample PB50		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	40	20		
2	35	22		
3	15	18		
4	20	30		
5	5	35		
6	5	0		
7	15	2		
8	25	15		
9	10	18		
10	30	22		
11	40	20		
12	15	12		
13	5	13		
14	15	1		
15	10	5	MEAN	<b><u>%</u> inhibition</b>
# germinated	15	15	15	<b>-19,35</b>
Mean	19,00	15,53	17,27	
Std. Dev.	12,28	10,32		
VC%	64,61	66,41		
longest root	40,00	35,00	37,50	<b>-59,57</b>

Při koncentraci 50 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 17,27 mm, a inhibice byla -19,35 %.

Tabulka č. 11

<b>SIA - Sample - P75 A - Po Hlívě ústříčné Vzorek A</b>				
	SIA sample -PA75	SIA sample- PB75		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	15	5		
2	20	7		
3	5	15		
4	8	20		
5	10	32		
6	10	25		
7	15	8		
8	18	5		
9	35	7		
10	20	12		
11	5	2		
12	25	1		
13	18	6		
14	12	10		
15	10	20	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>
# germinated	15	15	15	<b>7,60</b>
Mean	15,07	11,67	13,37	
Std. Dev.	8,02	8,98		
VC%	53,24	76,98		
longest root	35,00	32,00	33,50	<b>-42,55</b>

Při koncentraci 75 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 13,37 mm, a inhibice byla 7,60 %.

Tabulka č. 12

<b>SIA - Sample - P90 A - Po Hlívě ústříčné Vzorek A</b>				
	SIA sample -PA90	SIA sample- PB90		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	10	7		
2	8	8		
3	12	12		
4	7	6		
5	15	9		
6	14	1		
7	16	2		
8	2	5		
9	0	4		
10	8	10		
11	10	6		
12	9	7		
13	7	15		
14	6	0		
15	5	3	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>
# germinated	15	15	15	<b>48,39</b>
Mean	8,60	6,33	7,47	
Std. Dev.	4,50	4,12		
VC%	52,33	65,01		
longest root	16,00	15,00	15,50	<b>34,04</b>

Při koncentraci 90 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 7,47 mm, a inhibice byla 48,39 %.

Tabulka č. 13

<b>SIA - Sample - P25 B - Po Hlívě ústříčné Vzorek B</b>				
	SIA sample -PA25	SIA sample- PB25		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	45	30		
2	32	32		
3	25	28		
4	50	10		
5	18	15		
6	15	18		
7	14	45		
8	32	50		
9	16	52		
10	50	25		
11	48	18		
12	50	30		
13	42	27		
14	35	22		
15	10	19	MEAN	<b><u>%</u></b>
# germinated	15	15	15	<b><u>inhibition</u></b>
Mean	32,13	28,07	30,10	<b>-108,06</b>
Std. Dev.	14,89	12,52		
VC%	46,34	44,59		
longest root	50,00	52,00	51,00	<b>-117,02</b>

Při koncentraci 25 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 30,10 mm, a inhibice byla -108,06 %.

Tabulka č. 14

<b>SIA - Sample - P50 B - Po Hlívě ústříčné Vzorek B</b>				
	SIA sample -PA50	SIA sample- PB50		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	32	40		
2	23	30		
3	35	1		
4	42	25		
5	28	28		
6	30	20		
7	22	19		
8	15	17		
9	36	10		
10	12	5		
11	23	18		
12	20	15		
13	15	14		
14	10	12		
15	6	17	MEAN	<b><u>%</u></b>
# germinated	15	15	15	<b><u>inhibition</u></b>

Mean	23,27	18,07	20,67	<b>-42,86</b>
Std. Dev.	10,50	9,88		
VC%	45,15	54,69		
longest root	42,00	40,00	41,00	<b>-74,47</b>

Při koncentraci 50 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 20,67 mm, a inhibice byla -42,86 %.

Tabulka č. 15

<b>SIA - Sample - P75 B - Po Hlívě ústříčné Vzorek B</b>				
	SIA sample -PA75	SIA sample- PB75		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	50	15		
2	18	12		
3	22	14		
4	12	11		
5	18	13		
6	15	10		
7	45	22		
8	17	21		
9	35	19		
10	25	12		
11	20	15		
12	15	7		
13	12	1		
14	10	0		
15	2	15	MEAN	<b>% inhibition</b>
# germinated	15	15	15	<b>-15,90</b>
Mean	21,07	12,47	16,77	
Std. Dev.	13,04	6,29		
VC%	61,90	50,45		
longest root	50,00	22,00	36,00	<b>-53,19</b>

Při koncentraci 75 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 16,77 mm, a inhibice byla -15,90 %.

Tabulka č. 16

<b>SIA - Sample - P90 B - Po Hlívě ústříčné Vzorek B</b>		
	SIA sample -PA90	SIA sample- PB90
	Length (mm)	Length (mm)
1	10	20
2	8	30
3	10	22
4	15	5
5	7	10
6	25	18
7	30	7
8	30	10
9	28	8
10	15	11
11	10	12

12	28	15		
13	14	20		
14	13	25		
15	1	28	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>
# germinated	15	15	15	
Mean	16,27	16,07	16,17	<b>-11,75</b>
Std. Dev.	9,46	7,90		
VC%	58,16	49,15		
longest root	30,00	30,00	30,00	<b>-27,66</b>

Při koncentraci 90 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 16,17 mm, a inhibice byla -11,75 %.

Tabulka č. 17

<b>SIA - Sample - P25 Reference - Po Hlívě ústříčné Vzorek Reference</b>				
	SIA sample -PA25	SIA sample- PB25		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	42	30		
2	38	40		
3	40	25		
4	38	28		
5	42	27		
6	22	35		
7	42	40		
8	32	35		
9	22	28		
10	18	25		
11	35	30		
12	15	32		
13	18	20		
14	12	25		
15	16	20	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>
# germinated	15	15	15	
Mean	28,80	29,33	29,07	<b>-100,92</b>
Std. Dev.	11,43	6,21		
VC%	39,68	21,16		
longest root	42,00	40,00	41,00	<b>-74,47</b>

Při koncentraci 25 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 29,07 mm, a inhibice byla -100,92 %.

