

Monitorování obsahu rtuti v houbách

Markéta Měrková

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav inženýrství ochrany životního prostředí
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Markéta MÉRKOVÁ**
Osobní číslo: **T09726**
Studijní program: **B1 2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Inženýrství ochrany životního prostředí**

Téma práce: **Monitorování obsahu rtuti v houbách**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte literární rešerši o výskytu rtuti, případně dalších těžkých kovů v houbách.
2. Proveďte sběr vzorků vybraných druhů hub ve vybraných lokalitách a takéž odběr vzorků půdy z místa nálezu každé houby.
3. Proveďte stanovení obsahu rtuti v odebraných vzorcích.
4. Dosažené výsledky kriticky zhodnoťte a přehledně písemně zpracujte.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Odborné časopisy dostupné v databázích knihovny UTB ve Zlíně.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Vratislav Bednařík, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

13. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

18. května 2012

Ve Zlíně dne 13. února 2012


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Mgr. Marek Koutný, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 10.5.2012.....

Markéta Měrková

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) *Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.*

(3) *Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.*

²⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

(3) *Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).*

³⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

(1) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.*

(2) *Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.*

(3) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá monitorováním obsahu rtuti v houbách. V teoretické části se nachází stručná charakteristika rtuti, charakteristika hub a přehled o monitorování obsahu rtuti v houbách. Praktická část bakalářské práce se týká samotného stanovení rtuti ve vzorcích nasbíraných hub a odebraných půd. Vzorky byly odebírány na vybraných územích, a to v okolí obce Huslenky a v okolí města Vsetín. Rtuť ve vzorcích byla stanovena pomocí přístroje AMA 254. Celkem byla rtuť stanovena ve 112 vzorcích 35 druhů hub. Naměřené hodnoty jsou porovnány ve výsledkové části. Největší koncentrace rtuti byla naměřena v hříbu dubovém (*Boletus reticulatus*), hříbu smrkovém (*Boletus edulis*), dále v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) a pýchavce obecné (*Lycoperdon perlatum*).

Klíčová slova: houby, rtuť, monitorování, analýza, AMA 254

ABSTRACT

This work deals with monitoring of mercury in mushrooms. The theoretical part is brief description of mercury, characteristics of mushrooms and an overview of monitoring mercury in mushrooms. The practical part of the thesis concerns determination of mercury in samples collected mushrooms and soil samples. Samples were taken at selected areas, around the village Huslenky and around the city Vsetín. Contents of mercury in the samples were determined using an apparatus AMA 254. Contents of mercury were determined in 112 fruiting body samples of 35 edible mushroom species. The highest mercury concentrations were observed in samples of *Boletus reticulatus*, *Boletus edulis*, followed by *Macrolepiota procera* and in *Lycoperdon perlatum*.

Keywords: Mushrooms, Mercury, Monitoring, Analysis, AMA 254

Za podporu během studia a velkou pomoc při sběru hub bych chtěla poděkovat celé mé rodině i dalším příbuzným a známým.

Dále chci poděkovat především vedoucímu mé bakalářské práce, panu doc. Ing. Vratislavu Bednaříkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, ale také za čas, který mi věnoval. V neposlední řadě bych ráda poděkovala také paní laborantce Věře Zbrankové, za velkou nápomoc a ochotu při práci v laboratořích.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 RTUŤ A JEJÍ CHARAKTERISTIKA	12
1.1 VÝSKYT RTUTI V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ.....	12
1.1.1 Přírodní zdroje rtuti.....	12
1.1.2 Antropogenní zdroje rtuti.....	12
1.2 TOXIKOLOGIE RTUTI A JEJÍCH SLOUČENIN.....	13
1.2.1 Elementární rtuť.....	13
1.2.2 Anorganické sloučeniny rtuti.....	13
1.2.3 Organické sloučeniny rtuti.....	14
2 CHARAKTERISTIKA HUB	15
2.1 ROZŠÍŘENÍ A BIOTOP HUB.....	15
2.1.1 Základní dělení vyšších hub.....	15
2.1.2 Stavba těla hub.....	16
2.2 VÝŽIVOVÁ HODNOTA HUB A JEJICH SLOŽENÍ.....	17
2.2.1 Cizorodé látky v houbách.....	18
3 MONITOROVÁNÍ OBSAHU RTUTI V HOUBÁCH	19
3.1 OBSAH RTUTI V HOUBÁCH.....	19
3.2 MONITOROVÁNÍ OBSAHU RTUTI V HOUBÁCH V ZAHRANIČÍ.....	19
3.3 MONITOROVÁNÍ OBSAHU RTUTI V HOUBÁCH V ČESKÉ REPUBLICE.....	20
3.4 MONITOROVÁNÍ EMISÍ RTUTI NA VYBRANÝCH ÚZEMÍCH.....	20
4 CÍL PRÁCE	22
II PRAKTICKÁ ČÁST	23
5 CHARAKTERISTIKA ODEBRANÝCH VZORKŮ	24
6 STANOVENÍ RTUTI	27
6.1 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE, PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ.....	27
6.1.1 Chemikálie.....	27
6.1.2 Přístroje a zařízení.....	27
6.2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA PŘÍSTROJE AMA 254.....	27
6.2.1 Princip funkce přístroje AMA 254.....	27
6.2.2 Popis zpracování vzorků.....	28
6.2.3 Statistické zpracování výsledků.....	29
7 VÝSLEDKY A DISKUZE	30
7.1 SROVNÁNÍ KONCENTRACE RTUTI V RŮZNÝCH DRUZÍCH HUB.....	30
7.2 SROVNÁNÍ KONCENTRACE RTUTI V PŮDĚ NA SLEDOVANÝCH ÚZEMÍCH.....	33
7.3 SROVNÁNÍ KONCENTRACE RTUTI VE VYBRANÝCH DRUZÍCH HUB.....	36
7.3.1 Bedla vysoká.....	37
7.3.2 Kozák březový.....	39
7.3.3 Hřib dubový.....	40
7.3.4 Hřib kovář.....	42
7.3.5 Hřib smrkový.....	43
7.3.6 Muchomůrka červená.....	45

7.3.7	Muchomůrka růžovka	46
7.3.8	Pýchavka obecná	47
ZÁVĚR		49
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		50
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		53
SEZNAM OBRÁZKŮ		54
SEZNAM TABULEK.....		56
SEZNAM PŘÍLOH.....		57

ÚVOD

Rtuť a její sloučeniny patří k nejtoxičtějším škodlivinám v životním prostředí. Do atmosféry se rtuť může dostat cestou přírodní (vulkanickou činností, lesními požáry) nebo cestou antropogenní, vlivem těžby mnohých nerostných surovin či spalováním fosilních paliv. Doba zdržení elementární rtuti v atmosféře je přibližně jeden rok. Po uvolnění do ovzduší se může rtuť široce distribuovat a uložit se ve velké vzdálenosti od zdroje znečištění. V půdách je rtuť obvykle nepohyblivá a hromadí se ve svrchních vrstvách zeminy.

Pro svou schopnost bioakumulace v potravních řetězcích je rtuť nebezpečná pro lidský organismus. Při intoxikaci rtutí může nastat řada zdravotních problémů od lehkých zažívacích potíží, přes vypadávání vlasů, poškození pokožky, až po možné poškození plodu dítěte v těle matky. Proto je množství rtuti a její výskyt třeba monitorovat. Nejvíce se rtuť vyskytuje v rybách z důvodu velkého obsahu methylrtuti v oceánech. Na dnech oceánů se elementární rtuť methyloje a je přijímána vodními organismy. Dále se rtuť ve větších množstvích může kumulovat ve vnitřnostech živočichů a v houbách. V houbách se kumuluje i řada dalších toxických kovů. Jelikož v České republice je houbaření oblíbeným národním sportem, je tedy potřeba sledovat koncentrace jak rtuti, tak ostatních škodlivých prvků přítomných v houbách. Z velikosti koncentrací škodlivin v houbách lze posléze posoudit jak velké je znečištění rtutí a jaká kontaminace se v daném prostředí nachází.

Cílem práce Monitorování obsahu rtuti v houbách je zpracovat literární přehled o toxikologických účincích rtuti a základní charakteristice hub. Dále se práce zabývá stanovením množství rtuti v houbách prostřednictvím přístroje AMA 254 (Advanced Mercury Analyser) a zpracováním jejich výsledků.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 RTUŤ A JEJÍ CHARAKTERISTIKA

Rtuť se v periodické tabulce nachází ve skupině 2B, její protonové číslo je 80. Molární hmotnost rtuti je 200,6 g/mol. Rtuť má velmi nízký bod tání - 38,9°C a bod je varu 356,6°C. Vyskytuje se v oxidačních stavech 0, +I a +II. V laboratorních podmínkách je rtuť stříbřitá kapalina s kovovým odleskem. [1]

1.1 Výskyt rtuti v životním prostředí

Rtuť se v přírodě vyskytuje hlavně v horninách ve formě sulfidů. V rudách s velkým obsahem rtuti se rtuť nachází nejčastěji jako HgS neboli rumělka, cinabarit. Vzácněji se vyskytuje jako oxid, chlorid nebo jodid. Světové zásoby rtuti tvoří asi 200 000 tun. [1]

1.1.1 Přírodní zdroje rtuti

Rtuť a sloučeniny rtuti se přirozeně vyskytují v zemské kůře. Nejvýznamnější částí koloběhu rtuti je atmosféra. Rtuť vstupuje do atmosféry nejvíce ve formě par, naopak ze zemského povrchu do oceánů se rtuť uvolňuje v podobě solí dvojmocné rtuti. Látky, které vstupují do atmosféry, však nejsou pouze přírodního původu, které jsou součástí biogeochemických cyklů. Do atmosféry vstupují také látky antropogenního původu. Hlavním zdrojem přírodních emisí rtuti jsou především vulkanická činnost a mořský aerosol [2]. Odhaduje se, že přibližně 30 000 tun rtuti se do atmosféry dostává vypařováním rtuti z půd a vod [1].

1.1.2 Antropogenní zdroje rtuti

Emise rtuti, a také dalších těžkých kovů, jsou významné už od dob rozvoje průmyslu. Hlavními zdroji jsou [2]:

- Spalování fosilních paliv
- Výroba železa, oceli, ferroslitin a neželezných kovů
- Chemický průmysl (procesy probíhající za použití rtuťových elektrod)
- Těžba uhlí a dalších nerostů
- Spalování odpadů, aj.

V minulosti se mohla rtuť dostávat do půdy zemědělskými postupy, kdy docházelo k moření zrn obilí sloučeninami rtuti [3]. Množství rtuti vyloučené do životního prostředí antropogenními procesy se odhaduje na 10 000 tun za rok [1].

1.2 Toxikologie rtuti a jejích sloučenin

1.2.1 Elementární rtuť

Elementární kovová rtuť je ve vodě nerozpustná a proto se v gastrointestinálním traktu prakticky nevstřebává. Jde o formu rtuti, která je nejméně toxická. Kůži se může vstřebávat jen ve zvláštních případech. Mnohem nebezpečnější jsou páry rtuti, ty se totiž významně vstřebávají plicemi, pronikají až do alveol (plicních sklípků) [1]. Po vdechnutí se dostávají do krevního oběhu, kterým jsou dovedeny až do mozku, kde se rtuť kumuluje [4]. Akutní expozice parám kovové rtuti se projevuje poškozením plic, dochází ke vzniku bronchitidy. Dále může dojít k poškození centrálního nervového systému, střevním obtížím, ke zvracení nebo průjmům. Při chronických otravách mohou být příznaky značně nespecifické, avšak kritickým orgánem je stále mozek. Může docházet k vypadávání vlasů, závratím, nechutenství, poruchám trávení, různým neurologickým a psychologickým obtížím. Dále se objevuje svalový třes, ztráty paměti a v těžkých případech může docházet k deliriu a halucinacím [1].

1.2.2 Anorganické sloučeniny rtuti

Anorganické sloučeniny rtuti jsou rozdílné rozpustností ve vodě. Sloučeniny rtuti, které jsou málo rozpustné, se vstřebávají špatně. Toxikologicky nejvýznamnějšími anorganickými sloučeninami jsou chlorid rtuťnatý HgCl_2 , dusičnan rtuťnatý $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, kyanid rtuťnatý $\text{Hg}(\text{CN})_2$ a oxykyanid rtuťnatý $\text{Hg}(\text{CN})_2 \cdot \text{HgO}$. Při akutní intoxikaci jsou nejohroženějšími orgány ledviny a gastrointestinální trakt. Při perorálním příjmu chloridu a kyanidu rtuťnatého se projevuje korozivní vliv na sliznice. Chronická otrava anorganickými sloučeninami rtuti je nepravděpodobná. Zahrnuje ve většině případů společnou expozici anorganickým sloučeninám rtuti a parám elementární rtuti. Projevem chronické expozice mohou být záněty dásní, kožní vyrážky, vypadávání vlasů, nespavost a otoky. O karcinogenním působení anorganických sloučenin rtuti nejsou doposud doloženy žádné důkazy. [1]

1.2.3 Organické sloučeniny rtuti

Organické sloučeniny rtuti mohou být zvláště nebezpečné, velmi snadno se dostávají do živých tkání i pouhým stykem s pokožkou [3]. Methylrtuť vzniká působením methanogenních bakterií z anorganických sloučenin rtuti. Děje se takto na dnech sladkých i slaných vod za nepřístupu vzduchu. Proces tedy probíhá anaerobně. Methylrtuť je nebezpečná především pro nenarozené děti z důvodů její schopnosti prostupovat plodovou placentou, proto se řadí mezi látky embryotoxické. Nebezpečná je rovněž pro kojence a malé děti, u nichž dochází po expozici ke smyslovým poruchám, hluchotě, oslepnutí či selhání některých dalších funkcí [4].

Mezi akutní a chronickou intoxikací rtuti nejsou velké rozdíly. Experimentálně byl prokázán mutagenní účinek methylrtuti, který ale nebyl v dalších studiích u člověka přesvědčivě potvrzen. Methylrtuť je zařazena podle IARC (Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny) do skupiny 2B jako možný karcinogen, doposud ale nebyl karcinogenní účinek prokázán. [1]

2 CHARAKTERISTIKA HUB

Do říše hub patří jak houby, které se vyskytují v lesích, tak i plísně na potravinách, či kvasinky. Mohou být také původci nejrůznějších lidských, živočišných či rostlinných onemocnění. Houby (*fungi*) tvoří zároveň vedle rostlin a živočichů samostatnou říši. Nauka o houbách se nazývá mykologie. Houby lze charakterizovat z morfologického hlediska jako eukaryotní, stélkaté, jedno- a mnohobuněčné organismy. Z hlediska ekologického jsou houby organismy heterotrofní a na rozdíl od zelených rostlin neobsahují chlorofyl [5]. Živiny pro svůj růst a vývoj houby čerpají především z organických látek. Uhlíkaté látky jsou zdrojem uhlíku pro růst a vývoj houby, ale také zdrojem energie pro životní procesy. Houby k syntéze látek potřebných pro svoji výživu potřebují také dusík, dále kyslík, vodík, fosfor, síru, hořčík, draslík a vápník [6].

Předpokládá se, že na světě existuje okolo 300 000 druhů hub. Jsou děleny na houby nižší neboli *mikromycety*, které jsou viditelné pod mikroskopem a houby vyšší neboli *makromycety*, které tvoří okem viditelné plodnice. [5]

2.1 Rozšíření a biotop hub

Houby se nachází v různých biotopech. Některé druhy se vyskytují ve vodním prostředí, další žijí pouze ve tmě a jiné dávají přednost velkému chladu či horku. Základní význam pro růst hub má intenzita a množství světla. Nejvhodnějším biotopem pro vývin hub je biotop lesní v období léta či podzimu. Mnohé houby rostou jen v určitých typech lesů: jehličnatých, listnatých či smíšených. Téměř každý druh stromu žije v mykorhizním společenství s určitou houbou, například kozáka březového lze většinou najít pod břízou [7]. Další druhy hub rostou také na místech vzniklých lidskou činností, na polích a loukách. Občas se houby také vyskytují v kruzích, které se lidově nazývají čarodějné kruhy, mohou dosahovat průměru až 300 m a být staré i několik staletí [8].

2.1.1 Základní dělení vyšších hub

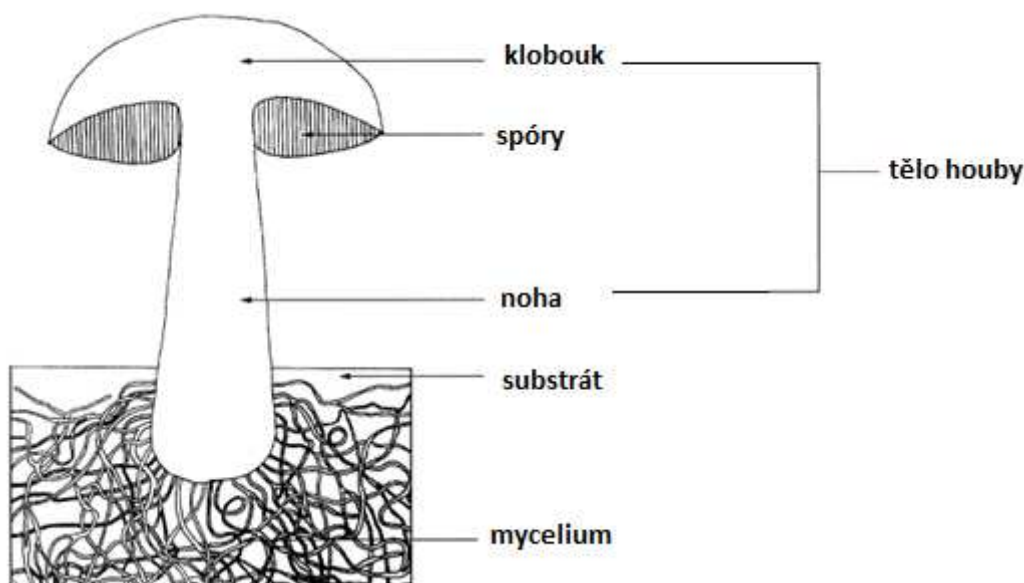
Vyšší houby se dělí do tří základních oddělení. Prvním oddělením jsou *Zygomycota*. Oddělení *Zygomycota* obsahuje dvě třídy (houby spájivé – třída *Zygomycetes* a třída *Trichomycetes*). Druhým oddělením jsou *Ascomycota*. Toto oddělení rovněž zahrnuje dvě

třídy (*Endomycetes* a *Ascomycetes* – houby vřeckovýtrusé). Třetí oddělení se nazývá *Basidiomycetes* neboli houby stopkovýtrusé. V některých jiných systémech se vyšší houby řadí pouze do jednoho oddělení nazývaného *Eucomycota*, které zahrnuje čtyři třídy: *Endomycetes*, houby spájkivé *Zygomycetes*, dále houby vřeckovýtrusé *Ascomycetes* a houby stopkovýtrusé *Basidiomycetes*. [9]

Dle způsobu výživy se houby dále mohou dělit na saprofytické, parazitické a mykorhizické neboli symbiotické. Houby saprofytické žijí ze zbytků odumřelých rostlin a ostatních organismů. Jedná se především o houby dřevokazné. Tyto houby jsou důležité v koloběhu živin, protože jsou součástí rozkladného neboli dekompozičního řetězce. Mají totiž schopnost rozkládat polysacharidové sloučeniny, jako je například celulóza nebo lignin. Houby parazitické jsou takové, které čerpají výživu z jiných organismů. Některé druhy hub žijících v půdě jsou schopny lapat a zabíjet malé organismy, jako jsou prvoci. Další druhy parazitických hub mohou parazitovat na hmyzu, dále také na různých rostlinách, dřevní hmotě, člověku či zvířatech. Mykorhizické houby se vážou na určité druhy dřevin či rostlin, se kterými posléze žijí ve spojení nazývaném mykorhiza, je-li toto spojení oboustranně prospěšné, jedná se o mutualistickou symbiózu, pokud jeden organismus žije na úkor druhého, jde o parazitismus. Symbióza s těmito druhy hub poskytuje rostlinám lepší zásobování vyživujícími látkami a vodou. Rostlina potom zprostředkuje houbě přísun vitamínů, sacharidů a dalších látek. [9]

2.1.2 Stavba těla hub

Houby stopkovýtrusé (*Basidiomycetes*) jsou známé především většími deštníkovitými plodnicemi, mají více či méně vyvinutou třeň neboli nohu. Stavba těla stopkovýtrusé houby lze vidět na *Obr. 1*. Noha je obvykle válcovitého tvaru a její povrch bývá hladký, šupinatý nebo zrnitý. V některých případech je noha obklopena pochvou. Při dozrávání plodnice dochází k velkým změnám tvarů klobouku, po dozrání je polokulovitý či kuželovitý. Povrch klobouku může mít také různou strukturu. Na spodní straně klobouku vrstva, ve které se tvoří výtrusy. Naopak u hub vřeckovýtrusých (*Ascomycetes*) není mezi kloboukem a nohou ostrý rozdíl. Tyto houby mají většinou tvar číše či misky, na jejíž svrchní straně je výtrusorodá tkáň. [7]



Obr. 1 Základní stavba těla stopkovýtrusé houby [10]

2.2 Výživová hodnota hub a jejich složení

Houby nemají vysokou energetickou hodnotu, ale obsahují některé pro organismus důležité látky. Houby tedy obsahují látky, které lidský organismus potřebuje ke své správné činnosti (bílkoviny, aminokyseliny, vitaminy, minerální látky, cukry, tuky). Tyto látky lze získat lépe i z jiných potravin avšak houby se sbírají pro své aromatické a chuťové vlastnosti. V čerstvých houbách je obsaženo až 70 – 95 % vody. Po usušení klesne hmotnost houby až desetinásobně. V sušině hub je obsaženo 5 – 30 % bílkovin, jejichž množství závisí na druhu a stáří dané houby [11]. Stěny buněk a podhoubí se skládají převážně z glukomannanů a chitinu. Zásobní látkou je glykogen [9]. Chitin je pro člověka nestravitelný, ale v určitém množství může napomáhat trávení. Člověk dále pro správnou činnost organismu potřebuje některé aminokyseliny. Těchto esenciálních kyselin (lidské tělo je neumí samo vytvořit, jsou přijímány pouze potravou) je osm. V některých houbách je větší počet těchto aminokyselin než v mase, v jiných druzích se mohou vyskytovat aminokyseliny, které člověk nevyužívá, a které způsobují alergické reakce [11].

