

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Houby jako indikátory kontaminace půdy rizikovými
prvky
Diplomová práce**

**Autor práce: Andrea Kosařová
Ochrana a využívání přírodních zdrojů**

Vedoucí práce: Prof. Ing. Jiřina Száková, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Houby jako indikátory kontaminace půdy rizikovými prvky" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala především vedoucí Diplomové práce Ing. prof. Jiřině Szákové, CSc. za odborné vedení a cenné rady, paní Ing. Janě Najmanové za hodiny strávené v lese a v laboratoři, Ing. Lukáš Prausovi Ph.D. za analýzu hub s vyšší koncentrací rtuti, RNDr. Janu Wiplerovi za určení hub a za strávené hodiny v lese, Mgr. Olze Šmejcové Lence Knapové za poskytnutí knih a odborných časopisů. Dále děkuji svojí rodině a přátelům za pomoc, hlídání a podporu během studia.

Houby jako indikátory kontaminace půdy rizikovými prvky

Souhrn

Výzkumy, které trvají déle jak třicet let ukazují, že některé druhy volně rostoucích hub jsou schopny akumulovat velmi vysoké obsahy potenciálně rizikových prvků. Jedná se především o prvky jako je rtuť, kadmium a olovo. Rtuť a její sloučeniny prokazují velmi vysokou bioakumulaci ve všech typech organismů. Mezi suchozemskými organismy vykazují vysokou schopnost bioakumulace Hg zejména houby. Proto byla experimentální část této práce soustředěna právě na akumulaci Hg v plodnicích hub v oblastech se zvýšeným obsahem tohoto prvku v půdách.

Teoretická část diplomové práce se zabývá chemickými a fyzikálními vlastnostmi rtuti a jejích sloučenin, ukazuje na historická místa těžby, charakterizuje houby a jejich rozdělení podle jejich způsobu výživy.

Cílem praktické části diplomové práce bylo zjistit obsah rtuti ve volně rostoucích houbách na vybraných lokalitách, které jsou historicky poznamenány jak těžbou rud s obsahem rtuti, tak i těžbou zlatonosných rud, kde se rtuť používá pro extrakci zlata z vytěžené rudy na principu amalgamace. V obou případech je výsledkem zvýšený obsah Hg v půdách. Vzorky plodnic hub byly sbírány od června do října 2021 na vybraných lokalitách Libčice, Jedová Hora a Horní Luby. Celkem bylo analyzováno 242 vzorků reprezentujících 109 druhů hub. Obsahy rtuti v plodnicích hub se stanovovaly na jednoúčelovém atomovém absorpčním spektrometru AMA 254 a na hmotnostním spektrometru s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS). Nejvyšší koncentrace Hg byly naměřeny na Jedové Hoře a v Horních Lubech. Jednalo se o houby saprofytické a mykorrhizní, nejvyšší obsahy Hg, přesahující 50 mg/kg, byly stanoveny v plodnicích muchomůrky červené (*Amanita muscaria*), krásnorůžka lepkavého (*Calocera viscosa*) a bedly klamavé (*Lepiota pseudolilacea*). Naproti tomu u parazitických hub jsou obsahy Hg v plodnicích nižší a korelační analýzy neprokázala statisticky významnou závislost obsahu Hg v plodnicích na obsahu tohoto prvku v půdě. Jako případné bioindikátory znečištění prostředí rtutí jsou vhodné houby saprofytické, i když i mezi těmito druhy existují rozdíly v jejich schopnosti akumulovat Hg. Nezbytnou součástí práce je malý atlas hub nalezených na pokusných lokalitách.

Klíčová slova: Atomový absorpční spektrometr AMA 254, houby, půda, rtuť, těžba rudy

Mushrooms as indicators of soil contamination with risk elements

Summary

Research that has lasted for more than last three decades shows that some species of wild mushrooms can accumulate very high levels of potentially hazardous elements. These are main elements such as mercury, cadmium, and lead. Mercury and its compounds show very high bioaccumulation in all types of organisms. Among terrestrial organisms, fungi, in particular, show a high ability to bioaccumulate Hg. Therefore, the experimental part of this thesis was focused on Hg accumulation in the fruiting bodies of mushrooms in the area with elevated contents of this element in soils.

The theoretical part of the diploma thesis deals with the chemical and physical properties of mercury and cadmium points to the historical places of mining, characterizes mushrooms itself, and their sorting according to their nutrition preferences.

The aim of the practical part of the diploma thesis was to determine the mercury content in wild mushrooms in selected localities, which are historically marked by both minings of mercury-containing ores and mining of gold-bearing ores, where mercury is used to extract gold from mined ore on the principle of amalgamation. In both cases, the result is an increased Hg content in the soils. Samples of fungal fruiting bodies were collected from June to October 2021 at selected localities in Libčice, Jedová Hora, and Horní Luby. A total of 242 samples representing 109 species of fungi were analyzed. Mercury contents in the fruiting bodies of the mushrooms were determined by using an AMA 254 single-purpose atomic absorption spectrometer, and by an inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS). The highest Hg concentrations were determined at Jedová Hora and Horní Luby locations. These were saprophytic and mycorrhizal fungi, where the highest Hg contents, exceeding 50 mg/kg, were determined in the fruiting bodies of *Amanita muscaria*, *Calocera viscosa*, and *Lepiota pseudolilacea*. On the contrary, the Hg contents in the fruiting bodies of the parasitic fungi species were lower, and the correlation analysis did not demonstrate any significant relationships between the Hg contents in the fruiting bodies and the Hg contents in soils. Thus, the saprophytic fungi are more suitable as the bioindicators of the environmental pollution with Hg, although there are substantial differences in the ability of the individual fungi species to accumulate Hg. A necessary part of the work is a small atlas of fungi found at the experimental sites.

Keywords: Atomic absorption spectrometer AMA 254, fungi, soil, mercury, ore mining

Obsah

1 Úvod	1
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	2
3 Přehled literatury	3
3.1 Rtuť (Hg)	3
3.1.1 Fyzikální a chemické vlastnosti rtuti	4
3.1.2 Rtuť v životním prostředí	4
3.1.3 Toxicita rtuti	6
3.1.3.1 Elementární rtuť	7
3.1.3.2 Anorganické sloučeniny Hg	8
3.1.3.3 Organokovové sloučeniny Hg	8
3.1.4 Příjem a přeměna rtuti v rostlinách.....	9
3.1.5 Znečištění půd rtutí.....	11
3.2 Charakteristika území a historie těžby	11
3.2.1 Libčice.....	11
3.2.1.1 Geografické vymezení Libčice.....	11
3.2.1.2 Historie těžby Libčice	12
3.2.2 Jedová Hora	12
3.2.2.1 Geografické vymezení Jedová Hora	12
3.2.3 Horní Luby.....	13
3.2.3.1 Historie těžby	13
3.3 Charakteristika hub	13
3.3.1 Pohyb rizikových prvků v houbách	15
3.3.2 Bioakumulace rtuti v houbách	15
3.3.3 Biokoncepce a biokoncepční faktor	16
3.3.4 Monitorování obsahu rtuti v půdách.....	17
3.3.4.1 Monitorování rtutí v České republice	17
4 Metodika	18
4.1 Příprava vzorků hub	18
4.1.1 Stanovení obsahu rtuti v houbách a půdách pomocí AMA 254.....	18
4.1.2 Stanovení obsahu rtuti v houbách pomocí hmotnostní spektrometrie.....	20
5 Výsledky	22
5.1 Stanovení celkového obsahu rtuti v půdách na vybraných lokalitách	22
5.2 Zastoupení druhů dle způsobu výživy	22
5.2.1 Zastoupení druhů na lokalitě Libčice	22

5.2.2	Zastoupení druhů na lokalitě Horní Luby	23
5.2.3	Zastoupení druhů na lokalitě Jedová Hora	23
5.3	Porovnání obsahu rtuti mezi saprofyty a parazity.	23
5.3.1	Lokalita Horní Luby	24
5.3.2	Lokalita Libčice	24
5.3.3	Lokalita Jedová Hora	25
5.3.4	Rozdělení obsahu rtuti na jednotlivých lokalitách	25
	Rozdělení obsahu rtuti na jednotlivých lokalitách	25
	Obsah rtuti (mg/kg)	25
5.4	Porovnání obsahu rtuti u vybraných druhů hub v závislosti na koncentraci v půdě (EC)	25
6	Diskuze	27
6.1	Horní Luby	27
6.2	Libčice	28
6.3	Jedová Hora.....	29
7	Závěr	31
8	Literatura	32
9	Samostatné přílohy	I
	Příloha 1. Atlas nalezených hub.....	I

1 Úvod

Rtuť patří mezi toxické rizikové prvky. V rámci periodické soustavy prvků ji zařazujeme do skupiny II. B, společně se zinkem a kadmíem. Rtuť se nachází ve všech potravinách v různých koncentracích. Nejvyšší obsahy obvykle nacházíme v rybách a houbách. Sbírání a konzumace volně rostoucích hub je v České republice velmi populární. Podle průzkumů se ukázalo, že 72 % obyvatel ČR sbírá houby a konzumuje je. Průměrný občan ČR spotřebuje 7 kg hub za rok (Svoboda et al. 2006). Transport rizikových prvků z půdy do plodnic hub závisí na mnoha faktorech prostředí a na druhu hub. Transport ovlivňuje složení půdního substrátu, rozdílná toxicita pro různé druhy hub, půdní pH aj.

Rtuť se vyskytuje v různých formách. Jako elementární, anorganická a organická rtuť. Hlavní ruda obsahující rtuť je rumělka (cinabarit). V přirozeném prostředí se rtuť vyskytuje jen v nízkých koncentracích, obsah je zvyšován zejména činností člověka, např. spalováním fosilních paliv a těžbou rud. V ČR se průměrná koncentrace rtuti v půdě pohybuje v rozmezí 0,02-0,2 mg.kg⁻¹. V České republice se vyskytují lokality s velmi vysokým obsahem rtuti, jsou to především místa, kde probíhala těžba rud rtuti a barevných kovů (Cibulka 1996; Kameníček et al. 2006; “Internetový portál bezpečnosti potravin” online).

U rtuti je prokázána bioakumulace v potravním řetězci, proto je důležitý její monitoring. Na volně rostoucí houby se v ČR nevztahuje žádná vyhláška, která by stanovovala limitní množství rtuti v houbách sbíraných ve volné přírodě. Vyhláška se vztahuje pouze na pěstované houby (ES 1580/2007, Informační centrum bezpečnosti potravin). V mnoha zemích střední a východní Evropy je konzumace hub rostoucích volně v přírodě upřednostňována před pěstováním, hodnocení případného rizika jejich konzumace má tedy v těchto zemích význam.

Druhy hub lze rozdělit do tří kategorií podle jejich výživy na *saprofyty*, *symbionty* (tj. houby, které žijí v mykorrhizní asociaci s vyššími rostlinami) a *parazity*. Saprofytické parazitické druhy jsou významnými rozkladači organické hmoty, mykorrhizní druhy pak tvoří symbiózu s kořeny rostlin, od kterých čerpají živiny a dřevinám dodávají minerální látky, a to především fosfor a dusík. Parazitické houby jsou závislé na svém hostiteli, v tomto případě tedy na některém druhu lesních dřevin. Saprofyty získávají uhlík a živiny z odumřelých částí živočichů, mikroorganismů nebo rostlin enzymatickým rozkladem (Keizer 1998; Bielli 2001).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cíle práce:

Houby velmi citlivě reagují na změny hladin rizikových prvků v prostředí, a přitom patří mezi organismy velmi tolerantní, tedy takové, které nacházíme i v oblastech silně znečištěných jedním či více rizikovými prvky. Některé druhy hub jsou schopny akumulovat nebo dokonce hyperakumulovat rizikové prvky, zejména Hg. V oblastech zatížených vysokými obsahy těchto prvků, zejména těžbou a zpracováním rud mohou plodnice hub obsahovat vysoké hladiny těchto ale i dalších prvků. Cílem práce je posoudit, do jaké míry tyto organismy na znečištění prostředí reagují, a vybrat druhy, které mohou jako bioindikátory poskytnout nejprůkaznější výsledky.

Hypotéza: Obsahy rtuti v plodnicích vybraných druhů hub odráží úroveň kontaminace půdy těmito prvky.

3 Přehled literatury

3.1 Rtuť (Hg)

Rtuť, již byla známa od nejstarších dob, ale dnešnímu člověku je příběh rtuti už vzdálený. Když se řekne rtuť, mnoho z Vás si vybaví teploměr nebo zubní plombu. Pradávní lidé byli uchvázeni jejím výskytem v podobě stříbrnělesklých pohyblivých kapek, od toho je i odvozen její latinský název hydrargyrum, tj. tekuté stříbro. Tato vlastnost je dána velmi vysokou hustotou $13,5 \text{ g/cm}^3$ (Navrátil & Rohovec 2016). Nejběžnější přírodní sloučeninou rtuti je krvavě červený minerál zvaný rumělka neboli cinabarit (HgS) jak je vidět na obrázku 1; další nerosty spojené s rtutí jsou kalomel (Hg_2Cl_2), tilmannit (HgSe), coloradoit (HgTe) a coccinit (Hg_2I_2) (Kameníček et al. 2006). Rumělka se těžila v šachtových nebo otevřených šachtových dolech (Velebil 2009).

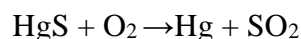


Obrázek 1 Cinabarit Jedová Hora (Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze).

Nejvýznamnější ložisko cinabaritu se nachází ve Španělsku v obci Almadén, jejíž název je odvozen od Arabského slova Al-maaden, což označuje rudu. Podle odhadů toto ložisko před dvěma tisíci lety obsahovalo 250 000 tun rtuti, což je asi 1/3 známých světových zásob. Největší těžba minerálu zde probíhala od roku 1941 do roku 2000, poté byla těžba ukončena. Nyní zde probíhají výzkumné práce, které se zabývají vlivy po zůstatku těžby na životní prostředí (Navrátil & Rohovec 2016). Cinabarit obsahuje 86 % rtuti (Kenšová et al. 2014). V zemské kůře se koncentrace rtuti pohybuje okolo $0,5 \text{ mg/kg}$ (ATSDR 1999(“Merkur” 2015)).

Zpracování rtuti:

Rtuťové rudy se zpracovávají na kovovou rtuť principem zahřívání rudy v rotační peci a kondenzací par vzniká kovová rtuť. Tento proces je účinný, levný a poskytuje rtuť o čistotě 99,9 % (ATSDR 1999). Jedná se o princip pyrolyzního pražení rumělky při teplotě $600 \text{ }^\circ\text{C}$ za přítomnosti vzduchu, je potřeba její páry zchladit, aby došlo ke kondenzaci rtuťových par (Cutforth et al. 1983):



Rtuť má velké využití v průmyslu díky svým jedinečným vlastnostem, jako je tekutost, objemová roztažitelnost a vysoké povrchové napětí. Důležitou vlastností je schopnost legovat s jinými kovy. Využití rtuti v různých aplikacích v domácnostech vykazuje od roku 2013 velký pokles. Například v roce 1995 byla spotřeba rtuti 463 tun, což dle tabulek odpovídá 10 % úbytku oproti roku 1994 (“Merkur” 2015). Evropský parlament v roce 2007 přijal směrnici,

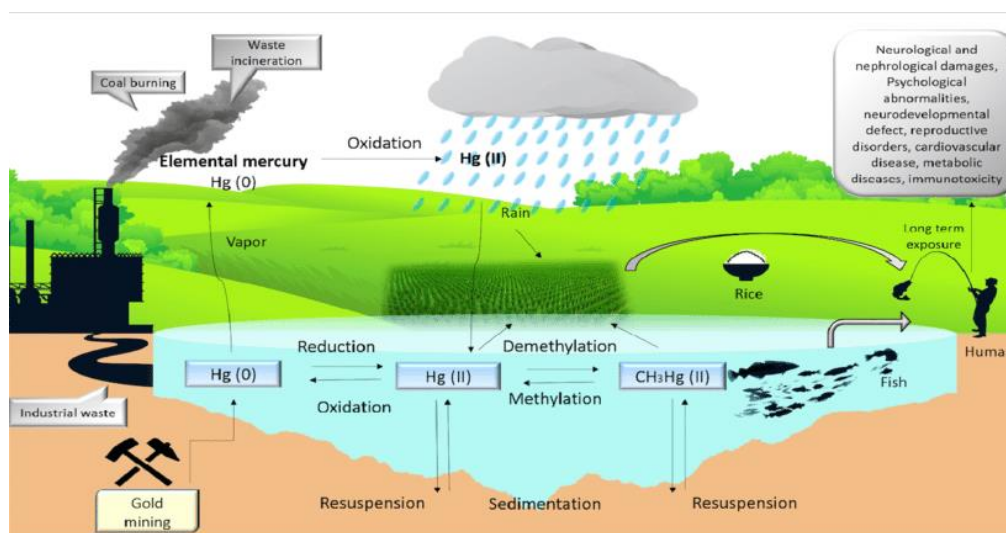
kteřá zakázala uvádět na trh lékařské teploměry obsahující rtuť a barometry. Zákaz odůvodnila tím, že rtuť je pro životní prostředí a pro lidské zdraví z dlouhodobého hlediska škodlivá (Evropský parlament. 2011).

3.1.1 Fyzikální a chemické vlastnosti rtuti

Rtuť se řadí mezi kovové prvky, ale jako jediná z kovových prvků je kapalná. Jedná se o vodivý a těkavý stříbrolesklý kov. Negativní vlastností rtuti je její vypařování za normální teploty (20 °C). Ve vzduchu ji najdeme v koncentraci průměrně 15 mg/m³ (Prokeš & Univerzita Karlova 2005). V periodické tabulce je zařazena do skupiny přechodných kovů s valenčními elektrony v d-sféře. Hg najdeme v II. B skupině, její protonové číslo je 80 a relativní hmotnost 200,59. Druhá B skupina určuje oxidační stupně, ve kterých se rtuť vyskytuje. Jedná se o Hg⁰, Hg⁺ a Hg²⁺. Přesto se nachází v širokém rozpětí sloučenin, které se liší toxicitou, fyzikálními nebo chemickými vlastnostmi. Její teplota tání při pokojové teplotě je -38,83 °C (Cutforth et al. 1983; Kameníček et al. 2006). Základními anorganickými sloučeninami rtuti jsou HgCl₂, Hg(OH)₂ a HgS, mezi organokovové sloučeniny patří zejména methylrtuť (Kameníček et al. 2006).

3.1.2 Rtuť v životním prostředí

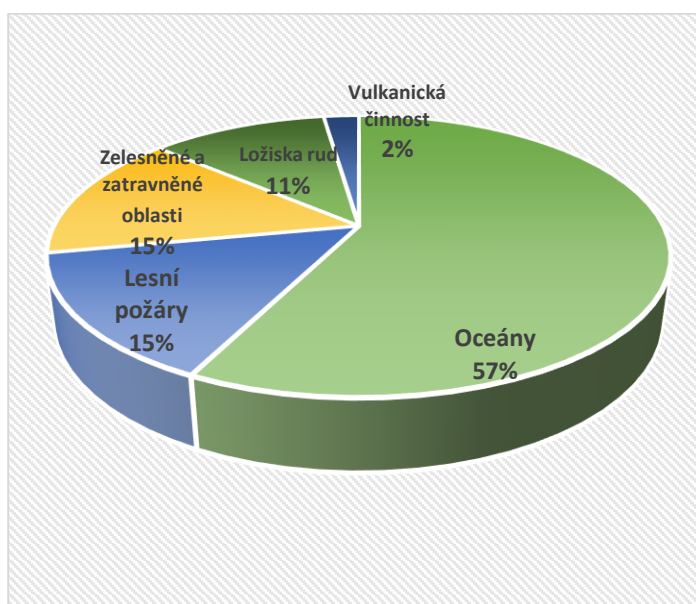
Rtuť je environmentální toxin, který je přítomen všude kolem nás. Jak uvádí UNEP roku 2002. Stejně jako u jiných prvků tak i u rtuti rozlišujeme přirozené (5200 t za rok) a antropogenní (2320 t za rok) zdroje znečištění (Nurfatini & Syahir 2018).



Obrázek 2 Cyklus rtuti v životním prostředí (Nurfatini & Syahir 2018).

Jak ukazuje obrázek 2, rtuť je biologicky dostupná a vstupuje do potravního řetězce jako MeHg (methylrtuť), průchodem potravinovým řetězcem se koncentrace rtuti zvyšují, dochází tedy k její bioakumulaci. Ionty rtuti a elementární rtuť (těkavá z půdního vzduchu) přemění na Hg²⁺ najdeme ji poté ve vodních zdrojích a následně může být přeměněna na methylrtuť pomocí anaerobních bakterií v sedimentech (Nurfatini & Syahir 2018).

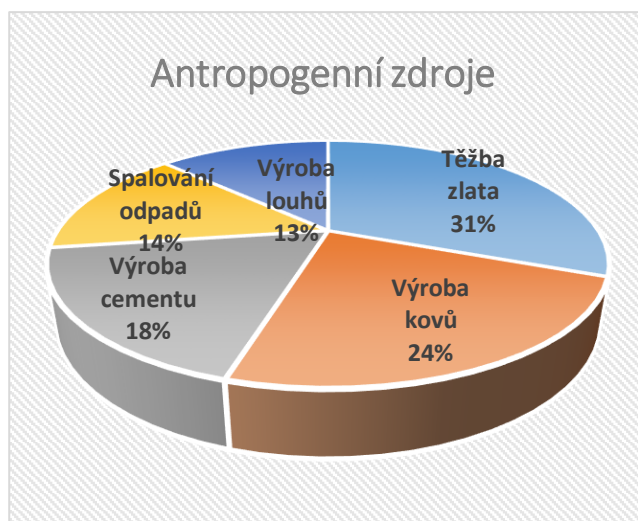
Mezi přirozené emisní zdroje patří zemská kůra, ze které je rtuť uvolňována a transportována do životního prostředí vzduchem nebo vodou (Poulin et al. 2008). Oceány, lesní požáry a emise ze zatravněných a také zalesněných oblastí jsou dalším důležitým zdrojem. Ze sopečné a geotermální aktivity se do atmosféry uvolní okolo 2 % z celkového příspěvku znečištění přírodními zdroji (Navrátil & Rohovec 2016). Mnohé studie naznačují, že únik elementární rtuti z povrchových vod je primárně řízen koncentračním gradientem mezi svrchní mikro vrstvičkou vody a vzduchem nad povrchovou vodou a vliv má i sluneční záření (teplota), které je zodpovědné za fotoredukci oxidované rtuti v rozhraní (voda – vzduch). Půdy a vegetace jsou významně ovlivněny historickými podmínkami. Spalování biomasy patří též mezi zdroje znečištění. Odhady z let 1997–2006 říkají, že v celosvětové úrovni se do atmosféry uvolní téměř 675 mg/rok rtuti ze spalování biomasy. Nejvíce přispívají země jako je Asie (28%), Jižní Amerika (14 %), Sever Afriky (12 %), Evropské země okolo 2 % (Pirrone et al. 2010). Na grafu 1 je znázorněn přehled přirozených zdrojů (Navrátil & Rohovec 2016).