Tabulka č. 18

<b>SIA - Sample - P50 Reference - Po Hlívě ústříčné Vzorek Reference</b>				
	SIA sample -PA50	SIA sample- PB50		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	25	15		
2	30	20		
3	50	23		
4	48	22		
5	25	26		

6	30	25		
7	25	28		
8	50	26		
9	28	27		
10	30	22		
11	24	20		
12	20	25		
13	18	50		
14	15	55		
15	16	30	MEAN	<b>% inhibition</b>
# germinated	15	15	15	<b>-95,39</b>
Mean	28,93	27,60	28,27	
Std. Dev.	11,61	10,81		
VC%	40,13	39,16		
longest root	50,00	55,00	52,50	<b>-123,40</b>

Při koncentraci 50 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 28,27 mm, a inhibice byla -95,39 %.

Tabulka č. 19

<b>SIA - Sample - P75 Reference - Po Hlívě ústříčné Vzorek Reference</b>				
	SIA sample -PA75	SIA sample- PB75		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	60	32		
2	50	30		
3	45	25		
4	48	28		
5	20	2		
6	22	30		
7	40	32		
8	60	31		
9	72	20		
10	25	19		
11	30	18		
12	15	17		
13	14	15		
14	45	25		
15	42	28	MEAN	<b>% inhibition</b>
# germinated	15	15	15	<b>-116,59</b>
Mean	39,20	23,47	31,33	
Std. Dev.	17,69	8,32		
VC%	45,13	35,47		
longest root	72,00	32,00	52,00	<b>-121,28</b>

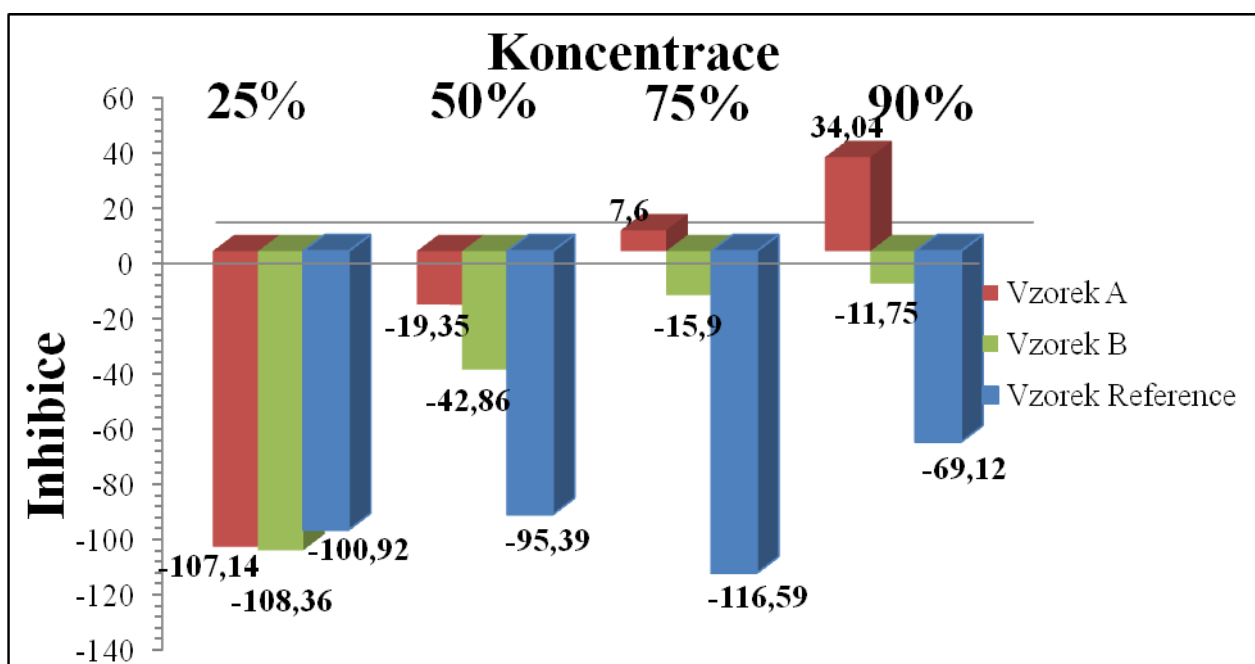
Při koncentraci 75 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 31,33 mm, a inhibice byla -116,59 %.

Tabulka č. 20

<b>SIA - Sample - P90 Reference - Po Hlívě ústříčné Vzorek Reference</b>				
	SIA sample -PA90	SIA sample- PB90		

	Length (mm)	Length (mm)		
1	35	45		
2	50	25		
3	30	28		
4	28	27		
5	22	26		
6	32	20		
7	2	19		
8	20	22		
9	22	23		
10	18	15		
11	17	19		
12	22	17		
13	25	17		
14	28	33		
15	15	32	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	<b>-69,12</b>
Mean	24,40	24,53	24,47	
Std. Dev.	10,71	7,85		
VC%	43,89	31,98		
longest root	50,00	45,00	47,50	<b>-102,13</b>

Při koncentraci 90 % byla průměrná délka kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 24,47 mm, a inhibice byla -69,12 %.



Obr.č.13 Výsledky testu fytoxicity po pěstování hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) na odpadních vodách

Jak je patrné z grafu, výsledky testu fytoxicity, kde byla použita hořčice bílá (*Sinapis alba* L.) jako rostlina k určení fytoxicity, můžeme říci, že hlíva ústříčná (*Pleurotus*



*ostreatus*) může ovlivnit toxicitu průsakových vod ze skládky. Při nižších koncentracích průsakové vody (25,50) byla inhibice v záporných číslech, což znamená, že růst byl podporován.