Dále se v houbách ve velmi malých množstvích nacházejí tuky a sacharidy. Jedním ze sacharidů přítomných v houbách je trehalóza, k jejímuž štěpení je zapotřebí enzym trehaláza. Osoby trpící nedostatkem tohoto enzymu, který se vyskytuje ve sřevech, jsou neschopny trávit pokrmy připravené z hub. [11]

Houby obsahují také vitaminy, k nimž patří například provitamin A, dále vitamíny B1, B2, D, E, K, PP a C. Ve stopových množstvích se v houbách vyskytují také minerální látky jako například draslík, měď, mangan, vápník, železo, sodík a fosfor. Obsah minerálních látek v houbách je podstatně vyšší než v zelených rostlinách, avšak jejich obsah je závislý na místě růstu houby, druhu a dalších faktorech. [11]

Další cennou složkou hub jsou jejich aromatické látky, na kterých závisí vůně a chuť jednotlivých hub. Některé houby mohou, stejně jako některé rostliny, obsahovat také látky léčivé, látky s antibiotickým účinkem či dokonce látky působící proti některým druhům rakovinotvorného bujení. Některé látky z hub jsou již v dnešní době využívány ve farmacii pro výrobu léků. [11]

2.2.1 Cizorodé látky v houbách

Houbami jsou vstřebávány ve velké míře i látky škodlivé pro lidský organismus. Mimo jiné mezi tyto látky patří rtuť, arsen, kadmium, chrom, vanad a také beryllium [11]. V houbě se kovy váží nejdříve na stěny vláken podhoubí a poté se dostávají do nitra buňky. Příjem do nitra buňky je energeticky náročný a probíhá za současného uvolňování draslíku. Kovové ionty se uvnitř buněk mohou zabudovávat do molekul bílkovin, které vážou kovy na své sulfhydrylové skupiny [12]. Koncentrace škodlivých prvků v houbách může dosahovat několikanásobně větších koncentrací než v okolních půdách. Proto nelze doporučit sběr hub ve spadových oblastech škodlivých imisí elektráren a dalších chemických závodů. Dále například houby rostoucí v příkopech nebo podél frekventovaných komunikací mohou být kontaminovány škodlivými sloučeninami olova z dob, kdy se do automobilů ještě používal olovnatý benzín [11].

3 MONITOROVÁNÍ OBSAHU RTUTI V HOUBÁCH

3.1 Obsah rtuti v houbách

Rtuť proniká po vyšších hub hlavně podhoubím. Největší obsah těžkých kovů, tedy i rtuti, u hub obsahují výtrusorodé vrstvy, zbývající část klobouku a nejméně noha. Tepelnou úpravou se z houby odpaří až 70 % rtuti, avšak v sušených houbách se ani po několika letech obsah rtuti nemění [13]. Průzkumy ukazují, že přibližně 72 % obyvatel České republiky sbírá nebo konzumuje houby. Průměrná roční spotřeba hub je přibližně 7 kg na jednu domácnost, nicméně u některých jedinců překročí roční spotřeba hranici 10 kg [14]. Doporučený maximální příjem rtuti pro dospělého jedince je podle Světové zdravotnické organizace určen na $0,03 \text{ mg.kg}^{-1}$ potravin. Obsah rtuti v potravinách se liší v závislostech na jejich původu a na možnostech akumulace sledovaných prvků [15]. Koncentrace těžkých kovů v houbách je ovlivněna hodnotou pH půdy, ale také obsahem organické hmoty v půdě [16].

3.2 Monitorování obsahu rtuti v houbách v zahraničí

Monitorování rtuti a dalších těžkých kovů probíhá po celém světě, z důvodu zjištění stavu životního prostředí.

Houby, jak je obecně známo, vysoce hromadí těžké kovy. Je známo hned několik faktorů, které mohou ovlivnit akumulaci a koncentraci stopových prvků a těžkých kovů v houbách. Pro detekci těžkých kovů, zejména arsenu, kadmia, cesia, mědi, železa, olova, manganu a rtuti v houbách jsou prováděny intenzivní výzkumy [17]. Různé výzkumy probíhaly například v Polsku v krajinářském parku Zaborski, což je chráněná krajinná oblast v severním Polsku. V okolí parku nejsou známy žádné místní zdroje emisí rtuti, přesto byly v houbách naměřeny vysoké koncentrace rtuti. Koncentrace se značně lišila v závislosti na místě nálezů houby a také na jejím druhu. Vysoké koncentrace rtuti byly nalezeny v plodnicích hub, a to v pýchavce obecné (*Lycoperdon perlatum*) a hříbu smrkovém (*Boletus edulis*) [18]. Některé další výzkumy probíhaly v Maďarsku. Byly nalezeny důkazy o různých druhových akumulaci rtuti. Zde byly vysoké koncentrace rtuti naměřeny ve vzorcích druhů čírůvka (*Lepista*), dále opět ve vzorcích pýchavky (*Lycoperdon*) a v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*). Průměrný obsah rtuti ve všech vzorcích byl $1,72 \text{ mg.kg}^{-1}$. Namě-

řené údaje potvrdily, že je třeba věnovat vyšší pozornost úrovni koncentrace rtuti volně rostoucích hub, především pak různé akumulaci schopnosti druhů [15].

3.3 Monitorování obsahu rtuti v houbách v České republice

Také v České republice existuje celá řada výzkumů týkajících se monitorování obsahu rtuti v houbách. Již několik desítek let je snaha použít volně rostoucí houby jako bioindikátor znečištění životního prostředí [19].

Průzkumy ukázaly, že spíše než na místě, záleží na druhové schopnosti těžké kovy kumulovat. V roce 1995 byl měřen obsah těžkých kovů v houbách ve třech lokalitách. První lokalita byla definována jako silně imisně zatížená, druhá lokalita jako středně zatížená a třetí lokalita jako imisně nezatížená. Zajímavé je, že nejvyšší obsah rtuti a dalších prvků byl naměřen právě u lokality imisně nezatížené a to zejména v muchomůrce červené (*Amanita muscaria*), bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) a pýchavce (*Lycoperdon*) [12].

I další průzkumy prováděné v České republice potvrdily největší kumulativní schopnost především u druhů pýchavky obecné (*Lycoperdon perlatum*), bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) a obecně v některých druzích hřibů, například v hřibu smrkovém (*Boletus edulis*). [12], [14] a [19]

3.4 Monitorování emisí rtuti na vybraných územích

Vybraným územím v této bakalářské práci je část Zlínského kraje, bývalý okres Vsetín, přímo pak okolí města Vsetín a okolí obce Huslenky.

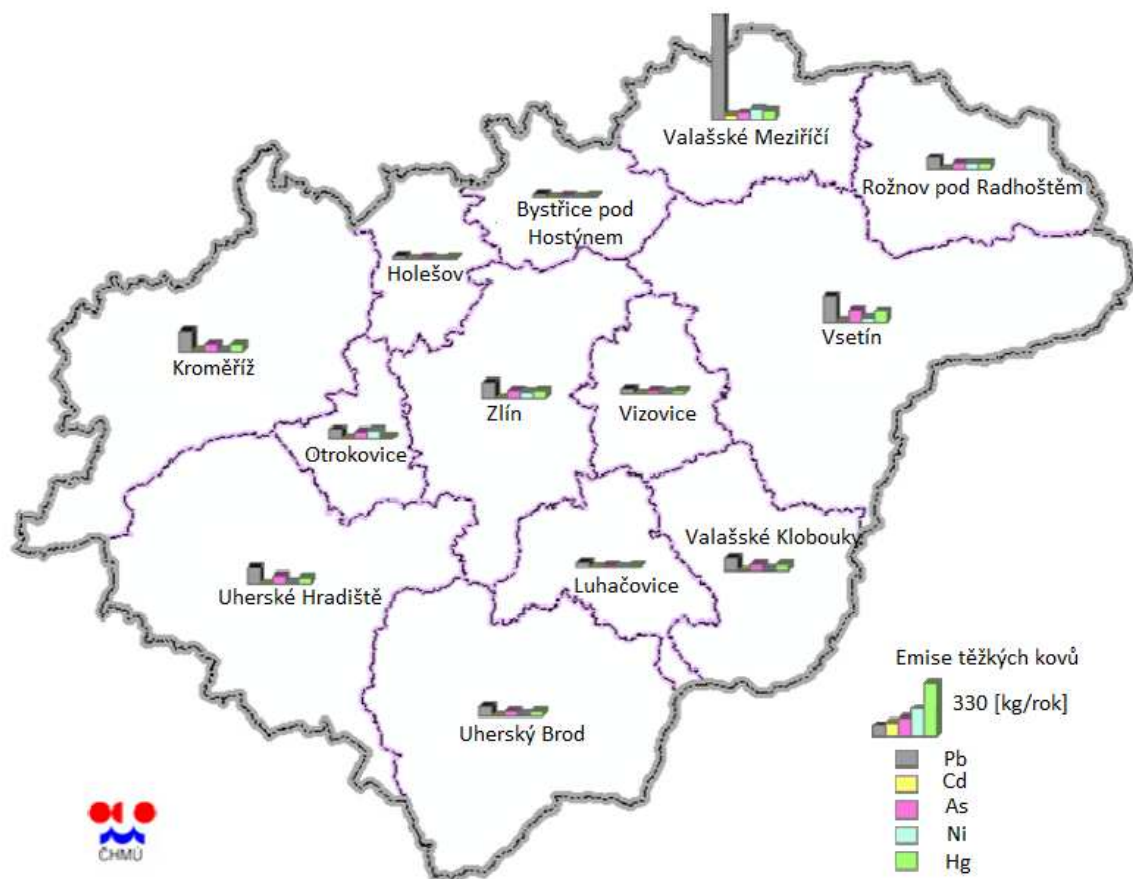
Celorepublikově dochází ke snižování emisí rtuti. V České republice klesly emise rtuti od roku 1990 do roku 2003 z původního množství 7,52 tun/rok na 2,4 tun/rok. Jedná se tedy o 68,1% snížení. [2]

V bývalém okrese Vsetín byly za zdroje znečišťování ovzduší s emisemi většími než 1kg rtuti za rok 2002 označeny podniky DEZA a.s., Valašské Meziříčí s emisemi rtuti přibližně 12 kg/rok, dále výtopy Energoaqua, a.s., Rožnov pod Radhoštěm s emisemi rtuti přibližně 2,54 kg/rok a briketovací komplex MARK METAL s.r.o. ve Velkých Karlovicích s emisemi rtuti přibližně 2,03 kg/rok [2]. Emisní bilance těžkých kovů do roku 2001 jsou uvedeny v Tab. I[20].

Tab. 1: *Bilance emisí těžkých kovů na území Zlínského kraje [20]*

okres	Pb [kg/rok]	Cd [kg/rok]	As [kg/rok]	Hg [kg/rok]	Ni [kg/rok]
Kroměříž	159,83	5,67	64,26	58,78	16,57
Uherské Hradiště	144,55	3,48	72,45	60,93	17,62
Vsetín	878,28	38,37	155,86	165,59	128,86
Zlín	277,39	9,21	151,12	118,31	104,13
Zlínský kraj celkem	1460,05	56,74	443,69	403,61	267,17

Na Obr. 2 lze vidět emise těžkých kovů ve Zlínském kraji. Lze zde vidět, že emise rtuti ve správních obvodech obcí s rozšířenou působností jsou ve Vsetíně jedny z nejvyšších.

Obr. 2 *Emise těžkých kovů po správních obvodech obcí s rozšířenou působností [20]*

Velkou část bývalého okresu Vsetín také tvoří CHKO Beskydy. CHKO Beskydy tvoří 53 maloplošných chráněných území a dvě ptačí území [21].

4 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je monitorování obsahu rtuti v houbách ve vybraných lokalitách. Pro monitorování rtuti byly vybrány dvě oblasti, a to okolí obce Huslenky a okolí města Vsetín. Tyto dvě lokality byly vybrány na základě jejich rozlišnosti. Území okolí obce Huslenky je méně osídlené a jeho převážnou část tvoří CHKO Beskydy. Naopak území okolí města Vsetín je hustě osídlené a vyskytují se zde také průmyslové oblasti. Cílem bakalářské práce je tedy porovnat výsledky naměřených hodnot koncentrace rtuti u vzorků z obou lokalit a dále u jednotlivých druhů hub.

Práce se skládá z několika částí:

1. Literární rešerše o výskytu rtuti, případně dalších těžkých kovů, v houbách
2. Sběr vzorků vybraných druhů hub ve vybraných lokalitách, dále odběr půd v místech nálezu houby a v místech ve vzdálenosti jednoho metru od nálezu houby
3. Stanovení obsahu rtuti v odebraných vzorcích hub a půd pomocí atomového absorpčního spektrofotometru AMA 254
4. Zpracování a zhodnocení naměřených výsledků

II. PRAKTICKÁ ČÁST

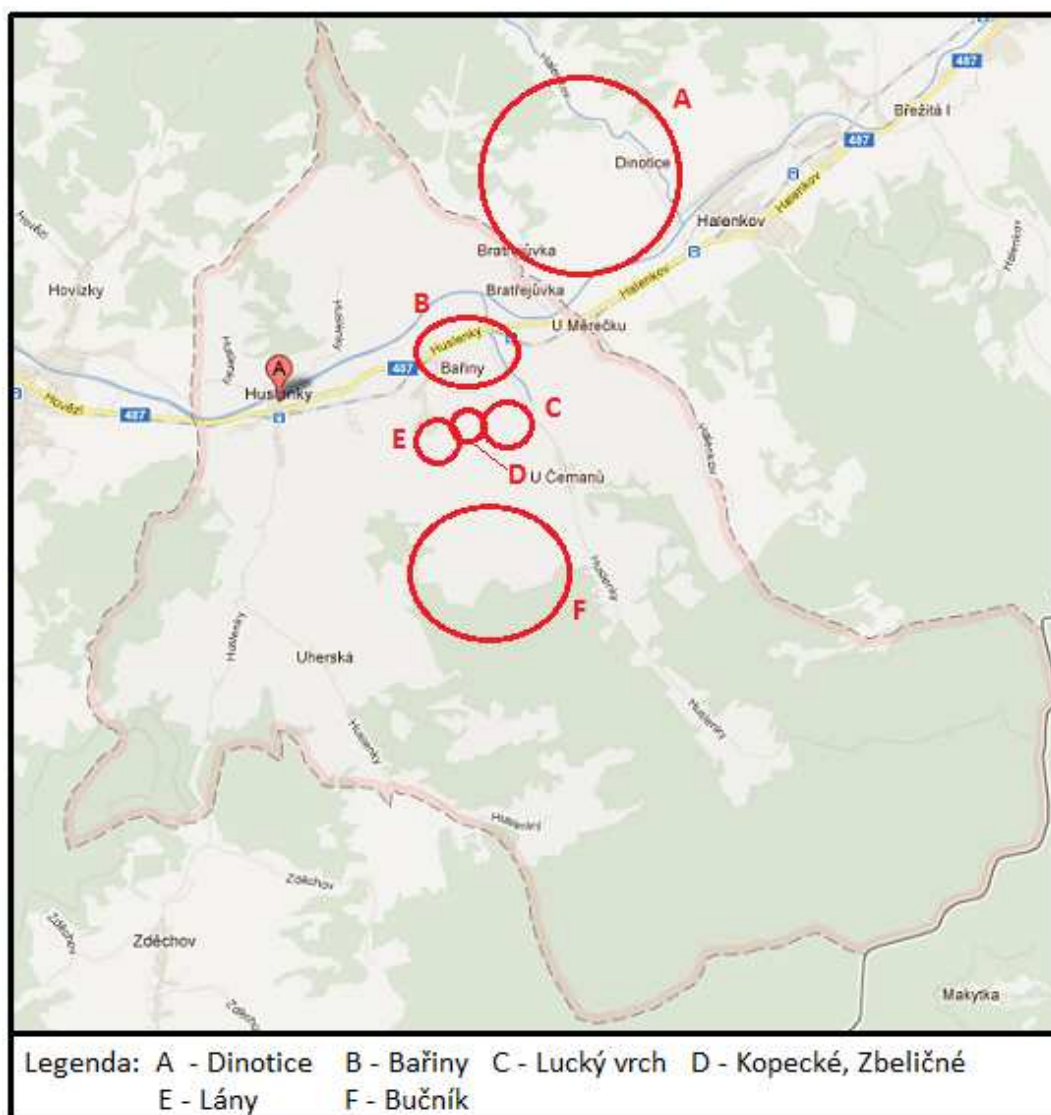
5 CHARAKTERISTIKA ODEBRANÝCH VZORKŮ

K odběru vzorků byly vybrány dvě území – obec Huslenky a město Vsetín. Celkem bylo analyzováno 112 hub. Z okolí obce Huslenky byla rtuť analyzována v 55 vzorcích 16 druhů hub. Z okolí města Vsetín potom v 57 vzorcích 26 druhů hub. Odběr vzorků byl prováděn v období července, srpna a září 2011 ve vybraných lokalitách, počty nasbíraných hub lze vidět v *Tab. 2*.