Graf 1 Přehled přirozených zdrojů, modifikováno dle Navrátil & Rohovec (2016).

Rtuť je do životního prostředí uvolňována z mnoha antropogenních zdrojů. Graf 2 uvádí jejich zastoupení. Patří sem s fosilních paliv, těžba zlata, výroba cementu, neželezných kovů, spalování odpadů a například také chemická výroba louhu. Antropogenní zdroje lze rozdělit na průmyslové procesy při kterých je zapotřebí „oheň“, tedy kdy dochází ke spalování nebo tavení materiálu, anebo na procesy, kdy se přímo využívá rtuť nebo její sloučeniny a může dojít k únikům při technologických haváriích (Navrátil & Rohovec 2016). Atmosférické expozice se vyskytují také z odplynění hornin. Mezi atmosférické expozice řízené lidskou činností patří spalování uhlí, těžba zlata a rtuti (Bernhoft 2011). Atmosférické vstupy rtuti se dělí na živou a dentritální biomasu, která ovlivňuje globální a lokální dynamiku rtuti v půdě a přispívá k přirozenému vstupu. Existují tři mechanismy, kterými vstupuje rtuť do suchozemských ekosystémů. Mezi první mechanismus se řadí atmosférická depozice, kdy se rtuť může redukovat z listů, půdy, vody nebo sněhové pokrývky zpět do atmosféry. Druhým mechanismem je vstup Hg (0) do průduchů listu a následně jeho ukládání do půdy jako Hg

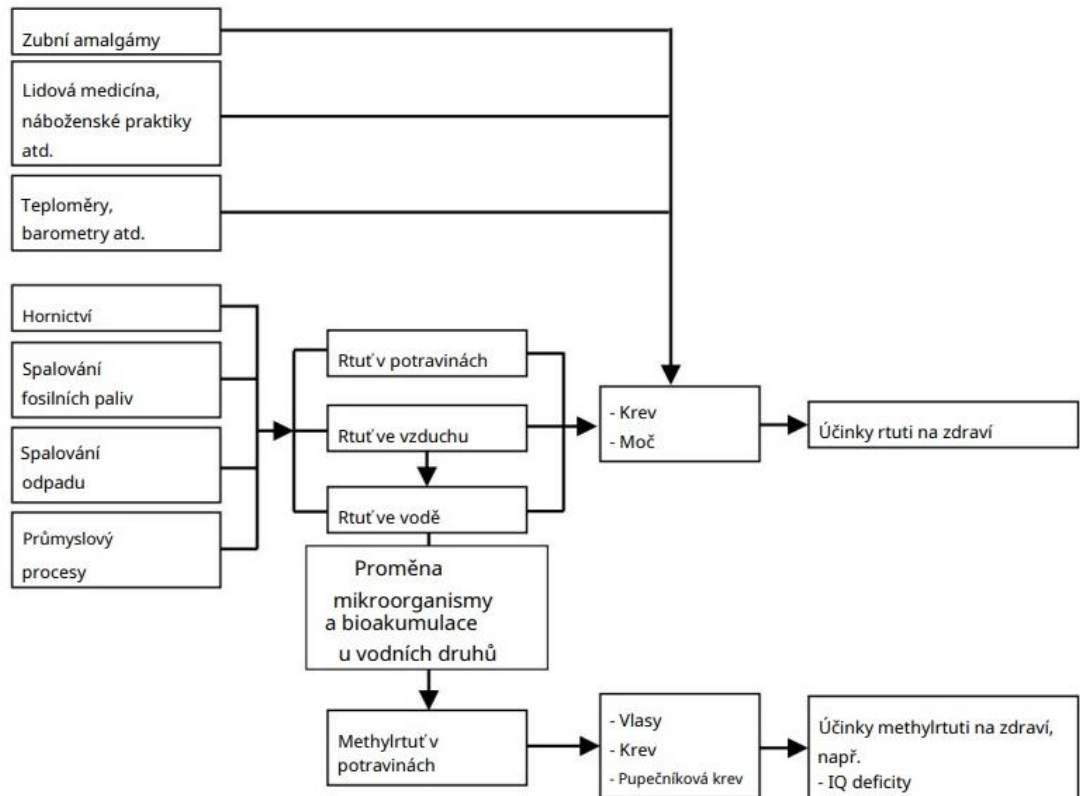
odpad. Třetí vstup je doplněn o mokrou a suchou depozici Hg (II), propadem je imobilizován půdní organickou hmotu a pomocí vazby na redukovanou síru (Driscoll et al. 2013).



Graf 2 Přehled Antropogenních zdrojů (vytvořeno autorem).

3.1.3 Toxicita rtuti

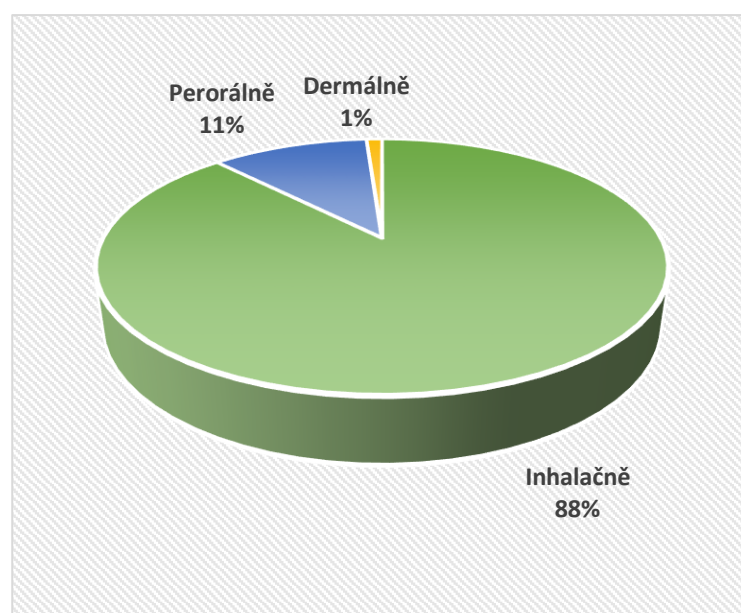
Rtuť se řadí mezi smrtící kovy a je velmi známá svojí toxicitou. Toxicita se může stát smrtelnou při expozici nebo vdechnutí. Toxicita u rtuti se vyskytuje ve všech jejích formách a závisí na jejich fyzikálních a chemických vlastnostech a je ovlivněna její délkou expozice (Kafka & Punčochářová 2002; Kenšová et al. 2004). Rtuť se silně váže na síru, v organismu se tedy pevně váže na SH skupiny bílkovin včetně enzymů. Tím ovlivňuje jejich funkčnost. Neváže se nejenom na bílkoviny a enzymy, ale váže se také na plazmatické bílkoviny v krvi jako hemoglobin a albumin (Kafka & Punčochářová 2002). Její toxicita pro organismus spočívá v tom, že brání buňkám a narušuje jejich terciární a kvartální strukturu proteinů. Buněčné membrány s Hg reagují s lipoproteiny, které jsou schopny vázat vodu. Touto reakcí se stávají lipofilními a mohou pronikat do mozku (Maňoušek et al. 2013). Hodnocení toxicity je u jednotlivých forem rtuti komplikováno kvůli jejich vzájemným vazbám a její metabolické přeměny v buňkách. Na obrázku 3 vidíme schéma možné expozice člověka rtuti (Poulin et al. 2008).



Obrázek 3 Schéma expozice rtuti (Poulin et al. 2008).

3.1.3.1 Elementární rtuť

Podle Světové zdravotní organizace se 80 % elementárních par rtuť uvolňuje z amalgámu a do organismu se dostává inhalací, 7–10 % uvolněné rtuti se absorbuje požitím kovové rtuti a 1 % se dostává do organismu kontaktem s pokožkou (Bernhoft 2011).



Graf 3 Absorpce Hg v lidském těle (vytvoreno autorem).

Zubní amalgám obsahuje 40-50 % rtuti. Před aplikací do zubní dutiny se smíchá s jinými práškovými kovy (For et al. 2002).

V organismu dochází k oxidační přeměně elementární rtuti na rtuťnaté sloučeniny, které jsou vysoce reaktivní. K tomuto procesu dochází nejen v krvi, ale i v buňkách, kam elementární rtuť přechází díky jejímu lipofilnímu a nepolárnímu charakteru (USKVBL).

Páry rtuti se díky svým lipofilním vlastnostem v organismu naváží k sulfohydroxylovým (-SH) skupinám a dochází k vazbě na aminokyseliny obsahující síru. Poté jsou páry rtuti transportovány buď rozpuštěné v séru, nebo putují pomocí erytrocytů do mozku organismu, kde se přeměňují na anorganickou rtuť a v těle zůstává déle (Eggleston & Nylander 1987). Páry rtuti jsou prudce jedovaté a způsobují bolesti, záněty močového měchýře a ztrátu paměti (Cutforth et al. 1983). Kovová rtuť se v krevním řečišti rychle oxiduje na rtuť a přechází hemacefalitickou bariérou a placentou a ukládá se do mozku plodu (Clarkson et al. 1972). Kromě mozku může způsobit dysfunkci i jiných orgánů jako jsou ledviny, štítná žláza, srdce. Vylučování methylrtuti je u člověka okolo 70 dní. Stolicí se vyloučí 90 % (Bernhoft 2011; Kenšová et al. 2004).

Elementární rtuť, která se dostane do vodního prostředí, je methanogenními bakteriemi přeměňována na organickou methyl nebo etyl rtuť. Nejtoxičtější methylrtuť dále putuje potravním řetězcem až k člověku, který ji do sebe dostává zejména potravou sladkovodních a mořských ryb.(Bernhoft 2011;). Expozice anorganickými formami rtuti může nastat z celé řady zdrojů. Jedním ze zdrojů všeobecné expozice může být kontakt s rozbitým teploměrem, barometry, barvami nebo bateriemi. Další zdrojem je již známý amalgám anebo vdechování v blízkosti rtuťnatých dolů, či průmyslových závodů (Poulin et al. 2008).

3.1.3.2 Anorganické sloučeniny Hg

Rtuťnaté soli představují daleko větší riziko díky jejich malé rozpustnosti ve vodě a nízké toxicitě. Mezi nejznámější sloučeniny patří halogenidy produkty jednomocné rtuti, nebo produkty dvojmocné rtuti jako jsou oxidy, sulfidy, halogenidy a také komplexní sloučeniny dvojmocné rtuti (Houserová et al. 2006). Orální příjem těchto sloučenin způsobuje rozsáhlé denaturace bílkovin ve střevech a následkem je slizniční střevní nekróza. Mezi hlavní symptomy patří silné bolesti břicha a krvavý průjem. Otrava může u člověku způsobit i smrt (Bernhoft 2011). Sloučeniny amidochloridu rtuťnatého a jodidu rtuťnatého se využívají ve farmacii na léčbu ekzému, nebo v drogeristice do bělicích krémů a mýdel. Ionty Hg^{2+} v jsou v krvi rozděleny ve stejném poměru mezi červené krvinky, kde probíhá vazba na SH-skupiny a na plazmu. Nejvíce se Hg^{2+} akumuluje v ledvinových tubulech, játrech a na slizniční membráně gastrointestinálního traktu (Houserová et al. 2006; Tuček 2006).

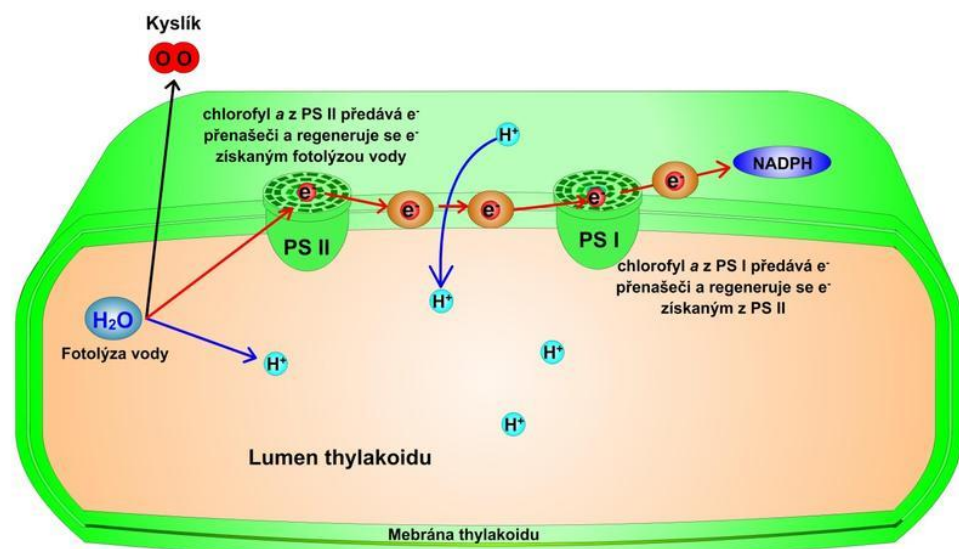
3.1.3.3 Organokovové sloučeniny Hg

Sloučeniny tohoto typu snadno pronikají krevním řečištěm a také placentou. Organokovové sloučeniny mají tendenci se ukládat ve vlasech a ledvinách. Oproti anorganickým formám jsou přibližně 10 x toxičtější. Jejich negativní působení je především na CNS, kde poškozují smyslové a koordinační funkce při nízkých dávkách, při vyšších

dávkách může být zasažen periferní nervový systém. Stabilita vazby C-Hg nám určuje toxicitu sloučenin. Mezi nejstabilnější sloučeniny patří alkylové sloučeniny rtuti s krátkým řetězcem jedná se o methylrtuť, ethylrtuť a propylrtuť. Masivní toxické účinky u těchto forem rtuti se projevují degenerací mozkové kůry, poruchami sluchu, chuti a vidění. V těžších případech se vždy vyskytují i poruchy polykání (Houserová et al. 2006; Tuček 2006). Akutní expozice mají dobu latence jeden nebo více týdnů. Jakmile se dostanou do těla, toxické dávky se vylučují pomaleji nebo vůbec (Bernhoft 2011). V okolí zálivu Minamata v Japonsku v roce 1953, byla zaznamenána první otrava organokovovou rtuť, další otravy ethylrtuťí byly zaznamenány v případě ethylrtuťí, která byla využívána jako fungicid v Iráku (Tuček 2006; Bernhoft 2011).

3.1.4 Příjem a přeměna rtuti v rostlinách

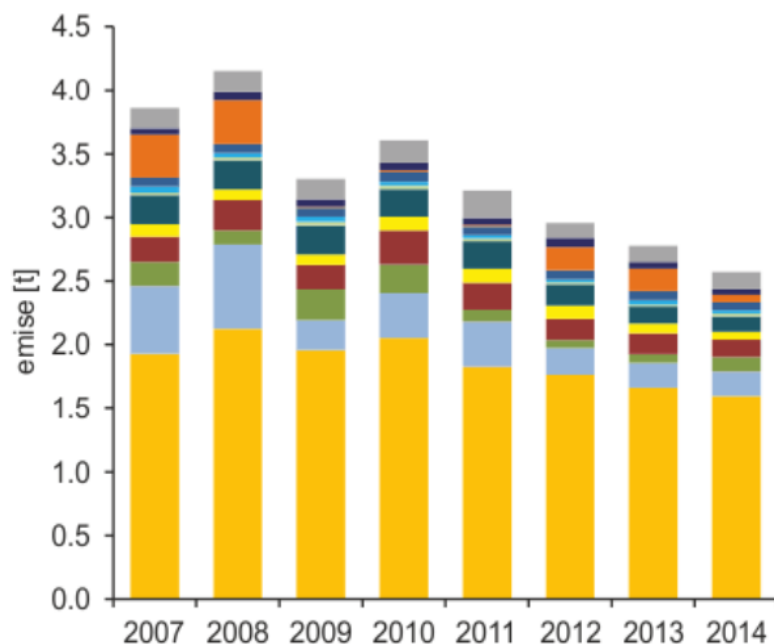
Hromadění rtuti je pozorováno v rostlinách, houbách a ve vodních rostlinách. Mořská posidonie (*Posidonia* sp.) je považována za vhodný biologický indikátor znečištění mořského prostředí rtuť (Patra & Sharma 2000). Zatímco mořské rostliny přijímají rtuť poměrně snadno, u suchozemských rostlin je situace složitější. Toxické kovy vstupují do buněk pomocí absorpčních procesů vazbou na esenciální kovové ionty. Kovy třídy B, mezi které se řadí rtuť, se váží na síru, dusík a aminokyseliny (Nieboer & Richardson 1980). Rtuť není za běžných koncentrací fytotoxická a není důležitým prvkem pro růst a vývoj rostlin. Tím pádem jsou informace o příjmu a metabolismu rostlin velice skromné (Patra et al. 2004). Rostliny mohou přijímat kovy buď foliárně nebo kořeny nebo kombinací obou možností. Množství kovů, které rostlina přijme závisí na mnoha faktorech, jedním s nich je koncentrace a speciace kovů (tedy sloučenina, ve které je kov navázán, na složení půdního substrátu, na transportu z povrchu do kořene, obsahu oxidů železa, hliníku a manganu a uhličitánů a redoxních potenciálů půdy. Elementární rtuť rostliny přijímají zejména foliárně a Hg^{2+} přes kořeny (Suszcynsky & Shann 1995).



Obrázek 4 Schéma přenosu elektronů v thylakoidní membráně (Prirodovedci.cz. 2013).

Kationty rtuti mají vysokou afinitu k thiolům, tedy ke skupinám složených ze síry vázané na atom vodíku (-SH). Touto vazbou mohou narušit funkce, kde jsou zapojeny proteiny. Při vysokých koncentracích může dojít až ke srážení těchto proteinů (Clarkson 1972).

Podobně jako u ostatních rizikových prvků, také u rtuti se dospělo k závěru, že tento prvek negativně ovlivňuje produkci ATP nebo ADP (Singh & Singh 1987). Tato reakce může za změnu propustnost buněčných membrán a nahrazuje jim kationty ve sloučeninách buněk (Patra et al. 2004). Rtuť zvyšuje hladiny fotosyntetických pigmentů (chlorofylu) a karotenoidů při kratší době expozice. Rtuť ovlivňuje fotosyntézu tím, že inhibuje a narušuje elektron transportní řetězce ve fotosystémech I i II (PSI, PSII) (Patra et al. 2004). Rtuťnaté ionty tvoří organokovové komplexy s aminokyselinami chloroplastových proteinů (Patra et al. 2004). Obrázek 4 popisuje proces fotosyntézy (Prirodovedci.cz. 2013).



- 1A1a - Veřejná energetika a výroba tepla
- 2C1 - Výroba železa a oceli
- 1A2c - Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Chemický průmysl
- 1A2a - Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel
- 2B10a - Chemický průmysl: Ostatní
- 1A2f - Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Minerální nekovové produkty
- 1A2d - Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Chemický průmysl: Buničina, papír, tisk
- 1A4ai - Služby / instituce: Stacionární spalovací zdroje
- 1A4bi - Lokální vytápění domácností
- 1A1c - Zpracování uhlí (brikety, koks, zplyňování)
- 2C3 - Výroba hliníku
- Ostatní

Obrázek 5 Vývoj celkových emisí rtuti, 2007-2014
https://www.chmi.cz/files/portal/docs/isko/grafroc/15groc/gr15cz/IV9_bezLV_CZ.html

3.1.5 Znečištění půd rtuť

Největším příspěvkem rtuti do povrchových vod jsou půdy, protože jsou jímkou pro atmosférickou rtuť. Rtuť se v půdě vyskytuje jak v rozpustné formě, tak i jako vázaná v komplexech nebo na jiný minerál. Mezi hlavní řídicí faktory pohybu rtuti v roztoku půd patří: pH, redoxní potenciál a rozpuštěné ionty. Nejvyšší rozpustnost rtuti se nachází v okysličených půdách. Důležitým faktorem je složení půdy. Jílové a organické půdy mají velkou schopnost absorbovat rtuť. (Gabriel & Williamson 2004). U půd se jedná zejména o půdy obsahující dostatek humusu. (Kafka & Punčochářová 2002). Půdy humusové typu jsou hlavním nositelem rtuti, proto nejvíce rtuti nalezneme ve svrchních vrstvách (Nováková et al. 2018). Speciace a půdní mobilita rtuti je zásadní pro stanovení potenciálního environmentálního rizika na kontaminovaných lokalitách. Rtuť a její formy ovlivňují transport a uvolňování dalších složek do prostředí (Bollen et al. 2008). V lesních ekosystémech se rtuť zachytí na jehličí či listech. Plynná forma rtuti se u rostlin zachycuje při dýchání. Tomuto způsobu přijímání rtuti se říká suchá depozice, a ta v lesních systémech dominuje a tvoří až 80 % z celkové depozice. V zalesněných nepříliš znečištěných oblastech se roční depozice pohybuje v rozmezí 20-30 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ (Nováková et al. 2018). Český hydrometeorologický ústav vydává ročenky s vývojem emisí v posledních letech, hlavní zdroje emisí shrnuje obrázek 5.

Přesné posouzení druhu a mobility rtuti je důležité pro sanační opatření. Pro sanaci podzemních vod může být u Hg^+ použit amalgamační filtr, u organicky vázané rtuti se používá aktivní uhlík (Bollen et al. 2008).

3.2 Charakteristika území a historie těžby

Na území České republiky jsou tři historicky významné lokality s výskytem cinabaritu. Cinabarit byl na těchto místech dolován buď jako hlavní nebo vedlejší produkt při těžbě železné rudy. Od 16. století se rtuť těžila v Čechách. Jednalo se o lokality Jedová hora, Horní Luby a Svatá u Berouna. Jsou známa ještě dvě místa těžby, Jesenný u Semil a Bezručice u Mariánských Lázní, která měla spíše lokální význam (Velebil 2003; Litochleb et al. 2011). Lokalita Libčice u Nového Knína je pak známa výskytem a těžbou zlatonosných rud, přičemž pro získávání zlata byla využívána technika amalgamace. V důsledku toho byla v půdách na dané lokalitě zaznamenána zvýšená hladina Hg v půdě (Umlaufová et al. 2018). Lze tedy říci, že Hg na lokalitě Libčice pochází z antropogenního zdroje, zatímco místa bývalé těžby cinabaritu patří mezi geogenní zdroje Hg v půdě.