Při koncentraci 25 byla inhibice vždy více jak 100 % a proto můžeme říci, že tato koncentrace je neúspěšnější. Koncentrace 75 a 90 vykazovaly již i kladnou inhibici, tudíž podpora růstu zde byla nulová. Inhibice znamená v tomto případě stimulaci růstu. Celý test byl proveden 3×. Výsledky dalších dvou testů jsou pro přehlednost diplomové práce uvedeny v přílohách.

## 7 ZÁVĚR

Záměrem této diplomové práce bylo ověřit, zda hlíva ústřičná (*Pleurotus ostreatus*) může ovlivnit toxicitu průsakové vody ze skládky. Skládkování je považováno ze stále aktuální, neboť je jedním z nejrozšířenějších způsobů odstraňování odpadů a to zejména díky ekonomické náročnosti odstranění odpadů jiným způsobem, infrastruktúře, která je nedostačující, dobrým geologickým podmínkám pro výstavbu skládek a nedostačující kapacitě jiných zařízení pro nakládání s odpady. Pro diplomovou práci byla zvolena skládka Kuchyňky a na odpadní vodě z této skládky byl pokus prováděn.

Úvodní část diplomové práce byla věnována základnímu procesu skládkování. U skládkování je velmi důležité rozdělení skládek dle tříd vychovatelnosti. Také jsou zde teoreticky popsány nutné náležitosti skládky, jako je její odvodňovací systém skládky, odplynění skládky, těsnění skládky, monitoring a vybavení skládky. Dále je tato část diplomové práce věnována legislativě, která je z právního hlediska celá harmonizovaná s legislativou Evropské unie a to zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších právních předpisů a prováděcí vyhláškou č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Směrnice Rady 1999/31/ES, o skládkách odpadu byla do národní právní úpravy zahrnuta rovněž. Závěr úvodní části diplomové práce byl ponechán zmínce o statistických údajích týkajících se nakládání s odpady v České republice.

Přestože je skládkování jedním z nejhorších možných způsobů nakládání s odpady, jelikož skládky mohou negativně působit na okolí. Pokud je ovšem skládka pravidelně a důkladně monitorována, provozována v souladu s legislativními předpisy může být začleněna do okolní krajiny a nepředstavovat hrozbu pro okolní životní prostředí. Celý pokus byl prováděn na skládce Kuchyňky, kde byla odebrána průsaková voda z jímky. Průsaková voda byla podrobena testu fyto toxicity, následně na této průsakové vodě byla pěstována hlíva ústřičná (*Pleurotus ostreatus*) a poté opět byl proveden test fyto toxicity, pro zjištění vlivu hlívy ústřičné (*Pleurotus ostreatus*) na toxicitu průsakových vod ze skládky odpadů Kuchyňky.

Z výsledků vyplývá, že hlíva ústřičná (*Pleurotus ostreatus*) má vliv na toxicitu průsakových vod ze skládky odpadů Kuchyňky. Přestože je tento způsob snižování toxicity průsakových vod doposud nepříliš známý, můžeme již nyní říci, že se jedná možnost, jak toxicitu průsakových vod ze skládky snížit. Pro 100% potvrzení (průkaznost výsledků) by musel být pokus proveden ve více opakování.

## 8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AHLUWALIA S. S; GOYAL, D. *Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater*. Bioresource Technology. [online]. 2007, 98, [cit. 2010-02-16]. Dostupný z. <<http://www.sciencedirect.com>>

EGGEN, R.I.L., SUTER, M.J.-F. (2007): *Analytical Chemistry and Ecotoxicology—Tasks, Needs and Trends*. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, 70, s. 724–726.

FILIP, J., BOŽEK, F., KOTOVICOVÁ, J., 2003, Komunální odpad a skládkování. Brno, MZLU v Brně, ISBN 80- 7157-712-X

GRODA, B. A kol.: *Technika zpracování odpadů: II*, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1997, 168 s., ISBN 80-7157-264-0

HORÁKOVÁ, Danuška. *Bioremediace* [online]. 1 vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2007 [cit. 2016-04-11]. Elportál. Dostupné z: <<http://is.muni.cz/elportal/?id=710435>>. ISSN 1802-128X.

JANEČKOVÁ, P. *Ekotoxikologický screening léčiv – Paralen tbl. a Panadol tbl.* Hradec Králové, 2010. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce Mgr. Jitka Vytlačilová.

KHETAN, S. K., COLLINS, T. J. (2007): *Human Pharmaceuticals in the Aquatic Environment: A Challenge to Green Chemistry*, Chemical Reviews, 107, s. 2319-2364.

KOČÍ, V., HALOUSKOVÁ, O. (ed.) (2002): *Ekotoxikologické biotesty 1*, Sborník pracovní konference 18.-19. září 2002, Seč, Vodní zdroje EKOMONITOR spol. s r.o., s. 187.

KOTOVICOVÁ, Jana. *Výzkum využití prevenčních nástrojů pro snížení zatížení regionu biodegradabilními odpady*. Brno, 2005. 1110 s. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita (Brno). Habilitační práce.

MATTUSCHKA, B., STRAUBE, G. (1993): *Biosorption of metals by waste biomass*, J.. Chem. Technik. Biotechnol., 58: 57-63

MOISSENKO, T.I. (2008): *Aquatic Ecotoxicology: Theoretical Principles and Practical Application*, Water Resources, 35, s. 530–541

MOUNTASSIF, D. a kol. (2007): *Physiological, morphological and metabolic changes in Tetrahymena pyriformis for the in vivo cytotoxicity assessment of metallic pollution: Impact on D-β-hydroxybutyrate dehydrogenase*. Ecological Indicators, 7, s. 882–894.