Tab. 2: Počty nasbíraných hub

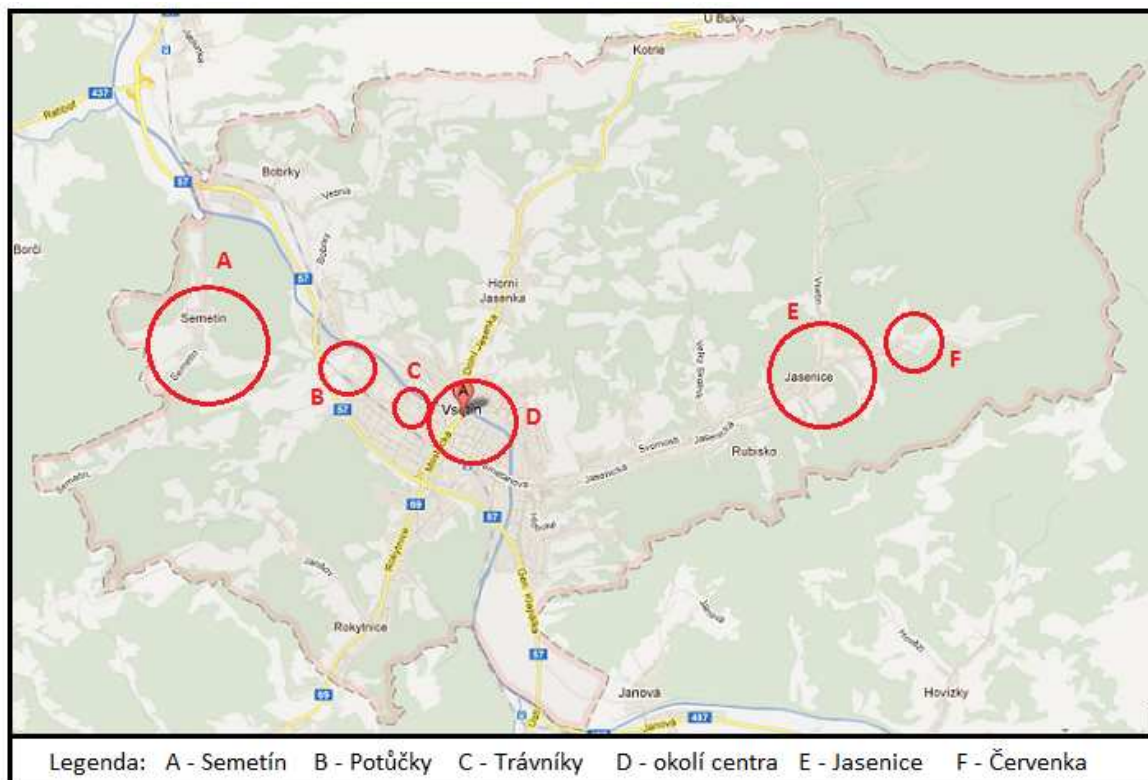
Druh houby	Počet nasbíraných hub		Druh houby	Počet nasbíraných hub	
	Huslenky	Vsetín		Huslenky	Vsetín
Bedla Ostrošupinná	-	1	Lošák Jelení	-	1
Bedla Vysoká	5	4	Muchomůrka Červená	2	-
Čechratka Černohuňatá	-	2	Muchomůrka Růžovka	7	4
Čechratka Podvinutá	3	-	Muchomůrka Šedivka	-	1
Holubinka Namodralá	-	1	Muchomůrka Tygrovaná	-	1
Holubinka Nelesklá	-	2	Pavučíneček Skvrnatý	-	2
Holubinka Obecná	-	1	Pošvatka Obecná	2	-
Holubinka Olivová	-	3	Pýchavka Čokoládová	-	2
Holubinka Sličná	-	1	Pýchavka Dlabaná	1	-
Holubinka Trávozelená	-	1	Pýchavka Ježatá	1	-
Hřib Dubový	2	4	Pýchavka Obecná	3	5
Hřib Kovář	-	4	Ryzec Peprný	-	1
Hřib Smrkový	5	2	Strmělka Nálevková	-	1
Hvězdovka Berkleyova	1	-	Suchohřib Hnědý	-	3
Klouzek Obecný	3	1	Suchohřib Žlutomasý	3	-
Kozák Březový	14	2	Špička Obecná	-	4
Křemenáč Osikový	3	-	Žampion Hajní	2	-
Líha Nečistá	-	1			

V okolí obce Huslenky houby nalezeny v těchto lokalitách: Dinotice, Bařiny, Lucký vrch, Kopecké, Zbeličné a Bučník. Umístění těchto lokalit je znázorněno na *Obr. 3*.



Obr. 3 Lokality sběru hub v okolí obce Huslenky [22]

Odběr vzorků z okolí Vsetína byl prováděn na lokalitách Semetín, Potůčky, Trávníky, okolí centra, Jasenice a Červenka. Jednotlivé lokality sběru hub jsou vyznačeny v Obr. 4.



Obr. 4 Lokality sběru hub v okolí města Vsetín [22]

Všechny vzorky byly odebrány ručně, po vyjmutí houby z půdy byl k očištění použit ocelový nožík. Dále byl dle atlasu hub zjištěn druh houby. Odebrané vzorky byly uloženy do polyetylenových sáčků a pečlivě uzavřeny, aby nedošlo k možnému znehodnocení vzorku. Každý polyetylenový sáček byl opatřen štítkem, na který bylo napsáno číslo vzorku, datum, lokalita sběru a druh houby. Získané vzorky hub byly přechovávány v mraženém stavu do doby analýzy.

Dále bylo vždy odebráno malé množství půdy z místa nálezu každé houby a malé množství půdy ve vzdálenosti jednoho metru od houby pro možnost porovnání obsahu rtuti ve hlíně a houbě. Hlína byla odebrána pomocí ocelové lopatky rovněž do polyetylenových sáčků a opatřena příslušnými štítky. Získané vzorky půdy byly společně s vzorky hub uchovávány v mraženém stavu do doby analýzy.

6 STANOVENÍ RTUTI

6.1 Použité chemikálie, přístroje a zařízení

6.1.1 Chemikálie

Kalibrační standardní roztok rtuti o koncentraci $1 \pm 0,002$ g/l (Analytica, s.r.o. Praha)

Kyselina chlorovodíková (Lach-Ner, s.r.o.)

Deionizovaná voda

6.1.2 Přístroje a zařízení

Advanced Mercury Analyzer AMA 254 (Altec, s.r.o., ČR)

Analytické váhy SCALTEC SB 32 (Denver Instrument, Německo)

Exsikátor se sušidlem silikagel

Mikropipeta Finnpipette 20 – 200 μ l

Mrazicí box (teplota -12°C)

Sušárna (model 100, Memmert, Německo)

6.2 Obecná charakteristika přístroje AMA 254

Advanced Mercury Analyser AMA 254 je jednoúčelový atomový absorpční spektrofotometr pro stanovení rtuti. Je určen pro přímé stanovení obsahu rtuti, založeném na měření absorbance, v pevných a kapalných vzorcích bez potřeby chemické předúpravy vzorku (mineralizace a jiné). Využitím techniky generování par kovové rtuti s následným zachycením a nabohacením na zlatém amalgamátoru lze dosáhnout mimořádně vysoké citlivosti stanovení a nezávislosti výsledku stanovení na matici vzorku. [23]

6.2.1 Princip funkce přístroje AMA 254

Vzorek o navážce přibližně 100 mg byl umístěn na spalovací lodičku a pokynem počítače je vpraven do spalovací trubice. Poté byl řízeným ohřevem spalovací pece vzorek vysoušen po dobu 60 sekund a následně spálen. Termický rozklad se uskutečňoval po

dobu 150 sekund. Rozkladné produkty prošly katalyzátorem, kde byla dokončena jejich oxidace a zachyceny látky kyselého charakteru.

Rozkladné produkty byly vedeny přes amalgamátor, kde byla rtuť selektivně zachycena. Jelikož rozkladné produkty obvykle obsahují vodní páru, je plynová cesta až po výstup z bloku měřících kyvet vyhřívána na 120 °C, aby se zabránilo zkapalňování vody. Po dokončení rozkladu vzorku bylo třeba čekat po dobu 45 sekund na ustálení teploty a poté bylo zachycené množství rtuti změřeno. Posléze byla rtuť z amalgamátoru opět uvolněna krátkým ohřevem. Oblak rtuťových par byl nosným plynem unášen přes delší měřící kyvetu. Poté byla prakticky veškerá rtuť shromážděna ve zpoždovací nádobce (minimum mezi píky) a z ní vstoupila do kratší měřící kyvety. Stejně množství rtuti bylo tedy vždy měřeno dvakrát, avšak s odlišnou citlivostí (poměr citlivosti první a druhé kyvety je přibližně 15 : 1), takže celkový dynamický rozsah je 0,05 – 600 ng Hg v jednom měření. [23]

Po skončení vyhřívání amalgamátoru je spuštěno chladicí čerpadlo, které ochlazuje amalgamátor dostatečně rychle tak, aby následující měření mohlo být odstartováno bez zbytečného zdržení. Všechna data jsou přenášena do řídicího počítače a ovládacím programem přenesena do podoby srozumitelné uživateli.[23]

6.2.2 Popis zpracování vzorků

Vzorky byly vytaženy z mrazícího zařízení a byly ponechány přibližně deset minut při laboratorní teplotě. Poté co se vzorky lehce rozmrazily, byly vyjmuty z polyetylenových sáčků a na pracovní ploše byly pomocí skalpelu odřezány části pro analýzu a odloženy na Petriho misku. Pomocí skalpelu a pinzety bylo na laboratorních vahách odváženo na spalovací lodičku přibližně 100 mg vzorku a posléze vloženo do přístroje pro analýzu rtuti. U každé houby byl analyzován vzorek z nohy a z klobouku zvlášť. Dále byla vždy analyzována k dané houbě příslušející hlína, a to z podhoubí a ze vzdálenosti 1 metr od houby.

Před prvním měřením byla u vybrané houby provedena zkouška. U této houby byla analyzována jak noha, tak klobouk desetkrát a výsledky analýz byly porovnány, což lze vidět v *Tab. 3*. Vzhledem k velké podobnosti výsledků, bylo určeno provádět analýzu pouze jednou, protože vzhledem k velkému počtu vzorků by bylo časově neúnosné provádět analýzu vícekrát.

Tab. 3: Porovnání výsledku analýz pro vybrané houby - hřib smrkový

Číslo měření	C _{Hg} v noze [mg/kg]	C _{Hg} v klobouku [mg/kg]
1	0,1703	0,7453
2	0,2923	0,8087
3	0,4337	1,3000
4	0,4840	0,7680
5	0,3091	0,9835
6	0,2402	1,3102
7	0,3582	0,9039
8	0,2719	0,8596
9	0,6209	0,6189
10	0,4041	0,8380
Průměrná hodnota [mg/kg]	0,3585	0,9136
Směrodatná odchylka [mg/kg]	0,1317	0,2279

Dále byla po analýzách hub prováděna sušina. Pečlivě vymyté váženky byly předem vysušeny a zváženy. Z každého vzorku byl zvláště do váženky odvážen přibližně 1 g vzorku. Vzorky byly posléze umístěny po dobu 24 hodin v sušárně při teplotě 105°C. Dále byly vzorky přemístěny do exsikátoru do doby vychlazení. Poté byly váženky s vysušenými vzorky zváženy a vypočtena sušina v hmotnostních procentech podle vzorce:

$$S = \frac{m_{sušiny}}{m_{vzorku}} \cdot 100 \quad (1)$$

Z vypočtené sušiny byla posléze vypočítána koncentrace rtuti přepočtená na sušinu podle vzorce:

$$C_{Hg}^S = C_{Hg} \cdot \frac{100}{S} \quad (2)$$

, kde C_{Hg} je koncentrace rtuti naměřená přístrojem AMA 254.

6.2.3 Statistické zpracování výsledků

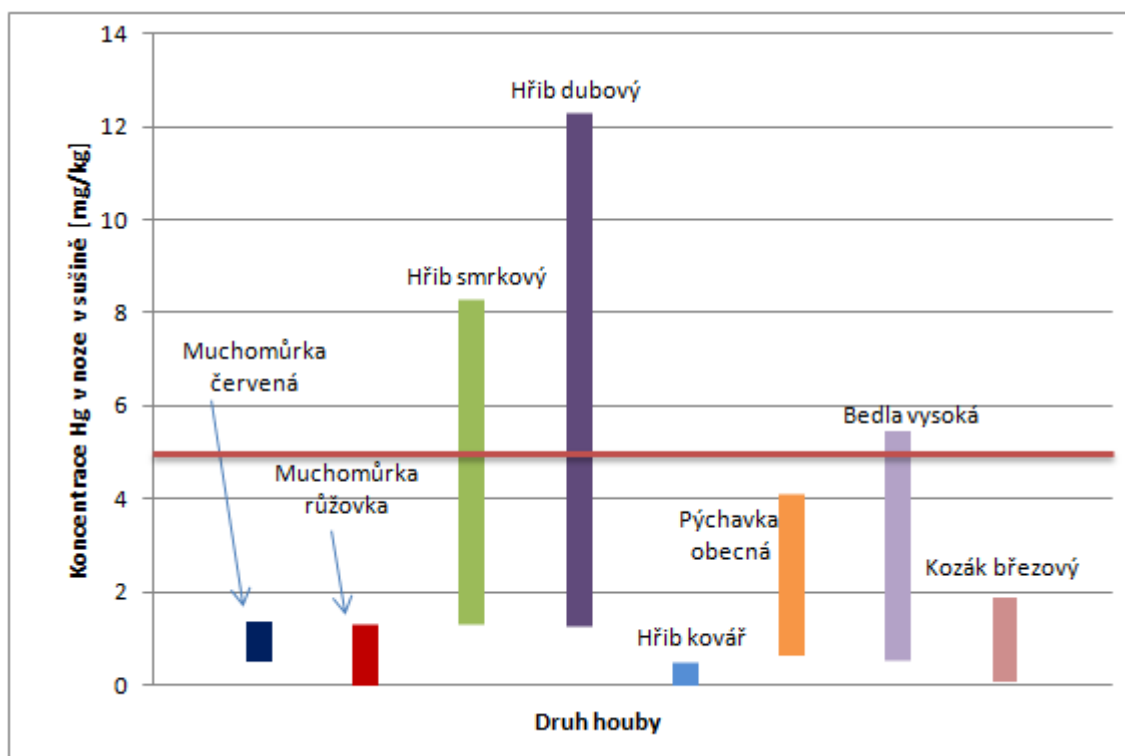
Vybrané soubory hodnot byly zpracovávány v programu Microsoft Excel 2010 pomocí dvojice FTESTů a TTESTů. Pomocí této dvojice bylo hodnoceno, zda jsou rozdíly mezi středními hodnotami dvou souborů hodnot statisticky významné. FTEST udává pravděpodobnost, že rozptyly dvou souborů hodnot se neliší. TTEST určuje pravděpodobnost, že výsledky budou stejné. Výsledek FTESTu určoval, zda se bude TTEST provádět dvouparametrový či tříparametrový. Pro rozptyly stejné velikosti byl použit TTEST dvouparametrový a pro rozptyly různé velikosti byl použit TTEST tříparametrový.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

Naměřené koncentrace rtuti v houbách a půdě, vypočtené hodnoty sušiny a koncentrace rtuti přepočtené na sušinu jsou uvedeny v přílohách I – X.

7.1 Srovnání koncentrace rtuti v různých druzích hub

V současnosti není stanovena limitní hodnota pro obsah rtuť v houbách, proto je zde množství rtuti posuzováno podle vyhlášky ministerstva zdravotnictví č. 298/1997, Sb. platné v minulosti. Podle této vyhlášky byla limitní hodnota pro houby čerstvé na $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ a pro houby sušené na $5,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ [24]. V současné době neexistuje limitní hodnota pro koncentraci rtuti v houbách, a to z důvodu, že houby obsahují pouze anorganické sloučeniny rtuti, nikoliv však nebezpečnou methylrtuť.

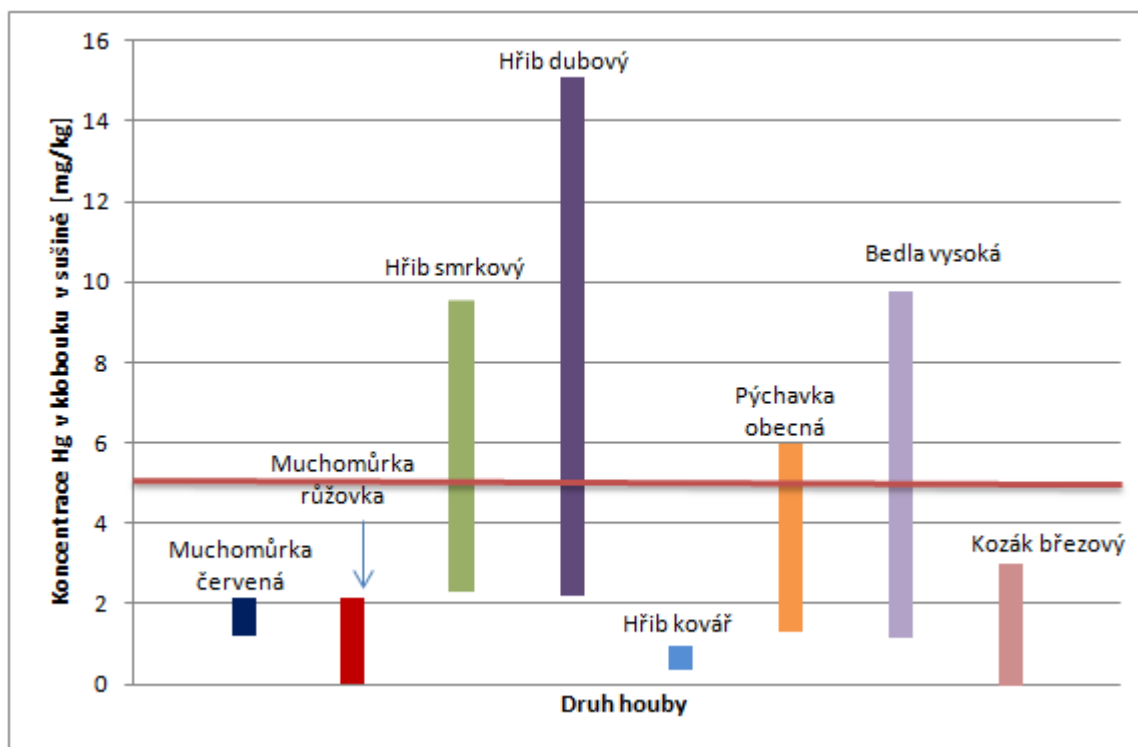


Obr. 5 Graf rozmezí koncentrací Hg v noze v sušině u vybraných druhů hub

Z Obr. 5 lze posoudit, že největší rozmezí koncentrací rtuti v noze v sušině se z vybraných druhů hub vyskytuje u hříbu dubového (*Boletus reticulatus*), hříbu smrkového (*Boletus edulis*), dále v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) a pýchavce obecné (*Lycoperdon perlatum*). Červený pruh v Obr. 5 vyznačuje limitní hodnotu pro obsah rtuti

v sušených houbách, která je 5 mg.kg^{-1} . Limitní hodnoty u nohy hub by tedy byly překročeny v případě hříbu dubového, smrkového a bedly vysoké.