3.2.1 Libčice

3.2.1.1 Geografické vymezení Libčice

Houby byly sbírány ve třech lokalitách, první lokalita se nachází ve Středočeském kraji. Obec Libčice jedná se o část města Nový Knín v okrese Příbram ("Libčice" 2021).

Na uvedené lokalitě se nachází nejrozšířenější půdní typ kambizem BPEJ 5.26.54 ("eKatalog BPEJ" 2019).

3.2.1.2 Historie těžby Libčice

Libčický důl byl ve středověku nazýván jako revír Staré a Mladé Kamlové. Těžily se zde zlatonosné rudy. Historie dolu sahá do období od 13. – 14. století, největší průlom v těžbě byl především zásluhou hraběte Sylva – Tarouccyho, který provedl v roce 1911 práce na obnovení těžební jámy Mladé Kamlové. Došlo k vybudování stupovny, gravitační a amalgamační úpravna a huť (Morávek 2009). Rtuť zde byla používána k získávání zlata z rud amalgamací. V první polovině 20. století byla těžba postupně utlumena a nyní se v dané lokalitě nacházejí ruiny budov, ve kterých se ruda zpracovávala, a poměrně hustý lesní porost i bylinný pokryv (obrázek 6).



Obrázek 6 Libčice bod 7 (vytvořeno autorem).

3.2.2 Jedová Hora

3.2.2.1 Geografické vymezení Jedová Hora

Druhá lokalita se nachází ve Středočeském kraji. Jedová hora (537 m n. m.) leží JV od Komárova a JZ od Hořovic nad obcí Neřežín (Velebil & Losos 2008). Vrchol Jedové hory se nachází v katastrálním území obce Chaloupky. Její hlavní těžební šachta (72 m) je zde zachována, jak je vidět na obrázku 7. Tato šachta nese název Barbora (Velebil 2003). V této lokalitě se těžila zejména železná ruda (hematit), ale bylo zde objeveno a vytěženo menší ložisko cinabaritu.



Obrázek 7 Těžební šachta Barbora na Jedové Hoře (vytvořeno autorem).

První zmínky o těžbě železné rudy lze datovat od 13. století, těžba na tomto území byla ukončena začátkem 20. století. Na Jedové hoře se našly i jiné minerály siderit, červený a modrý baryt. Jak prokázal výzkum rumělka krystalizovala při teplotách 115–150 °C. Původ rudy pochází z vulkanických hornin (Muzeum 3000. 2013). Z neznámých důvodů bývá na mapách tato oblast maskována jako Dědova hora. V 18 a 19. století se zde vytěžilo více než 15 tun cinabaritu. Obsahy rtuti v půdách jsou zde vysoké, uvádí se koncentrace v průměru 11 mg/kg. Literatura uvádí, že zde akutní otravy nehrozí, protože většina rtuti je přítomna v podobě cinabaritu, který je v přírodních podmínkách stabilní (Navrátil & Rohovec 2016).

3.2.3 Horní Luby

Horní Luby se nacházejí v Karlovarském kraji v severovýchodní části okresu Cheb (Velebil 2009).

3.2.3.1 Historie těžby

Ložisko rtuti v Horních Lubech vzniklo na závěru procesu intenzivní přeměny břidlic na fylit a rumělka. Cinabarit se krystalizoval při teplotách 160–195 °C. Původ lubského ložiska pochází z vulkanických hornin. Rtuť vyrobená z rumělky z této oblasti byla dovážena do významných obchodních středisek v Norimberku, Benátkách, Lyonu a Antverpách. (Muzeum 3000.2013).

Historie dolování v Lubech sahá do 13. století. Doly zde provozovali mniši z Waldsasského kláštera. Nejstarší a nejpravdivější zmínka o dobývání a zpracování cinabaritu pochází až z první poloviny 16. století. V této době zde vznikly dva hlavní doly. Důl Zvěstování Panny Marie a důl Tří králů. Důlní komplex zahrnoval 5 důlních šachet (dědičná štola, Šlikova štola, Vodní štola a důl Jan) (Velebil 2009). Cinabarit byl zde i zpracován. Nejčistší ohnivě červený cinabarit, byl přímo prodáván jako pigment a zahříváním se zpracovával na kovovou rtuť. Kovová rtuť se používala při zpracování zlata, výrobě zrcadel, část jí potřebovali alchymisté a lékárníci ke svým bádáním nebo na přípravu léčiv. Odhaduje se že se v Horních Lubech vytěžilo v 16. století 200 tun cinabaritu (Navrátil & Rohovec 2016).

3.3 Charakteristika hub

Houby vědecky Fungi, Mycetes nebo Mycota tvoří bohatou skupinu organismů (Antonín et al. 2003). Jejich plodnice vyrůstající na podhoubí, kterému říkáme *mycelium*. Mycelium je seskupení vláknitých provazců buněk, tedy takový organismus hub. Aby mohla vzniknout plodnice musí dojít ke splnutí dvou primárních mycelií stejného druhu, ale opačného pohlaví. Splnutím se vytvoří sekundární mycelium, které zodpovídá za teplotu, přísun živin a vlhkost. (Bielli 2001). Jsou to heterogenní organismy, které nejsou schopny fotosyntézy, protože jim chybí nezbytná sloučenina, kterou je chlorofyl. Houby tedy musí získávat látky, které jsou produkovány jinými organismy. Jedná se o bílkoviny a cukry tyto látky houby využívají ze zetlelých rostlinných zbytků (Keizer 1998). Houby dělíme podle toho, jak si opatřují svou výživu:

Parazitické houby – žijí na úkor jiných žijících organismů a rostlin. Tento druh hub osídluje lehce poraněné stromy, a umožnil vniknutí výtrusů houby. Někdy spolupracují

s příhodnou hostitelskou rostlinou nebo hmyzem žijícím ve stromě nebo pod kůrou stromů. Zde je dobrým spolupracovníkem lýkožrout smrkový (obrázek 8). Tento druh brouka přenáší výtrusy hub na svém skeletu nebo na obalu vajíček.

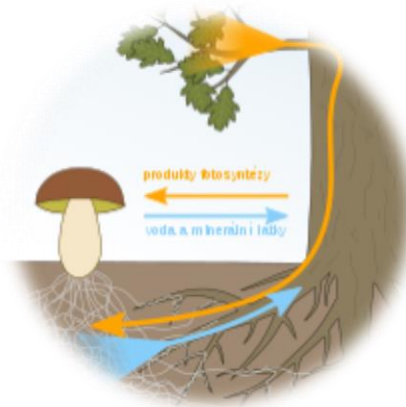


Obrázek 8 Lýkožrout smrkový (*Vojenské lesy a statky ČR, Ss.p.*).

U rostlin vytvářejí parazitické houby hustou síť bílých svazečků, tím rostlině odebírají živiny a usmrcují je. V přírodě nalezneme i parazitické houby, jako je suchohřib příznivý, který roste na druhu pestrce obecného (Bielli 2001).

Saprofytické organismy se živí odumřelým dřevem a zbytky rostlin, které přinášejí mrtvou organickou hmotu do koloběhu živin v přírodě. Jako rozkladači se starají o rychlý rozklad spadaného listí, odumřelých stromů, hmyzu, tímto dochází k přírodnímu procesu čištění lesa. Saprofytické houby mají enzymy, které mají schopnost štěpit lignin a celulózu a mohou je měnit na jednodušší organické látky, které jsou využitelné nejen pro houbu, ale i pro jiné organismy (Antonín et al. 2003).

Mykorrhizní houby se obklopují svými hyfami se symbiózou listnatých stromů, aby mykorrhizou získaly nutné živiny, škroby, cukry a organické látky. Společně se zelenými rostlinami vytváří ektomykorrhizu. Ektomykorrhiza je proces kdy podhoubí obalí kořeny stromů a chrání je před vyschnutím, škůdci, rizikovými prvky, ale také poskytuje stromu nejdůležitější živiny, a to vodu a v ní rozpuštěné soli a organické látky. Tento systém života je důležitý jak pro stromy, tak i pro houby bez výživy ze stromů se neobejdou (Keizer 1998). Obrázek 9 ukazuje vztah o výměně látek mezi houbou a rostlinou.

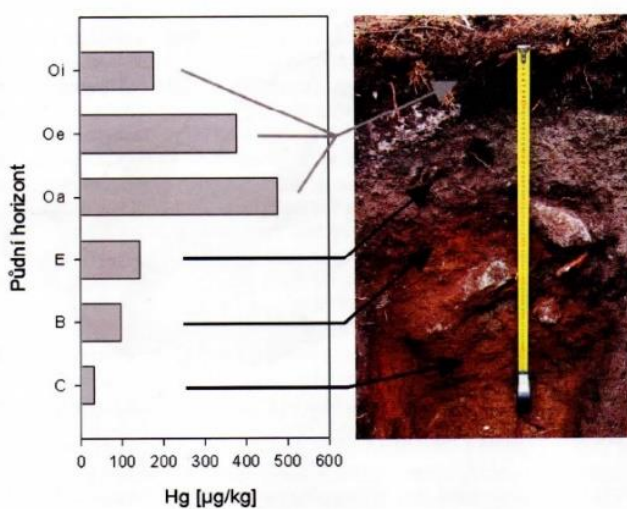


Obrázek 9 Mykorrhiza (Nefronus / Wikimedia Commons).

3.3.1 Pohyb rizikových prvků v houbách

Houby jsou nepostradatelné v přírodních pochodech jako je koloběh živin, vody, jak už víme, tak i přeměna organického materiálu. Houby mají schopnost vázat a přijímat rizikové prvky (Antonín et al. 2003). Řadu let je známo, že volně rostoucí houby, mají schopnost akumulace velkého množství rizikových prvků. Jedná se zejména o prvky jako je rtuť, kadmium a olovo. Koncentraci kovů v houbách může ovlivňovat několik faktorů. Důležitým faktorem je složení půdního substrátu, protože jak už víme houba substrát využívá ke své výživě. Dalším faktorem je půdní pH, stáří mycelia a složení humusu (Kalač 2008).

Nejvíce rtuti se nachází v půdách bohatých na organickou hmotu. (obrázek 10), graf na levé straně popisuje změny koncentrace Hg v jednotlivých půdních horizontech. Jak je vidět, největší koncentrace se nachází v půdním horizontu Oa (Navrátil & Rohovec 2016).



Obrázek 10 Půdní profil podzolové půdy s organickou hmotou a minerálními horizonty (Navrátil & Rohovec 2016).

Rizikové prvky se váží ze substrátů do podhoubí pokračují na vnější stěnu myceliového vlákna a doputují do nitra buňky. Proces uvnitř buněk je energeticky náročný a dochází příněm k vyloučení draslíku (Cibulka 1996). Mezi známe akumulátory rizikových prvků patří bedla vysoká, špička, pýchavka a hřibovité houby. V znečištěných oblastech koncentrace Hg může dosahovat až 50 mg/kg sušiny (Navrátil & Rohovec 2016).

Houby rostoucí na dřevě, tzv. parazitické houby, obsahují obecně nižší koncentrace těžkých kovů než houby saprofytní nebo mykorrhizní, pravděpodobně je to způsobené omezeným kontaktem mycelia s půdou. Parazitické houby přijímají rizikové prvky z atmosféry (Gabriel et al. 1997).

3.3.2 Bioakumulace rtuti v houbách

Při bioakumulaci dochází k akumulaci zvýšeného obsahu rtuti v plodnicích hub. Bioakumulace se vyjadřuje pomocí Bioakumulačního faktoru BAF. Je to poměr rovnovážné koncentrace v organismu ku koncentraci látky v okolním prostředí, při které byl organismus vystaven po určitou dobu. BAF se vyjadřuje podle rovnice (Kočí & Mocová 2009):

$$BAF = Int + Env + Excr$$

Tabulka 1 Vysvětlíka ke vzorci (vytvořeno autorem).

BAF	Bioakumulační faktor
Int	Příjem potravy
Env	Příjem z prostředí
Excr	Vylučování

3.3.3 Biokonzentrace a biokonzentrační faktor

Při biokonzentraci dochází k nárůstu látky v organismu a je zapříčiněný přímým působením na životní prostředí bez vlivu příjmu látky z potravy. Zpočátku byla hodnota BCF vyjadřována u vodních organismů, proto někde bývá považován jen pro koncentraci toxických organismů ve vodě. Obecně lze BCF použít i stanovení koncentrací ve vzduchu, sedimentech a půdě (Kočí & Mocová 2009) :

$$BCF = \frac{c_k(o)}{c_k(p)}$$

Tabulka 2 Vysvětlíka ke vzorci (vytvořeno autorem).

BCF	Biokonzentrační faktor
C _k (o)	Konzentrace kovu v organismu (mg/kg)
C _k (p)	Konzentrace kovu v médiu (v sedimentu nebo v půdě) (mg/kg)

Například hodnoty BCF pro rod hřib (*Boletus*) se mohou pohybovat od 126 do 421 (Širić et al. 2017).

Vztah mezi akumulací kovu v houbě a jeho příjmem z půdy vyjadřuje koeficient nabohacení (EC), který se vypočítá podle hodnot koncentrací v analyzovaných vzorcích (Anand 2017) :

$$EC = \frac{c_{houba}}{c_{puda}}$$

Tabulka 3 Vysvětlíka ke vzorci (vytvořeno autorem).

EC	Koeficient nabohacení
C _{houbě}	Celková koncentrace v houbě (mg/kg)
C _{půdě}	Celková koncentrace v půdě (mg/kg)

Schopnost hub akumulovat rizikové prvky pak můžeme hodnotit dle stupnice uvedené v Tabulce 4 (Malayeri et al. 2008)

Tabulka 4 Rozdělení hub dle jejich schopnosti akumulace (Malayeri et al. 2008).

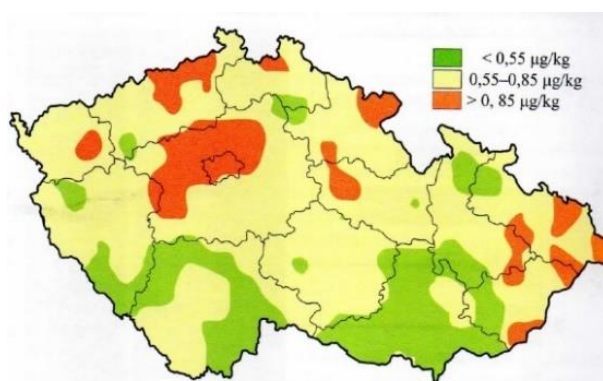
Ec < 0,01	Houba neakumuluje kov
EC 0,01 – 0,1	Houba slabě akumuluje kov
EC 0,1 – 1,0	Houba středně akumuluje kov
EC 1 – 10	Houba vysoko akumuluje kov

3.3.4 Monitorování obsahu rtuti v půdách

3.3.4.1 Monitorování rtutí v České republice

V České republice se sledováním cizorodých látek v ekosystémech zabýval program ICP Forest, jeho hlavní náplní bylo sledování vlivů lesních porostů na mechanismus srážek a sledování změn koncentrací rozpuštěných látek v půdní vodě (Uhlířová & Lochman 1997). Rizikové prvky jako je Cd, Pb, Hg, které vstupují do lesního prostředí doprovázeny na mediích voda a vzduch pochází z přírodních zdrojů, mobilních zdrojů a průmyslových výrob. Atmosférou mohou být pevné částice přeneseny na velkou vzdálenost. Za nebezpečné se pro lidský organismus považují vzorky suchých hub, které překročí limit desetinásobně (Uhlířová et al. 2002).

V roce 1995 došlo k mapování lesního humusu, průměrný naměřený obsah rtuti v půdním humusu byl 0,656 mg/kg (obrázek 11). Nejvíce kontaminovaná půda, dle průzkumu byla ve středních Čechách > 0,950 mg/kg, Ostravsku a úpatí Krušných hor, kde se nejvíce projeví kontaminace z antropogenních zdrojů (Navrátil & Rohovec 2016). Přírozeně zvýšený obsah rtuti v půdě se vyskytuje v nalezištích Rumělký. Zdrojem antropogenního znečištění jsou imise ze spalování uhlí a v oblastech s automobilovým průmyslem. Vyšší koncentrace nalezneme i na místech kde dochází k hnojení organickými a minerálními hnojivy.



Obrázek 11 Mapa obsahu Hg z roku 1995 (Navrátil & Rohovec 2016).

Vyhláška účinná od 1.6.2016 č. 153/2016 Sb. Ministerstva vnitra pro Českou republiku udává preventivní hodnoty pro celkové obsahy Hg v půdě. Pro běžné a lehké půdy je to 0,3 mg/kg Hg (“Vyhláška 153/2016 Sb.” 2016).

4 Metodika

Houby byly vzorkovány na třech vybraných lokalitách – Libčice, Jedová Hora a Horní Luby. Tato oblast byla zvolena na základě mapování kontaminace na půdách po dřívější těžbě železné rudy. Každá lokalita má určených sedm bodů, v okolí těchto bodů probíhalo vzorkování.

Tabulka 5 Schéma vzorkování (vytvořeno autorem).

LOKALITA	ODBĚR 1.	ODBĚR 2.	ODBĚR 1.	POČET VZORKŮ
Libčice	14.7.2021	25.8.2021	19.10.2021	100
Jedová Hora	14.7.2021	25.8.2021		36
Horní Luby	6.7.2021	21.9.2021		106

Všechny vzorky byly nafoceny a uloženy do platových sáčku s označením místa a pořadového čísla houby nalezené v lokalitě např. HL 1 / 2 (Horní Luby lokalita 1 / nalezená houba 2). O určení hub se postaral pan doktor Wipler buď z předložených fotografií nebo s námi navštívil vybrané lokality Libčice a Horní Luby.

4.1 Příprava vzorků hub

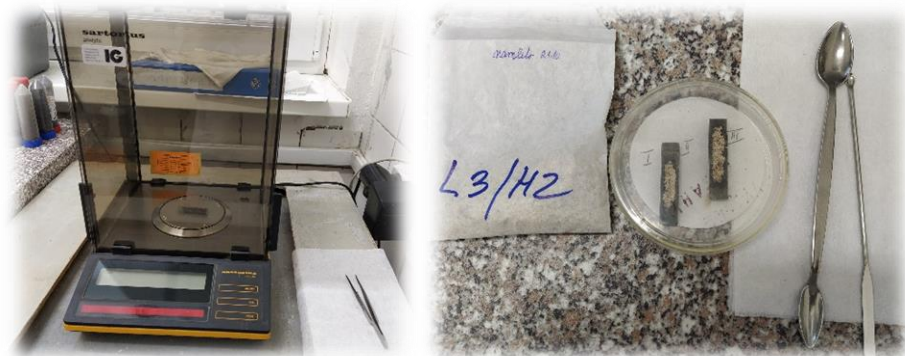
Nasbírané vzorky byly převezeny na fakultu, kde proběhlo manuální očištění od hrubých nečistot, omytí demineralizovanou vodou, rozložení na filtrační papír a následné sušení po dobu několika týdnů ve skleníku. Některé houby, byly dány k lyofilizaci. Poté byly rozemlety na jemné částice za použití analytického mlýnku IKA (nebo rozdrceny v třecí misce, viz obrázek 12) a vloženy do označených papírových sáčku.



Obrázek 12 Zpracování vzorků (vytvořeno autorem).

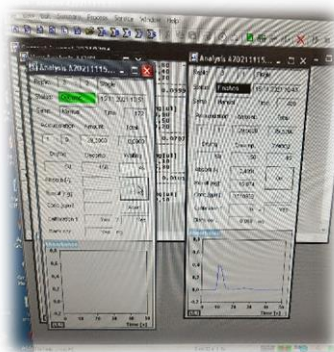
4.1.1 Stanovení obsahu rtuti v houbách a půdách pomocí AMA 254

Pro stanovení rtuti ve vzorcích byl použit jednoúčelový atomový absorpční spektrometr Advanced Mercury Analyser AMA 254. Principem měření je přímé stanovení rtuti, které je založené na měření absorbance u pevných nebo kapalných vzorků.



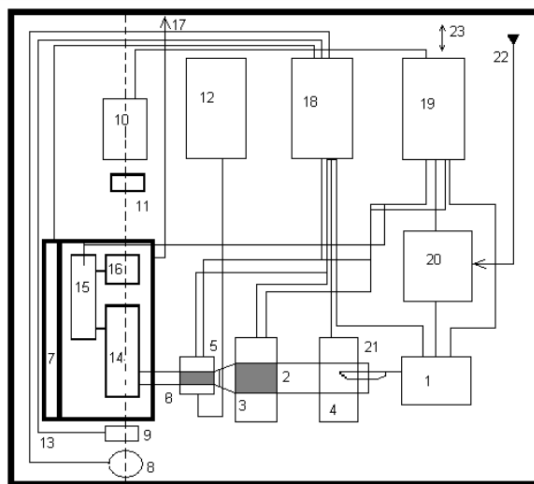
Obrázek 13 Příprava vzorků na měření (vytvořeno autorem).

Na analytických vahách (obrázek 13) byl na spalovací lodičku navážen vzorek s přesností na 4 desetinná místa. Lodička byla vložena do spektrometru AMA 254 a pomocí tlačítka start se vzorek dopravil do spalovací trubice. Vzorek se spaluje ve spalovací trubici v ochranné atmosféře kyslíku, vzniklé plyny prochází přes katalyzátor, kde dochází k odstranění spalin. Dále je vzorek veden přes amalgamátor, kde dochází k uvolnění rtuťových par. Po skončení vyhřívání amalgamátoru je spuštěno chladicí čerpadlo. Páry jsou za pomoci nosného plynu (kyslíku) unášeny do měřicí kyvetky. V kyvetkách dochází k detekci pomocí katodové výbojky emitující záření o vlnové délce 253,65 nm a dochází k měření absorbance prošlého záření. Všechna měření jsou přenášena do počítačového programu AMA Analysis (obrázek 14). Výsledky jsou uvedeny mg/kg.



Obrázek 14 Program AMA (vytvořeno autorem).

Na obrázku 14 je znázorněné schéma spektrometru AMA 254.



- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1) dávkovací zařízení | 13) topení bloku měřících kyvet |
| 2) spalovací trubice | 14) delší měřící kyveta |
| 3) katalytická pec | 15) zpoždovací nádobka |
| 4) spalovací pec | 16) kratší měřící kyveta (2. rozsah) |
| 5) amalgamátor | 17) vstupní kyslík |
| 6) vypuzovací pec | 18) analogová technika |
| 7) blok měřících kyvet | 19) mikropočítač 8051 |
| 8) rtuťová výbojka | 20) regulátor průtoku kyslíku |
| 9) clonka | 21) dávkovací lodička |
| 10) detektor | 22) vstup kyslíku |
| 11) interferenční filtr | 23) komunikace s PC |
| 12) chladič zařízení opatřené čerpadlem | |

Obrázek 15 schéma spektrometru AMA 254.