PROBOŠTOVÁ, Veronika. *Zhodnocení systému nakládání s komunálními odpady v mikroregionu Ivančicko*. Bakalářská práce. MENDELU v Brně, 2013.

PROBOŠTOVÁ, Veronika. *Role rostlinných bioindikátorů při hodnocení stavu životního prostředí v okolí skládky*. Diplomová práce. MENDELU v Brně, 2015.

PROKEŠ, J. a kol. (2005): *Základy toxikologie, Obecná toxikologie a ekotoxikologie*, Galén, Praha, s. 248

RATTE, H.T., HAMMERS-WIRTZ, M., CLEUVERS, M. (2003): *Ecotoxicity testing, Bioindicators and biomonitors*. 6, s. 221-226.

STALMACHOVÁ, Barbara. *Skládka TKO Kuchyňky. Monitorování vlivu skládky na okolní faunu, flóru a půdu. Závěrečná zpráva za rok 2007*. Vyhотовeno 11/2007.

TSIRIDIS, V., PERSOONE, G. (2002): *Toxkit microbiotests: New low cost tools for hazard detection/monitoring in environmental toxicology*. Protection and Restoration of the Environment VI, July 1-5, s. 809-816.

VAVERKOVÁ, Magdalena. *Možnosti využití bioindikátorů v okolí skládky ve Štěpánovicích*. Brno, Mendelova Univerzita, 2009. Doktorská disertační práce.

VOLESKY, B. *Biosorption and me*, Water Research [online]. 2007, 41, [cit. 2010-02-16]. Dostupný z: <<http://www.sciencedirect.com>>

VOLESKY, B., HOLAN, Z.R. (1995): *Biosorption of heavy metals*. Biotechnol. Progr. 11: 235–50

VOLESKY, B., MAY, H. and HOLAN, Z. R. (1993), *Cadmium biosorption by Saccharomyces cerevisiae*. Biotechnol. Bioeng., 41: 826–829. doi:10.1002/bit.260410809

VOLESKY, B., WEBER, J., PARK, J.M. (2003): *Continuous-flow metal biosorption in a regenerable Sargassum column*. Water Res. 37: 297–306.

### Internetové zdroje

1. Legislativa [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/199287/pravf\\_m/dp\\_kopie.txt](https://is.muni.cz/th/199287/pravf_m/dp_kopie.txt)
2. Zákon 100/2001 Sb., [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/Legislativa-ostatni\\_puvodni-zneni\\_zakon-2001-100-ostatni.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/Legislativa-ostatni_puvodni-zneni_zakon-2001-100-ostatni.html)
3. Statistika  
<http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/Zprava%20o%20C5%BEivotn%C3%ADm%20prost%C5%99ed%C3%AD%20C4%8CR%202014.pdf>
4. Skládka Kuchyňky  
[http://iris.env.cz/www/ippc.nsf/A095F71F458EAA92C1257B35002FEDCF/\\$file/ROZHODNUTI\\_Depoz\\_IP12.pdf](http://iris.env.cz/www/ippc.nsf/A095F71F458EAA92C1257B35002FEDCF/$file/ROZHODNUTI_Depoz_IP12.pdf)
5. Monitorování skládky  
[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:RHrjM1ldxa8J:www.mzp.cz/\\_c1256c8f00336a13.nsf/%24pid/mzpaxf3kowou+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:RHrjM1ldxa8J:www.mzp.cz/_c1256c8f00336a13.nsf/%24pid/mzpaxf3kowou+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz)
6. Údaje týkající se skládky Kuchyňky  
[http://www.mzp.cz/www/ippc4.nsf/\\$pid/MZPXXFDV4I5P](http://www.mzp.cz/www/ippc4.nsf/$pid/MZPXXFDV4I5P)
7. Test semichronické toxicity se semeny hořčice *Sinapis alba L*  
<http://ekotoxikologie.sweb.cz/toxlab/vyuka/sinapis.htm>

## 9 SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

Tabulka č. 1	Podmínky testu toxicity na organismu <i>Sinapis alba</i> .....	32
Tabulka č. 2	Koncentrace jednotlivých vzorků.....	33
Tabulka č. 3	Výsledky pokusu před použitím hlívy ústřičné ( <i>Sinapis alba</i> L).....	37
Tabulka č. 4	Výsledky pokusu před použitím hlívy ústřičné ( <i>Sinapis alba</i> L).....	38
Tabulka č. 5	Výsledky pokusu před použitím hlívy ústřičné ( <i>Sinapis alba</i> L).....	38
Tabulka č. 6	Výsledky pokusu před použitím hlívy ústřičné ( <i>Sinapis alba</i> L).....	39
Tabulka č. 7	Výsledky pokusu před použitím hlívy ústřičné ( <i>Sinapis alba</i> L).....	39
Tabulka č. 8	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	41
Tabulka č. 9	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	41
Tabulka č. 10	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	42
Tabulka č. 11	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	43
Tabulka č. 12	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	43
Tabulka č. 13	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	44
Tabulka č. 14	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	44
Tabulka č. 15	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	45
Tabulka č. 16	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	45
Tabulka č. 17	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	46
Tabulka č. 18	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	47
Tabulka č. 19	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	47
Tabulka č. 20	Výsledky pokusu po pěstování hlívy ústřičné ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	48

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1.	Celková produkce odpadů mezi lety 2009–2014.....	17
Obr. č. 2.	Struktura celkové produkce odpadů v ČR.....	18
Obr. č. 3:	Katastrální území obce Zdounky – Nětčice se zakreslenou skládkou.....	27
Obr. č. 4:	Areál skládky.....	28
Obr. č. 5.	Těleso skládky Kuchyňka.....	30
Obr. č. 6	Jímka průsakových odpadních vod.....	31
Obr. č 7.	Vyklíčené semeno s hypokotylem na konci třetího dne pokusu ve standardním živném médiu.....	33
Obr. č 8	Přelití slámy horkou vodo.....	34
Obr. č. 9	Sterilní nádoba se slámou a průsaková voda ze skládky.....	35
Obr. č. 10	Obsah sterilní nádoby s Hlívou ústřičnou.....	36