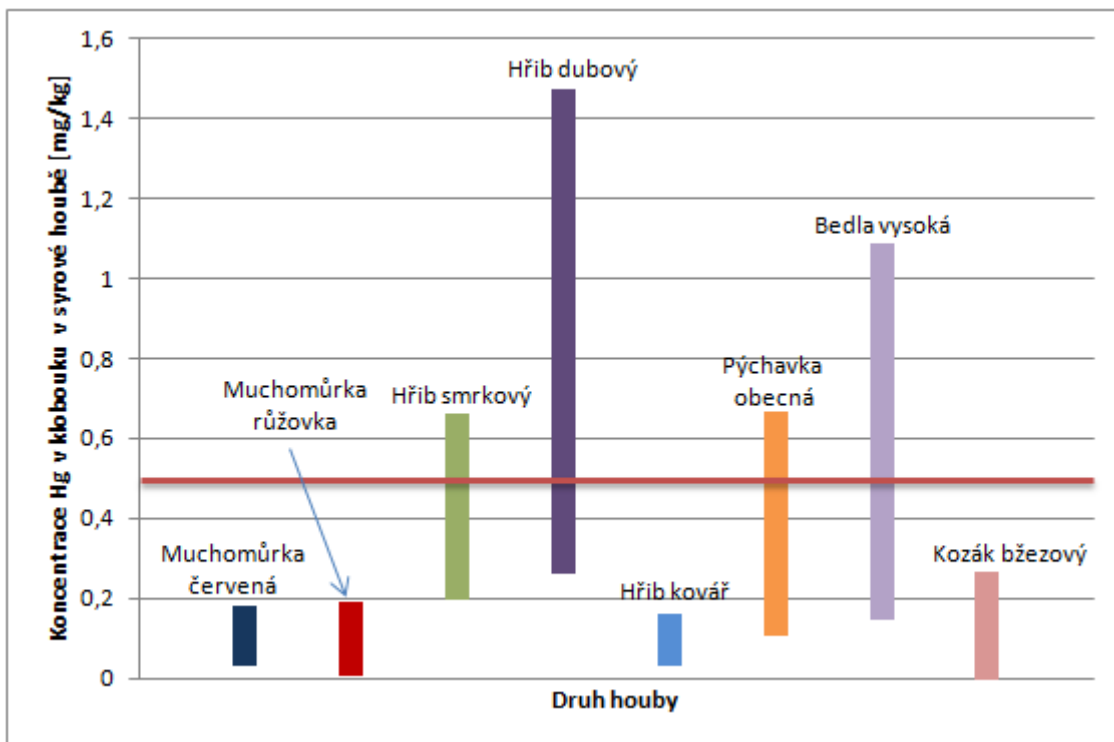
Z porovnání Obr. 5 a Obr. 6 vyplývá, že u pozorovaných hub se v sušině klobouku vyskytuje větší koncentrace rtuti než v sušině nohy, což odpovídá údajům uváděným v literatuře. [16], [18]



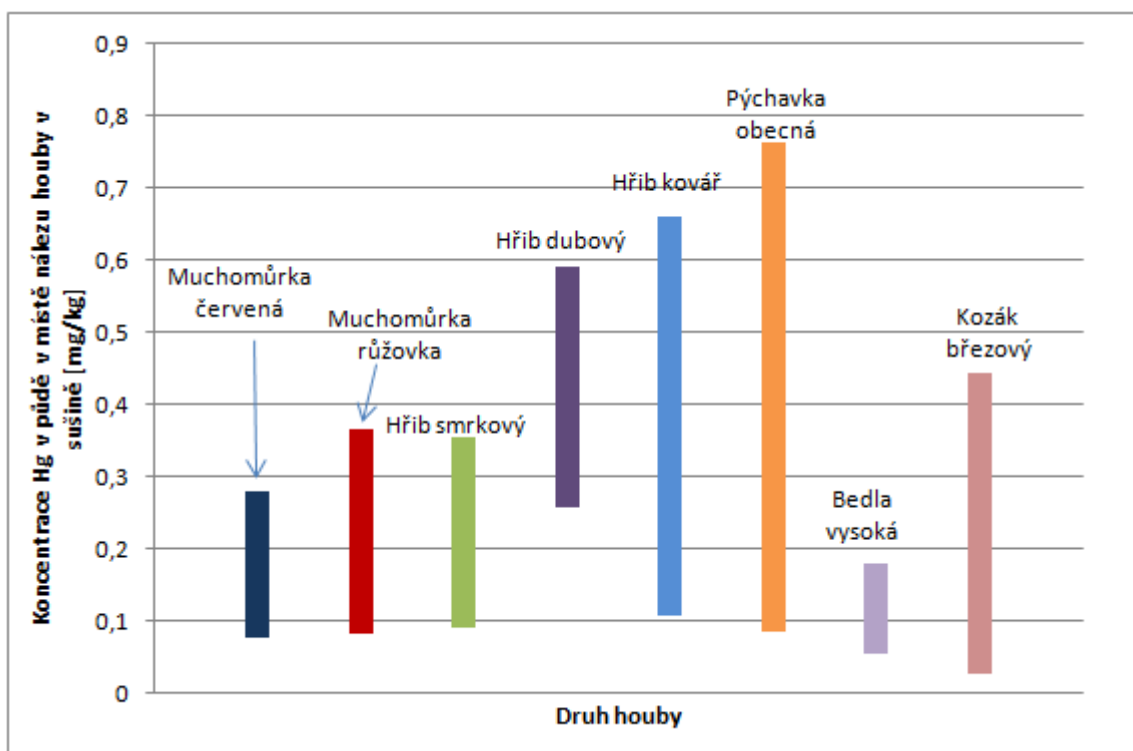
Obr. 6 Graf rozmezí koncentrací Hg v klobouku v sušině u vybraných druhů hub

Z Obr. 6 lze vyčíst, že největší rozmezí koncentrací rtuti v klobouku v sušině se z vybraných druhů hub vyskytuje u hříbu dubového (*Boletus reticulatus*), bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) a hříbu smrkového (*Boletus edulis*), dále v bedle vysoké (*Macrolepiota procera*) a pýchavce obecné (*Lycoperdon perlatum*). Červený pruh v Obr. 6 opět vyznačuje limitní hodnotu pro obsah rtuti v sušených houbách, která by byla v klobouku houby překročena u hříbu dubového, smrkového, bedly vysoké a také u pýchavky obecné.

Dále je pro zajímavost na Obr. 7 zobrazen graf rozmezí koncentrace rtuti v klobouku houby v syrovém stavu, pro porovnání s limitními hodnotami pro houby čerstvé. Tato limitní hodnota byla stanovena na $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$. Limitní hodnota by byla u syrových hub překročena ve čtyřech druzích hub, a to opět v hříbu dubovém, bedle vysoké, pýchavce obecné a hříbu smrkovém.

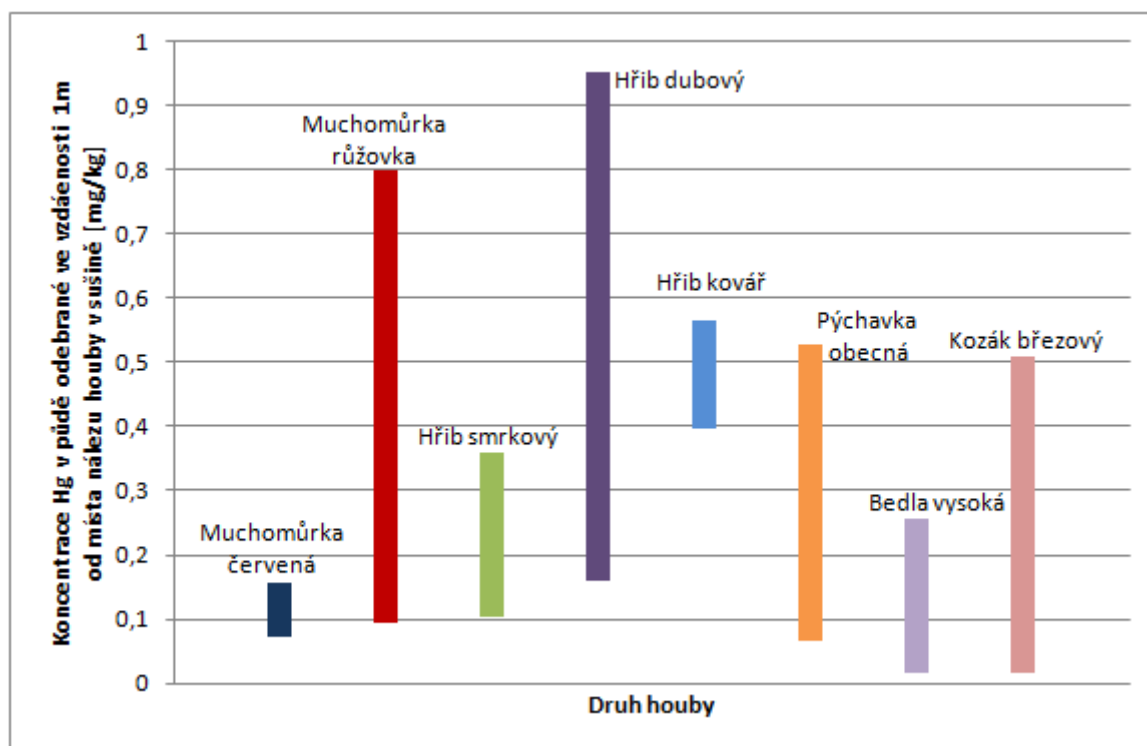


Obr. 7 Graf rozmezí koncentrací Hg v klobouku houby v syrovém stavu



Obr. 8 Graf rozmezí koncentrací Hg v půdě místě nálezu houby v sušině u vybraných druhů hub

Z porovnání Obr. 5, Obr. 6 a Obr. 8 vyplývá, že obecně v noze i klobouku je koncentrováno větší množství rtuti než v okolní půdě. Z Obr. 8 vyplývá, že obzvláště bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) rostou na místech s nízkou koncentrací rtuti v půdě. Tato skutečnost může být zdůvodněna jako náhodný vliv, malý počet exemplářů nebo jako skutečnost, že pro dané houby je rtuť více toxická. Přesto, že bedla roste převážně na půdách s nižší koncentrací rtuti z Obr. 5 a Obr. 6 vyplývá, že i přesto jí koncentruje relativně velké množství. Na rozdíl od bedly hřib dubový (*Boletus reticulatus*) roste i na půdách s koncentrací vyšší a vyšší množství rtuti také kumuluje.



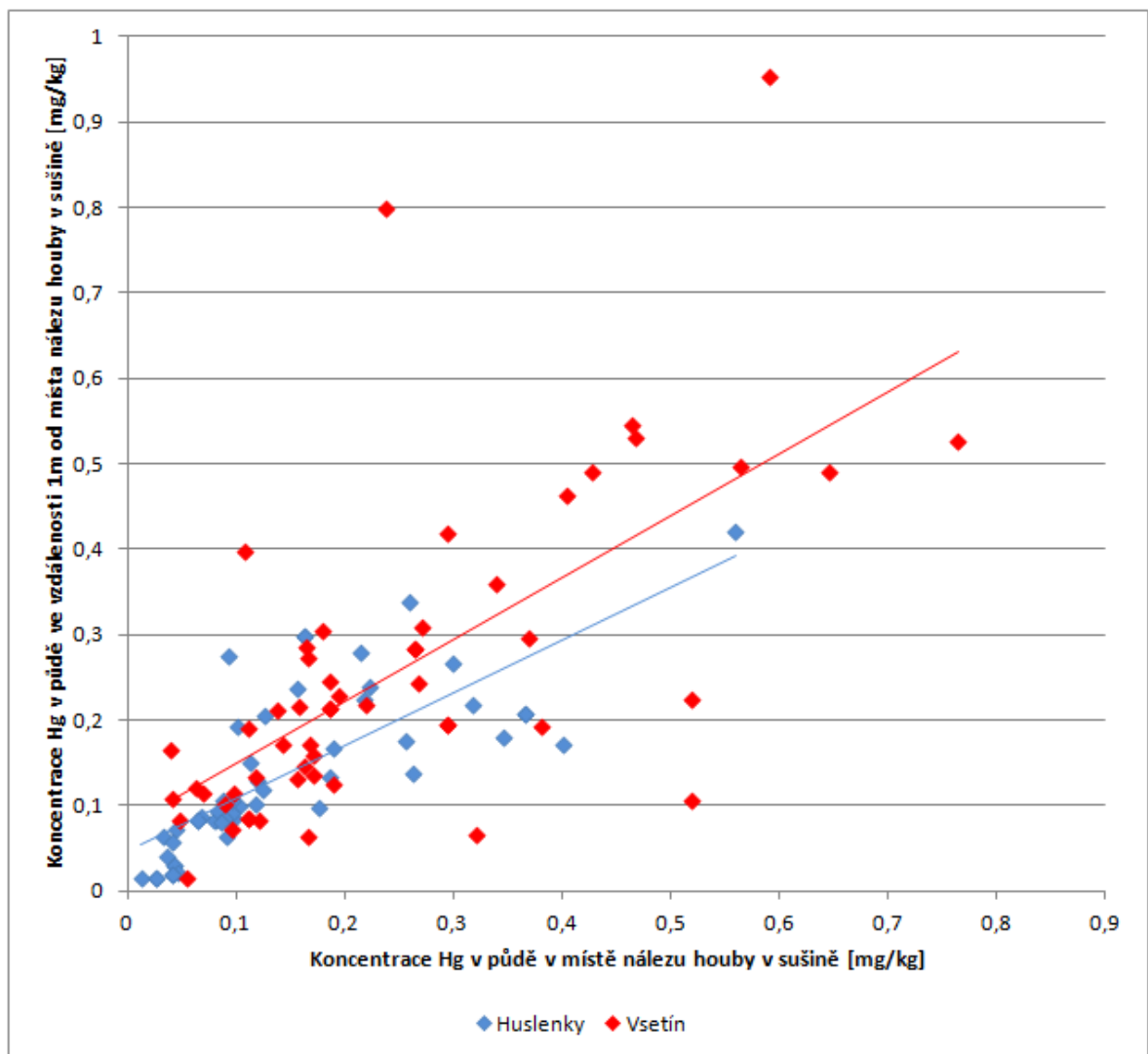
Obr. 9 Graf rozmezí koncentrací Hg v půdě odebrané ve vzdálenosti jednoho metru od místa nálezů houby v sušině u vybraných druhů hub

Nejvyšší rozmezí koncentrací rtutí v půdě ve vzdálenosti jednoho metru od místa nálezů houby byly naměřeny u hříbu dubového (*Boletus reticulatus*) a muchomůrky růžovky (*Amanita rubescens*), což je vidět na Obr. 9.

7.2 Srovnání koncentrace rtuti v půdě na sledovaných územích

Hodnota koncentrace rtuti v půdě značně kolísala, proto bylo pomocí statistických testů vyhodnoceno, do jaké míry jsou tyto rozdíly statisticky významné. Byly porovnány

koncentrace rtuti v půdě v místě sběru houby s koncentrací rtuti v půdě ve vzdálenosti jednoho metru. Tato závislost je graficky znázorněna na Obr. 10. Modře jsou zaznačeny hodnoty půdy z okolí obce Huslenky, červeně hodnoty půdy z okolí města Vsetín. Dále jsou v Obr. 10 naznačeny přímky lineární regrese, opět modře je značena přímka lineární regrese pro hodnoty naměřené v okolí obce Huslenky, červeně je značena přímka lineární regrese pro hodnoty naměřené v okolí města Vsetín. Z Obr. 10 je patrné, že směrnice pro hodnoty naměřené jak v okolí Huslenek, tak v okolí Vsetína je přibližně stejná.



Obr. 10 Graf závislosti koncentrace Hg v půdě odebrané ve vzdálenosti jednoho metru od místa nálezů houby v sušině na koncentraci v půdě v místě nálezů houby v sušině

Nejprve bylo statisticky testováno, zda se průměrná koncentrace rtuti v místě nálezů houby a ve vzdálenosti jednoho metru od houby ze statistického hlediska liší. Pomocí

dvojice FTESTu a TTESTu bylo hodnoceno, zda je rozdíl mezi střední hodnotou těchto dvou koncentrací významný.

Tab. 4: Statistické zhodnocení rozdílu koncentrací rtuti v půdě z místa nálezu houby a v půdě odebrané ve vzdálenosti jednoho metru od místa nálezu houby z obou území sběru

	Půda z místa nálezu houby z obou území sběru	Půda odebraná ve vzdálenosti 1 m od místa nálezu houby z obou území sběru
Aritmetický průměr [mg/kg]	0,1907	0,1913
Směrodatná odchylka [mg/kg]	0,1497	0,1552
FTEST	0,7037	
TTEST	0,9787	

Podle výsledku TTESTu zapsaného v *Tab. 4* se jeví, že střední hodnota obou koncentrací je stejná s pravděpodobností 97,87%. Lze tedy říci, že koncentrace rtuti u půdy nalezené v místě odběru houby se neliší od koncentrace rtuti v půdě odebrané ve vzdálenosti jednoho metru od místa nálezu houby.

Dále byl statisticky porovnáván rozdíl koncentrace rtuti půdy z místa nálezu houby pro okolí obce Huslenky a města Vsetín.

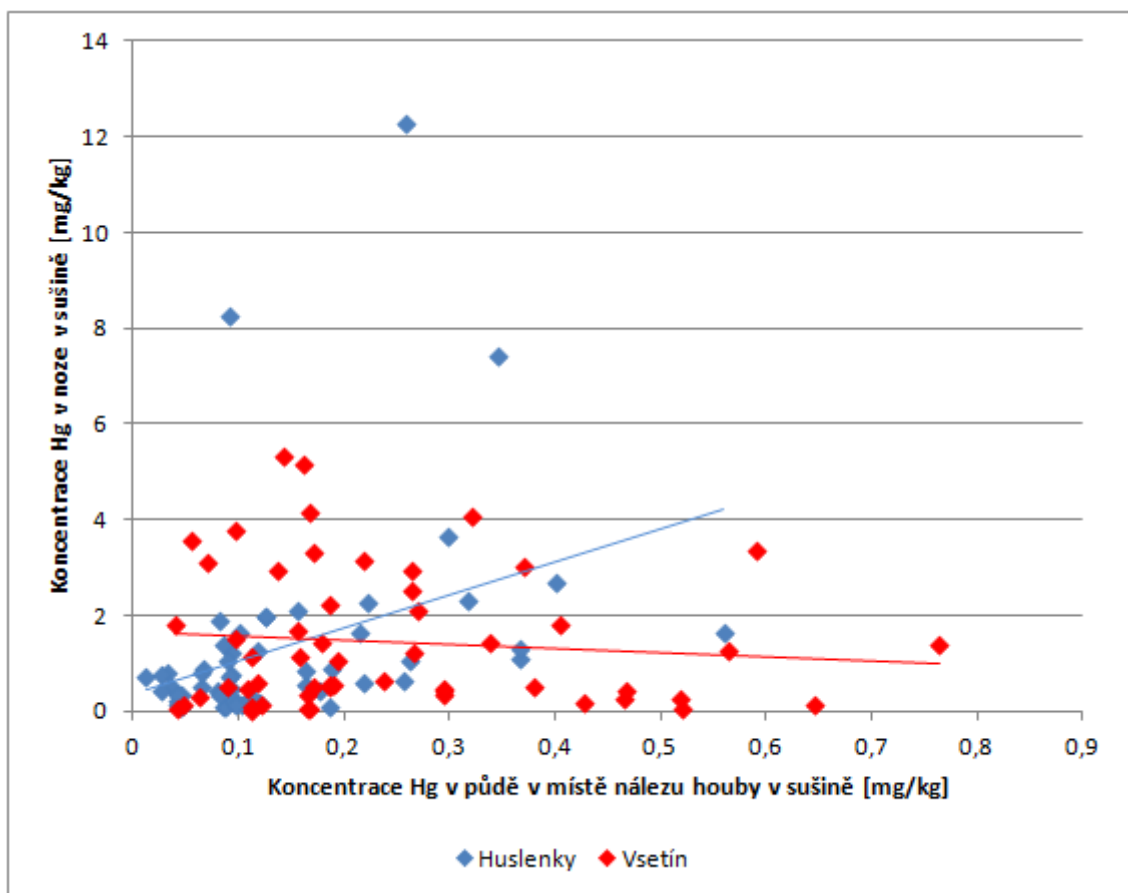
Tab. 5: Statistické zhodnocení rozdílu koncentrací rtuti v půdě z místa nálezu houby v okolí obce Huslenky a v půdě z místa nálezu houby v okolí města Vsetín

	Půda z místa nálezu houby, Huslenky	Půda z místa nálezu houby, Vsetín
Aritmetický průměr [mg/kg]	0,1405	0,2428
Směrodatná odchylka [mg/kg]	0,1113	0,1657
FTEST	0,0036	
TTEST	0,00027	

Z hodnot zapsaných v *Tab. 5* lze vyvodit závěr, že průměrná koncentrace rtuti v půdě v místě nálezu houby byla vyšší u vzorků nasbíraných v okolí města Vsetín.