4.1.2 Stanovení obsahu rtuti v houbách pomocí hmotnostní spektrometrie

Na analytických vahách byly do křemených zkumavek o objemu 35ml naváženy vzorky (100-150 mg) s přesností na 0,1 mg. K naváženým vorkům bylo napipetováno:

- 3 ml kyseliny dusičné HNO_3 (Analpure®, Analytika, ČR),
- 2 ml peroxidu vodíku H_2O_2 (Rotipurán®, Německo)
- 1 ml ultračistě vody ($\geq 18,2 \text{ M}\Omega/\text{cm}$), připravené v Milli-Q systému (Millipore, SAS, Francie).

Poté byl všechny vzorky vloženy do rozkladného zařízení (Discover SP-D, CEM Corp., USA), kde dochází k rozkladu pomocí mikrovlnného záření. Podmínky a postup pro rozklad je:

- ohřev na $140 \text{ }^\circ\text{C}$ v průběhu 5 min,
- udržení teploty $140 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 5 mi
- ohřev na teplotu $175 \text{ }^\circ\text{C}$ v průběhu 7 min
- udržení této teploty po dobu 7 min.

Vzorky byly po zchlazení přelity do plastových zkumavek o objemu 50 ml. Ke vzorkům se přidala kyselina dusičná o objemu 0,3 ml a dále došlo k naředění ultračistou vodou na konečný objem 45,3 ml.

Těsně před analýzou byly vzorky ředěny ještě $10\times$ (1 ml vzorku a 9 ml ředícího roztoku). Po ředění došlo k navzorkování a stanovení koncentrace Hg na hmotnostním spektrometru s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS, Agilent 7700x, Agilent Technologies Inc., USA, viz obrázek 16).



Obrázek 16 ICP-MS Agilent (<https://www.agilent.com/>).

Ředící roztok se skládá z 0,18 % (m/v) cystein v 2 % HNO₃. Důvodem pro přidání ředícího roztoku je zkracování doby vymývání rtuti z analytického přístroje a eliminuje „carry over“ efekt.

ICP-MS se skládá z autosampleru ASX-500, koncentrického zmlžovače MicroMist s dvouplášťovou Scottovu mlžnou komoru, oktapólové kolizní/reakční cely a kvadrupólového hmotnostního analyzátoru.

Rtuť byla měřena v režimu bez kolizního plynu. Přístroj byl nakalibrován metodou externí kalibrace v rozmezí koncentrací Hg 0,03 – 30 µg/l pomocí vhodně naředěného standardního roztoku (SRM 1641d – Mercury in water, NIST) a pomocí ředícího roztoku. Pro korekci vlivu matrice a driftu signálu analytů v čase byla použita metoda interního standardu s využitím víceprvkového roztoku obsahujícího 100 µg/l Lu a Bi (ASTASOL-MIX, Analytika, ČR), který byl kontinuálně přiváděn do zmlžovače spolu se vzorky.

Naměřené hodnoty koncentrací byly přepočteny na navážku sušiny vzorku a ředění. Správnost výsledků analýzy byla ověřena paralelní analýzou certifikovaného referenčního materiálu Peach Leaves (NIST). Abychom dostali výsledek v mg/kg po vyhodnocení musí docházet k přepočítání výsledku v µg/l, tuto hodnotu vynásob finálním objemem (v litrech) a výsledky podělíme navázkou (v gramech) poté je výsledek uveden v jednotkách mg/kg jako na zařízení AMA 254.

Pro zpracování dat byl použit program Microsoft.

5 Výsledky

5.1 Stanovení celkového obsahu rtuti v půdách na vybraných lokalitách

Vzorky byly odebrány ze stejných bodů jako vzorky hub, tedy z každé lokality bylo odebráno po 7 reprezentativních směsných vzorcích, ve kterých byly stanoveny celkové obsahy rtuti. Limitními obsahy rtuti jsou ve Vyhlášce Ministerstva životního prostředí č. 153/2016 Sb., která stanovuje maximální přípustné množství rtuti v lehkých půdách mg/kg sušiny a v ostatních půdách 0,3 mg/kg. Pokud bychom hodnotili obsahy Hg v půdě podle této vyhlášky, tak jsou všechny výsledky nadlimitní, kromě bodu 5 v lokalitě Jedová Hora.

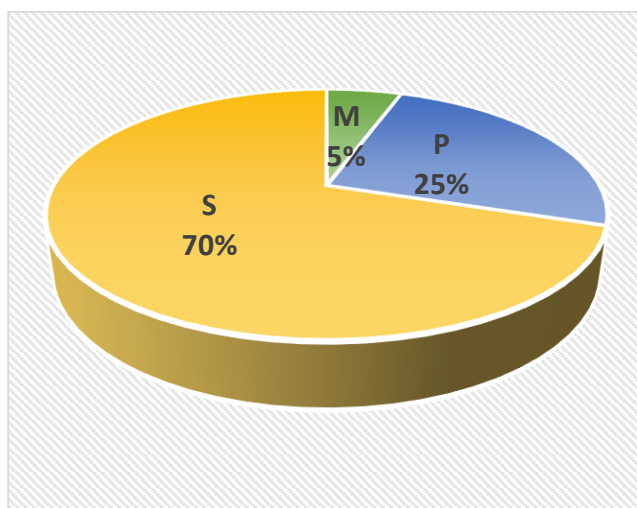
Tabulka 6 Celkové obsahy Hg v půdách dle jednotlivých odběrových míst

Odběrové místo	Libčice (mg/kg)	Jedová Hora (mg/kg)	Horní Luby (mg/kg)
1	15,5	4,78	34,2
2	0,663	8,23	56,1
3	5,69	8,75	9,9
4	4,45	8,90	50,5
5	4,27	0,221	15,4
6	6,01	19,7	3,3
7	2,45	136	117

5.2 Zastoupení druhů dle způsobu výživy

5.2.1 Zastoupení druhů na lokalitě Libčice

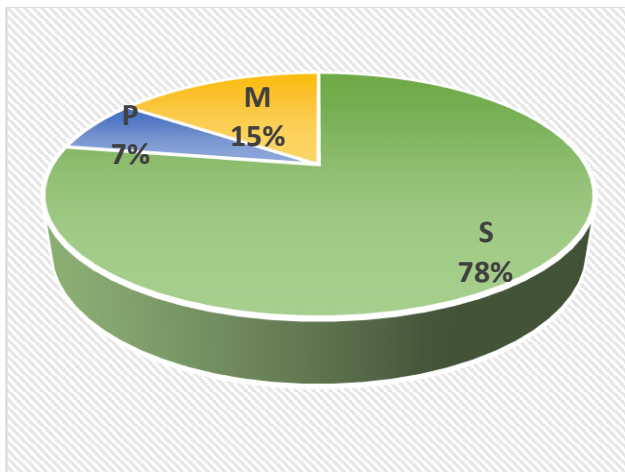
Během roku 2021 se nám na této lokalitě podařilo najít celkem 93 druhů hub. Z celkového počtu tvoří nejpočetnější skupiny saprofytické (S) 70 %, nejméně jsou zastoupeny houby mykorrhizní (M) 5 % a parazité (P) jsou zastoupeny z 25 %. Viz. Graf 4.



Graf 4 Zastoupení trofických kategorií hub na lokalitě Libčice (vytvořeno autorem).

5.2.2 Zastoupení druhů na lokalitě Horní Luby

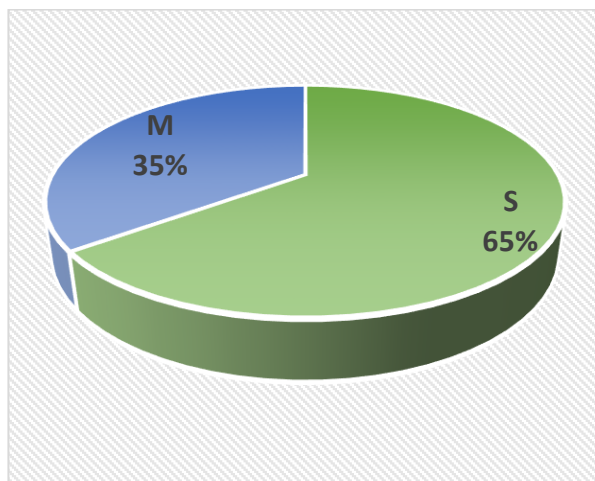
Během roku 2021 se nám na lokalitě podařilo najít celkem 98 druhů hub. Z celkového počtu tvoří nejpočetnější skupiny saprofytické (S) 76 %, méně jsou zastoupeny houby mykorrhizní (M) 15 %, malou část tvoří houby parazitické (P) 7%. Viz. Graf 5.



Graf 5 Zastoupení trofických kategorií hub na lokalitě Horní Luby (vytvořeno autorem).

5.2.3 Zastoupení druhů na lokalitě Jedová Hora

Během roku 2021 se nám na lokalitě podařilo najít celkem pouze 34 druhů hub. Bohužel tuto lokalitu se nám podařilo navštívit pouze 2krát. Z celkového počtu tvoří nejpočetnější skupiny saprofytické (S) 64,7 %, houby mykorrhizní (M) 35,3 %, houby, co se řadí mezi parazity nebyly na této lokalitě nalezeny. Viz. Graf 6.



Graf 6 Zastoupení trofických kategorií hub na lokalitě Jedová Hora (vytvořeno autorem).

5.3 Porovnání obsahu rtuti mezi saprofyty a parazity.

Limitní hodnoty pro volně rostoucí nejsou v České republice stanoveny. Jedině způsob, jak můžeme obsah rtutí posoudit je, že použijeme vyhlášku ministerstva zdravotnictví 298/1997, Sb., která byla platná v minulosti. Tato vyhláška říkala, že hodnota pro sušené houby je 5,0 mg/kg (Vyhláška 298/1997 Sb. 2022).

5.3.1 Lokalita Horní Luby

Tabulka 7 říká, že průměrný obsah na celé lokalitě u saprofytických hub je 4,58 mg.kg⁻¹, což je o 0,42 mg.kg⁻¹ méně, než je limit pro sušené houby. Tabulka 7 říká, že průměrný obsah rtuti u parazitických hub je 0,18 mg.kg⁻¹. Nejvyšší obsah byl nalezen u mykorrhizní muchomůrky červené 143 mg/kg. Ze saprofytů byl nejvyšší obsah Hg nalezen v odběrovém bodu 1 u bedly klamavé, a to 74,7 mg/.kg⁻¹.

Tabulka 7 Popisná statistika obsahů Hg a hodnot faktoru nabožacení (EC) ve vzorcích hub z lokality Horní Luby

	Celý soubor		Parazitické houby		Mykorrhizní houby		Saprofytické houby	
	Obsah Hg mg/kg	EC	Obsah Hg mg/kg	EC	Obsah Hg mg/kg	EC	Obsah Hg mg/kg	EC
n	98	98	7	7	18	18	74	74
průměr	5,87	0,154	0,180	0,008	13,1	0,165	4,58	0,163
medián	0,625	0,026	0,157	0,004	2,19	0,037	0,625	0,030
minimum	0,002	0,000	0,040	0,001	0,002	0,000	0,023	0,001
maximum	143	2,18	0,383	0,031	143	1,22	74,7	2,183
směrod. odch.	17,8	0,351	0,111	0,010	33,9	0,313	11,8	0,373
MAD ^a	0,536	0,023	0,056	0,002	1,99	0,035	0,529	0,026

^amedian absolutních odchylek

5.3.2 Lokalita Libčice

Z tabulky 8 je zřejmé, že průměrný obsah rtuti na celé lokalitě je v limitních mezích. Nejvyšší obsah byl nalezen na bodu 5 u bedly namosovělé a to 27,3 mg/kg.

Tabulka 8 Popisná statistika obsahů Hg a hodnot faktoru nabožacení (EC) ve vzorcích hub z lokality Libčice

	Celý soubor		Parazitické houby		Saprofytické houby	
	Obsah Hg mg/kg	EC	Obsah Hg mg/kg	EC	Obsah Hg mg/kg	EC
n	93	93	23	23	65	65
průměr	0,993	0,311	0,242	0,129	1,32	0,394
medián	0,172	0,055	0,196	0,039	0,172	0,069
minimum	0,010	0,002	0,018	0,004	0,013	0,004
maximum	27,3	6,40	0,771	1,16	27,3	6,40
směrod. odch.	3,24	0,877	0,184	0,263	3,84	1,03
MAD ^a	0,122	0,040	0,129	0,027	0,124	0,054

^amedian absolutních odchylek

5.3.3 Lokalita Jedová Hora

Na této lokalitě jsem porovnávala saprofytní a mykhorizní druhy, protože jsem nenašla žádný parazitní druh.

Tabulka 9 Popisná statistika obsahů Hg a hodnot faktorů nabožacení (EC) ve vzorcích hub z lokality Jedová hora

	Celý soubor		Mykorrhizní houby		Saprofytické houby	
	Obsah Hg mg/kg	EC	Obsah Hg mg/kg	EC	Obsah Hg mg/kg	EC
n	34	34	12	12	21	21
průměr	5,24	3,02	4,75	1,10	5,76	4,26
medián	1,03	0,321	1,533	0,286	0,564	0,528
minimum	0,117	0,010	0,515	0,013	0,117	0,010
maximum	87,5	55,4	32,0	6,99	87,5	55,4
směrod. odch.	15,6	9,68	8,86	1,98	19,0	12,2
MAD ^a	0,628	0,300	0,323	0,146	0,375	0,507

^amedian absolutních odchylek

5.3.4 Rozdělení obsahu rtuti na jednotlivých lokalitách

Do tabulky č.10 jsem vybrala houby s vysokým obsahem rtuti a rozdělila je podle počtu vzorků, které přesahují výše uvedený hygienický limit.

Tabulka 10 Rozdělení obsahu rtuti na jednotlivých lokalitách

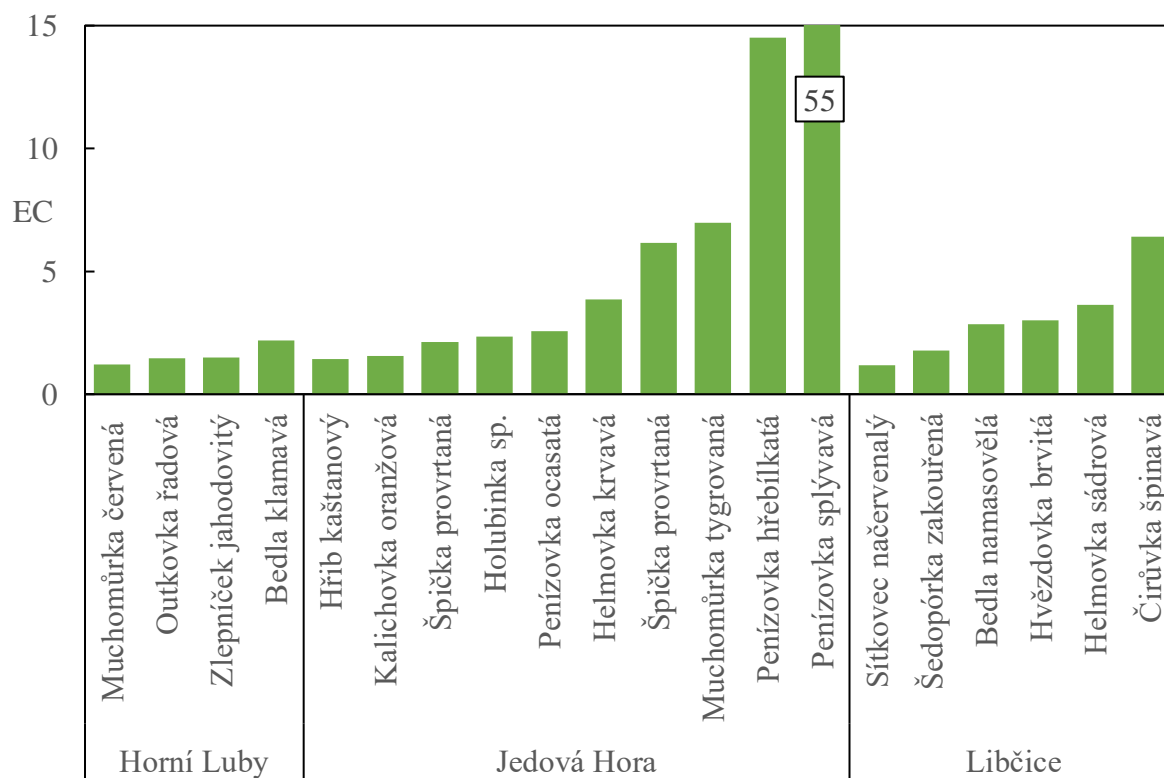
Lokalita	Rozdělení obsahu rtuti na jednotlivých lokalitách			
	Obsah rtuti (mg/kg)			
	5-10	10-20	20-50	>50
Libčice	2	1	1	0
Jedová Hora	3	1	1	1
Horní Luby	7	6	4	2

5.4 Porovnání obsahu rtuti u vybraných druhů hub v závislosti na koncentraci v půdě (EC)

Určité druhy mají schopnost akumulovat rtuť z půdy mezi známé houby s těmito vlastnostmi patří bedla vysoká, čirůvka fialová, čirůvka májová, pečárky (Kalač 2008). U námi sbíraných hub dle výpočtu nejvíce akumulují houby v závislosti na obsahu rtuti v půdě jako jsou bedla klamavá, bedla namasovělá, čirůvka špinavá, helmovka krvavá, helmovka sádrová, holubinka, hřib kaštanový, hvězdovka brvitá, kalichovka oranžová, mochomůrka tygrováná, muchomůrka červená, outkovka řadová, penízovka hřebíkatá, penízovka ocasatá, penízovka

splývavá, sítkovec načervenalý, šedopórka zakouřená, špička provrtaná, špička provrtaná, zlepníček jahodovitý. Hodnoty EC dle jednotlivých lokalit a druhů hub srovnáva graf 7, popisná statistika těchto hodnot je pak shrnuta v tabulkách 7-9.

Meze	Meze	Počet z nalezených hub
EC < 0,01	Houba neakumuluje kov	45
EC 0,01 – 0,1	Houba slabě akumuluje kov	102
EC 0,1 – 1,0	Houba středně akumuluje kov	58
EC 1 – 10	Houba vysoko akumuluje kov	18
EC >10	Houba nejvíce akumuluje kov	2



Graf 7 Vybrané příklady hub s nejvyššími hodnotami faktoru nabožení (EC) dle jednotlivých lokalit

6 Diskuze

Celkem byla rtuť stanovena ve 225 vzorcích plodnic hub ze třech různých lokalit. Houby byly sbírány v blízkosti vyznačených bodů. Každá lokalita měla 7 bodů. Zjištěné obsahy rtuti neodpovídaly obvyklým hodnotám a přesahovaly, dříve platné limity pro obsah rtuti ve volně rostoucích houbách (5 mg/kg sušiny) Celková koncentrace rtuti se pohybovala od 0,002-143 mg/kg. Třicet druhů hub přesáhlo limit.

Dále na těchto oblastech proběhlo sledování obsahu rtuti v půdách, naměřené výsledky byly porovnány s vyhláškou č. 153/2016 Sb., kde je stanoven obsah rtuti v půdách; u rtuti se jedná o celkový obsah rtuti, který je dle vyhlášky 0,3 mg/kg. Průměrný obsah rtuti se na všech lokalitách pohyboval od 5,6 - 40,9 mg/kg. Podle výše uvedené vyhlášky lze považovat všechny lokality za znečištěné. (Nováková et al. 2018) uvádí průměrnou hodnotu obsahu Hg v lesním humusu 0,66 mg/kg ÚKZÚZ prokázal že od roku 1992 obsah rtuti v půdách klesl přibližně o 20 %, naopak na plochách s rostoucím obsahem Hg se projevovalo zvýšení o 10 % (Poláková et al. 2017).

6.1 Horní Luby

Horní Luby můžeme dle výsledku považovat za nejkontaminovanější místo a druhově nejrozmanitější; zde jsme s mykologem našli 98 vzorků hub. Saprofytních hub bylo nalezeno 74 druhů, průměrný obsah byl 4,58 mg/kg a rozpětí se pohybovalo od 0,023 – 74,7 mg/kg. Mykorrhizních druhů bylo nalezeno 18 druhů průměrný obsah byl 13,1 mg/kg a rozpětí se pohybovalo od 0,0019 do 143 mg/kg . Parazitických druhů bylo nalezeno pouze 7. Tabulka č.11 uvádí přehled těch druhů hub, které přesahují výše zmíněný limit 5 mg/kg.

Pro posouzení vzájemného vztahu obsahů Hg v půdě a v houbách byly použity Spearmanovy koeficienty pořadové korelace ρ . Tyto koeficienty se lišily v závislosti na lokalitě i na způsobu výživy testovaných hub. Na lokalitě Horní Luby nebyla prokázána statisticky významná ($p < 0,05$) korelace mezi obsahem Hg v houbách a v půdě, ale korelace mezi obsahem Hg v houbách a hodnotou EC již významná byla ($\rho = 0,69$, $p < 0,05$). To naznačuje, že příjem rtuti plodnicemi hub nezávisí jen na obsahu tohoto prvku v půdě, ale také na schopnosti jednotlivých druhů hub tento prvek akumulovat. Pokud houby na této lokalitě rozdělíme dle způsobu výživy, tak tuto závislost můžeme potvrdit jak u saprofytů ($\rho = 0,79$, $p < 0,05$), tak i u mykorrhizních hub ($\rho = 0,90$, $p < 0,05$). Odlišná situace byla zaznamenána u parazitických hub, u kterých byl zjištěn statisticky významný negativní vztah mezi hodnotou EC a obsahem Hg v půdě ($\rho = -0,83$, $p < 0,05$). To dokládá, že akumulace Hg těmito houbami závisí zejména na obsahu Hg v dřevině, na které tato houba parazituje. Je možno spekulovat, že cévnaté rostliny mají omezenou schopnost akumulovat Hg v nadzemní biomase a to i na lokalitách s vysokými obsahy tohoto prvku v půdě, což se odráží v relativně nízkých obsazích Hg v těchto rostlinách a následně i v parazitických houbách.