Obr. č. 11 Tekutý obsah sterilních nádob.....	36
Obr. č. 12 Výsledky testu fytotoxicity.....	40
Obr.č.13 Výsledky testu fytotoxicity po pěstování hlívy ústříčné.....	48

## **10 SEZNAM ZKRATEK**

ŽP	Životní prostředí
KO	Komunální odpad
NO	Nebezpečný odpad
HDPE	Polyetylenové fólie vysoké hustoty
ČR	Česká republika
MŽP	Ministerstvo životního prostředí

## 11 PŘÍLOHY



Před pěstováním hlívy ústřičné (*Pleurotus ostreatus*) při tomto pokusu bylo pH živného roztoku 7,71 a pH odpadní vody bylo 8

<b>SIA – ETALON – Před</b>				
	SIA	ontrol	SIA	ontrol
	1		2	
	Length (mm)		Length (mm)	
1	12		22	
2	34		43	
3	18		34	
4	42		33	
5	34		5	
6	24		28	
7	30		39	
8	17		27	
9	30		23	
10	17		53	
11	13		34	
12	32		43	
13	24		22	
14	22		38	
15	23		25	MEAN
# germinated	15		15	15
Mean	24,80		31,27	28,03
Std. Dev.	8,68		11,55	
VC%	34,99		36,95	
longest root	42,00		53,00	47,50

<b>SIA – Sample- P25 – před</b>				
	SIA sample – PA25	SIA sample – PB25		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	3	23		
2	13	11		
3	1	15		
4	8	10		
5	6	11		
6	11	7		
7	12	19		
8	9	13		
9	6	11		
10	4	14		
11	11	21		
12	6	8		
13	12	6		
14	4	12		
15	8	9	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>
# germinated	15	15	15	
Mean	7,60	12,67	10,13	<b>63,85</b>
Std. Dev.	3,70	5,01		
VC%	48,68	39,55		
longest root	13,00	23,00	18,00	<b>62,11</b>
<b>SIA - Sample- P50 - před</b>				
	SIA sample – PA50	SIA sample – PB50		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	1	1		
2	1	1		
3	1	1		
4	0	0		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>

#				
germinated	15	15	15	<b>99,29</b>
Mean	0,20	0,20	0,20	
Std. Dev.	0,41	0,41		
VC%	207,02	207,02		
longest				
root	1,00	1,00	1,00	<b>97,89</b>

<b>SIA - Sample- P75 - před</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA75	PB75		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	0	0		
2	0	0		
3	0	0		
4	0	0		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>
#				
germinated	15	15	15	<b>100,00</b>
Mean	0,00	0,00	0,00	
Std. Dev.	0,00	0,00		
VC%		0,00	0,00	
longest				
root	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>

<b>SIA - Sample- P90 - před</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA90	PB90		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	0	0		
2	0	0		
3	0	0		
4	0	0		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		

10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	MEAN	<b><u>%</u></b>
#				<b><u>inhibition</u></b>
germinated	15	15	15	
Mean	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>
Std. Dev.	0,00	0,00		
VC%		0,00	0,00	
longest				
root	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>

Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) byla pěstována ve sterilních boxech na slámě, odpadní vodě (Vzorek A a B) a destilované vodě (Referenční vzorek) tato odpadní voda vykazovala hodnoty pH u vzorku A 8 u vzorku B 8,5 a Referenční vzorek měl hodnotu pH 5, živný roztok měl hodnotu pH 7,71.

<b>SIA - ETALON - Po Hlívě ústříčné</b>			
	SIA control 1	SIA control 2	
	Length (mm)	Length (mm)	
1	50	20	
2	25	10	
3	10	30	
4	10	22	
5	8	15	
6	5	18	
7	7	17	
8	7	15	
9	20	19	
10	22	15	
11	5	9	
12	7	8	
13	8	12	
14	5	13	
15	9	11	MEAN
# germinated	15	15	15
Mean	13,20	15,60	14,40
Std. Dev.	12,03	5,74	
VC%	91,14	36,81	
longest root	50,00	30,00	40,00

<b>SIA - Sample- P25 - Po Hlívě ústříčné A</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA25	PB25		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	10	0		
2	21	40		
3	30	40		
4	10	20		
5	18	19		
6	30	45		
7	45	10		
8	25	42		
9	11	35		
10	36	32		
11	12	12		
12	5	25		
13	28	22		
14	15	10		
15	35	17	MEAN	<b><u>%</u> inhibition</b>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	22,07	24,60	23,33	<b>-62,04</b>
Std. Dev.	11,74	13,79		
VC%	53,22	56,07		
longest				
root	45,00	45,00	45,00	<b>-12,50</b>

<b>SIA - Sample- P50 - Po Hlívě ústříčné A</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA50	PB50		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	0	15		
2	1	45		
3	8	30		
4	15	3		
5	30	30		
6	20	22		
7	18	20		
8	22	14		
9	12	42		
10	8	30		
11	17	12		
12	21	7		
13	19	15		
14	5	10		
15	7	16	MEAN	<b><u>%</u> inhibition</b>
#				
germinated	15	15	15	

Mean	13,53	20,73	17,13	<b>-18,98</b>
Std. Dev.	8,55	12,33		
VC%	63,19	59,48		
longest root	30,00	45,00	37,50	<b>6,25</b>

<b>SIA - Sample- P75 - Po Hlívě ústříčné A</b>				
	SIA sample - PA75	SIA sample PB75		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	10	5		
2	12	4		
3	13	12		
4	18	13		
5	8	2		
6	7	20		
7	11	12		
8	8	10		
9	12	20		
10	15	15		
11	5	25		
12	3	13		
13	12	7		
14	10	1		
15	9	1	MEAN	<b><u>%</u> inhibition</b>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	10,20	10,67	10,43	<b>27,55</b>
Std. Dev.	3,80	7,39		
VC%	37,28	69,32		
longest root	18,00	25,00	21,50	<b>46,25</b>