7.3 Srovnání koncentrace rtuti ve vybraných druzích hub

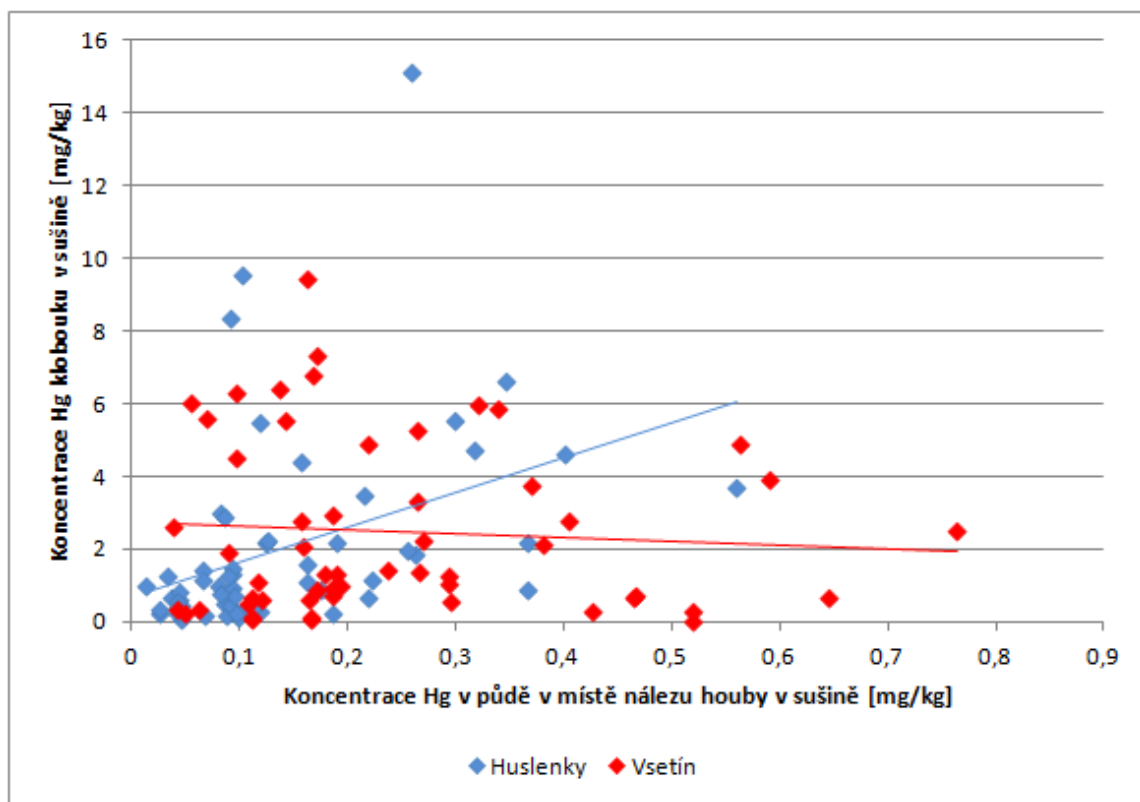
Stanovená koncentrace rtuti byla u jednotlivých hub porovnána. Graf závislosti koncentrace rtuti v noze v sušině na koncentraci rtuti v půdě v místě nálezu v sušině lze vidět na Obr. 11. Z Obr. 11 je patrné, že modře označená přímka lineární regrese pro hodnoty koncentrace rtuti ve vzorcích z Huslenek má stoupající trend, což naznačuje, že čím větší bude množství rtuti v půdě, tím více rtuti bude také noha houby koncentrovat. Naopak červeně označená přímka lineární regrese pro hodnoty koncentrace rtuti ve vzorcích ze Vsetína má trend klesající. Z odlišnosti obou směrnic, lze odvodit závěr, že hodnota koncentrace rtuti houbě je ovlivněna také jinými faktory než jen samotným obsahem rtuti v půdě.



Obr. 11 Graf závislosti koncentrace Hg v noze v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezu houby v sušině

Závěr shodný se závěrem uvedeným u Obr. 11 lze vyvodit i u Obr. 12. Trendy směrnic jsou u grafu závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentrace rtuti v půdě v místě nálezu houby téměř totožné. Tudiž i koncentrace rtuti v noze houby je ovlivněna jinými faktory než jen samotným obsahem rtuti v půdě. Porovnáním Obr. 11 a

Obr. 12 lze opět potvrdit fakt, že koncentrace rtuti v houbě v závislosti na půdě jsou vyšší v klobouku nežli v noze.

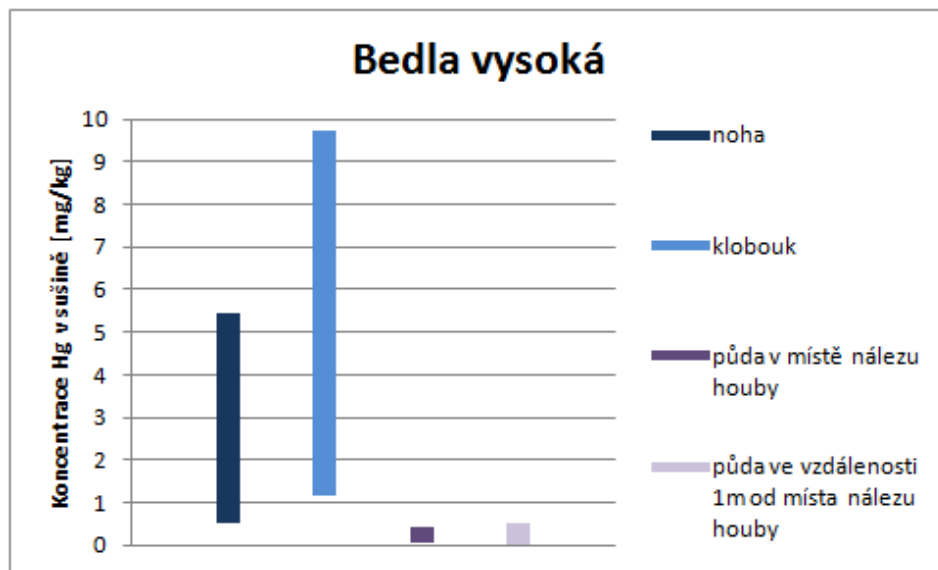


Obr. 12 Graf závislosti koncentrace Hg v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezů houby v sušině

Naměřené a vypočtené hodnoty koncentrace rtuti v houbě a půdě v sušině byly dále porovnávány v jednotlivých druzích, které jsou uvedeny v dalších podkapitolách.

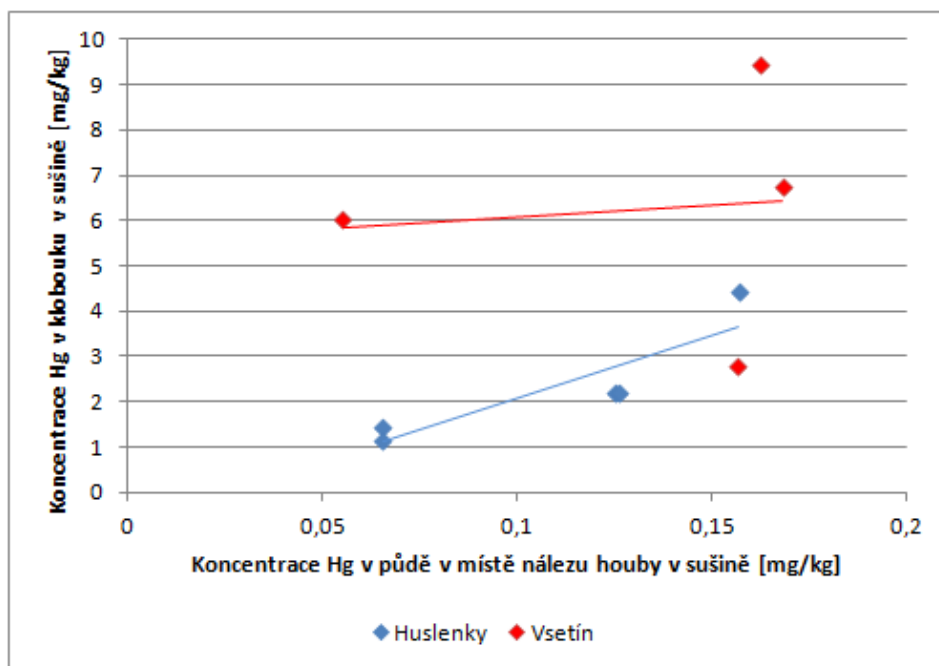
7.3.1 Bedla vysoká

Bylo analyzováno celkem devět exemplářů bedly vysoké, pět bedel bylo nalezeno v okolí obce Huslenky a čtyři v okolí města Vsetín. Z Obr. 13 lze vidět, že bedla v sobě koncentruje velké množství rtuti. Naměřené koncentrace rtuti v bedle vysoké patří k nejvyšším naměřeným hodnotám. Naproti tomu v půdě v místě nálezů houby jsou koncentrace rtuti jedny z nejmenších, což je lépe vidět na Obr. 8. Lze usoudit, že bedla vysoká roste na místech s nižší koncentrací rtuti v půdě proto, že rtuť je pro ni toxická. Nalezená závislost však může být náhodná nebo způsobena malým počtem vzorků.



Obr. 13 Graf rozmezí koncentrací rtuti u bedly vysoké

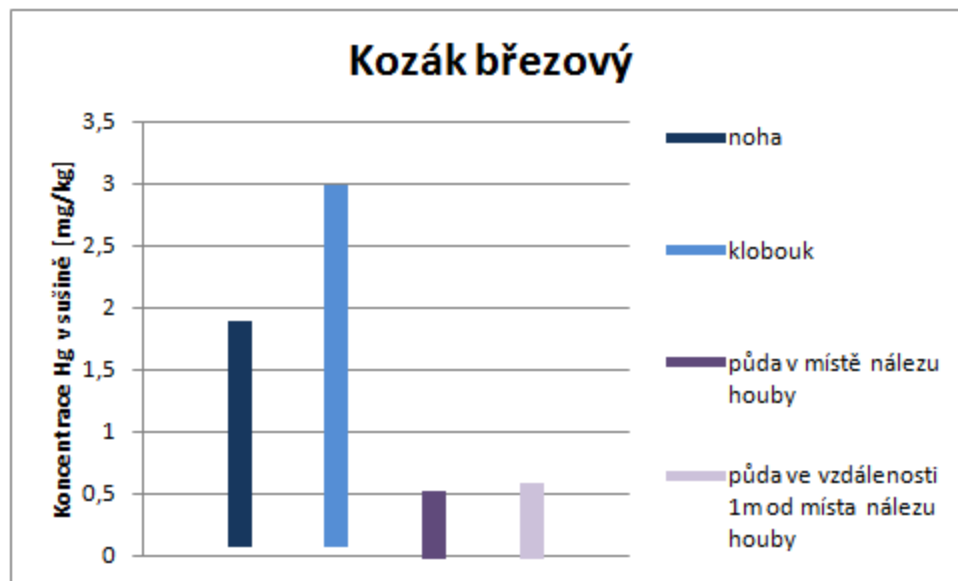
Na Obr. 14 je možno pozorovat závislost koncentrací rtuti v půdě v místě nálezu v sušině na koncentraci rtuti v klobouku v sušině. Jsou zde znázorněny přímky lineární regrese, modře pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí obce Huslenky a červeně pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí města Vsetín. Dále je na Obr. 14 vidět, že červeně označené hodnoty koncentrace rtuti ze Vsetína jsou průměrně vyšší než modře označené hodnoty z Huslenek v závislosti na koncentraci v půdě.



Obr. 14 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezu houby v sušině u bedly vysoké

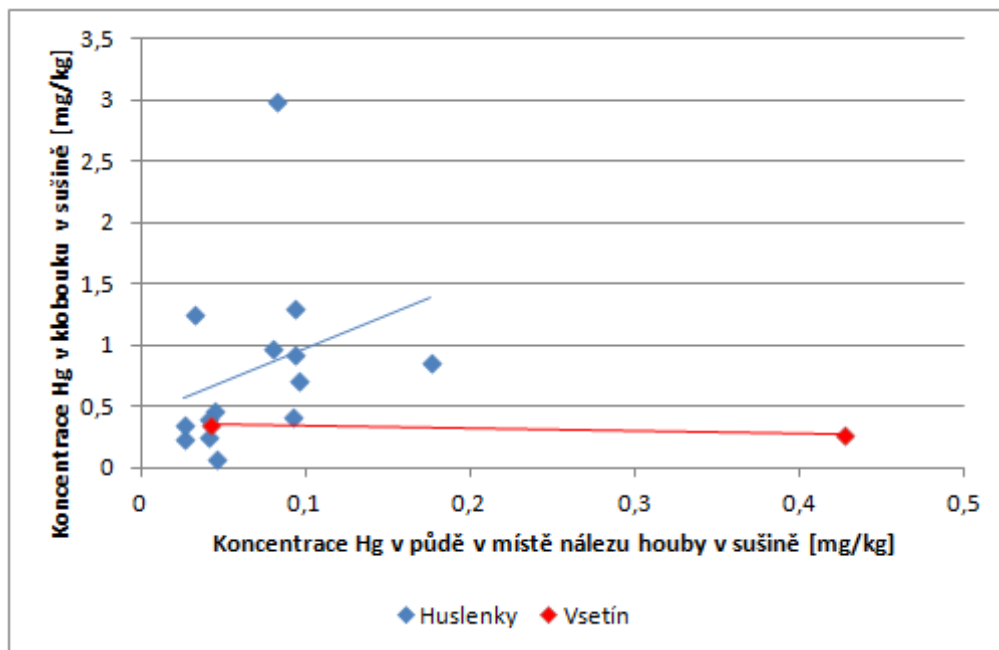
7.3.2 Kozák březový

Bylo analyzováno celkem šestnáct exemplářů kozáku březového, čtrnáct kozáků bylo nalezeno v okolí obce Huslenky a dva v okolí města Vsetín. Z *Obr. 15* lze vidět, že kozák podobně jako další druhy hub rtuť zakoncentrovává, a to ve větším množství v klobouku. Roste podobně jako pýchavka obecná nebo hřib dubový i na místech s vyšší koncentrací rtuti.



Obr. 15 Graf rozmezí koncentrací rtuti u kozáku březového

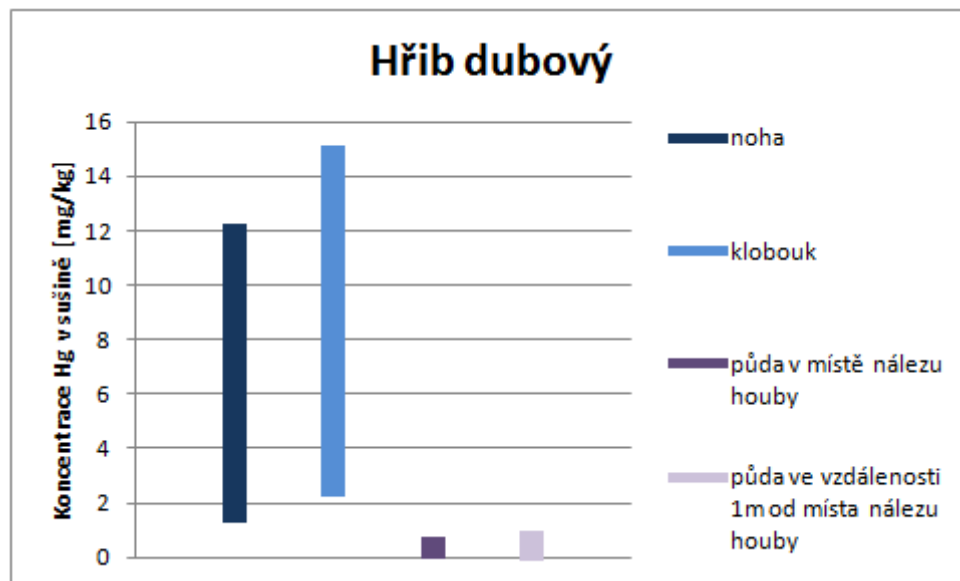
Na *Obr. 16* je možno pozorovat závislost koncentrací rtuti v půdě v místě nálezu v sušině na koncentraci rtuti v klobouku v sušině. Opět jsou zde znázorněny přímky lineární regrese, modře pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí obce Huslenky a červeně pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí města Vsetín. Přímka lineární regrese pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí obce Huslenky je stoupající, naopak přímka lineární regrese pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí města Vsetín je klesající. V okolí města Vsetín však byly nalezeny pouze dva exempláře kozáku březového, proto nelze s jistotou tuto klesající závislost potvrdit.



Obr. 16 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezů houby v sušině u kozáku březového

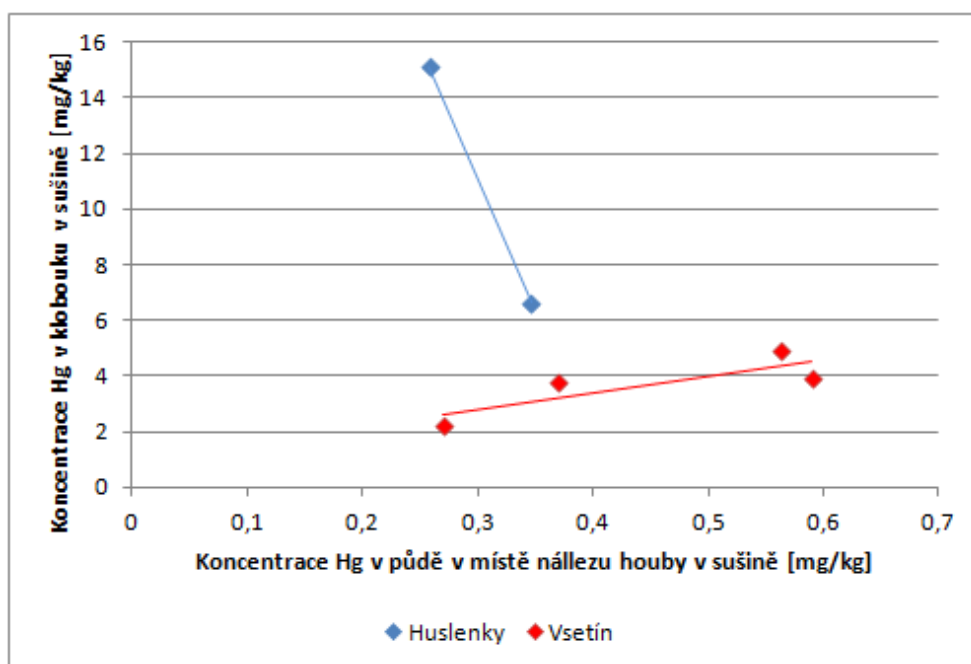
7.3.3 Hřib dubový

Bylo analyzováno celkem šest exemplářů hříbu dubového, dva tyto hříby byly nalezeny v okolí obce Huslenky a čtyři v okolí města Vsetín. U jednoho exempláře hříbu dubového byla naměřena dokonce největší koncentrace rtuti ze všech analyzovaných hub. Z Obr. 17 lze vidět, že právě hřib dubový, ač roste na půdách s relativně malou koncentrací rtuti, v sobě koncentruje obrovské množství rtuti. Jako u dalších hub byla koncentrace rtuti v klobouku houby naměřena větší než v noze houby.