Tabulka 11 Nadlimitní houby HL

Datum	Lokalita/ odběrový bod	Druh	Ekologie	Hg (mg/kg)
21.09.2021	HL7	Muchomůrka červená	Mykorrhizní	143
21.09.2021	HL1	Bedla klamavá	Saprofyt	74,7
21.09.2021	HL2	Čirůvka mlženka	Saprofyt	44,9
21.09.2021	HL4	Špička rohonohá	Saprofyt	44,1
21.09.2021	HL7	Muchomůrka šafránová	Mykorrhizní	42,2
21.09.2021	HL4	Helmovka ředkvičková albín	Saprofyt	33,6
06.07.2021	HL3	Zlepničiek jahodovitý	Saprofyt	14,7
21.09.2021	HL1	Bedla sp.	Saprofyt	11,6
21.09.2021	HL7	Kuřátečko svráskové	Mykorrhizní	11,4
21.09.2021	HL7	Penízovka kuželovitá	Saprofyt	10,4
21.09.2021	HL7	Penízovka splývavá	Saprofyt	10,2
21.09.2021	HL5	Helmovka ředkvičková	Saprofyt	10,1
21.09.2021	HL7	Ryzec šeredný	Mykorrhizní	9,4
21.09.2021	HL1	Helmovka narůžovělá	Saprofyt	8,5
21.09.2021	HL2	Helmovka narůžovělá	Saprofyt	6,6
21.09.2021	HL2	Helmovka ředkovičková	Saprofyt	6,4
21.09.2021	HL5	Penízovka splývavá	Saprofyt	6,1
21.09.2021	HL5	Pavučinec oranžovolupenný	Mykorrhizní	5,6
21.09.2021	HL7	Pýchavka obecná	Saprofyt	5,4

6.2 Libčice

Sledovaná lokalita Libčice byla významným místem pro těžbu a zpracování zlatonosné rudy. Na této lokalitě bylo nalezeno a určeno 93 druhů hub. Houby byly rozděleny na saprofyty a parazity. Saprofytních hub bylo nalezeno 65 druhů, průměrný obsah byl 1,32 mg/kg a rozpětí se pohybovalo od 0,013 do 27,3 mg/kg. U 4 druhů hub došlo k překročení výše uvedeného hygienického limitu. Konkrétně se jednalo o helmovku sádrovou, kterou řadíme mezi nejedlé houby se saprofytním typem výživy. V této houbě bylo stanoveno 7,39 mg/kg rtuti. Helmovka byla nalezena na bodě 7. Čirůvka špinavá se řadí mezi jedlé saprofytní houby a obsah rtuti v této houbě v bodě 7 byl 8,87 mg/kg. Hvězdovka brvitá se řadí mezi nejedlé saprofytní houby a její obsah rtuti činil 10,6 mg/kg v blízkosti bodu 6. Nejvyšší schopnost kumulovat rtuť měla bedla namasovělá, která byla nalezena v bodě 5 a obsah rtuti v tomto vzorku byl 27,3 mg/kg.

Na lokalitě Libčice bylo zaznamenáno odlišné chování hub ve vztahu k obsahům tohoto prvku v půdě. I zde byla prokázána statisticky významná korelace mezi obsahem Hg v houbách a hodnotou EC ($\rho = 0,91$, $p < 0,05$) u celého souboru dat, ale u saprofytických hub tato korelace prokázána nebyla. Naopak je zde zaznamenána statisticky významná korelace mezi obsahem Hg v houbách a obsahem tohoto prvku v půdě ($\rho = 0,58$, $p < 0,05$). Lze spekulovat o dvou příčinách: 1) můžeme uvažovat o vyšší mobilitě rtuti na této lokalitě ve srovnání s lokalitou předchozí, protože Hg zde pochází pouze z antropogenního zdroje (tedy z použití tohoto prvku

k získávání zlata amalgamací), 2) na dané lokalitě se vyskytují druhy hub s podobnou schopností akumulovat Hg, takže vliv druhu houby je zde menší (této teorii napomáhá i fakt, že variabilita výsledků na této lokalitě byla nižší než na zbývajících dvou lokalitách (Tabulka 8). U parazitických hub byla i zde prokázána statisticky významná negativní korelace mezi hodnotou EC a obsahem Hg v půdě ($\rho = -0,45, p < 0,05$), ale hodnota EC se významně zvyšovala se zvyšujícím se obsahem Hg v houbách ($\rho = 0,70, p < 0,05$) což naznačuje, že i některé parazitické druhy hub mohou vykazovat zvýšenou schopnost akumulace Hg. Tato tvrzení by ale měla být potvrzena dodatečnými experimenty, protože v našem případě bylo druhové složení hub velmi pestré a nepodařilo se najít druhy, které by se v dostatečném zastoupení vyskatovaly na všech třech lokalitách.

6.3 Jedová Hora

Na této lokalitě jsme odběr vzorku stihli bohužel jen dvakrát, proto máme určeno pouze 34 druhů hub. Houby byly rozděleny do dvou tabulek podle jejich typu výživy, tedy na saprofyty a parazity. Saprofytních hub bylo nalezeno 23 druhů, průměrný obsah byl 5,51 mg/kg a rozpětí se pohybovalo od 0,013 – 27,3 mg/kg. U 6 druhů hub došlo k překročení hygienického limitu. Jednalo se o mykorrhizní hřib kaštanový 6,85 mg/kg, který byl nalezen v bodě 1; tento hřib zde byl pohozen, takže mohl být úplně z jiné lokality. Penízovka splýváva se řadí mezi saprofyty; stanovený obsah rtuti byl více než dvojnásobně překračoval hodnotu danou výše uvedenou normou (12,2 mg/kg), houba byla nalezena v bodě 5. V bodě 6 byla nalezena saprofytní pýchavka stlačená, obsah rtuti 6,76 mg/kg. Bod 7 se ukázal jako nejvíce kontaminované místo, zde byl nalezen mykorrhizní hřib žlutomasý 7,35 mg/kg, hřib sametový (něj byl naměřen obsah 32,0 mg Hg/kg) a krásnorůžek lepkavý, u kterého bylo dosaženo hodnoty 87,5 mg Hg /kg.

Na lokalitě Jedová hora bylo chování hub ve vztahu k příjmu Hg jednodušší. U celého souboru byla zjištěna statisticky významná korelace ($\rho = 0,70, p < 0,05$) mezi obsahem Hg v půdě a v houbách. Podobná situace pak byla i v případě saprofytických ($\rho = 0,95, p < 0,05$) a mykorrhizních ($\rho = 0,64, p < 0,05$) druhů hub. Pouze na této lokalitě lze tedy říci, že houby mohou posloužit jako bioindikátory znečištění půdy rtutí. Pro vysvětlení toho to faktu je ale třeba získat v dalším výzkumu více informací o formách a vazbách rtuti v půdě a o schopnosti jednotlivých druhů hub akumulovat Hg ve svých plodnicích. Svou roli také může hrát cyklus Hg v celém ekosystému na daných lokalitách, zejména bylinný pokryv a druhové složení dřevin. Je například známo, že vypařování rtuti z půdy závisí na hustotě vegetačního pokryvu (Eckley et al. 2016).

Lze shrnout, že mnoho mykorrhizních druhů, bez ohledu na obsah rtuti v půdě, akumuluje pouze nízké koncentrace rtuti. Například Bargagli & Baldi (1984) ale prokázali vysoké hladiny Hg, především u mykorrhizních druhů patřících k rodu *Rusulla* sp. – holubinka smrdutá a holubinka bukovka. Nízké obsahy rtuti byly naopak prokázány u holubinky bílé, holubinky zelenomodré a holubinky křehké. I v našem případě byly obsahy Hg v různých druzích holubinek spíše nižší, pohybovaly se v rozmezí 0,001 – 1,54 mg/kg. Zdá se tedy, že akumulace Hg je druhově závislá (přičemž schopnost akumulace se liší i u jednotlivých druhů v rámci rodu) a také závisí na chemicko-fyzikálních vlastnostech substrátu. Je zřejmé, že proces

přijímání kovů je komplikovaný. U mykorrhizních hub závisí hlavně na jejich fyziologii, a schopnosti vysoké akumulace v neznečištěném prostoru.

Koncentraci rtuti v závislosti na půdě mohou ovlivnit různé faktory. Jedním z faktorů je druh, ekologie, morfologie a fyzikální vlastnosti půdy. Mezi fyzikální vlastnosti půdy řadíme obsah rtuti, pH a složení půdního substrátu. Všechny tyto faktory ovlivňují koncentraci kovů a tím i biokoncentrační faktor (Melgar et al. 2009). Studium obsahu rtuti se u volně rostoucích hub zabývali například v Polsku. Plodnice muchomůrky červené též jako u našich vzorků v jejich studiích vykazovala vysoký obsah rtuti 790 mg/kg a její EC dosahoval hodnoty 73 ± 42 v klobouku a nižší obsahy byly naměřeny v noze houby (Falandysz et al. 2004).

Studie říkají, že pokud je hodnota EC vyšší než 1, druh se chová jako akumulátor (Melgar et al. 2009). Z grafu 7 vyplývá, že nejvyšší hodnotu EC má penízovka splývavá. Houby s extrémně vysokou schopností akumulovat Hg ale nejsou zpravidla vhodné jako bioindikátory, protože mají tendenci akumulovat i v půdách, ve kterých je nízký obsah Hg. Naopak houby s nízkým faktorem nabohacení (s hodnotou blízkou hodnotě 1) a zvýšenou koncentrací rtuti v houbě by se daly použít jako dobrý bioindikátor pro rtuť znečištěné oblasti. Bargagli & Baldi (1984) považují za vhodné biologické indikátory při monitorování životního prostředí a biogeochemickém průzkumu plodnice hub rodu *Lycoperdon* sp. – pýchavka. V našem případě ale nalezené druhy pýchavek, tj. pýchavka huňatá, pýchavka obecná a pýchavka stlačená vykazovaly nízkou schopnost akumulace, kdy se hodnoty EC pohybovaly v rozmezí 0,05-0,34. (Falandysz et al. 2003) pak považují za vhodný bioindikátor hřib obecný. V našem případě byly nalezeny druhy hřib kaštanový, hřib sametový a hřib žlutomasý, kdy se hodnoty EC pohybovaly v rozmezí 0,81 – 1,43. Zdá se tedy, že zástupci hřibovitých (Boletaceae) jsou alespoň na těchto studovaných lokalitách jako případné bioindikátory vhodnější. Obsahy Hg v plodnicích hub na lokalitách Jedová Hora a Horní Luby již dříve sledovali Roll et al. (2021). Tito autoři zjistili vysoký obsah Hg v plodnicích čirůvky špinavé na Jedové Hoře, která obsahovala 32,1 mg/kg. V našem případě byl tento druh nalezen pouze v lokalitě Libčice, kde výsledek také naznačuje dobrou schopnost akumulace Hg v plodnicích této houby (8,87 mg/kg). Tito autoři také zaznamenali zvýšené obsahy Hg v plodnicích hřiba žlutomasého, což je ve shodě s našimi výsledky, i když přesná lokalizace míst sběru hub v obou pracích se pravděpodobně neshoduje. Je možno souhlasit také s tím, že jedlé druhy nalezené na lokalitách Jedová Hora a Horní Luby nejsou vhodné ke konzumaci (Roll et al. 2021). Toto tvrzení je pravděpodobně možno zobecnit pro všechny podobné lokality, tedy místa poznamenaná historickou těžbou cinabaritu i těžbou zlata pomocí amalgamační metody.

7 Závěr

Tato diplomová práce s názvem Houby jako indikátory kontaminace půdy rizikovými prvky se zabývá stanovením koncentrace rtuti v houbách na třech vybraných lokalitách. Cílem této práce bylo nasbírat různé druhy saprofytických, parazitických a mykhorízních hub a změřit jejich obsah rtuti. Dalším cílem bylo tyto výsledky porovnat s obsahem rtuti v půdách. Stanovení obsahu a výpočtu probíhalo dle následujících bodů:

- Vzorky hub byly odebrány v Libčicích, Jedové Hoře a v Horních Lubech. Každá lokalita má vymezených 7 bodů pro sběr hub. Ze stejných míst byly odebrány vzorky půd pro stanovení celkového obsahu rtuti. Analýza vzorků proběhla na atomovém absorpčním spektrometru AMA 254 a na hmotnostní spektrometru s indukčně vázaným plazmatem ICP-MS.
- Zjištěné obsahy rtuti a přesahovaly dříve platné limity pro obsah rtuti ve volně rostoucích houbách (5 mg/kg sušiny), tento limit přesáhlo třicet druhů hub. Celková koncentrace rtuti se pohybovala od 0,002 do 143 mg/kg.
- Za pomoci programu Microsoft Excel byly stanoveny základní statistické charakteristiky získaných souborů dat. Pro posouzení vztahu mezi příjmem Hg plodnicemi hub a obsahem tohoto prvku v půdě byly použity Spearmanovy koeficienty pořadové korelace ρ . Schopnost jednotlivých druhů hub akumulovat Hg ve svých plodnicích byla hodnocena pomocí faktorů nabohacení (EC).
- Z výsledku vyplývá, že koncentrace rtuti v houbách a koncentrace půdy na různých lokalitách jsou rozdílné. To je pravděpodobně způsobeno zátěží dané lokality, půdním substrátem jejich výživou a druhem hub. Je těžké najít stejné druhy hub na všech třech lokalitách kvůli jejich vegetačním podmínkám a období růstu. To je jeden z důvodů, proč jsem nemohla srovnat podobné druhy na všech pozorovaných lokalitách. Dalším důvodem je i časová náročnost odběrů a nemožnost navštívit všechny tři lokality v jeden den.
- Mezi houby s vysokou schopností akumulovat Hg bych podle svých výsledku zařadila muchomůrku červenou, krásnorůžka lepkavého, bedlu klamavou, čirůvku mlženku, špičku rohonohou, muchomůrku šafránovou a helmovku ředkvičkovou. Jako vhodné bioindikátory znečištění půdy rtutí se pak ukázaly hříbovité houby, tj. hřib sametový, hřib žlutomasý a hřib kaštanový.

8 Literatura

I. Články v periodikách

- Anand S. 2017. Phytotoxicity assessment of petrochemical industry effluent and phytoremediation potential of plants growing naturally at contamination site. *International Journal of Green and Herbal Chemistry* **6**:232–241.
- Bargagli R, Baldi F. 1984. Mercury and methyl mercury in higher fungi and their relation with the substrate in a cinnabar mining area. *Chemosphere* **13**:1059–1071.
- Bernhoft RA. 2011. Mercury Toxicity and Treatment: A Review of the Literature. *Journal of Environmental and Public Health* **2012**:e460508.
- Bollen A, Wenke A, Biester H. 2008. Mercury speciation analyses in HgCl₂-contaminated soils and groundwater—Implications for risk assessment and remediation strategies. *Water Research* **42**:91–100.
- Cibulka J. 1996. Cizorodé prvky v houbách. *Vesmír* **75**:389.
- Clarkson TW. 1972. The Pharmacology of Mercury Compounds. *Annual Review of Pharmacology* **12**:375–406.
- Clarkson TW, Magos L, Greenwood MR. 1972. The Transport of Elemental Mercury into Fetal Tissues. *Neonatology* **21**:239–244.
- Cutforth BD, Gillespie RJ, Ireland P, Sawyer JF, Ummat PK. 1983. Preparation and crystal structure of tetramercury bis(hexafluoroarsenate) Hg₄(AsF₆)₂. *Inorganic Chemistry* **22**:1344–1347.
- Driscoll CT, Mason RP, Chan HM, Jacob DJ, Pirrone N. 2013. Mercury as a Global Pollutant: Sources, Pathways, and Effects. *Environmental Science and Technology* **47**:4967–4983.
- Eckley CS et al. 2016. Surface-air mercury fluxes across Western North America: A synthesis of spatial trends and controlling variables. *Science of the Total Environment* **568**: 651–665.
- Eggleston DW, Nylander M. 1987. Correlation of dental amalgam with mercury in brain tissue. *The Journal of Prosthetic Dentistry* **58**:704–707.
- Falandysz J, Brzostowski A, Kawano M, Kannan K, Puzyn T, Lipka K. 2003. Concentrations of Mercury in Wild Growing Higher Fungi and underlying Substrate near Lake Wdzydze, Poland. *Water, Air, and Soil Pollution* **148**:127–137.

- Falandysz J, Jędrusiak A, Lipka K, Kannan K, Kawano M, Gucia M, Brzostowski A, Dadej M. 2004. Mercury in wild mushrooms and underlying soil substrate from Koszalin, North-central Poland. *Chemosphere* **54**:461–466.
- Gabriel J, Baldrian P, Rychlovský P, elok MK. 1997. Heavy Metal Content in Wood-Decaying Fungi Collected in Prague and in the National Park Šumavain the Czech Republic. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **59**:595–602.
- Gabriel MC, Williamson DG. 2004. Principal Biogeochemical Factors Affecting the Speciation And Transport of Mercury through the terrestrial environment. *Environmental Geochemistry and Health* **26**:421–434.
- Houserová P, Janák K, Pavlíčková J, Kubáň V. 2006. Chemické formy rtuti ve vodních ekosystémech – vlastnosti, úrovně, koloběh a stanovení. *Chemické listy* **100**:862–876.
- Kafka Z, Punčochářová J. 2002. Těžké kovy v přírodě a jejich toxicita. *Chemické listy* **96**:611–617.
- Litochleb J., Sejkora J., Šrein V., Šreinová B. 2011: Historie dolování, ložisková geologie a mineralogie některých lokalit v novoknínské zlatonosné oblasti (střední Čechy). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 19/2, 101129. ISSN 1211-0329.
- Malayeri B, Chehregani Rad A, Yousefi N. 2008. Identification of the Hyper Accumulator Plants in Copper and Iron Mine in Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences* **11**:490–2.
- Maňoušek J, Bártová J, Podzimek Š, Procházková J. 2013. Toxoalergické puzzle – klinické projevy toxicity a alergie na kovy:5. *Interní medicína pro praxi* **15**:125-129.
- Melgar MJ, Alonso J, García MA. 2009. Mercury in edible mushrooms and underlying soil: Bioconcentration factors and toxicological risk. *Science of the Total Environment* **407**:5328–5334.
- Müller P. 2009. Měsíčník pro houbaře a milovníky lesa. *Houbař* **12**:3–29.
- Nieboer E, Richardson DHS. 1980. The replacement of the nondescript term ‘heavy metals’ by a biologically and chemically significant classification of metal ions. *Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical* **1**:3–26.
- Nurfatini B, Syahir A. 2018. Recent Advances in Mercury Detection; Towards Enabling a Sensitive and Rapid Point-of-Check Measurement. *Journal of Toxicology and Risk Assessment* **4**:010
- Patra M, Bhowmik N, Bandopadhyay B, Sharma A. 2004. Comparison of mercury, lead and arsenic with respect to genotoxic effects on plant systems and the development of genetic tolerance. *Environmental and Experimental Botany* **52**:199–223.

- Patra M, Sharma A. 2000. Mercury toxicity in plants. *The Botanical Review* **66**:379–422.
- Pirrone N et al. 2010. Global mercury emissions to the atmosphere from anthropogenic and natural sources. *Atmospheric Chemistry and Physics* **10**:5951–5964.
- Poláková Š, Kubík L, Prášková L, Malý S, Němec P, Staňa J. 2017. Monitoring zemědělských půd v České republice 1992-2013. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno. ISBN: 978-80-7401-136-8.
- Poulin J, Gibb H, Prüss-Üstün A, World Health Organization. 2008. Mercury: assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Annette Prüss-Üstün (Ed): World Health Organization, Geneva.
- Roll M, Borovička J, Nováková T. 2021. Kdo hledá rtuť, najde. *Vesmír* **100**:41-42.
- Singh CB, Singh SP. 1987. Effect of mercury on photosynthesis in *Nostoc calcicola*: Role of ATP and Interacting Heavy Metal Ions. *Journal of Plant Physiology* **129**:49–58.
- Širić I, Kos I, Kaić A, Kasap A, Držaić V, Rakić L. 2017. Mercury bioaccumulation by wild edible mushrooms: **91–95**.
- Suszcynsky EM, Shann JR. 1995. Phytotoxicity and accumulation of mercury in tobacco subjected to different exposure routes. *Environmental Toxicology and Chemistry* **14**:61–67.
- Uhlířová H, Fadrhonsová V, Bída M, Lochman V. 2002. Depozice a pohyb vybraných látek v lesních ekosystémech s vazbou na potravní řetězec. *Chemické listy* **96**:598–606.
- Uhlířová H, Lochman V. 1997. Sledování cizorodých látek v lesních ekosystémech. *Chemické listy* **92**:807–815.
- Velebil D. 2009. Dolování cinabaritu v Horních Lubech u Chebu, Česká republika. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár.Muz. (Praha)* **17/2**, 39-61.
- Velebil D., Losos Z. 2008. Rtutí bohatý tetraedrit z Jedové hory u Neřežina a jeho doprovodné minerály. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 16/1, 56-60.

II. Tištěné monografie

- Antonín V, Teplíková J, Bieberová Z, Kluzák Z, Škubla P, Veselý I. 2003. Houby – česká encyklopedie, 1st edition. Reader's Digest Výběr, Praha.
- Bielli E. 2001. Houby – Velký průvodce přírodou. Page (Váňa J, translator), 1st edition. Ikar: Knižní klub, Praha.
- Dvořáček P. 2006. Atlas hub do kapsy. Levné knihy KMa, Praha.

- Fellner R, Drahný R, Fellnerová J, Kříž M. 2016. Atlas krkonošských mechorostu, lišejníků a hub. 2, Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku
- Hagara L, Antonín V, Baier J. 2005. Velký atlas hub. Ottovo nakladatelství, Praha.
- Kalač P. 2008. Houby, víme, co jíme? 1st edition. Dona, České Budějovice.
- Kameníček J, Šindelář Z, Pastorek R, Kašpárek F. 2006. Anorganická chemie, 3rd edition. OLoumouc 2006.
- Keizer GJ. 1998. Encyklopedie hub. Rebo Productions, Celetná 11, Praha1, Praha.
- Kenšová R, Hynek D, Adam V, Kizek R. 2014. Působení rtuti na živé organismy:4.
- Kočí V, Mocová K. 2009. Ekotoxikologie pro chemiky. Vydavatelství VŠCHT, Praha.
- Kříž M, Marounek D. 2016. Zázračné houby Léky najdete v lese, 1st edition.
- Navrátil T, Rohovec J. 2016. Rtuť v životním prostředí – Česky, (Merkur v prostředí), 1st edition. Středisko společných činností AV ČR.
- Prokeš J, Univerzita Karlova. 2005. Základy toxikologie: obecné toxikologie a ekotoxikologie, 1st edition. Galén: Karolinum, Praha 5.
- Smotlacha M, Erhartová M, Erhart J. 2001. Kapesní atlas hub. Ottovo nakladatelství, Praha.
- Škubla P. 2007. Velký atlas hub. Vydavatelství PRÍRODA s.r.o., Bratislava.