<b>SIA - Sample- P90 - Po Hlívě ústříčné A</b>				
	SIA sample - PA90	SIA sample PB90		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	0	5		
2	0	8		
3	1	7		
4	12	10		
5	10	6		
6	8	7		
7	18	12		
8	10	15		
9	7	1		
10	8	10		
11	13	13		
12	5	8		

13	7	6		
14	8	1		
15	3	1	MEAN	<b><u>%</u> inhibition</b>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	7,33	7,33	7,33	<b>49,07</b>
Std. Dev.	5,04	4,29		
VC%	68,70	58,46		
longest				
root	18,00	15,00	16,50	<b>58,75</b>

<b>SIA - Sample- P25 - Po Hlívě ústříčné B</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA25	PB25		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	30	50		
2	45	48		
3	32	38		
4	42	20		
5	20	37		
6	18	25		
7	28	40		
8	27	33		
9	48	22		
10	30	30		
11	25	28		
12	32	34		
13	20	22		
14	3	20		
15	15	41	MEAN	<b><u>%</u> inhibition</b>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	27,67	32,53	30,10	<b>-109,03</b>
Std. Dev.	11,82	9,80		
VC%	42,72	30,11		
longest				
root	48,00	50,00	49,00	<b>-22,50</b>

<b>SIA - Sample- P50 - Po Hlívě ústříčné B</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA50	PB50		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	15	25		
2	10	32		
3	12	40		
4	30	35		
5	22	42		
6	20	40		

7	18	25		
8	8	12		
9	15	15		
10	22	36		
11	23	32		
12	17	25		
13	10	16		
14	11	22		
15	2	18	MEAN	<u>% inhibition</u>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	15,67	27,67	21,67	<b>-50,46</b>
Std. Dev.	7,13	9,85		
VC%	45,50	35,62		
longest				
root	30,00	42,00	36,00	<b>10,00</b>

<b>SIA - Sample- P75 - Po Hlívě ústříčné B</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA75	PB75		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	0	0		
2	0	0		
3	0	0		
4	1	0		
5	3	1		
6	20	20		
7	15	18		
8	12	15		
9	12	25		
10	10	12		
11	12	10		
12	10	7		
13	20	8		
14	22	6		
15	16	5	MEAN	<u>% inhibition</u>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	10,20	8,47	9,33	<b>35,19</b>
Std. Dev.	7,78	8,10		
VC%	76,23	95,63		
longest				
root	22,00	25,00	23,50	<b>41,25</b>

<b>SIA - Sample- P90 - Po Hlívě ústříčné B</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA90	PB90		
	Length (mm)	Length (mm)		



1	0	0		
2	1	0		
3	7	0		
4	18	0		
5	8	5		
6	15	3		
7	4	10		
8	19	14		
9	15	12		
10	18	4		
11	25	20		
12	10	14		
13	28	13		
14	13	2		
15	10	5	MEAN	<u>% inhibition</u>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	12,73	6,80	9,77	<b>32,18</b>
Std. Dev.	8,17	6,49		
VC%	64,18	95,50		
longest				
root	28,00	20,00	24,00	<b>40,00</b>

<b>SIA - Sample- P25 - Po Hlívě ústříčné REFERENCE</b>				
	SIA sample - PA25	SIA sample - PB25		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	40	40		
2	30	55		
3	22	45		
4	45	50		
5	50	30		
6	48	35		
7	40	14		
8	10	18		
9	8	20		
10	15	17		
11	30	13		
12	32	22		
13	25	10		
14	28	19		
15	33	31	MEAN	<u>% inhibition</u>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	30,40	27,93	29,17	<b>-102,55</b>
Std. Dev.	12,99	14,28		
VC%	42,72	51,12		
longest	50,00	55,00	52,50	<b>-31,25</b>

<b>SIA - Sample- P50 - Po Hlívě ústříčné REFERENCE</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA50	PB50		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	25	40		
2	35	25		
3	40	30		
4	42	35		
5	43	38		
6	35	22		
7	15	27		
8	50	35		
9	30	37		
10	15	36		
11	30	40		
12	32	28		
13	25	27		
14	38	10		
15	27	15	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	32,13	29,67	30,90	<b>-114,58</b>
Std. Dev.	9,90	9,00		
VC%	30,80	30,33		
longest				
root	50,00	40,00	45,00	<b>-12,50</b>

<b>SIA - Sample- P75 - Po Hlívě ústříčné REFERENCE</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA75	PB75		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	40	45		
2	30	34		
3	35	52		
4	25	40		
5	43	27		
6	32	28		
7	27	30		
8	40	29		
9	41	38		
10	35	30		
11	32	34		
12	24	40		
13	10	32		
14	31	25		

15	10	27	MEAN	<b><u>%</u></b>
#				<b><u>inhibition</u></b>
germinated	15	15	15	
Mean	30,33	34,07	32,20	<b>-123,61</b>
Std. Dev.	10,06	7,60		
VC%	33,17	22,31		
longest				
root	43,00	52,00	47,50	<b>-18,75</b>

<b>SIA - Sample- P90 - Po Hlívě ústříčné REFERENCE</b>				
	SIA sample -	SIA sample		
	PA90	PB90		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	30	0		
2	27	22		
3	35	20		
4	40	18		
5	50	33		
6	38	40		
7	20	41		
8	32	18		
9	32	35		
10	26	40		
11	27	28		
12	5	42		
13	29	45		
14	19	10		
15	34	30	MEAN	<b><u>%</u></b>
#				<b><u>inhibition</u></b>
germinated	15	15	15	
Mean	29,60	28,13	28,87	<b>-100,46</b>
Std. Dev.	10,32	13,17		
VC%	34,87	46,81		
longest				
root	50,00	45,00	47,50	<b>-18,75</b>