Obr. 17 Graf rozmezí koncentrací rtuti u hříbu dubového

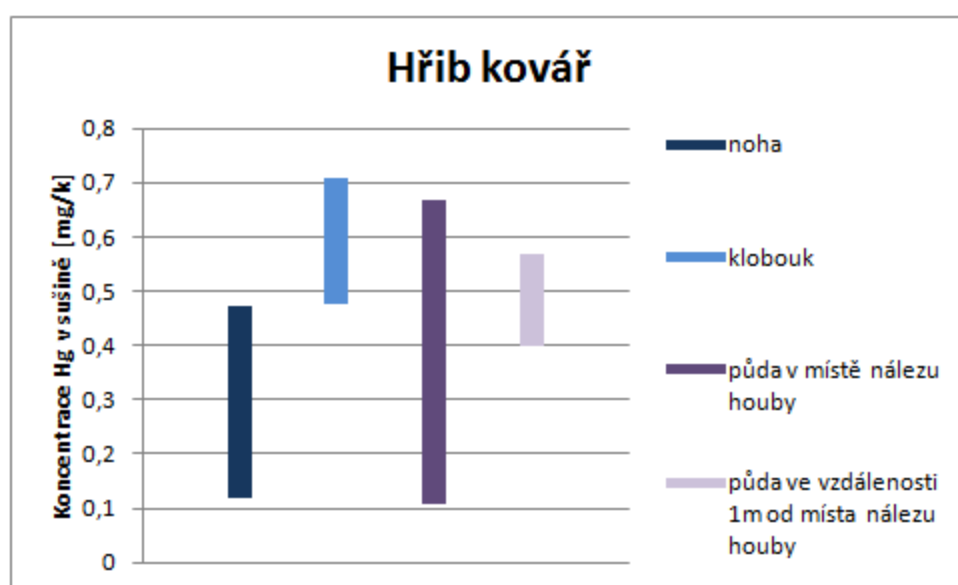
Z Obr. 18 lze vidět, že přímka lineární regrese pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí obce Huslenky má klesající trend. U hříbu dubového a některých dalších druhů hub byl sledován tento klesající trend. Lze tedy říci, že závislost obsahu rtuti v houbě na půdě v místě nálezu houby není jednoznačná. Koncentrace rtuti v houbě záleží na dalších faktorech, mezi které lze mimo jiné zařadit i stáří a velikost houby. Pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí města Vsetín byla přímka lineární regrese opět stoupající.



Obr. 18 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezu houby v sušině u hříbu dubového

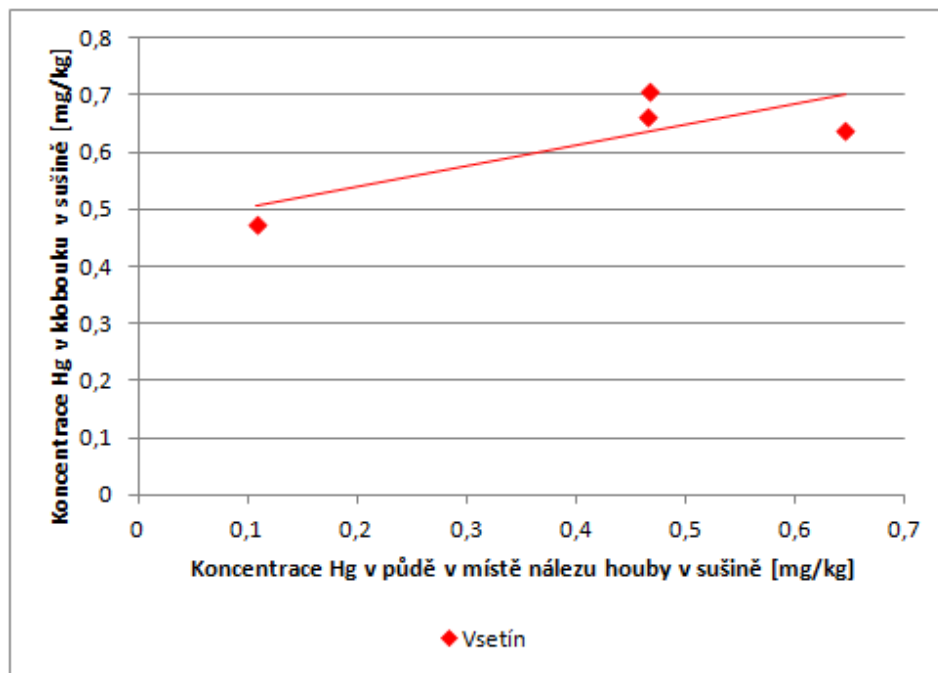
7.3.4 Hřib kovář

Byly analyzovány celkem čtyři exempláře hříbu kováře, které byly nalezeny v okolí města Vsetín. V okolí obce Huslenky žádné exempláře hříbu kováře nalezeny nebyly. Zajímavostí je, že exempláře hříbu kováře jako jediné z analyzovaných hub v sobě téměř nekonztrují rtuť. Naměřené hodnoty koncentrace rtuti v půdách byly v místě nálezu houby nejvyšší hned po hodnotách koncentrace půdy u pýchavky obecné. I přes tuto skutečnost, bylo zjištěno, že hodnoty koncentrace v noze houby jsou velmi nízké. Koncentrace rtuti naměřené v klobouku jsou o něco vyšší, ale i přesto se téměř rovnají hodnotám naměřeným v půdě v místě nálezu houby.



Obr. 19 Graf rozmezí koncentrací rtuti u hříbu kováře

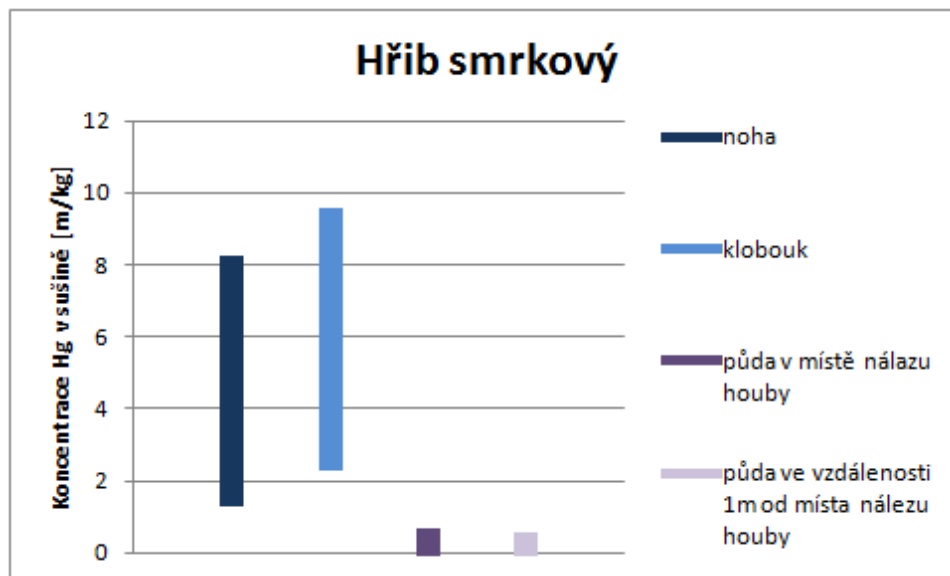
Na Obr. 20 lze vidět graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci rtuti v půdě v místě nálezu houby v sušině. Hodnoty naměřené ve vzorcích v okolí města Vsetín mají mírně stoupající trend, jak lze pozorovat z přímky lineární regrese.



Obr. 20 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezu houby v sušině u hříbu kováře

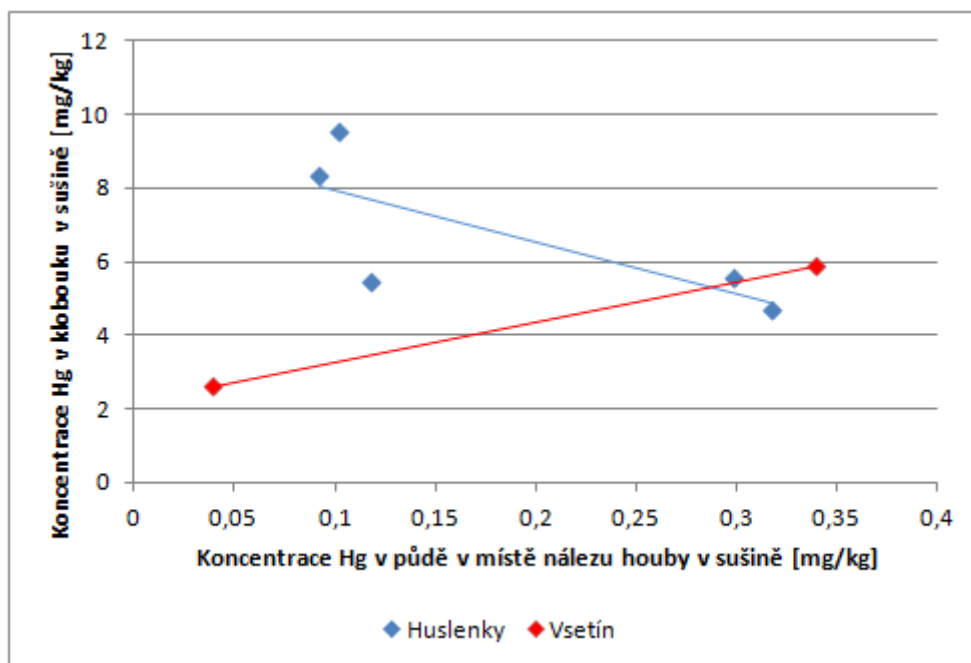
7.3.5 Hřib smrkový

Bylo analyzováno celkem sedm exemplářů hříbu smrkového, pět těchto hřibů bylo nalezeno v okolí obce Huslenky a dva v okolí města Vsetín. U hříbu smrkového byly naměřeny jedny z největších koncentrací rtuti v noze, hned po hříbu dubovém a také v klobouku což je vidět na Obr. 21. Lze tedy konstatovat, že rovněž hřib smrkový patří mezi houby, které ve významném množství kumulují rtuť.



Obr. 21 Graf rozmezí koncentrací rtuti u hříbu smrkového

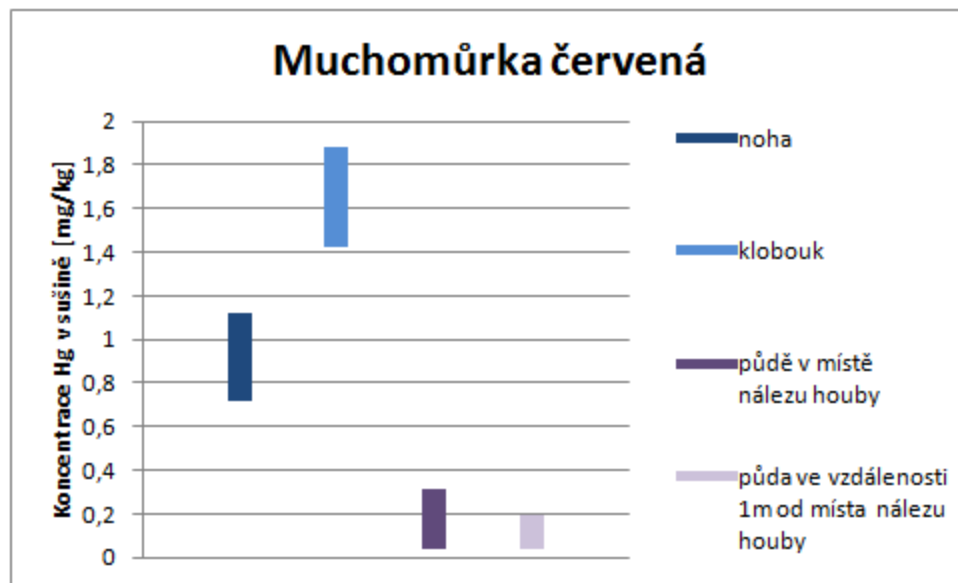
Na Obr. 22 lze vidět, že pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí obce Huslenky byla přímka lineární regrese klesající. Přímka lineární regrese pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí města Vsetín má trend klesající. U hříbu smrkového, podobně jako u hříbu dubového byl sledován klesající trend. Lze tedy říci, že závislost obsahu rtuti v houbě na půdě v místě nálezů houby není jednoznačná. Pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí obce Vsetín byla přímka lineární regrese opět stoupající.



Obr. 22 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v suštině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezů houby v suštině u hříbu smrkového

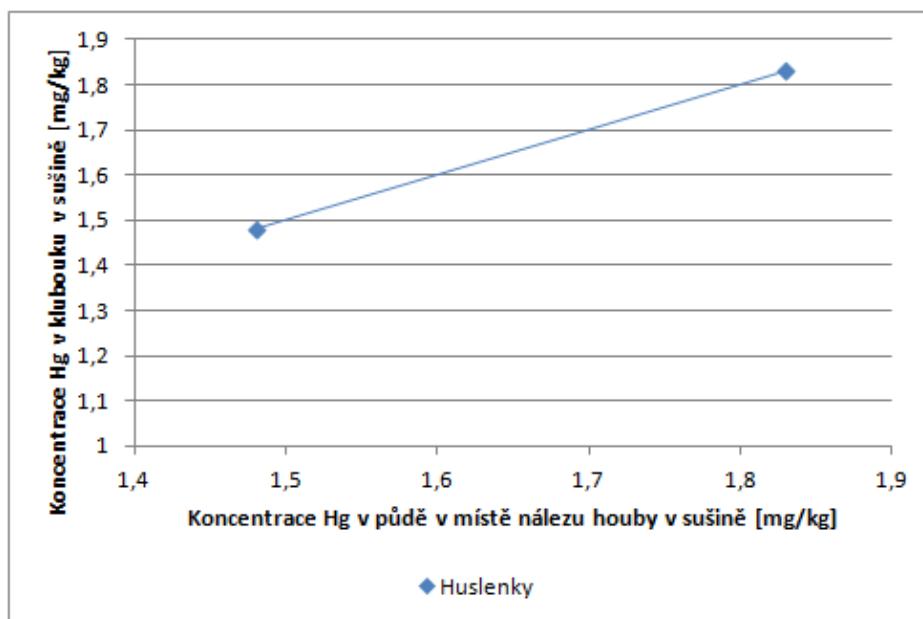
7.3.6 Muchomůrka červená

Byly analyzovány celkem dva exempláře muchomůrky červené, které byly nalezeny v okolí obce Huslenky. V okolí města Vsetín žádné exempláře muchomůrky červené nalezeny nebyly. Z Obr. 23 lze vidět, že muchomůrka červená roste podobně jako bedla vysoká na půdách s velmi malou koncentrací rtuti. Rtuť v sobě koncentruje, ale na rozdíl od ostatních hub ve velmi malém množství.



Obr. 23 Graf rozmezí koncentrací rtuti u muchomůrky červené

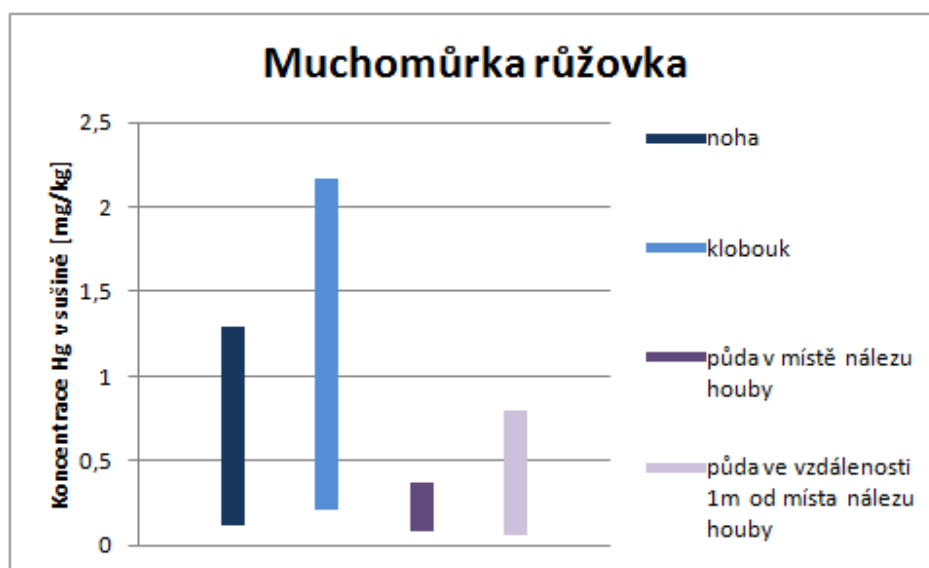
Na Obr. 24 lze vidět, že pro hodnoty naměřené u vzorků z okolí obce Huslenky má přímka lineární regrese stoupající trend. Houby muchomůrky červené však byly nalezeny pouze dva exempláře, proto tuto závislost nelze hodnotit jako směrodatnou.



Obr. 24 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušíně na koncentraci Hg v půdě v místě nálezů houby v sušíně u muchomůrky červené

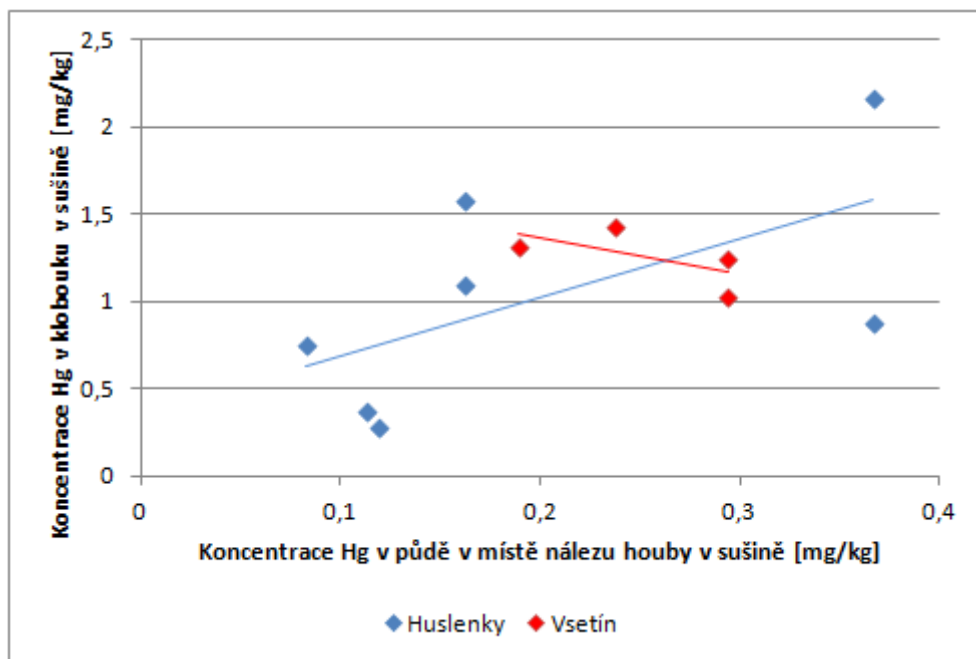
7.3.7 Muchomůrka růžovka

Bylo analyzováno celkem jedenáct exemplářů muchomůrky růžovky, sedm hub bylo nalezeno v okolí obce Huslenky a čtyři v okolí města Vsetín. V muchomůrce růžovce byly podobně jako v muchomůrce červené naměřeny jedny z nejnižších koncentrací rtuti jak v noze, tak i v klobouku. Lze tedy říci, že muchomůrka růžovka v sobě koncentruje velmi malé množství rtuti, jak je vidět na Obr. 25.



Obr. 25 Graf rozmezí koncentrací rtuti u muchomůrky růžovky

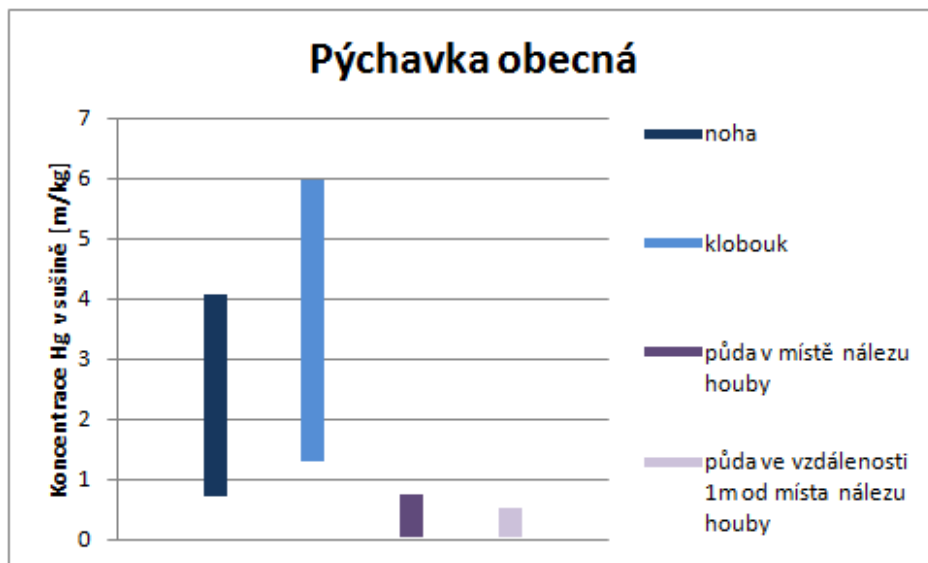
Na Obr. 26 lze vidět, že přímky lineární regrese pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí obce Huslenky a z okolí města Vsetín mají opačný trend. V případě, kdy by dané hodnoty nebyly rozlišovány podle území, měla by přímka lineární regrese obecně stoupající trend.