III. Webové stránky

- Arnika. 2016. Evropská unie navrhuje výrazné omezení rtuti. Ministerstvo životního prostředí, Praha. Available from <https://arnika.org/evropska-unie-navrhuje-vyrazne-omezeni-rtuti> (accessed March 2022).
- ATSDR. 1999. Toxicological Profile for Mercury. Available from <https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=115&tid=24> (accessed March 2022).
- Botany.cz. 2013. Fomitiporia punctata (Pilát) Murrill – ohňovec tečkovaný / ohňovec bodkovaný. Available from <https://botany.cz/cs/fomitiporia-punctata/> (accessed February 2022).
- Botany.cz. 2013. TUBIFERA FERRUGINOSA (Batsch) J. F. Gmel. – zlepníček jahodovitý / jahodník sasankovitý. Available from <https://botany.cz/cs/tubifera-ferruginosa/> (accessed March 2022).
- Česká mykologická společnost. Tricholoma lascivum - čirůvka smrdutá. Available from <https://www.myko.cz/myko-atlas/Tricholoma-lascivum/> (accessed February 2022).

eKatalog BPEJ. 2019. Obecné informace o 5.26.54. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Available from <https://bpej.vumop.cz/52654> (accessed March 2022).

Evropský parlament. 2011. Parlamentní otázky. Available from **Chyba! Odkaz není platný.** (accessed March 2022).

First Nature. Clitocybe nebularis (Batsch) P. Kumm. - Clouded Funnel. Available from <https://www.first-nature.com/fungi/clitocybe-nebularis.php> (accessed February 2022).

First Nature. Coprinellus micaceus (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson – Glistening Inkcap. Available from <https://www.first-nature.com/fungi/coprinellus-micaceus.php> (accessed February 2022).

Houbaření – Atlas hub. Bedla klamavá. Available from https://www.houbareni.cz/houba/bedla_klamava (accessed March 2022)

Houbaření – Atlas hub. Kornatka jasanová. Available from https://www.houbareni.cz/houba/kornatka_jasanova (accessed February 2022).

Houbaření – Atlas hub. Kržatka olivová. Available from https://www.houbareni.cz/houba/krzatka_olivova (accessed February 2022).

Houbaření – Atlas hub. Ohňovec dotýkavý. Available from https://www.houbareni.cz/houba/ohnovec_dotykavy (accessed February 2022).

Houbaření – Atlas hub. Pavučinec oranžovolupenný. Available from https://www.houbareni.cz/houba/pavucinec_oranzovolupenny (accessed February 2022).

Houbaření – Atlas hub. Pórnatka placentová. Available from https://www.houbareni.cz/houba/pornatka_placentova (accessed February 2022).

Houbaření – Atlas hub. Slizopórka dvoubarvá. Available from https://www.houbareni.cz/houba/slizoporka_dvoubarva (accessed March 2022).

Houbaření – Atlas hub. Strmělka. Available from https://www.houbareni.cz/houba/strmelka_belostna (accessed March 2022).

Houbaření – Atlas hub. Špička listová. Available from https://www.houbareni.cz/houba/spicka_listova (accessed March 2022).

Informační centrum bezpečnosti potravin. Houby. Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76613.aspx> (accessed February 2022).

Kudlův fotoatlas hub. Kyjanka křehká – Clavaria fragilis. Available from <https://kudlufotoatlashub.bloguji.cool/2014/09/24/kyjanka-krehka-clavaria-fragilis/> (accessed February 2022).

- Libčice (Nový Knín). 2021, 7. Available from [https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Lib%C4%8Dice_\(Nov%C3%BD_Kn%C3%ADn\)&oldid=20208717](https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Lib%C4%8Dice_(Nov%C3%BD_Kn%C3%ADn)&oldid=20208717)[https://cs.wikipedia.org/%20w/index.php?title=Lib%C4%8Dice_\(Nov%C3%BD_Kn%C3%ADn\)&oldid=20208717](https://cs.wikipedia.org/%20w/index.php?title=Lib%C4%8Dice_(Nov%C3%BD_Kn%C3%ADn)&oldid=20208717) (accessed March 2022).
- Merkur | Toxikologický profil | ATSDR. 2015, March 12. Available from <https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=115&tid=24> (accessed March 2022).
- Morávek P. 2009. Těžba zlata v historii českých zemí. Available from <http://www.ascez.cz/publikace/2009/01/> (accessed February 2022).
- Muzeum 3000. 2013. Dobývání rtuti v Čechách. Národní muzeum, Praha. Available from <http://muzeum3000.nm.cz/veda/dobyvani-rtuti-v-cechach> (accessed February 2022).
- Mykoweb.cz. Helmovka sádrová *Hemimycena cucullata* (Pers.). Available from <https://www.mykoweb.cz/houba/hemimycena-cucullata> (accessed February 2022).
- Mykoweb.cz. Helmovka sádrová *Hemimycena cucullata* (Pers.). Available from <https://www.mykoweb.cz/houba/hemimycena-cucullata> (accessed February 2022).
- Mykoweb.cz. Holubinka Lundellova – *Russula lundellii*. Available from <https://www.mykoweb.cz/houba/russula-lundellii> (accessed February 2022).
- Mykoweb.cz. Slizopórka dvoubarvá *Gelatoporia dichroa* (Fr.). Available from <https://www.mykoweb.cz/houba/gelatoporia-dichroa> (accessed March 2022).
- NaHouby.cz. Krásnorůžek lepkavý *Calocera viscosa*. Available from <https://www.nahouby.cz/atlas-hub/krasnoruzek-lepkavy> (accessed February 2022).
- Nováková T, Navrátil T, Rohovec J. 2018, February 18. Rtut' v prostředí lesních ekosystémů CHKO Brdy. Available from <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/rtut-v-prostredi-lesnich-ekosystemu-chko-brdy/> (accessed March 2022).
- O houbách. Špička rohonohá. Available from <https://www.ohoubach.cz/atlas-hub/detail/1063/Spicka-rohonoha/> (accessed February 2022).
- Prirodovedci.cz. 2013. Tajemství fotosyntézy. Available from <https://www.prirodovedci.cz/chemik/clanky/tajemstvi-fotosyntezy> (accessed March 2022).

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. Cinabarit (rumělka). Available from <http://web.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/mineral/cinabarit.html> (accessed February 2022).

Tuček M. 2006. Současná zdravotní rizika expozice rtuti a jejím sloučeninám. Available from <https://adoc.pub/queue/souasna-zdravotni-rizika-expozice-rtuti-a-jejim-sloueninam.html> (accessed March 2022).

USKVBL Stanovisko pro SVS 2014-srpen. Available from <https://www.uskvbl.cz/en/component/search/rtu%C5%A5/?ordering=&searchphrase=ai> (accessed March 2022).

Velebil D. 2003. Jedová hora (Dědova hora) u Neřežína. Available from <http://www.velebil.net/clanky/jedova-hora/> (accessed March 2022).

IV. Legislativní dokumenty

Vyhláška 153/2016 Sb. 2016, June 1. Available from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-153> (accessed March, 2022).

Vyhláška 298/1997 Sb. 2022, March 31. Vyhláška Ministerstva zdravotnictví 298/1997 Sb. Available from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-298> (accessed March 2022).

9 Samostatné přílohy

Příloha 1. Atlas nalezených hub

Anýzovník vonný

Český název: Anýzovník vonný

Latinský název: *Gloeophyllum odoratum*

Ekologie: Parazit



Obrázek 17 Anýzovník vonný (vytvořeno autorem).

Popis: hlízovité až polokruhovitě plodnice žlutohnědé až černohnědé barvy, bokem nebo spodem přirostlé.

Výtrusy: hladké, válcovité, bílé barvy.

Dužnina: má výraznou anýzovou vůni

Doba růstu: od ledna do prosince (Antonín et al. 2003).

Místo sběru: Jedová Hora JH3.

Bedla Klamavá

Český název: Bedla klamavá

Latinský název: *Lepiota pseudolilacea*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 18: Houba – Bedla Klamavá (vytvořeno autorem).

Popis: lehce sklenutý až ploše rozložený klobouk, který je pokrytý hnědými šupinkami na bílém podkladě.

Lupeny: bělavé, později až jemně nažloutlé

Třeň nahnědlý pod kloboukem, v zóně nad prstenem světlejší, v mládí téměř bílý. Na třeni často patrný vláknitý nepohyblivý prsten.

Dužnina: vláknitá, bělavá vonící po ovoci či zemině.

Doba růstu: Vzácně od srpna do listopadu (Houbaření - Atlas hub).

Místo sběru: Horní Luby místo HL1.

Bělochoroš našedlý

Český název: Bělochoroš našedlý

Latinský název: *Postia tephroleuca*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 19 Houba – Bělochoroš našedlý (vytvořeno autorem).

Popis: zbarvení klobouk dosti variabilní, plodnice s bílým povrchem klobouku se někdy odlišují jako samostatný druh *Postia lactea*.

Doba růstu: od června do listopadu, na odumřelých pařezech listnatých stromů zejména na břízách a lískách (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice místo L1.

Bránovitec hnědofialový / Bránovitec jedlový

Český název: Bránovitec hnědofialový / Bránovitec jedlový

Latinský název: *Trichaptum fuscoviolaceum* / *Trichaptum abietinum*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 20 Bránovitec jedlový (vytvořeno autorem). Obrázek 21 Bránovitec hnědofialový (vytvořeno autorem).

Popis: jedná se o jednoleté plodnice s ledvinovitými klobouky.

Dužnina: ze dvouvrstvé, pod pokožkou bělavá a měkká, dole nad rourkami tmavohnědá.

Doba růstu: od května do října (Fellner et al. 2016).

Místo sběru: Libčice místo L6 , JH4

Březovník obecný

Český název: Březovník obecný

Latinský název: *Piptoporus betulinus*

Ekologie: Parazit



Obrázek 22 Březovník obecný (vytvořeno autorem).

Popis: Plodnice jsou jednoleté, kloboukaté, bokem přirostlé k břízám. Klobouk 5–20 cm. V mládí bělavý a později šedobílý

Rourky: na spodní straně klobouku jsou zbarveny bíle až šedobílé, se stářím hnědnou.

Dužnina: Dužnina měkká u starších plodnic pak korkovitá, drobivá a nápadně lehká (Keizer 1998; Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Libčice místo L6

Čechratice černohuňatá

Český název: Čechratice černohuňatá

Latinský název: *Tapinella atrotomentosa*

Ekologie: Mykorrhizní symbiont



Obrázek 23 Čechratice černohuňatá (vytvořeno autorem).

Popis: v mládí nepravidelně kruhovitý a zaoblený, později obvykle vyklenutě jazykovitý nebo ledvinovitý a nepatrně prohloubený, na okraji podvinitý, rezavě hnědý až tmavě hnědý, s matným, jemně sametovým, ve stáří olysávajícím povrchem.

Lupeny: sbíhavé bělavé lupeny – světle okrové.

Třeň: vyplněný, válcovitý nebo soudkovitý, tmavohnědý až černohnědý

Dužnina: bělavě krémová až nažloutlá, vonící kysele po houbách

Doba růstu: období růstu od června do listopadu (Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Jedová hora JH1.

Čechratka podvinutá

Český název: Čechratka podvinutá

Latinský název: *Paxillus involutus*

Ekologie: Mykorrhizní symbiont



Obrázek 24 Čechratka podvinutá (vytvořeno autorem).

Popis: Klobouk má vyklenutý, poté plochý až vmáčkнутý, s hrbolem.

Lupeny: jsou žluté až rezavě hnědé, stlačení hnědnoucí.

Třeň: tlustý, válcovitý, okrově hnědý.

Dužnina: je okrově žlutavá, se slabou moučnou vůní.

Doba růstu: od června do října (Fellner et al. 2016)

Místo sběru: Horní Luby HL7

Čepičatka jehličnanová

Český název: Čepičatka jehličnanová

Latinský název: *Galerina marginata*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 25 Čepičatka jehličnanová (vytvořeno autorem).

Popis: klobouk je polokulovitý až ploše vyklenutý, širokým hrbolem, na okraji se nachází nevýrazně průsvitné rýhování.

Lupeny: husté bledě okrové až rezavohnědé.

Třeň: válcovitý, nahoře bělavý, s blanitým prstenem, pod prstenem hnědnoucí.

Dužnina: tenká, okrové barvy, vůně je moučná.

Doba růstu: červnu až říjnu (Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Libčice L5 a Horní Luby HL1, HL2.

Čihovitka masová

Český název: Čihovitka masová

Latinský název: *Ascocoryne sarcoides*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 26 Čihovitka masová (vytvořeno autorem).

Popis: kuželovitý tvar, růžově fialová až masově červená a má výtrusy přehrádkované

Výtrusy: oválného tvaru.

Doba růstu: podzim (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L2

Čirůvka mlženka

Český název: Čirůvka mlženka

Latinský název: *Clitocybe nebularis*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 27 Čirůvka mlženka (vytvořeno autorem)

Popis: hladký bělavý až naředlý klobouk.

Lupeny: úzké, husté lupeny bělavé až do krémové barvy.

Třeň: válcovitý bělavé až do šedé barvy.

Dužnina: bělavá v mládí tuhá a ve stáří vatovitá. Nasládlá ovocná aromatická vůně.

Doba růstu: konce srpna do prosince (First Nature).

Místo sběru: Horní Luby HL2.

Čirůvka smrdutá

Český název: Čirůvka smrdutá

Latinský název: *Tricholoma lascivum*

Ekologie: mykorrhizní symbióze zejména s buky, duby, břízami a habry.



Obrázek 28 Čirůvka smrdutá (vytvořeno autorem)

Popis: barva je v mládí bílá až slonovinová, posléze zejména od středu nabývající bledě rezavých tónů a neostrých skvrn.

Lupeny: středně husté, bělavé až nažloutlé, ke třeni jsou připojené zoubkem.

Třeň: válcovitý, v horní části často trochu zúžený, mládí bílá až slonovinová, posléze zejména od středu nabývající bledě rezavých tónů a neostrých skvrn.

Dužnina: bílá. Její pach je nasládlé merkaptanový či svítiplynový, stárnutím pach zesiluje.

Doba růstu: od léta do podzimu v listnatých lesích. Vzácný druh (Česká mykologická společnost).

Místo sběru: Horní Luby HL1.

Čirůvka špinavá

Český název: Čirůvka špinavá

Latinský název: *Lepista sordida*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 29 Čirůvka špinavá (vytvořeno autorem).

Popis: Povrch klobouku je za vlhka sytě růžovofialový až fialový, stářím a za sucha světle šedohnědě blednoucí, v mládí může být i šedohnědý.

Lupeny: prostrádané lupénky špinavě bílé až lilákově fialové, oproti klobouku zbarvené o něco živěji, stářím hnědě vybledající.

Třeň: mírně rozšířený, jemně vláknitý, zbarvený sytě růžovofialový až fialový.

Dužnina: je tenká, křehká, za vlhka šťavnatá, nafialovělá nebo našedlá.

Doba růstu: od září do prosince (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L7.

Dřevnatka dlouhonohá

Český název: Dřevnatka dlouhonohá

Latinský název: *Xylaria longipes*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 30 Dřevnatka dlouhonohá (vytvořeno autorem).

Popis: stromata vysoká 3–12 cm, jednoduchá, nerozvětvená, kyjovitá nebo jazykovitá, v mládí bělavá, tmavě hnědá až černá.

drsná. Dužnina je bílá, korkovitá. Výtrusy jsou černé, válcovitě vřetenovité, 11–17 × 5–7 μm velké. D

Výtrusy: jsou černé, válcovitě vřetenovité

Třeň: dlouhá, k bázi zúžená, černohnědá až černá,

Dužnina: je bílá.

Doba růstu: od ledna do prosince (Keizer 1998; Fellner et al. 2016).

Místo sběru: Horní Luby HL2, HL1, HL3, HL4, HL5, HL6.

Dřevnatka parohatá

Český název: Dřevnatka parohatá

Latinský název: *Xylaria hypoxylon*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 31 Dřevnatka parohatá (vytvořeno autorem).

Popis: má stromata dvojího typu označována jako nepohlavní stádia *Xylaria hypoxylon*, stromata jsou válcovitá až parohovitá. Na vrchu jsou plodné části šedobílé až bílé poprášené. Perfektní, tj. pohlavní stadium (teleomorfa) této houby, které lze nalézt pouze na rozhraní zimy a jara, má stromata zploštělá, celá černá,

Doba růstu: od ledna do prosince (Fellner et al. 2016).

Místo sběru: Horní Luby HL1, HL2, HL5, HL6 a Libčice L2, L7.

Dřevomor mnohotvarý

Český název: Dřevomor mnohotvarý

Latinský název: *Annulohypoxylon multifforme*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 32 Dřevomor mnohotvarý (vytvořeno autorem).

Popis: stromata mají polštářovitý tvar. Jejich tvar se liší dle místa, kde rostou. Pokud rostou do kůry, jsou podlouhlé, na odkorněném dřevu jsou nepravidelně rozlité, sousední plodnice spolu srůstají. Stromata mají v mládí světle hnědou až černou barvu. Výtrusy jsou hnědé, nesouměrně elipsoidní, často prohnuté.

Doba růstu: od ledna do prosince (Müller 2009).

Místo sběru: Libčice L2, L6.

Hadovka smrdutá

Český název: Hadovka smrdutá

Latinský název: *Phallus impudicus*

Ekologie: Saprofyt

Popis: v mládí jsou kulovité nebo vejčité s bílými myceliovými provazci. Mají bělavou barvu, pach slabě ředkvový. Ve stáří je klobouk už bez slizu a má bělavou barvu.

Výtrusy: uvolňují se v ranném stádiu, jsou nažloutlé. Zajímavostí je že je rozšiřují mouchy, které přitahuje zápach, sliz s výtrusy se na ně nalepí.

Třeň: Na třeni je náprstkovitý nebo zvonkovitý klobouk s voštinově žebernatým povrchem pokrytým zeleným slizem, který obsahuje výtrusy.

Doba růstu: od června o září (Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Horní Luby HL2, HL6.

Helmovka krvavá

Český název: Helmovka krvavá

Latinský název: *Mycena sanguinolenta*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 33 Helmovka krvavá (vytvořeno autorem).

Popis: kuželovitý klobouk krémově až hnědý s tmavším středem.

Lupeny: bílé nebo našedlé, s vínově červeným nebo červenohnědým ostřím.

Třeň: dlouhý tlustý, okrově až šedě růžový, na lomu ronící červené mléko.

Dužnina: vůně i chuť po ředkvičkách.

Doba růstu: od května do října (Fellner et al. 2016).

Místo sběru: Jedová Hora JH5, HL1, HL2, HL5.

Helmovka modravá

Český název: Helmovka modravá

Latinský název: *Mycena amicta*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 34 *Helmovka modravá* (vytvořeno autorem).

Popis: kuželovitý až zvoncovitý světle hnědý až do zeleného nádechu.

Lupeny: jsou vystoupavé bělavé až naředlé.

Třeň: oválný, dutý, světlé krémové barvy až šedohnědý s bílým ojiněním po celé délce.

Dužnina: nevýrazná chuť i vůně (Fellner et al. 2016).

Doba růstu: od května do října.

Místo sběru: Libčice L2.

Helmovka narůžovělá

Český název: Helmovka narůžovělá

Latinský název: *Mycena rosea*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 35 *Helmovka narůžovělá* (vytvořeno autorem).

Popis: v mládí zvoncovitý, později téměř plochý se středovým hrbolem, narůžovělý až růžové barvy.

Lupeny: lupeny narůžovělé.

Třeň: válcovitý bělavý až narůžovělý.

Dužnina: bělavá vůně připomínající ředkev.

Doba růstu: od července do listopadu (Fellner et al. 2016)

Místo sběru: Horní Luby HL1, HL2, HL6.

Helmovka ředkvičková

Český název: Helmovka ředkvičková

Latinský název: *Mycena pura*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 36 Helmovka ředkvičková (vytvořeno autorem).

Popis: zvoncovitý až plochý, růžově fialový až fialový.

Lupeny: sbíhavé, bělavé až šedavé s fialovým nádechem.

Třeň: válcovitý růžově fialový až narůžovělý

Dužnina: bělavá, vůně připomínající ředkev.

Doba růstu: od dubna až do října (Fellner et al. 2016).

Místo sběru: Horní Luby HL2, HL4, HL5.

Helmovka sádrová

Český název: Helmovka sádrová

Latinský název: *Hemimycena cucullata*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 37 Helmovka sádrová (vytvořeno autorem).

Popis: široký, zvoncovitý ve stáří téměř plochý kloubouk bílé barvy.

Lupeny: husté lupeny krémově bělavé až bílé.

Třeň: bílý s provazci v podhoubí.

Dužnina: moučná až nasládlá vůně.

Doba růstu: od května do listopadu (Mykoweb.cz).

Místo sběru: Libčice L2, L3, L4.

Helmovka šafránová

Český název: Helmovka šafránová

Latinský název: *Mycena crocata*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 38 Helmovka ředkvičková (vytvořeno autorem).

Popis: zvoncovitý až kuželovitý od světlé hnědé až po olivově načervenalou barvu.

Lupeny: lupeny husté s naoranžovělými skvrnami.

Třeň: tlustý, válcovitý, nahoře bělavě šedavý, směrem k bázi okrově žlutý až oranžově hnědočervený.

Dužnina: křehká, bez výrazné chuti a vůně. Při poranění roní oranžovou tekutinu.

Doba růstu: od června do října (Fellner et al. 2016).

Místo sběru: Horní Luby HL1, HL3.

Helmovka zefírová

Český název: Helmovka zefírová

Latinský název: *Mycena zephyrus*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 39 Helmovka zefírová (vytvořeno autorem).

Popis: kuželovitý až plochý klobouk s hrbolem šedoběžová až nahnědlá barva.

Lupeny: vystoupavé lupeny bílé až nahnědlé barvy.

Třeň: tlustý válcovitý, bělavou šedavou barvu.

Dužnina: bělavá, vůně slabě po ředkvích.

Doba růstu: září až listopad (Fellner et al. 2016)

Místo sběru: Horní Luby HL5.

Helmovka žlutobílá

Český název: Helmovka žlutobílá

Latinský název: *Atheniella flavoalba*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 40 Helmovka žlutobílá (vytvořeno autorem).

Popis: kuželovitý až plochý se žlutým až žlotookrovým středem.

Lupeny: vystoupavé lupeny bělavé až nažloutlé.

Třeň: je bělavý až bílý.

Dužnina: po ředkvích.

Doba růstu: od června do října (Fellner et al. 2016).

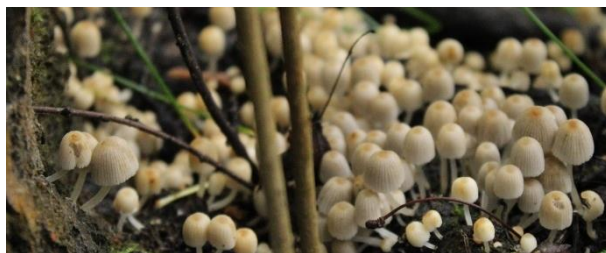
Místo sběru: Libčice L5.