<b>SIA - ETALON - Před Hlívou ústříčnou</b>		
	SIA control 1	SIA control 2
	Length (mm)	Length (mm)
1	15	28
2	17	10
3	12	53
4	20	28
5	12	40
6	7	22
7	4	14

8	7	17	
9	8	22	
10	7	46	
11	19	48	
12	19	15	
13	16	17	
14	4	4	
15	5	22	MEAN
# germinated	15	15	15
Mean	11,47	25,73	18,60
Std. Dev.	5,83	14,71	
VC%	50,84	57,18	
longest root	20,00	53,00	36,50

<b>SIA - Sample- P25 - Před Hlívou ústříčnou</b>				
	SIA sample - PA25	SIA sample - PB25		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	55	1		
2	11	2		
3	10	5		
4	12	3		
5	20	0		
6	15	0		
7	18	0		
8	8	0		
9	7	0		
10	9	0		
11	10	0		
12	17	0		
13	11	0		
14	9	0		
15	12	0	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>
# germinated	15	15	15	
Mean	14,93	0,73	7,83	<b>57,89</b>
Std. Dev.	11,72	1,49		
VC%	78,48	202,70		
longest root	55,00	5,00	30,00	<b>17,81</b>

<b>SIA - Sample- P50 - Před Hlívou ústříčnou</b>				
	SIA sample - PA50	SIA sample - PB50		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	12	1		
2	10	2		
3	17	5		
4	2	4		

5	8	0		
6	6	0		
7	18	0		
8	11	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	MEAN	<b><u>%</u></b>
#				<b><u>inhibition</u></b>
germinated	15	15	15	
Mean	5,60	0,80	3,20	<b>82,80</b>
Std. Dev.	6,61	1,61		
VC%	118,03	201,56		
longest				
root	18,00	5,00	11,50	<b>68,49</b>

<b>SIA - Sample- P75 - Před Hlívou ústříčnou</b>				
	SIA sample - PA75	SIA sample - PB75		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	0	0		
2	0	0		
3	0	0		
4	0	0		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	MEAN	<b><u>%</u></b>
#				<b><u>inhibition</u></b>
germinated	15	15	15	
Mean	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>
Std. Dev.	0,00	0,00		
VC%	0,00	0,00		
longest				
root	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>

<b>SIA - Sample- P90 - Před Hlívou ústříčnou</b>				
	SIA sample -	SIA sample		

	PA90	PB90		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	0	0		
2	0	0		
3	0	0		
4	0	0		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	MEAN	<b><u>%</u></b>
#				<b>inhibition</b>
germinated	15	15	15	
Mean	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>
Std. Dev.	0,00	0,00		
VC%	0,00	0,00		
longest				
root	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>

Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) byla pěstována ve sterilních boxech na slámě, odpadní vodě (Vzorek A a B) a destilované vodě (Referenční vzorek) tato odpadní voda vykazovala hodnoty pH u vzorku A 8,2 u vzorku B 8,4 a Referenční vzorek měl hodnotu pH 5,5, živný roztok měl hodnotu pH 7,71.

<b>SIA - ETALON - Po Hlívě ústříčné</b>		
	SIA control 1	SIA control 2
	Length (mm)	Length (mm)
1	56	54
2	78	65
3	65	45
4	54	32
5	34	34
6	20	67
7	32	54
8	54	55
9	65	44
10	34	42
11	44	43
12	15	34
13	65	76
14	52	73
15	32	44
		MEAN

# germinated	15	15	15
Mean	46,67	50,80	48,73
Std. Dev.	18,29	14,17	
VC%	39,20	27,90	
longest root	78,00	76,00	77,00

<b>SIA - Sample- P25 - Po hlívě ústříčné A</b>				
	SIA sample	SIA sample		
	PA25	PB25		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	60	100		
2	65	91		
3	72	83		
4	110	73		
5	100	72		
6	78	102		
7	80	105		
8	50	126		
9	70	78		
10	62	50		
11	91	22		
12	83	56		
13	33	10		
14	22	2		
15	12	75	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>
# germinated	15	15	15	
Mean	65,87	69,67	67,77	<b>-39,06</b>
Std. Dev.	27,58	35,98		
VC%	41,87	51,64		
longest root	110,00	126,00	118,00	<b>-53,25</b>

<b>SIA - Sample- P50 - Po hlívě ústříčné A</b>				
	SIA sample	SIA sample		
	PA50	PB50		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	52	112		
2	65	91		
3	75	80		
4	110	73		
5	2	72		
6	78	102		
7	80	105		
8	50	10		
9	106	78		
10	62	20		
11	91	22		

12	83	0		
13	120	10		
14	5	2		
15	10	75	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	65,93	56,80	61,37	<b>-25,92</b>
Std. Dev.	37,04	41,03		
VC%	56,18	72,24		
longest				
root	120,00	112,00	116,00	<b>-50,65</b>

<b>SIA - Sample- P75 - Po hlívě ústříčné A</b>				
	SIA sample - PA75	SIA sample - PB75		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	96	30		
2	83	90		
3	125	84		
4	84	52		
5	72	112		
6	60	60		
7	85	97		
8	22	106		
9	150	100		
10	120	80		
11	2	50		
12	10	60		
13	35	10		
14	5	0		
15	2	68	MEAN	<b><u>% inhibition</u></b>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	63,40	66,60	65,00	<b>-33,38</b>
Std. Dev.	48,73	34,06		
VC%	76,86	51,14		
longest				
root	150,00	112,00	131,00	<b>-70,13</b>

<b>SIA - Sample- P90 - Po hlívě ústříčné A</b>				
	SIA sample - PA90	SIA sample - PB90		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	50	33		
2	30	70		
3	90	62		
4	83	88		
5	100	100		