Obr. 26 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezů houby v sušině u muchomůrky růžovky

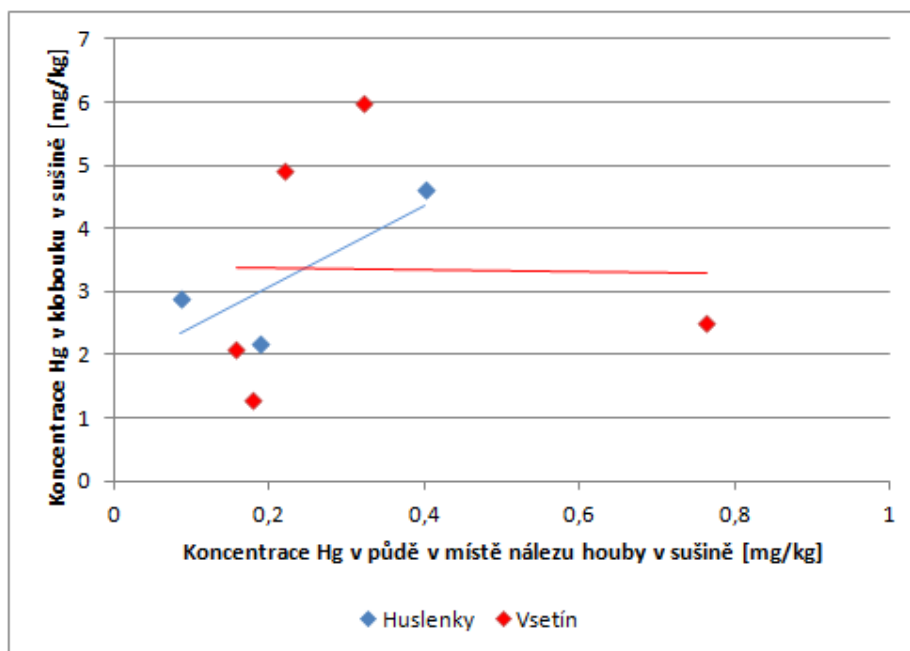
7.3.8 Pýchavka obecná

Bylo analyzováno celkem osm exemplářů pýchavky obecné, tři houby byly nalezeny v okolí obce Huslenky a pět v okolí města Vsetín. Pýchavka obecná, patří hned po hříbu dubovém, smrkovém a bedle vysoké k houbám, kterých byla naměřena největší koncentrace rtuti. V půdě v místě nálezů houby byla naměřená koncentrace rtuti dokonce nejvyšší ze všech hub, z čehož lze usoudit, že pro pýchavku je rtuť méně toxická a může tudíž růst i na místech kde jsou její koncentrace vyšší. Rozmezí koncentrací rtuti v pýchavce obecné je možno vidět na Obr. 27.



Obr. 27 Graf rozmezí koncentrací rtuti u pýchavky obecné

Na Obr. 28 lze vidět, že pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí obce Huslenky měla přímka lineární regrese stoupající trend. Přímka lineární regrese pro hodnoty naměřené ve vzorcích z okolí města Vsetín má mírně klesající trend. Tento klesající trend však byl zaznamenán díky výchylce v průměrné koncentraci rtuti v půdě v místě nálezů houby. Obecně lze tedy říci, že pro pýchavku platí stoupající trend lineární regrese. Tedy pravděpodobně lze říci, že čím větší koncentrace rtuti v půdě v místě nálezů houby, tím větší koncentrace se vyskytuje v houbě.



Obr. 28 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě 0m v sušině u pýchavky obecné

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala monitorováním obsahu rtuti v houbách ve vybraných lokalitách. Odběr vzorků proběhl v období července, srpna a září roku 2011. Kromě hub byla vždy odebírána také půda v místě nálezu houby a také půda ve vzdálenosti jednoho metru od místa nálezu houby.

Vzorky hub byly odebírány na dvou vybraných územích, a to okolí města Vsetín a okolí obce Huslenky. Území obce Huslenky je méně osídlené a jeho převážnou část tvoří CHKO Beskydy. Naopak území města Vsetín je hustě osídlené a vyskytují se zde také průmyslové oblasti. V okolí obce Huslenky byly houby sbírány v šesti lokalitách, a to Dinotice, Bařiny, Lucký vrch, Kopecké – Zbeličné, Lány a Bučník. V okolí města Vsetín byly houby sbírány taktéž v šesti lokalitách, a to Semetín, Potůčky, Trávníky, okolí centra, Jasenice a Červenka.

Vzorky byly uchovávány v mraženém stavu do doby analýzy. Koncentrace rtuti byly ve vzorcích zjištěny pomocí analýzy na atomovém absorpčním spektrometru AMA 254 a dále bylo prováděno stanovení sušiny.

Po porovnání koncentrace rtuti v jednotlivých houbách bylo zjištěno, že koncentrace rtuti v houbě závisí na dalších faktorech, než je jen na místo výskytu houby. Dalšími těmito faktory mohou být mimo jiné také, druh houby, její staří, ale i například pH půdy. Nejvyšší koncentrace rtuti byly naměřeny v hříbu dubovém, hříbu smrkovém, bedle vysoké a pýchavce obecné, u těchto hub byla taktéž překročena limitní hodnota platná v minulosti. Jelikož v současné legislativě není možná limitní hodnota koncentrace rtuti v houbách stanovena, proto byly koncentrace rtuti v houbách posuzovány podle vyhlášky ministerstva zdravotnictví č. 298/1997, Sb. platné v minulosti. Podle této vyhlášky byla limitní hodnota pro houby čerstvé na $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ a pro houby sušené na $5,0 \text{ mg.kg}^{-1}$. Dále z výsledků naměřených u hříbu kováře naopak vyplývá, že jeho exempláře v sobě neakumulují rtuť, což nebylo u žádné další jiné houby potvrzeno.

Závěrem je nutno říci, přestože limitní hodnoty pro koncentraci rtuti v houbách nejsou v současnosti v zákonech ustanoveny, je vhodné sledovat koncentrace rtuti i jiných dalších těžkých kovů v houbách, pro možnost zjištění znečištění životního prostředí těmito látkami.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BENCKO, V., CIKRT M., LENER J.: *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. Grada Publishing, spol. s. r. o., 1995. 235-254 s. ISBN 80-7169-150-X.
- [2] KEDER, Josef, Pavel MACHÁLEK a Milan FARA. *Projekt Ministerstva životního prostředí VaV 740/4/03.: Vstupní emisní data pro modely posuzování potenciálních rizik a vlivů zdrojů znečišťování ovzduší na životní prostředí*. [online]. Praha, 2004, s. 29-49 [cit. 2012-04-18]. Dostupné z: http://old.chmi.cz/uoco/prj/vav_740_4_03/vav740403dp12r04.pdf
- [3] PROKEŠ, Jaroslav. *Základy toxikologie: Obecná toxikologie a ekotoxikologie*. První vydání. Praha: Galén, 2005, s. 57-60. ISBN 80-7262-301-X.
- [4] KAFKA, Zdeněk a Jana PUNČOCHÁŘOVÁ. Těžké kovy v přírodě a jejich toxicita. In: *Chemické listy* [online]. s. 611-617 [cit. 2012-04-02]. ISSN 1213-7103. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2002_07_05.pdf
- [5] KLÁN, Jaroslav. *Co víme o houbách*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989, s. 7-140. Knižnice mládeže. ISBN 80-04-21143-7.
- [6] ROSYPAL, Stanislav. *Nový přehled biologie*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2003, s. 305-310. ISBN 80-7183-268-5.
- [7] BIELLI, Ettore. *Houby: Obsáhlý rádce pro určování a sběr hub*. Vyd. 1. Praha: Knižní klub, 2001, s. 11-12. Velký průvodce přírodou. ISBN 80-242-0548-3.
- [8] GARNWEIDNER, Edmund. *Houby: Jedlé houby, jejich jedovatí dvojníci a nejedlé houby ve střední Evropě: určování, poznávání, sbírání*. České vyd. 1. Praha: Svojtka, 1999, s. 18-19. Průvodce (Svojtka). ISBN 80-7237-180-0.
- [9] JANKOVSKÝ, Libor. *Viry, prokaryota, řasy, houby a lišejníky: Přehled systémů, fylogeneze a ekologie*. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 1997, s. 63-128. ISBN 80-210-1555-1.
- [10] KALAČ, Pavel a Lubomír SVOBODA. A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry* [online]. 2000, s. 273-281 [cit. 2012-03-07]. DOI: 10.1016/S0308-8146(99)00264-2. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814699002642>

- [11] HAGARA, Ladislav. *Atlas hub*. Martin: Neografia, s. p., 1993, s. 11-39. ISBN 80-85186-24-1.
- [12] CIBULKA, Jiří. Cizorodé prvky v houbách. *Přírodovědný časopis Vesmír* [online]. 1996[cit. 2012-03-26]. ISSN 1214-4029. Dostupné z: <http://www.vesmir.cz/clanek/cizorode-prvky-v-houbach>
- [13] CIBULKA, Jiří. *Pohyb olova, kadmia a rtuti v biosféře*. Vydání 1. Praha: Academia, 1991, s. 75-121. ISBN 80-200-0401-7.
- [14] KALAC, P. *A review of trace element concentrations in edible mushrooms* [online]. [cit. 2012-04-11]. DOI: 10.1016/S0308-8146(99)00264-2. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814699002642>
- [15] VETTER, János a Erzsébet BERTA. *Mercury content of some wild edible mushrooms* [online]. [cit. 2012-04-11]. DOI: 10.1007/s002170050172. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/content/8d72ppabnd7jqev8/>
- [16] MELGAR, M.J., J. ALONSO a M.A. GARCÍA. *Mercury in edible mushrooms and underlying soil: Bioconcentration factors and toxicological risk* [online]. [cit. 2012-03-27]. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2009.07.001. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969709006329>
- [17] COCCHI, Luigi, Luciano VESCOVI, Liliane E. PETRINI, Orlando PETRINI, Katarzyna STRUMNIK a Kurunthachalam KANNAN. *Heavy metals in edible mushrooms in Italy* [online]. [cit. 2012-04-22]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.05.068. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814605005108>
- [18] FALANDYSZ, Jerzy, Krzysztof LIPKA, Magdalena GUCIA, Masahide KAWANO, Katarzyna STRUMNIK a Kurunthachalam KANNAN. *Accumulation factors of mercury in mushrooms from Zaborski Landscape Park, Poland* [online]. [cit. 2012-04-09]. DOI: 10.1016/S0160-4120(02)00067-3. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412002000673>
- [19] PACNER, Martin. Vybrané těžké kovy v plodnicích stopkovýtusých hub v Krkonoších a okolí Třince. In: *Opera Contorica* [online]. 2005 [cit. 2012-04-22]. Dostupné z: http://opera.krnap.cz/_pdf/42/oc42-8.pdf

- [20] ENVIROS S.R.O., ČHMÚ. *Koncept snižování emisí a imisí Zlínského kraje: Integrovaný program snižování emisí znečišťujících látek Zlínského kraje*. 2002, 20 s. Dostupné z: http://www.eazk.cz/ksei/pdf/ksei_pse_kap05.pdf
- [21] Správa CHKO Beskydy. *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR* [online]. [cit. 2012-04-22]. Dostupné z: <http://www.beskydy.ochranaprirody.cz/wps/portal/cs/beskydy/o-sprave-chko>
- [22] Mapy Google. [online]. [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://maps.google.cz/>
- [23] ALTEC S.R.O. *AMA 254, Advanced Mercury Analyser: Návod na obsluhu*. Praha 9, 2000.
- [24] Vyhláška č. 298/1997 Sb., kterou se stanoví chemické požadavky na zdravotní nezávadnost jednotlivých druhů potravin a potravinových surovin, podmínky jejich použití, jejich označování na obalech, požadavky na čistotu a identitu přídatných látek a potravních doplňků a mikrobiologické požadavky na potravní doplňky a látky přídatné.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AMA 254 Advanced Mercury Analyser

CHKO Chráněná krajinná oblast

IARC Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny

S Sušina

C_{Hg} Koncentrace rtuti naměřená v přístroji AMA 254

C_{Hg}^{S} Koncentrace rtuti přepočtená na sušinu

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Základní stavba těla stopkovýtrusé houby [10]</i>	17
<i>Obr. 2 Emise těžkých kovů po správních obvodech obcí s rozšířenou působností [20]</i>	21
<i>Obr. 3 Lokality sběru hub v okolí obce Huslenky [22]</i>	25
<i>Obr. 4 Lokality sběru hub v okolí města Vsetín [22]</i>	26
<i>Obr. 5 Graf rozmezí koncentrací Hg v noze v sušině u vybraných druhů hub</i>	30
<i>Obr. 6 Graf rozmezí koncentrací Hg v klobouku v sušině u vybraných druhů hub</i>	31
<i>Obr. 7 Graf rozmezí koncentrací Hg v klobouku houby v syrovém stavu</i>	32
<i>Obr. 8 Graf rozmezí koncentrací Hg v půdě místě nálezu houby v sušině u vybraných druhů hub</i>	32
<i>Obr. 9 Graf rozmezí koncentrací Hg v půdě odebrané ve vzdálenosti jednoho metru od místa nálezu houby v sušině u vybraných druhů hub</i>	33
<i>Obr. 10 Graf závislosti koncentrace Hg v půdě odebrané ve vzdálenosti jednoho metru od místa nálezu houby v sušině na koncentraci v půdě v místě nálezu houby v sušině</i>	34
<i>Obr. 11 Graf závislosti koncentrace Hg v noze v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezu houby v sušině</i>	36
<i>Obr. 12 Graf závislosti koncentrace Hg v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezu houby v sušině</i>	37
<i>Obr. 13 Graf rozmezí koncentrací rtuti u bedly vysoké</i>	38
<i>Obr. 14 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezu houby v sušině u bedly vysoké</i>	38
<i>Obr. 15 Graf rozmezí koncentrací rtuti u kozáku březového</i>	39
<i>Obr. 16 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezu houby v sušině u kozáku březového</i>	40
<i>Obr. 17 Graf rozmezí koncentrací rtuti u hříbu dubového</i>	41
<i>Obr. 18 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezu houby v sušině u hříbu dubového</i>	41
<i>Obr. 19 Graf rozmezí koncentrací rtuti u hříbu kováře</i>	42
<i>Obr. 20 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na</i>	43
<i>Obr. 21 Graf rozmezí koncentrací rtuti u hříbu smrkového</i>	44
<i>Obr. 22 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezu houby v sušině u hříbu smrkového</i>	44

<i>Obr. 23 Graf rozmezí koncentrací rtuti u muchomůrky červené</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 24 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezů houby v sušině u muchomůrky červené</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 25 Graf rozmezí koncentrací rtuti u muchomůrky růžovky</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 26 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě v místě nálezů houby v sušině u muchomůrky růžovky</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 27 Graf rozmezí koncentrací rtuti u pýchavky obecné</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 28 Graf závislosti koncentrace rtuti v klobouku v sušině na koncentraci Hg v půdě 0m v sušině u pýchavky obecné</i>	<i>48</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Bilance emisí těžkých kovů na území Zlínského kraje [20]</i>	<i>21</i>
<i>Tab. 2: Počty nasbíraných hub</i>	<i>24</i>
<i>Tab. 3: Porovnání výsledku analýz pro vybrané houby - hřib smrkový</i>	<i>29</i>
<i>Tab. 4: Statistické zhodnocení rozdílu koncentrací rtuti v půdě z místa nálezu</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 5: Statistické zhodnocení rozdílu koncentrací rtuti v půdě z místa nálezu</i>	<i>35</i>

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Tabulka naměřených a vypočtených hodnot pro bedlu vysokou
- P II Tabulka naměřených a vypočtených hodnot pro kozák březový
- P III Tabulka naměřených a vypočtených hodnot pro hřib kovář
- P IV Tabulka naměřených a vypočtených hodnot pro hřib dubový
- P V Tabulka naměřených a vypočtených hodnot pro hřib smrkový
- P VI Tabulka naměřených a vypočtených hodnot pro muchomůrku červenou
- P VII Tabulka naměřených a vypočtených hodnot pro muchomůrku růžovku
- P VIII Tabulka naměřených a vypočtených hodnot pro pýchavku obecnou
- P IX Tabulka naměřených a vypočtených hodnot pro ostatní houby z okolí obce
Huslenky
- P X Tabulka naměřených a vypočtených hodnot pro ostatní houby z okolí města
Vsetín

PŘÍLOHA P I: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO BEDLU VYSOKOU

Druh	Bedla vysoká	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Huslenky	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
47	Dinotice	0,1159	5,55	2,0909	0,3036	6,88	4,4138	0,1145	73,04	0,1568	0,1721	72,76	0,2366
54	Lány	0,3623	18,49	1,9598	0,4981	22,68	2,1965	0,1024	81,86	0,1251	0,0951	79,91	0,1190
55	Lány	0,2969	14,87	1,9966	0,3917	17,66	2,2175	0,0984	78,06	0,1261	0,1028	50,24	0,2046
56	Lucký vrch	0,0785	15,49	0,5068	0,2310	16,00	1,4439	0,0505	77,33	0,0653	0,0778	93,62	0,0831
57	Lucký vrch	0,1225	14,91	0,8221	0,1437	12,31	1,1670	0,0505	77,33	0,0653	0,0778	93,62	0,0831
Druh	Bedla vysoká	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Vsetín	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
6	Červenka	0,4180	10,04	4,1625	0,6746	9,98	6,7625	0,1076	64,05	0,1680	0,1213	70,45	0,4106
26	Semetín	0,3316	9,29	3,5680	0,7538	12,46	6,0476	0,0449	81,33	0,0552	0,0159	97,84	0,7371
40	Jasenice	0,2595	15,30	1,6959	0,3395	12,21	2,7819	0,0953	60,82	0,1567	0,1055	79,92	0,5257
41	Jasenice	0,5656	10,98	5,1527	1,0570	11,19	9,4426	0,1157	71,30	0,1623	0,1073	73,02	0,3975

PŘÍLOHA P II: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO KOZÁK BŘEZOVÝ