Hnojník nasetý

Český název: Hnojník nasetý

Latinský název: *Coprinellus disseminatus*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 41 Hnojník nasetý (vytvořeno autorem).

Popis: zvoncovitý až kuželovitý, bělavý až světle okrový, uprostřed zpravidla s mírně tmavším okrovým terčíkem.

Lupeny: bělavé až černé.

Třeň: válcovitý bělavý až našedlý.

Dužnina: tenká, chuť a vůně nevýrazná.

Doba růstu: od května do října (Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Libčice L5, L6.

Hnojník třpytivý

Český název: Hnojník třpytivý

Latinský název: *Coprinellus micaceus*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 42 Hnojník třpytivý (vytvořeno autorem).

Popis: zvoncovitý nebo kuželovitý žlutohnědý s bělavými vločkami.

Lupeny: bělavé až okrové lupeny.

Třeň: válcovitého tvaru.

Dužnina: tenká bělavá až černá.

Doba růstu: května do listopadu (First Nature; Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Jedová Hora JH2.

Holubinka hlínožlutá

Český název: Holubinka hlínožlutá

Latinský název: *Russula ochroleuca*

Ekologie: Mykorrhizní



Obrázek 43 Holubinka hlínožlutá (vytvořeno autorem).

Popis: polokulovitý až plochý na středu mírně vmáčklý od citronově žluté až do olivova.

Lupeny: bílé až šedavě nažloutlé.

Třeň: válcovitý, bílý až šedý.

Dužnina: bílá, pevná s šedavým nádechem.

Doba růstu: od srpna do října (Fellner et al. 2016)

Místo sběru: Horní Luby HL2, HL5.

Holubinka Lundellova

Český název: Holubinka Lundellova

Latinský název: *Russula intermedia*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 44 Holubinka Lundellova (vytvořeno autorem).

Popis: polokulovitý až vyklenutý až prohloubený, tmavě nebo cihlově červený, růžově oranžový až růžově červený, někdy i okrově žlutý.

Lupeny: křehké, bělavé až sytě okrově žluté.

Třeň: válcovitý bílý až do šedé barvy.

Dužnina: bílá se slabě ovocnou vůní.

Doba růstu: od září do října (Mykoweb.cz).

Místo sběru: Horní Luby HL7

Hřib kaštanový

Český název: Hřib kaštanový

Latinský název: *Gyroporus castaneus*

Ekologie: Mykorrhizní



Obrázek 45 Hřib kaštanový (vytvořeno autorem).

Popis: polokulovitý až poduškovitý, žlutookrový až kaštanově hnědý, okraje má často rozpraskané.

Rourky: bělavé až nahnědlé.

Třeň: válcovitý třeň smetanové až rezavohnědé barvy.

Dužnina: bílá, vatovitá.

Doba růstu: od července do listopadu (Škubla 2007)

Místo sběru: Jedová Hora JH1.

Hřib žlutomasý

Český název: Hřib žlutomasý

Latinský název: *Xerocomellus chrysenteron*

Ekologie: Mykorrhizní



Obrázek 46 Hřib žlutomasý (vytvořeno autorem).

Popis: polokulovitý až vyklenutý, sametový až šedě tmavohnědý, v puklinách a často i na okraji klobouku až vínově červený

Rourky: světle žluté až žluto – olivové, poraněním modrozelenající.

Třeň: tlustý, válcovitý, pokrytý červenavými vločkami, pod kloboukem žlutý třeň.

Dužnina: dužnina v bázi třeňe hnědavá, na řezu slabě modrající. Chuť mírná, nakyslá

Doba růstu: od května do listopadu (Fellner et al. 2016)

Místo sběru: Jedová Hora, JH2, JH3, JH7.

Hvězdovka brvitá

Český název: Hvězdovka brvitá

Latinský název: *Geastrum fimbriatum*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 47 Hvězdovka brvitá (vytvořeno autorem).

Popis: kulovité plodnice, které jsou v mládí zaryté v zemi, tmavohnědé s tupým hrotem. Výtrusový prach je tmavě hnědý.

Doba růstu: od července do listopadu (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L1, L4, L5, L6.

Choroš měnlivý

Český název: Choroš měnlivý

Latinský název: *Cerioporus varius*

Ekologie: Parazit / Saprofyt



Obrázek 48 Choroš měnlivý (vytvořeno autorem).

Popis: žlutavý až oranžově hnědý. **Nejedlý.**

Třeň: ze spodu černý

Dužnina: bělavá až hnědá

Doba růstu: od května do listopadu (Antonín et al. 2003).

Místo sběru: Horní Luby HL4.

Choroš poloplástvový

Český název: Choroš poloplástvový

Latinský název: *Polyporus brumalis*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 49 Choroš poloplástvový (vytvořeno autorem).

Popis: jednoleté klobouky hnědé až červenohnědé.

Třeň: válcovitý, o něco světlejší než klobouk.

Dužnina: bílá, tuhá.

Doba růstu: od března do listopadu (Fellner et al. 2016).

Místo sběru: Jedová Hora JH5.

Klanolístka obecná

Český název: Klanolístka obecná

Latinský název: *Schizophyllum commune*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 50 Klanolístka obecná (vytvořeno autorem).

Popis: mušlovitá až vějířovitá bílá s fialovým nádechem až do šedobělavé barvy, stranou přisedlá.

Dužnina: tenká bělavé až nahnědlé barvy, bez vůně a chuti.

Doba růstu: od března do listopadu (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L2.

Kornatka jasanová

Český název: Kornatka jasanová

Latinský název: *Peniophora limitata*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 51 Kornatka jasanová (vytvořeno autorem).

Popis: jednotlivé, drobné, později srůstající do větších ploch, ve stáří rozpraskané, popelově šedohnědé s tmavým, až černým lemem.

Doba růstu: od ledna do prosince (Hagara et al. 2005; Houbaření - Atlas hub)).

Místo sběru: Horní Luby HL4.

Kostrovka šedavá

Český název: Kostrovka šedavá

Latinský název: *Skeletocutis carneogrisea*

Ekologie: Parazit



Obrázek 52 Kostrovka šedavá (vytvořeno autorem).

Popis: široký bílý klobouk. **Nejedlá.**

Dužnina: rosolovitá vrstva

Doba růstu: od června do října (Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Horní Luby HL5.

Krásnorůžek lepkavý

Český název: Krásnorůžek lepkavý

Latinský název: *Calocera viscosa*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 53 Krásnorůžek lepkavý (vytvořeno autorem).

Popis: vidličnaté keříky svítivě žluté barvy.

Dužnina: pevná chrupavčitá po vyschnutí tvrdá.

Doba růstu: od června do listopadu (Hagara et al. 2005; Škubla 2007;).

Místo sběru: Jedová Hora JH 3.

Krásnorůžek rohovitý

Český název: Krásnorůžek rohovitý

Latinský název: *Calocera cornea*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 54 Krásnorůžek rohovitý (vytvořeno autorem).

Popis: žluté až žlutooranžové válcovité plodnice

Dužnina: je rosolovitá pružná bez vůně a zápachu.

Doba růstu: od května do listopadu (Fellner et al. 2016).

Místo sběru: Libčice L2.

Kržatka olivová

Český název: Kržatka olivová

Latinský název: *Phaeocollybia festiva*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 55 Kržatka olivová (vytvořeno autorem).

Popis: zvoncovitý až kuželovitě vyklenutý, v mládí s ostrým hrbolkem, hnědo-olivový až šedo-olivový, může se objevit i červený odstín.

Lupeny: husté lupeny v mládí šedofialové až blednoucí do červeno-hnědé

Třeň: válcovitý, někdy zploštělý, hnědý, hnědo-červený, na vrcholu světlejší.

Dužnina: bílá, pod pokožkou klobouku světle olivová, s ředkvoovou vůní a chutí.

Doba růstu: od června do října (Škubla 2007; NaHouby.cz).

Místo sběru: Libčice L3.

Křehutka Candolleova

Český název: Křehutka Candolleova

Latinský název: *Psathyrella candolleana*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 56 Křehutka Candolleova (vytvořeno autorem).

Popis: zvonitý až ploše rozložený, okrově hnědý za suchá bílý.

Lupeny: husté lupeny, u třeně jsou vykrojené bělavého až hnědopurputového zbarvení.

Třeň: široký, válcovitý, hedvábně lesklý bílý,

Dužnina: tenká, křehká, bílá.

Doba růstu: od června do října (Keizer 1998; Škubla 2007).

Místo sběru: Libčice L4-5.

Křehutka nečesaná

Český název: Křehutka nečesaná

Latinský název: *Psathyrella impexa*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 57 Křehutka nečesaná (vytvořeno autorem).

Popis: široký, tupě kuželovitý červenohnědý s prosvítajícím rýhováním, okraj klobouku lemován bílým závojem.

Lupeny: bělavé, hnědnoucí.

Třeň: pokrytý drobnými bílými vločkami.

Dužnina: klobouku tmavě šedohnědá

Doba růstu: od dubna do listopadu (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L5.

Kuřátečko svráskové

Český název: Kuřátečko svráskové

Latinský název: *Clavulina rugosa*

Ekologie: Mykorrhizní.



Obrázek 58 Kuřátečko svráskové (vytvořeno autorem).

Popis: málo rozvětvené kyjovité plodnice bílé s okrovým vrcholem.

Dužnina: pružná, křehká bílá až nažloutlá.

Doba růstu: srpen až říjen (Antonín et al. 2003).

Místo sběru: Horní Luby HL7.

Kyj nit'ovitý

Český název: Kyj nit'ovitý

Latinský název: *Macrotyphula juncea*

Ekologie: Mykorrhizní.



Obrázek 59 Kyj nit'ovitý (vytvořeno autorem).

Popis: nit'ovité, nevětvené, hladké, na vrcholu často špičatého tvaru okrově žluté.

Dužnina: bělavá až nažloutlá.

Doba růstu: od srpna do listopad (Keizer 1998) .

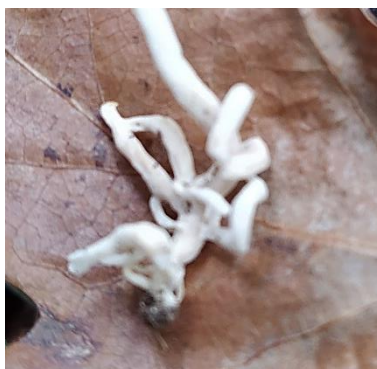
Místo sběru: Libčice L1, L2, L3.

Kyjanka křehka

Český název: Kyjanka křehka

Latinský název: *Clavaria fragilis*

Ekologie: Mykorrhizní.



Obrázek 60 *Kyjanka křehka* (vytvořeno autorem).

Popis: nevětvené bílé na vrcholu nažloutlé s podélnou rýhou.

Třeň: bílý stejný jako plodná část.

Dužnina: bílá, křehká vůně a chuť zemitá.

Doba růstu: od srpna do října (Škubla 2007; Kudluv fotoatlas hub).

Místo sběru: Horní Luby L7.

Lakovka ametystová / Lakovka obecná

Český název: **Lakovka ametystová / Lakovka obecná**

Latinský název: *Laccaria amethystina / Laccaria laccata*

Ekologie: Mykorrhizní.



Obrázek 61 *Lakovka ametystová* (vytvořeno autorem).



Obrázek 62 *Lakovka obecná* (vytvořeno autorem).

Popis:LA – ametystově modré zbarvení celé plodnice polokruhovitěho sklenutí až ploše rozložené

LO - zvonkovité až ploše rozložené červenohnědého zbarvení

Lupeny:

LA - pevné vláknité fialové, bílé poprášené

LO – pevné vláknité bílé poprášené.

Třeň:

LA – válcovitý, fialový.

LO – válcovitý, červenohnědý.

Dužnina:

LA – fialového zbarvení.

LO – narůžovělá

Doba růstu: od července do listopadu (Dvořáček 2006).

Místo sběru: Horní Luby HL7.

Lanýž

Český název: Lanýž sp.



Místo sběru: Libčice L7

Lesklokorka ploská

Český název: Lesklokorka ploská

Latinský název: *Ganoderma applanatum*

Ekologie: Parazit, následně saprofyt, působící bílou hnilobu (Fellner et al. 2016).



Obrázek 63 *Lesklokorka ploská* (vytvořeno autorem).

Popis: vytrvalá, střečovitá, plocha, hrbolatá, hladká světle hnědý až černý.

Rourky: kaštanově hnědé.

Dužnina: korkovitá, vláknitá

Doba růstu: od ledna do prosince (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L5

Leskokorka lesklá

Český název: Leskokorka lesklá

Latinský název: *Ganoderma lucidum*

Ekologie: Parazit (Saprofyt)



Obrázek 64 Leskokorka lesklá (vytvořeno autorem).

Popis: jednoletá, vějířovitá nebo ledvinovitá, hladká, lesklá okrové, hnědočervená nebo žlutý lem.

Rourky: smetanové nebo žlutavé.

Dužnina: korkovitá, tuhá, smetanového zbarvení.

Doba růstu: od ledna do prosince (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L1, L2.

Měkkouš kadeřavý

Český název: Měkkouš kadeřavý

Latinský název: *Plicaturopsis crispa*

Ekologie: Saprofyt.



Obrázek 65 Měkkouš kadeřavý (vytvořeno autorem)

Popis: klobouk má přirostlý temen náznakem třeně k substrátu, škeblovitý až vějířovitý s okrový směrem k okraji žlutavý až bělavý.

Doba růstu: od ledna do prosince (Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Libčice L2.

Muchomůrka červená

Český název: Muchomůrka červená

Latinský název: *Amanita muscaria*

Ekologie : Mykorrhizní.



Obrázek 66 Muchomůrka červená (vytvořeno autorem).

Popis: v mládí kulovitý tvar, později sklenutý až plochý červený nebo do žlutooranžového zbarvení s bílými bradavkami. Má prsten a bílý závoj.

Lupeny: bílé.

Třeň: válcovitý s bílými pásy bradavek.

Doba růstu: od července do října (Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Horní Luby L7.

Muchomůrka šafránová

Český název: Muchomůrka šafránová

Latinský název: *Amanita crocea*

Ekologie: Mykorrhizní.



Obrázek 67 Muchomůrka šafránová (vytvořeno autorem).

Popis: žluto oranžový až okrové zbarvení, vejčitý až plně rozložitelný se středovým hrbolkem. Bez prstence

Lupeny: bělavé.

Třeň: okrové barvy, vnitřní část je dutá.

Doba růstu: od června do listopadu (Škubla 2007).

Místo sběru: Horní Luby L7.

Muchomůrka tygrovaná

Český název: Muchomůrka tygrovaná

Latinský název: *Amanita pantherina*

Ekologie: Mykorrhizní.



Obrázek 68 Muchomůrka tygrovaná (vytvořeno autorem).

Popis: kulovitý až plochý, na okraji krátce rýhovaný, pokrytý bělavými bradavkami, žlutohnědé až šedookrového zbarvení.

Lupeny: husté bílé lupeny.

Třeň: dlouhý, robustní poté štíhlý válcovitý s prstenem.

Dužnina: tenká bílá, vonící po bramborách.

Doba růstu: od června do října (Škubla 2007).

Místo sběru: Jedová Hora JH5.

Muchomůrka pošvatá

Český název: Muchomůrka pošvatá

Latinský název: *Amanita vaginata*

Ekologie: Mykorrhizní



Obrázek 69 Muchomůrka pošvatá (vytvořeno autorem).

Popis: zvoncovitý až plochý, hladký, na okraji prosvítající lupeny.

Lupeny: středně husté lupeny, bílého zbarvení.

Třeň: široký válcovitý bělavého až naředlého zbarvení bez prstenu.

Dužnina: pevná, křehká, s nasládlou vůní.

Doba růstu: od června do října (Škubla 2007).

Místo sběru: Jedová Hora JH 4.

Mušlovka plstnatá

Český název: Mušlovka plstnatá

Latinský název: *Schizophyllum amplum*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 70 Mušlovka plstnatá (vytvořeno autorem).

Popis: miskovité plodničky, uvnitř jsou hladké až mírně vrásčité, světlé až čokoládově hnědé.

Dužnina: Tenká, za sucha tvrdá, za vlhka pružná a kožovitá.

Doba růstu: od ledna do prosince (Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Libčice L7.

Ohňovec dotýkavý

Český název: Ohňovec dotýkavý

Latinský název: *Phellinus contiguus*

Ekologie: Saprofyt.



Obrázek 71 Ohňovec dotýkavý (vytvořeno autorem).

Popis: Plodnice rozlité, šedá až umbrově hnědá se žlutohnědým až rezavohnědým ztenčeným okrajem.

Rourky: hnědé

Doba růstu: od ledna do prosince (Houbaření).

Místo sběru: Horní Luby HL3.

Ohňovec obecný

Český název: Ohňovec obecný

Latinský název: *Phellinus igniarius*

Ekologie: Parazit



Obrázek 72 Ohňovec obecný (vytvořeno autorem).

Popis: kopitovitá až střešovitá rezavě hnědá až černá, hladká s prasklinami.

Rourky: skořicově v několika vrstvách.

Doba růstu: od Ledna do Prosince (Keizer 1998)

Místo sběru: Libčice L1, L4, L5, L6.

Ohňovec rezavý

Český název: Ohňovec rezavý

Latinský název: *Phellinus ferruginosus*

Ekologie: Saprofyt.



Obrázek 73 Ohňovec rezavý (vytvořeno autorem).

Popis: jednoletá vytrvalá hnědé až šedé barvy.

Rourky: v několika vrstvách červenohnědé.

Dužnina: tenká, korkovitá, za sucha křehká.

Doba růstu: od ledna do prosince (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L6

Ohňovec tečkovaný

Český název: Ohňovec tečkovaný

Latinský název: *Phellinus punctatus*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 74 Ohňovec tečkovaný (vytvořeno autorem).

Popis: jsou rozlité, vrstevnaté.

Rourky: vícevrstevné, žlutohnědé až šedohnědé.

Doba růstu: od ledna do prosince (Botany.cz. 2013)

Místo sběru: Libčice L4, L7.

Outkovka pásovaná

Český název: Outkovka pásovaná

Latinský název: *Trametes ochracea*

Ekologie: Parazit / Saprofyt



Obrázek 75 Outkovka pásovaná (vytvořeno autorem).

Popis: polokruhový až oválný, barva nenápadně pásovaná, žlutá, hnědá, okrová, červenohnědá, ale může být i bělavá. K substrátu přirostlá bokem nebo spodní stranou.

Dužnina: korkovitá, tuhá, krémové barvy

Doba růstu: od ledna do prosince (Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Horní Luby HL4, HL6.

Outkovka pestrá

Český název: Outkovka pestrá

Latinský název: *Trametes versicolor*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 76 *Outkovka pestrá* (vytvořeno autorem).

Popis: jednoletá, široký pružně kožovitý klobouk od tabákově hnědé až po červenalou, nebo modrošedé po okrovou, s bílým lemem.

Rourky: bělavé.

Dužnina: korkovitá, tuhá bělavé barvy.

Doba růstu: od ledna do prosince (Kříž & Marounek 2016)

Místo sběru: Horní luby HL1, HL4, HL1, HL7.

Outkovka řadová

Český název: Outkovka řadová

Latinský název: *Antrodia serialis*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 77 *Outkovka řadová* (vytvořeno autorem).

Popis: víceleté, rozlité nebo polo rozlité, kožovitě tuhé, okrové až skořicově hnědé.

Rourky: bělavé, krémové až světle okrové.

Dužnina: bílá.

Doba růstu: od července do října, plodnice přetrvávají po celý rok (Fellner et al. 2016).

Místo sběru: Horní Luby HL6.

Outkovka Trogova

Český název: Outkovka Trogova

Latinský název: *Coriolopsis (Trametes) trogii*

Ekologie: Parazit.



Obrázek 78 Outkovka Trogova (vytvořeno autorem).

Popis: jednoletá, polokruhovitá, bokem přirostlá, šedě okrová až hnědá s ostrým okrajem.

Rourky: bělavé až smetanové.

Dužnina: korkovitá, tuhá smetanové až okrové zbarvení.

Doba růstu: od ledna do prosince (Keizer 1998)

Místo sběru: Libčice L3, L5.

Pavučinec oranžovolupenný

Český název: Pavučinec oranžovolupenný

Latinský název: *Cortinarius malicorius*

Ekologie: Mykorrhizní.



Obrázek 79 Pavučinec oranžovolupenný (vytvořeno autorem).

Popis: polokulovitý až talířovitý klobouk žluto olivové barvy a na okraji žlutooranžový lem.

Lupeny: přirostlé ke třeni, oranžové.

Třeň: válcovitý, hladký, světle žlutý, v horní části pokrytý vlákny, otláčením se barví do olivova.

Dužnina: je žlutá až šedoolivová. Vůně je nevýrazná nebo ředkvová. Chuť je někdy nahořklá.

Doba růstu: od srpna do října (Houbaření).

Místo sběru: Horní Luby HL5.

Pečárka zápašná

Český název: Pečárka zápašná

Latinský název: *Agaricus xanthodermus*

Ekologie: Mykorrhizní



Obrázek 80 Pečárka zápašná (vytvořeno autorem).

Popis: klobouk je kulovitý až rozložený, hladký bílého zbarvení.

Lupeny: husté lupeny narůžovělé až hnědé bary.

Třeň: dlouhý, válcovitý, bílé barvy.

Dužnina: v horní části třeně bílá směrem dolů sirově žlutá, vůně po fenolu.

Doba růstu: od května do října (Bielli 2001).

Místo sběru: Jedová Hora JH1.

Penízovka hřebíkatá

Český název: Penízovka hřebíkatá

Latinský název: *Gymnopus peronatus*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 81 *Gymnopus peronatus* (vytvořeno autorem).

Popis: vyklenutý až kuželovitý, pak plochý, radiálně vrásčitý, žlutavě hnědý až oranžově hnědý.

Lupeny: řídké, žlutavé až žlutohnědé.

Třeň: válcovitý, žlutohnědý až oranžově hnědý.

Dužnina: chutná hořce bez vůně.

Doba růstu: od červen do listopad (Antonín et al. 2003).

Místo sběru: Horní Luby HL2, HL5, HL6, HL7.

Penízovka kuželovitá

Český název: Penízovka kuželovitá

Latinský název: *Rhodocollybia asema*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 82 *Penízovka kuželovitá* (vytvořeno autorem).

Popis: kuželovitě sklenutý až rozložený s hrbolkem uprostřed šedo zelený až popelavě šedý.

Lupeny: jsou husté, bělavé až bledě krémové.

Třeň: široký, k bázi se rozšiřující rohově šedý, dole šedo hnědavý.

Dužnina: bělavá, chuť mírná, vůně trochu zemitá.

Doba růstu: od srpna do listopadu (Antonín et al. 2003).