6	52	78		
7	80	67		
8	60	57		
9	10	62		
10	0	7		
11	112	85		
12	97	110		
13	80	71		
14	78	92		
15	32	88	MEAN	<b><u>%</u></b> <b><u>inhibition</u></b>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	63,60	71,33	67,47	<b>-38,44</b>
Std. Dev.	33,78	26,10		
VC%	53,12	36,59		
longest				
root	112,00	110,00	111,00	<b>-44,16</b>

<b>SIA - Sample- P25 - Po hlívě ústříčné B</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA25	PB25		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	180	179		
2	112	160		
3	125	132		
4	100	19		
5	87	25		
6	92	78		
7	54	88		
8	62	78		
9	32	92		
10	76	54		
11	88	82		
12	72	21		
13	21	89		
14	91	97		
15	32	99	MEAN	<b><u>%</u></b> <b><u>inhibition</u></b>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	81,60	86,20	83,90	<b>-72,16</b>
Std. Dev.	40,49	46,43		
VC%	49,63	53,86		
longest				
root	180,00	179,00	179,50	<b>-133,12</b>

<b>SIA - Sample- P50 - Po hlívě ústříčné B</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA50	PB50		

	Length (mm)	Length (mm)		<u>%</u>
1	89	98		
2	112	164		
3	65	133		
4	78	19		
5	87	25		
6	92	138		
7	142	88		
8	62	89		
9	95	92		
10	76	54		
11	60	82		
12	72	21		
13	50	89		
14	91	97		
15	32	99	MEAN	<u>inhibition</u>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	80,20	85,87	83,03	<b>-70,38</b>
Std. Dev.	26,36	42,23		
VC%	32,86	49,18		
longest				
root	142,00	164,00	153,00	<b>-98,70</b>

<b>SIA - Sample- P75 - Po hlívě ústříčné B</b>				
	SIA sample	- SIA sample		<u>%</u>
	PA75	PB75		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	139	110		
2	142	164		
3	65	133		
4	78	19		
5	64	25		
6	92	142		
7	142	88		
8	130	89		
9	95	92		
10	76	151		
11	126	82		
12	72	131		
13	110	89		
14	91	97		
15	32	99	MEAN	<u>inhibition</u>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	96,93	100,73	98,83	<b>-102,80</b>
Std. Dev.	33,53	41,03		
VC%	34,59	40,74		

longest				
root	142,00	164,00	153,00	<b>-98,70</b>

<b>SIA - Sample- P90 - Po hlívě ústříčné B</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA90	PB90		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	30	110		
2	50	110		
3	65	133		
4	139	19		
5	64	25		
6	92	142		
7	142	88		
8	78	89		
9	95	92		
10	145	91		
11	126	82		
12	72	131		
13	110	89		
14	91	97		
15	32	99	MEAN	<b><u>%</u></b>
#				<b><u>inhibition</u></b>
germinated	15	15	15	
Mean	88,73	93,13	90,93	<b>-86,59</b>
Std. Dev.	37,95	34,18		
VC%	42,77	36,70		
longest				
root	145,00	142,00	143,50	<b>-86,36</b>

<b>SIA - Sample- P25 - Po hlívě ústříčné REFERENCE</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA25	PB25		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	89	110		
2	50	110		
3	65	133		
4	139	19		
5	78	25		
6	92	142		
7	142	88		
8	78	89		
9	95	92		
10	145	91		
11	126	82		
12	72	131		
13	110	89		
14	91	97		

15	32	99	MEAN	<b><u>%</u></b>
#				<b><u>inhibition</u></b>
germinated	15	15	15	
Mean	93,60	93,13	93,37	<b>-91,59</b>
Std. Dev.	33,66	34,18		
VC%	35,96	36,70		
longest				
root	145,00	142,00	143,50	<b>-86,36</b>

**SIA - Sample- P50 - Po hlivě ústříčné REFERENCE**

	SIA sample	-	SIA sample	
	PA25		PB25	
	Length (mm)		Length (mm)	
1	91		110	
2	50		110	
3	65		32	
4	106		19	
5	10		25	
6	10		21	
7	111		88	
8	78		89	
9	95		92	
10	61		91	
11	32		82	
12	72		41	
13	110		89	
14	91		97	
15	32		99	MEAN
#				<b><u>%</u></b>
germinated	15		15	15
Mean	67,60		72,33	69,97
Std. Dev.	34,50		33,93	<b>-43,57</b>
VC%	51,03		46,90	
longest				
root	111,00		110,00	110,50
				<b>-43,51</b>

**SIA - Sample- P75 - Po hlivě ústříčné REFERENCE**

	SIA sample	-	SIA sample	
	PA25		PB25	
	Length (mm)		Length (mm)	
1	101		86	
2	61		110	
3	65		91	
4	116		19	
5	20		62	
6	20		21	
7	111		67	
8	78		89	

9	95	99		
10	61	91		
11	32	82		
12	72	41		
13	110	89		
14	91	97		
15	32	99	MEAN	<b><u>%</u> <u>inhibition</u></b>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	71,00	76,20	73,60	<b>-51,03</b>
Std. Dev.	33,33	28,48		
VC%	46,94	37,37		
longest				
root	116,00	110,00	113,00	<b>-46,75</b>

<b>SIA - Sample- P90 - Po hlívě ústříčné REFERENCE</b>				
	SIA sample	- SIA sample		
	PA90	PB90		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	121	90		
2	61	121		
3	85	91		
4	116	26		
5	49	62		
6	76	21		
7	111	67		
8	78	89		
9	95	101		
10	61	91		
11	32	82		
12	72	41		
13	110	89		
14	91	97		
15	32	99	MEAN	<b><u>%</u> <u>inhibition</u></b>
#				
germinated	15	15	15	
Mean	79,33	77,80	78,57	<b>-61,22</b>
Std. Dev.	28,76	28,81		
VC%	36,25	37,03		
longest				
root	121,00	121,00	121,00	<b>-57,14</b>