Druh	Kozák březový	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Huslenky	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]
Číslo	Lokalita												
1	Bařiny	0,0547	15,39	0,3556	0,0608	12,93	0,4700	0,0384	85,28	0,0450	0,0682	95,36	0,0715
2	Bařiny	0,0391	8,92	0,4385	0,0856	9,92	0,8623	0,0664	37,72	0,1760	0,0416	42,86	0,0972
4	Bařiny	0,1850	9,78	1,8921	0,2684	8,98	2,9876	0,0567	69,07	0,0821	0,0384	46,45	0,0826
5	Bařiny	0,0350	7,97	0,4386	0,1083	11,11	0,9752	0,0539	67,26	0,0801	0,0442	53,87	0,0821
6	Bařiny	0,0748	9,22	0,8109	0,1108	8,84	1,2534	0,0233	70,65	0,0330	0,0466	73,55	0,0633
7	Bařiny	0,1031	8,54	1,2075	0,1151	8,82	1,3047	0,0706	75,95	0,0929	0,0567	60,69	0,0935
18	Bučník	0,0457	10,07	0,4537	0,0774	8,37	0,9240	0,0733	78,13	0,0939	0,0708	75,22	0,0941
19	Bučník	0,0626	8,65	0,7235	0,1613	38,52	0,4188	0,0848	92,37	0,0918	0,0581	90,19	0,0644
20	Bučník	0,0297	13,73	0,2159	0,0661	9,30	0,7105	0,0747	77,90	0,0959	0,0735	79,83	0,0920
48	Bařiny	0,0783	10,30	0,7597	0,0656	27,73	0,2367	0,0230	87,23	0,0264	0,0141	96,13	0,0147
49	Bařiny	0,0466	11,42	0,4080	0,0382	11,03	0,3466	0,0230	87,23	0,0264	0,0141	96,13	0,0147
50	Bařiny	0,0201	18,06	0,1115	0,0084	11,28	0,0742	0,0403	87,21	0,0462	0,0195	94,18	0,0207
51	Bařiny	0,0168	12,51	0,1347	0,0392	15,87	0,2468	0,0362	86,64	0,0418	0,0194	95,07	0,0204
52	Bařiny	0,0286	8,38	0,3408	0,0384	9,67	0,3968	0,0362	86,64	0,0418	0,0194	95,07	0,0204

PŘÍLOHA P II - POKRAČOVÁNÍ: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO KOZÁK BŘEZOVÝ

Druh	Kozák březový	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Vsetín	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]
Číslo	Lokalita												
24	Semetín	0,0038	5,87	0,0651	0,0238	6,82	0,3491	0,0316	75,32	0,0419	0,0692	63,76	0,1085
53	Jasenice	0,0147	9,20	0,1603	0,0224	8,41	0,2660	0,1739	40,69	0,4273	0,2355	47,92	0,4915

PŘÍLOHA P III: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO HŘIB KOVÁŘ

Druh	Hřib kovář	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezů houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezů houby		
Místo	Vsetín	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
42	Jasenice	0,0500	19,70	0,2538	0,0846	12,81	0,6608	0,3153	67,87	0,4646	0,2990	54,73	0,5464
43	Jasenice	0,1329	28,20	0,4712	0,1621	34,17	0,4744	0,0800	73,98	0,1082	0,1701	42,71	0,3983
48	Jasenice	0,0525	12,02	0,4369	0,0752	10,64	0,7066	0,3030	64,91	0,4668	0,3218	60,58	0,5311
49	Jasenice	0,0278	19,59	0,1417	0,0591	9,26	0,6375	0,3418	52,97	0,6452	0,2240	45,74	0,4897

PŘÍLOHA P IV: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO HŘIB DUBOVÝ

Druh	Hřib dubový	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Huslenky	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
32	Dinotice	0,6582	8,88	7,4113	0,6879	10,38	6,6271	0,1516	43,81	0,3461	0,1202	67,02	0,1794
33	Dinotice	1,1105	9,05	12,2688	1,4754	9,77	15,1035	0,1736	67,14	0,2586	0,1714	50,66	0,3383
Druh	Hřib dubový	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Vsetín	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
39	Jasenice	0,4303	12,83	3,3539	0,5992	15,33	3,9080	0,4493	76,11	0,5904	0,4248	44,62	0,9521
45	Jasenice	0,2764	13,13	2,1051	0,2609	11,82	2,2065	0,2037	75,31	0,2705	0,1829	59,24	0,3087
51	Jasenice	0,1542	12,34	1,2489	0,5767	11,81	4,8829	0,3677	65,20	0,5639	0,2534	51,09	0,4959
52	Jasenice	0,3873	12,79	3,0276	0,4547	12,10	3,7593	0,1984	53,63	0,3699	0,1952	65,86	0,2963

PŘÍLOHA P V: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO HŘÍB SMRKOVÝ

Druh	Hřib smrkový	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Huslenky	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
30	Dinotice	0,2162	9,30	2,3258	0,4274	9,08	4,7088	0,1260	39,74	0,3171	0,1399	64,37	0,2174
31	Dinotice	0,0790	4,86	1,6231	0,4004	4,19	9,5513	0,0764	75,08	0,1017	0,0926	47,99	0,1929
44	Dinotice	0,5844	7,07	8,2642	0,6035	7,23	8,3461	0,0294	31,89	0,0922	0,1986	72,41	0,2743
45	Dinotice	0,3743	10,20	3,6704	0,5769	10,40	5,5445	0,0789	26,42	0,2985	0,0937	35,16	0,2663
46	Dinotice	0,0396	3,12	1,2690	0,3034	5,53	5,4809	0,0703	59,64	0,1178	0,0809	78,68	0,1029
Druh	Hřib smrkový	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Vsetín	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
37	Jasenice	0,2125	14,68	1,4473	0,6640	11,28	5,8881	0,1804	53,26	0,3388	0,2667	74,22	0,3593
46	Jasenice	0,2013	11,14	1,8070	0,2257	8,61	2,6215	0,0338	85,83	0,0394	0,1405	85,21	0,1649

PŘÍLOHA P VI: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO MUCHOMŮRKU ČERVENOU

Druh	Muchomůrka červená	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Huslenky	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
9	Bučník	0,0611	7,89	0,7738	0,1497	10,11	1,4810	0,0659	70,69	0,0932	0,0659	73,34	0,0898
29	Dinotice	0,0511	4,81	1,0630	0,0585	3,20	1,8294	0,1143	43,45	0,2630	0,0773	55,93	0,1383

PŘÍLOHA P VII: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO MUCHOMŮRKU RŮŽOVKU

Druh	Muchomůrka růžovka	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Huslenky	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
23	Bučník	0,0122	6,63	0,1835	0,0375	13,34	0,2814	0,0852	71,27	0,1196	0,1019	78,27	0,1302
24	Bučník	0,0253	7,78	0,3253	0,0756	10,03	0,7535	0,0728	88,06	0,0827	0,0717	76,45	0,0938
25	Bučník	0,0184	6,50	0,2827	0,0333	8,97	0,3712	0,0805	71,34	0,1129	0,0984	65,48	0,1502
37	Dinotice	0,0572	5,16	1,1085	0,0756	8,66	0,8723	0,1581	43,13	0,3666	0,0900	43,25	0,2080
38	Dinotice	0,0702	5,42	1,2943	0,1250	5,78	2,1623	0,1581	43,13	0,3666	0,0900	43,25	0,2080
38	Dinotice	0,0259	4,69	0,5522	0,1151	7,27	1,5832	0,1242	76,38	0,1627	0,1834	61,28	0,2993
40	Dinotice	0,0429	4,96	0,8659	0,0587	5,38	1,0913	0,1242	76,38	0,1627	0,1834	61,28	0,2993
Druh	Muchomůrka růžovka	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Vsetín	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
7	Červenka	0,0365	5,58	0,6534	0,0688	4,82	1,4258	0,1364	57,46	0,2374	0,3017	37,80	0,7982
8	Červenka	0,0337	9,92	0,3391	0,0863	8,37	1,0315	0,1689	57,42	0,2942	0,1201	61,49	0,1953
9	Červenka	0,0261	5,85	0,4469	0,0884	7,13	1,2391	0,1689	57,42	0,2942	0,1201	61,49	0,1953
50	Jasenice	0,0466	8,52	0,5471	0,1613	12,31	1,3104	0,1252	66,13	0,1893	0,0962	77,38	0,1243

PŘÍLOHA P VIII: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO PÝCHAVKU OBECNOU

Druh	Pýchavka obecná	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Huslenky	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
8	Bučník	0,2058	22,69	0,9071	0,3422	15,80	2,1656	0,1381	73,13	0,1889	0,1087	65,11	0,1670
28	Bařiny	0,1329	9,51	1,3971	0,2336	8,05	2,9009	0,0630	73,23	0,0861	0,0599	73,28	0,0817
41	Dinotice	0,3358	12,47	2,6925	0,5032	10,87	4,6298	0,1282	31,92	0,4016	0,1085	63,59	0,1707
Druh	Pýchavka obecná	Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Místo	Vsetín	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině	CHg	Sušina	CHg v sušině
Číslo vzorku	Lokalita	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]
2	Červenka	0,2636	6,47	4,0755	0,6666	11,15	5,9806	0,2426	75,44	0,3216	0,0473	72,08	0,0656
3	Červenka	0,0814	5,74	1,4176	0,1059	8,20	1,2908	0,1388	77,58	0,1790	0,1925	63,12	0,3049
5	Červenka	0,1393	12,12	1,1488	0,2978	14,28	2,0850	0,1064	67,34	0,1580	0,1625	75,10	0,2164
34	Jasenice	0,2291	16,65	1,3762	0,3480	13,85	2,5129	0,4152	54,36	0,7639	0,2255	42,83	0,5265
35	Jasenice	0,4528	14,32	3,1631	0,5412	11,03	4,9073	0,1571	71,61	0,2194	0,1382	63,22	0,2185

**PŘÍLOHA P IX: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO OSTATNÍ HOUBY Z OKOLÍ
OBCE HUSLENKY**

Místo	Huslenky		Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Číslo vzorku	Druh houby	Lokalita	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]
11	Čechratka podvinutá	Bařiny	0,0123	12,82	0,0959	0,0651	10,27	0,6340	0,0358	83,08	0,0431	0,0239	79,44	0,0301
12	Čechratka podvinutá	Bařiny	0,0161	9,44	0,1707	0,0674	8,02	0,8406	0,0358	83,08	0,0431	0,0239	79,44	0,0301
26	Čechratka podvinutá	Bařiny	0,0296	13,76	0,2150	0,0918	17,39	0,5280	0,0405	97,37	0,0416	0,0554	96,72	0,0573
36	Hvězdovka Berkleyova	Dinotice	0,4932	21,69	2,2743	0,0862	7,37	1,1699	0,1149	51,51	0,2230	0,1288	53,94	0,2389
15	Klouzek obecný	Bučník	0,0120	7,39	0,1625	0,0053	5,21	0,1020	0,0815	82,53	0,0987	0,0788	91,79	0,0858
16	Klouzek obecný	Bučník	0,0064	6,39	0,1003	0,0398	7,68	0,5185	0,0688	80,37	0,0856	0,0663	68,77	0,0965
17	Klouzek obecný	Bučník	0,0052	5,71	0,0919	0,0080	5,32	0,1497	0,0688	77,72	0,0886	0,0831	77,77	0,1069
3	Křemenáč březový	Bařiny	0,0704	9,70	0,7262	0,1598	15,84	1,0087	0,0093	74,62	0,0124	0,0124	77,45	0,0160
10	Křemenáč březový	Bařiny	0,0534	10,87	0,4917	0,0975	14,18	0,6880	0,0349	96,77	0,0360	0,0388	97,32	0,0399

PŘÍLOHA P IX - POKRAČOVÁNÍ: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO OSTATNÍ HOUBY Z OKOLÍ OBCE HUSLENKY

Místo	Huslenky		Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Číslo vzorku	Druh	Lokalita	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]
27	Křemenáč březový	Bařiny	0,0921	8,76	1,0504	0,2918	23,09	1,2634	0,0820	91,15	0,0900	0,0660	77,63	0,0850
13	Pošvatka obecná	Kopecské	0,0106	6,81	0,1549	0,0234	7,94	0,2943	0,0749	73,30	0,1022	0,0677	68,11	0,0994
14	Pošvatka obecná	Kopecské	0,0110	4,87	0,2263	0,0234	8,53	0,2745	0,0605	64,33	0,0940	0,0487	55,21	0,0882
42	Pýchavka dlabaná	Dinotice	0,1703	10,40	1,6376	0,2790	8,04	3,4719	0,0872	40,48	0,2153	0,1488	53,20	0,2797
43	Pýchavka ježatá	Dinotice	0,0693	11,63	0,5959	0,0727	11,10	0,6551	0,1569	71,87	0,2183	0,1645	73,12	0,2249
21	Suchohřib žlutomasý	Bučník	0,0699	8,02	0,8723	0,0237	12,76	0,1861	0,0514	76,03	0,0676	0,0667	77,28	0,0863
22	Suchohřib žlutomasý	Bučník	0,0061	6,64	0,0913	0,0270	11,64	0,2322	0,1382	74,40	0,1858	0,1129	84,40	0,1338
53	Suchohřib žlutomasý	Zbeličné	0,0270	19,48	0,1386	0,0401	17,28	0,2318	0,0781	81,09	0,0963	0,0914	86,95	0,1051
34	Žampion hajní	Dinotice	0,0410	6,36	0,6439	0,1498	7,57	1,9798	0,0953	37,22	0,2561	0,1380	78,39	0,1760
35	Žampion hajní	Dinotice	0,1428	8,59	1,6619	0,3108	8,38	3,7075	0,2767	49,44	0,5597	0,1818	43,23	0,4206

PŘÍLOHA P X: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO OSTATNÍ HOUBY Z OKOLÍ OBCE VSETÍN

Místo	Vsetín		Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Číslo vzorku	Druh houby	Lokalita	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]
27	Bedla ostrošupinná	Centrum	0,0921	15,58	0,5909	0,1408	12,57	1,1202	0,0879	74,71	0,1177	0,0928	69,76	0,1331
14	Čechratka černohuňatá	Potůčky	0,0323	6,35	0,5088	0,1153	5,49	2,0995	0,1754	46,07	0,3806	0,0796	41,25	0,1930
15	Čechratka černohuňatá	Potůčky	0,1372	12,08	1,1354	0,0392	6,09	0,6441	0,0801	71,89	0,1114	0,1597	83,44	0,1914
1	Holubinka namodralá	Červenka	0,0441	12,30	0,3582	0,0700	11,82	0,5927	0,1077	65,40	0,1647	0,0830	29,16	0,2847
17	Holubinka nelesklá	Červenka	0,0310	5,79	0,5351	0,0742	7,90	0,9398	0,1256	67,47	0,1862	0,1414	66,32	0,2131
18	Holubinka nelesklá	Červenka	0,0300	5,96	0,5037	0,0596	8,17	0,7302	0,1256	67,47	0,1862	0,1414	66,32	0,2131
54	Holubinka sličná	Jasenice	0,0048	15,47	0,0312	0,0106	14,32	0,0739	0,1355	81,53	0,1662	0,2526	92,46	0,2732
22	Holubinka obecná	Semetín	0,0044	10,91	0,0407	0,0017	12,05	0,0145	0,4527	87,09	0,5198	0,1893	84,32	0,2245
10	Holubinka olivová	Červenka	0,4352	17,34	2,5099	0,6118	18,38	3,3280	0,1797	67,79	0,2651	0,1568	55,27	0,2837
11	Holubinka olivová	Červenka	0,7751	26,20	2,9585	0,8111	15,33	5,2900	0,1797	67,79	0,2651	0,1568	55,27	0,2837

PŘÍLOHA P X – POKRAČOVÁNÍ I: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO OSTATNÍ HOUBY Z OKOLÍ OBCE VSETÍN

Místo	Vsetín		Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Číslo vzorku	Druh houby	Lokalita	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]
12	Holubinka olivová	Potůčky	0,0326	10,46	0,3121	0,0449	13,62	0,3293	0,0459	73,06	0,0628	0,0713	59,49	0,1199
55	Holubinka trávozelená	Jasenice	0,4522	8,48	5,3332	0,4204	7,59	5,5407	0,0948	66,63	0,1422	0,1414	82,36	0,1716
23	Klouzek obecný	Semetín	0,0098	6,91	0,1424	0,0453	7,69	0,5897	0,0623	51,47	0,1210	0,0657	78,52	0,0837
13	Líha nečistá	Potůčky	0,2355	7,06	3,3365	0,5108	6,97	7,3284	0,1024	59,90	0,1709	0,0893	66,01	0,1352
31	Lošák jelení	Jasenice	0,3564	12,18	2,9262	0,8456	13,21	6,4009	0,1211	87,93	0,1377	0,1635	77,33	0,2114
36	Muchomůrka šedivka	Jasenice	0,0687	6,47	1,0612	0,0736	7,46	0,9873	0,1147	59,04	0,1943	0,1881	82,05	0,2293
44	Muchomůrka tygrovaná	Jasenice	0,0300	6,10	0,4920	0,0764	8,85	0,8629	0,1170	68,44	0,1710	0,1123	70,95	0,1583
29	Pavučinec skvrnatý	Centrum	0,0052	5,64	0,0925	0,0146	11,14	0,1312	0,0779	69,68	0,1118	0,0680	80,09	0,0849
30	Pavučinec skvrnatý	Centrum	0,0021	7,69	0,0267	0,0069	8,74	0,0785	0,0779	69,68	0,1118	0,0680	80,09	0,0849
4	Pýchavka čokoládová	Červenka	0,0944	7,74	1,2189	0,1375	10,07	1,3649	0,1684	63,11	0,2669	0,1034	42,42	0,2438

**PŘÍLOHA P X – POKRAČOVÁNÍ II: TABULKA NAMĚŘENÝCH A VYPOČTENÝCH HODNOT PRO
OSTATNÍ HOUBY Z OKOLÍ OBCE VSETÍN**

Místo	Vsetín		Noha			Klobouk			Půda v místě nálezu houby			Půda ve vzdálenosti 1m od místa nálezu houby		
Číslo vzorku	Druh houby	Lokalita	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]	CHg [mg/kg]	Sušina [%]	CHg v sušině [mg/kg]
38	Pýchavka čokoládová	Jasenice	0,2103	11,54	1,8220	0,5052	18,09	2,7924	0,2466	60,99	0,4043	0,2880	62,14	0,4634
16	Ryzec peprný	Potůčky	0,1181	5,25	2,2485	0,2416	8,29	2,9130	0,1186	63,90	0,1856	0,1246	50,59	0,2463
20	Strmělka nálevková	Trávníky	0,0038	6,89	0,0552	0,0075	6,52	0,1150	0,1394	83,60	0,1668	0,0550	86,22	0,0638
32	Suchohřib hnědý	Jasenice	0,0362	7,48	0,4844	0,0605	11,00	0,5503	0,2371	80,44	0,2947	0,2500	59,63	0,4193
33	Suchohřib hnědý	Jasenice	0,0221	8,07	0,2743	0,0492	16,82	0,2927	0,2385	45,91	0,5194	0,0801	76,00	0,1054
47	Suchohřib hnědý	Jasenice	0,0162	11,61	0,1396	0,0416	20,48	0,2033	0,0425	87,37	0,0486	0,0771	94,20	0,0818
19	Špička obecná	Centrum	0,7834	20,70	3,7855	0,8438	13,40	6,2980	0,0755	78,25	0,0965	0,0601	83,76	0,0717
21	Špička obecná	Trávníky	0,8044	25,85	3,1116	1,0772	19,22	5,6035	0,0666	94,78	0,0702	0,1099	95,41	0,1152
25	Špička obecná	Centrum	0,3370	22,10	1,5251	0,9209	20,38	4,5191	0,0919	94,45	0,0973	0,1099	95,56	0,1151
28	Špička obecná	Centrum	0,1357	25,81	0,5258	0,3929	20,49	1,9177	0,0744	83,15	0,0894	0,0778	76,92	0,1012

EVIDENČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Sigla (místo uložení bakalářské práce)	Univerzitní knihovna UTB ve Zlíně
Název bakalářské práce	Monitorování obsahu rtuti v houbách
Autor bakalářské práce	Markéta Měrková
Vedoucí bakalářské práce	doc. Ing. Vratislav Bednařík, Ph.D.
Vysoká škola	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Adresa vysoké školy	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01, Zlín
Fakulta (adresa, pokud je adresa jiná než adresa VŠ)	Fakulta technologická, nám. T. G. Masaryka 275, 762 72 Zlín
Katedra (adresa, pokud je adresa jiná než adresa VŠ)	Ústav inženýrství ochrany životního prostředí, nám. T. G. Masaryka 275, 762 72, Zlín
Rok obhájení BP	2012
Počet stran	71
Počet svazků	3
Vybavení (obrázky, tabulky...)	Obrázky, tabulky
Klíčová slova	Houby, rtuť, monitorování, analýza, AMA 254