Místo sběru: Horní Luby HL2, HL5, HL7.

Penízovka ocaseá

Český název: Penízovka ocaseá

Latinský název: *Gymnopus confluens*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 83 *Penízovka ocaseá* (vytvořeno autorem).

Popis: široké, sklenuté až široce rozložené, radiálně vrásčité, slizké, okrové, světle hnědé až šedohnědé

Lupeny: bílé až světle okrové lupeny.

Třeň: hluboké kořeny až i půl metru, široký, dole ztloustlá.

Dužnina: tenká, měkká, bělavá. Pach slabě ovocný, chuť mírná.

Doba růstu: os června do listopadu (Antonín et al. 2003).

Místo sběru: Jedová Hora JH5.

Penízovka splývavá

Český název: Penízovka splývavá

Latinský název: *Gymnopus confluens*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 84 *Penízovka splývavá* (vytvořeno autorem).

Popis: sklenutý, matný, za vlhka špinavě masově zažloutlý, za sucha bělavý.

Lupeny: husté, tenké, bělavé až narůžovělé.

Třeň: dutý zmacklý, tuhý, narůžovělý až hnědý.

Dužnina: bílá, chuť i vůně nevýrazná.

Doba růstu: červenec až říjen (Keizer 1998).

Místo sběru: Horní Luby HL2, HL5, HL6, HL7.

Pevník chlupatý

Český název: Pevník chlupatý

Latinský název: *Stereum hirsutum*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 85 Pevník chlupatý (vytvořeno autorem).

Popis: korovitá, střížkovitá okrově hnědá až hnědá se světlým okrajem. Ze spodu hladké žluté až žlutohnědý.

Doba růstu: od ledna do prosince (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L2, L7.

Pevník korkovitý

Český název: Pevník korkovitý

Latinský název: *Stereum rugosum*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 86 Pevník korkovitý (vytvořeno autorem).

Popis: korovitá, tvořící nepravidelné pruhy, dlouhé několik decimetrů, hladký povrch nažloutlý až šedorůžový. Při poranění červená

Doba růstu: od ledna do prosince (Keizer 1998)

Místo sběru: Libčice L2, Horní Luby HL2.

Pevník plstnatý

Český název: Pevník plstnatý

Latinský název: *Stereum subtomentosum*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 87 Pevník plstnatý (vytvořeno autorem).

Popis: korovitá, s výrazně vystupujícími vějíři, páskované hnědé, hnědo oranžové až okrově žlutá, často do zelena. Ze spodu hladké nažloutlé. Při poranění žloutne.

Doba růstu: od ledna do prosince (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L2.

Pórnatka placentová

Český název: Pórnatka placentová

Latinský název: *Rhodonía placenta*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 88 Pórnatka placentová (vytvořeno autorem).

Popis: rozlité, často ostrůvkovitě pokrývající velkou plochu, na tenkém, tvořené lososově růžovými, krátkými rourkami. Na plodnicích bývají ostrůvkovitě rozdělená místa, kde jsou již rourky vyvinuty s místy, kde se teprve utváří a ta mívají žlutozelenavý nádech.

Doba růstu: od dubna do října (Houbaření).

Místo sběru: Horní Luby HL 6.

Pórnovitka drobnopóra

Český název: Pórnovitka drobnopóra

Latinský název: *Schizopora flavipora*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 89 Pórnovitka drobnopórá (Jan Wipler).

Popis: jednoletá, smetanové až oranžové zbarvení, korovitá tvořící dlouhé pruhy, s bledým okrajem

Doba růstu: od jara do zimy (Keizer 1998).

Místo sběru: Horní Luby HL6, Libčice L2.

Pýchavka obecná

Český název: Pýchavka obecná

Latinský název: *Lycoperdon perlatum*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 90 Pýchavka obecná (vytvořeno autorem).

Popis: kulovitá s válcovitou stopkou, pokrytá bradavkami s ostny bělavé až do šedohnědé barvy. Uvnitř bílá.

Doba růstu: od června do října (Smotlacha et al. 2001)

Místo sběru: Horní Luby HL7.

Pýchavka huňatá

Český název: Pýchavka huňatá

Latinský název: *Lycoperdon umbrinum*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 91 Pýchavka huňatá (vytvořeno autorem).

Popis: kulovitá na středu s hrbolem hladká pokožka s hnědavým podkladem ve stáří se zbarvuje do mosazně žluté

Dužnina: třeň je pórovitá, šedoolivová až olivově hnědá. Má jemnou chuť a houbovou vůni.

Doba růstu: od srpna do října (Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Horní Luby HL2.

Pýchavka stlačená

Český název: Pýchavka stlačená

Latinský název: *Lycoperdon pratense* Pers.

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 92 Pýchavka stlačená (vytvořeno autorem).

Popis: bílý až olivověhnědý, povrch, kulovitá až káčovitá s krátkou stopkou, širokým otvorem uvnitř.

Doba růstu: od června do října (Keizer 1998)

Místo sběru: Jedová Hora JH6.

Rozděrka splývavá

Český název: Rozděrka splývavá

Latinský název: *Sistotrema confluens*

Ekologie: Mykorrhizní



Obrázek 93 Rozděrka splývavá (vytvořeno autorem).

Popis: vzácný, široký, plochý, vtačený, pružný, bělavý, krémový až nahnědlý.

Třeň: výstředný, krátký na bázi černavý.

Dužnina: je bělavá, tuhá, za sucha křehká

Doba růstu: od srpna do listopadu (Hagara et al. 2005).

Místo sběru: Libčice L7.

Ryzec dubový

Český název: Ryzec dubový

Latinský název: *Lactarius quietus*

Ekologie: Mykorizní



Obrázek 94 Ryzec dubový (vytvořeno autorem).

Popis: sklenutý, mírně prohloubený, světle šedý až našedle kaštanový.

Lupeny: sbíhavé hnědobílé až světle kaštanové s nádechem do lila zbarvení.

Třeň: matný, rýhovaný světle našedlé

Dužnina: bělavé žlutohnědá se smetanovým mlékem.

Doba růstu: od června do října (Škubla 2007).

Místo sběru: Horní Luby HL7.

Ryzec olšový

Český název: Ryzec olšový

Latinský název: *Lactarius obscuratus*

Ekologie: Mykorrhizní



Obrázek 95 Ryzec olšový (vytvořeno autorem).

Popis: polokulovitý, plošší až téměř miskovitý. Barva za sucha hnědavě medová, za vlhka hnědavě naoranžovělá a uprostřed s jasnými olivovým zbarvením.

Lupeny: husté světle okrově načervenalé

Třeň: okrově naoranžovělý, směrem k bázi s tmavšími hnědavými zbarvením.

Dužnina: křehká, mléko vodnatě bělavé.

Doba růstu: od června do října (Hagara et al. 2005; Škubla 2007).

Místo sběru: Horní Luby HL4.

Ryzec šeredný

Český název: Ryzec šeredný

Latinský název: *Lactarius turpis*

Ekologie: Mykorrhizní



Obrázek 96 Ryzec šeredný reakci provedl J. Wipler (vytvořeno autorem).

Popis: mělce prohloubený, slizký tmavě olivově zelený až černavý. Reakce s NH_4OH viz obr.

Lupeny: husté smetanové až do žlutohnědé.

Třeň: pevný, slizký, tmavě olivově zelený až olivově hnědý.

Dužnina: bílá až hnědá.

Doba růstu: od července do října (Keizer 1998; Fellner et al. 2016)

Místo sběru: Horní Luby HL7.

Ryzec vonný

Český název: Ryzec vonný

Latinský název: *Lactarius glyciosmus*

Ekologie: Mykorrhizní



Obrázek 97 Ryzec vonný (Ing. Jana Najmanová).

Popis: ploše vyklenutý, pak vmáčklý až nálevkovitý, šedorůžový, světle pleťově okrový až šedohnědavý.

Lupeny: bledě pleťově okrové, husté, sbíhavé.

Třeň: válcovitý, světle okrový.

Dužnina: krémová až šedavě pleťová, vonící po kokosu.

Doba růstu: od srpna do října (Antonín et al. 2003; Fellner et al. 2016).

Místo sběru: Horní Luby HL7.

Sít'kovec načervenalý

Český název: Sít'kovec načervenalý

Latinský název: *Daedaleopsis confragosa*

Ekologie: Parazit až Saprofyt.



Obrázek 98 Sít'kovec načervenalý (vytvořeno autorem).

Popis: jednoletá, vějířovitá až polokulovitá, z vrchu hladká okrová až hnědá s bílým okrajem podhoubí bělavé až do světle hnědé. Po zmáčknutí zčervená.

Dužnina: korkovitá, tuhá šedě okrová

Doba růstu: od března do listopadu (Keizer 1998).

Místo sběru: Horní Luby HL4, Libčice L1,2,3,4,6,7

Slizečka ocasatá

Český název: Slizečka ocasatá

Latinský název: *Xerula radicata*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 99 Slizečka ocasatá (vytvořeno autorem).

Popis: vyklenutý až plochý, se širokým tupým hrbolem, za vlhka slizký a lesklý, béžově okrový až šedohnědý,

Lupeny: řídké bílé až světle krémové.

Třeň: dlouhý dole rozšířený, s hlubokými kořeny (“AtlasRostlin.cz” 2022)

Dužnina: bělavá, se slabou vůní.

Doba růstu: od května do listopadu (Keizer 1998).

Místo sběru: Jedová Hora JH6, Horní Luby HL7.

Slizopórka dvoubarvá

Český název: Slizopórka dvoubarvá

Latinský název: *Gloeoporus dichrous*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 100 Slizopórka dvoubarvá (vytvořeno autorem).

Popis: bělavý až krémový polokloboukaté až kloboukaté.

Doba růstu: od července do března (Houbaření, Mykoweb.cz)

Místo sběru: Libčice L6.

Strmělka anýzka

Český název: Strmělka anýzka

Latinský název: *Clitocybe odora*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 101 Strmělka anýzka (Ing. Jana Najmanová).

Popis: nepravidelně rozložený v mládí zelenavě namodralý, v dospělosti vybledající do světle šedavých odstínů, někdy okrovějící, nejvíce uprostřed klobouku. Okraj je v dospělosti zvlňný.

Lupeny: široké šedavě nazelenalé, později blednoucí do krémových odstínů.

Třeň: v barvě klobouku nebo o něco světlejší, na bázi s bílým myceliem.

Dužnina: bílá až nazelenalá.

Doba růstu: od července do listopadu(Keizer 1998)

Místo sběru: Horní Luby HL19.

Strmělka bělostná

Český název: Strmělka bělostná

Latinský název: *Clitocybe candicans*

Ekologie : Saprofyt



Obrázek 102 Strmělka bělostná (vytvořeno autorem).

Popis: mírně vyklenutý až plochý naředlé až špinavě bílý.

Lupeny: husté, bílé až krémové.

Třeň: válcovitý, špinavě bělavý až krémového zbarvení.

Dužnina: voní po promnuté trávě.

Doba růstu: od července do listopad (Houbaření).

Místo sběru: Horní Luby HL7.

Strmělka nálevkovitá

Český název: Strmělka nálevkovitá

Latinský název: *Clitocybe gibba*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 103 Strmělka nálevkovitá (vytvořeno autorem).

Popis: hnědavě okrový s hrbolekem až do hnědého zbarvení.

Lupeny: úzké, husté, sbíhají na třeň, bělavé až do krémová.

Třeň: válcovitý, hladký, barva podobná klobouku.

Dužnina: pružná, tuhá, světlé barvy.

Doba růstu: od července do listopadu (Hagara et al. 2005; Škubla 2007).

Místo sběru: Horní Luby HL7.

Strmělka žlutá

Český název: Strmělka žlutá

Latinský název: *Clitocybe gilva*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 104 Strmělka žlutá (vytvořeno autorem).

Popis: je pravděpodobně letní formou strmělky přehnuté, mládí je vyklenutý, později plochý s podvinutým okrajem, nálevkovitý (Hagara et al. 2005; Škubla 2007).

Místo sběru: Horní Luby HL2.

Šedopórka zakouřená

Český název: Šedopórka zakouřená

Latinský název: *Bjerkandera fumosa*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 105 Šedopórka zakouřená (vytvořeno autorem).

Popis: jednoletá, smetanová až kávově hnědá, roste jednotlivě nebo ve střechovitém uspořádání.

Dužnina: silná, houbovitá, okrově hnědého zbarvení.

Doba růstu: od května do listopadu (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L2.

Špička česneková

Český název: Špička česneková

Latinský název: *Mycetinis scorodoniis*

Ekologie : Saprofyt a parazit lignikolní a humikolní (Fellner et al. 2016).



Obrázek 106: Houba Špička česneková (vytvořeno autorem).

Popis: Klobouk špičky má průměr 1–3,5 cm, jeho tvar je polokulovitý až plochý, za vlhka okrový, žlutohnědý až červenohnědý.

Lupeny: bílé až krémové, dosti řídké.

Třeň: je 3–6 cm dlouhý, 0,2–0,3 cm široký, válcovitý, nahoře bělavý až hnědavý, níže oranžově hnědý, červenohnědý až černohnědý, hladký.

Dužnina má charakteristickou silnou česnekovou vůni i chuť. Výtrusný prach je bílý.

Doba růstu: červnu až říjnu (Fellner et al. 2016).

Místo sběru: Libčice místo L1.

Špička kolovitá

Český název: Špička kolovitá

Latinský název: *Marasmius rotula*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 107 Špička kolovitá (vytvořeno autorem).

Popis: sklenutý ve středu vmáčklý paprscitě rýhovaný bělavý klobouk s hnědým středem.

Lupeny: řídké bělavé

Třeň: hnědý ke klobouku bílý.

Dužnina: bílá až hnědá

Doba růstu: od června do října (Keizer 1998; Bielli 2001)

Místo sběru: Libčice L4, Horní Luby HL1, HL3, HL4, HL5, HL6.

Špička listová

Český název: Špička listová

Latinský název: *Marasmius epiphyllus*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 108 Špička listová (vytvořeno autorem).

Popis: polokulovitý až ploše rozložený, sněhobíle, ve stáří slabě našedle zbarvení.

Lupeny: jsou bílé, velmi řídké.

Třeň: vláskovitý v horní části nažloutlý k myceliu červenohnědý.

Dužnina: velmi tenká, s nevýraznou vůní a chutí.

Doba růstu: od října do prosince (Houbaření).

Místo sběru: Libčice L1, L3.

Špička provrtaná

Český název: Špička provrtaná

Latinský název: *Gimnopus perfarous*

Ekologie: Saprophyt



Obrázek 109 Špička provrtaná (vytvořeno autorem).

Popis: vyhublý až rozložený vmáčklým středem světle hnědý až hnědočerveného zbarvení.

Lupeny: blanité, bílé barvy.

Třeň: chlupatě plstnatý, hnědočerný, směrem ke klobouku světlejší.

Dužnina: bělavá

Doba růstu: od června do listopadu (Keizer 1998)

Místo sběru: Jedová hora JH6.

Špička rohonohá

Český název: Špička rohonohá

Latinský název: *Marasmius cohaerens*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 110 Špička rohonohá (vytvořeno autorem).

Popis: široký, červenohnědý až světle hnědý s tmavším středem, později se světle rezavými skvrnami, široce zvoncovitý.

Lupeny: hnědožlutě krémové

Třeň: kuželovitý, po stranách zploštělý, červenohnědý a směrem ke klobouku světlejšího zbarvení.

Dužnina: velice tuhá špatně lámavá

Doba růstu: od července do října (O HOUBÁCH)

Místo sběru: Horní Luby HL3, H14.

Špička Wynneové

Český název: Špička Wynneové

Latinský název: *Marasmius wynneae*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 111 Špička Wynneové (vytvořeno autorem).

Popis: bílé zbarvení klobouku, zpočátku sklenutý později rozložený.

Lupeny: vysoké řídké bílé lupeny.

Třeň: válcovitý třeň s podélnou rýhou

Dužnina: tenká, pružná, houževnatá, bělavá, ve třeni červenohnědá.

Doba růstu: od července do listopadu (Antonín et al. 2003; Hagara et al. 2005)

Místo sběru: Horní Luby HL4.

Štítovka jelení

Český název: Štítovka jelení

Latinský název: *Pluteus cervinus*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 112 Štítovka jelení (vytvořeno autorem).

Popis: zvoncovitý až ploše sklenutý sépiového až tmavě hnědého zbarvení.

Lupeny: bílé až šedorůžové

Třeň: tmavě vláknitě žíhaný.

Dužnina: bílého zbarvení.

Doba růstu: od května do listopadu (Keizer 1998; Antonín et al. 2003).

Místo sběru: Horní Luby HL7.

Štítovka Pouzarova

Český název: Štítovka Pouzarova

Latinský název: *Pluteus pouzarianus*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 113 Štítovka Pouzarova (vytvořeno autorem).

Popis: zvoncovitý až plochý, tmavě hnědý až hnědočerný, podobná štítovce jelení.

Lupeny: volné, zprvu bělavé, později narůžověle hnědého zbarvení.

Třeň: je válcovitý, tmavohnědě vláknitý, s jemným nafialovělým nádechem.

Dužnina: s nepříjemným, zatuchle zemitou vůní.

Doba růstu: od května do listopadu (Hagara et al. 2005)

Místo sběru: Libčice L6.

Štítovka vrbová

Český název: Štítovka vrbová

Latinský název: *Pluteus salicinus*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 114 Štítovka vrbová (vytvořeno autorem).

Popis: sklenutý až plochý s hrbolkem uprostřed, namodralého až zelenošedého zbarvení.

Lupeny: bílé až růžové.

Třeň: hedvábně bílé.

Dužnina: šedobílá.

Doba růstu: od května do října (Keizer 1998).

Místo sběru: Libčice L6.

Šupinovka zlatozávojná

Český název: Šupinovka zlatozávojná

Latinský název: *Pholiota cerifera*

Ekologie: Parazit



Obrázek 115 Šupinovka zlatozávojná (vytvořeno autorem).

Popis: sklenutý až rozložený zlatožlutého až žlutohnědého zbarvení.

Lupeny: světle žluté až rezavě hnědé.
Třeň: zahnutý, šupinatý, světle žlutý.
Dužnina: tuhá světle žlutá, trpké chuti.
Doba růstu: od srpna do listopadu (Keizer 1998)
Místo sběru: Libčice L6

Terčka žlutozelená

Český název: Terčka žlutozelená
Latinský název: *Lanzia luteovirescens*
Ekologie: Saprofyt



Obrázek 116 Terčka žlutozelená (vytvořeno autorem).

Popis: pohárkovitá až miskovitá, pak až plochá, žlutá až žlutozeleného zbarvení.
Třeň: hladký olivově žlutohnědý.
Doba růstu: od září do listopadu
Místo sběru: Libčice L7.

Trepkovitka Cesatiho

Český název: Trepkovitka Cesatiho
Latinský název: *Crepidotus cesatii*
Ekologie: Saprofyt



Obrázek 117 Trepkovitka Cesatiho (vytvořeno autorem).

Popis: bočně připojený, ledvinovitý, vyklenutý, bílý.
Lupeny: řídké, od bílé po okrové zbarvení.
Dužnina: bílá.
Doba růstu: od ledna do prosince (Fellner et al. 2016).
Místo sběru: Libčice L1, L5.

Troudnatec Kopytovitý

Český název: Troudnatec Kopytovitý

Latinský název: *Fomes fomentarius*

Ekologie: Parazit



Obrázek 118 Troudnatec Kopytovitý (vytvořeno autorem).

Popis: tuhá mohutná plodnice zpočátku je hlízovitý později kopytovitý, bělavého až světle žluté a šedé zbarvení.

Dužnina: tuhá světlé až okrová, vonící po ovoci.

Doba růstu: leden až prosinec (Keizer 1998; Kříž & Marounek 2016).

Místo sběru: Libčice L2, L6.

Trudnatec pásovaný

Český název: Trudnatec pásovaný

Latinský název: *Fomitopsis pinicola*

Ekologie: Parazit až Saprofyt



Obrázek 119 Trudnatec pásovaný (vytvořeno autorem).

Popis: vytrvalá střešovitá až kopytovitá s bílým okrajem oranžově červená až do šedočerného středu

Dužnina: tuhá smetanového zbarvení.

Doba růstu: leden až prosinec (Keizer 1998)

Místo sběru: Horní Luby HL2.

Třepenitka svazčitá

Český název: Třepenitka svazčitá

Latinský název: *Hypholoma fasciculare*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 120 Třepenitka svazčitá (vytvořeno autorem).

Popis: sklenutý jasně sírově žlutý s oranžově hnědým zbarvením

Lupeny: citronově žlutozelené

Třeň: zahnutý sírově žlutý.

Dužnina: sírově žlutá

Doba růstu: od března do prosince (Keizer 1998).

Místo sběru: Horní Luby HL5.

Ucho jidášovo

Český název: Ucho jidášovo

Latinský název: *Auricularia auricula-judae*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 121 Ucho jidášovo (vytvořeno autorem).

Popis: bolcovité, lasturnaté plodnice, chrupavčité od světle hnědé až po tmavě hnědou.

Dužnina: pružná, stářím vyschne a tuhne.

Doba růstu: od ledna do prosince (Bielli 2001; Kříž & Marounek 2016).

Místo sběru: Horní Luby HL5.

Václavka hlíznatá

Český název: Václavka hlíznatá
Latinský název: *Armillaria gallica*
Ekologie: Saprofyt



Obrázek 122 Václavka hlíznatá (vytvořeno autorem).

Popis: masově růžově hnědé se šupinkami
Třeň: žluté vločkaté zbytky.
Doba růstu: od července do listopadu (Hagara et al. 2005).
Místo sběru: Horní Luby HL2.

Vláknice zemní

Český název: Vláknicke zemní
Latinský název: *Inocybe geophylla*
Ekologie: Mykorrhizní



Obrázek 123 Vláknicke zemní (vytvořeno autorem).

Popis: kuželovitý až sklenutý bílého zbarvení s nažloutlým středem.
Lupeny: smetanového až hlínově hnědého zbarvení.
Třeň: vláknitý bílé barvy.
Dužnina: bílá.
Doba růstu: července do prosince (Keizer 1998).
Místo sběru: Libčice L3.

Zlepničček jahodovitý

Český název: Zlepničček jahodovitý

Latinský název: *Tubifera ferruginosa*

Ekologie: Saprofyt



Obrázek 124 Zlepničiek jahodovitý nezralé stadium (Jan Wipler).



Obrázek 125 Nezralé stadium (Jan Wipler).

Popis: válcovitá kyjovitá, plasmodium je zpočátku bělavé přechází až do karmínově červeného zbarvení.

Doba růstu: od května do října (Botany.cz. 2013).

Místo sběru: Horní Luby HL3, HL6.