

## Obsahy těžkých kovů v dřevokazných houbách v Praze a na Šumavě

### Concentrations of heavy metals in wood-rotting fungi in Prague and Bohemian Forest

Petr Baldrian<sup>1</sup>, Jiří Gabriel<sup>1</sup>, Petr Rychlovský<sup>2</sup>, Milan Krenželok<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mikrobiologický ústav AV ČR, CZ–14200, Praha, Česká republika

<sup>2</sup>Katedra analytické chemie UK, CZ–12000 Praha, Česká republika

#### Abstract

Concentration of five heavy metals (aluminium, cadmium, copper, lead and zinc) in the fruiting-bodies of wood-rotting fungi *Stereum hirsutum*, *Schizophyllum commune*, *Daedalea quercina*, *Ganoderma applanatum*, *Fomitopsis pinicola* and *Hirneola auricula-iudae* has been investigated. The fruiting-bodies were collected in two areas of different atmospheric pollution (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, dust): Šumava National Park (unpolluted area), and Prague (heavily polluted area). The content of heavy metals is much higher in samples from Prague, except for zinc whose concentrations were found higher in Šumava NP (Table 1). Remarkable difference exists between various habitats where fungi were collected (especially in Prague). Wood-rotting fungi grow not in direct contact with polluted soil and therefore serve as a good bioindicator of atmospheric pollution; they can be easily grown under laboratory conditions and thus allow a wide range of experiments.

**Key words:** wood-rotting fungi, atmospheric pollution, biomonitoring

#### Úvod

Znečištění životního prostředí těžkými kovy (olovo, měď, hliník, zinek, kadmium a další) je velmi vážným ekologickým problémem současnosti. Pro člověka jsou nejnebezpečnější jejich potenciální mutagenní a kancerogenní účinky. Do životního prostředí vstupují těžké kovy takřka výhradně jako součást plyných a prašných emisí ze stacionárních zdrojů spalujících fosilní paliva, jako součást emisí spalovacích motorů (olovo) a při výrobě a využití zinku (kadmium). Vzhledem k tomu, že jsou transportovány ovzduším, souvisí jejich lokální koncentrace a vstup do potravních řetězců do značné míry se znečištěním ovzduší jinými složkami emisí.

Jednou ze skupin organismů, schopných hromadit těžké kovy z prostředí, ve které rostou, jsou dřevokazné houby, které jsou zároveň poměrně tolerantní k jejich vyšší koncentraci. Vzhledem k přítomnosti bariér mezi půdou a kořeny dřevin a mezi dřevinou a plodnicí houby je obsah těžkých kovů v plodnici poměrně přesným měřítkem jejich koncentrace v atmosféře a poskytuje spolehlivé informace o zatížení určitého stanoviště.

## Materiál a metody

Obsah hliníku, kadmia, mědi, olova a zinku byl zjišťován v plodnicích pevníku chlupatého (*Stereum hirsutum*), klanolístky obecné (*Schizophyllum commune*), sítkovce dubového (*Dae-dalea quercina*), lesklokorky ploské (*Ganoderma applanatum*), troudnatce pásovaného (*Fomitopsis pinicola*) a ucha Jidášova (*Hirneola auricula-iudae*). Obsah těžkých kovů v plodnicích byl měřen atomovou absorpční spektroskopií a byl vztážen na gram sušiny. Studované druhy hub nevykazovaly rozdíly v akumulaci jednotlivých kovů.

Pro porovnání obsahu těžkých kovů byly houby sbírány ve dvou oblastech s různým imisním zatížením – v Praze a na území Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava. Zatímco Šumava patří k nejméně narušeným oblastem v České republice (roční průměrná koncentrace  $\text{SO}_2$  je nižší než  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Praha patří k oblastem nejvíce znečištěným a průměrná koncentrace  $\text{SO}_2$  zde na mnoha místech překračuje  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sběr plodnic byl proveden celkem na 32 lokalitách v Praze (celkem 93 měřených vzorků) a na 14 lokalitách na území NP a CHKO Šumava (celkem 39 vzorků).

## Výsledky

Obsah jednotlivých těžkých kovů v Praze a v Národním parku Šumava je shrnut v tabulce 1. Největší rozdíly byly zjištěny v koncentraci olova a hliníku. Vzorky ze Šumavy obsahovaly v případě hliníku pouze 21,2 % hodnot zjištěných na území Prahy, u olova to bylo dokonce jen 15,4 % (Obr. 1.). Statisticky významný byl rovněž vyšší obsah kadmia a mědi u vzorků z Prahy a vyšší obsah zinku u hub ze Šumavy.

Rozsah zjištěných koncentrací u různých vzorků byl v případě hliníku a olova velmi vysoký. U hliníku byl zjištěn obsah v rozmezí  $4,1 \mu\text{g}/\text{g}$  (Horská Kvilda) a  $4086,6 \mu\text{g}/\text{g}$  (Praha – Vinoř) a u olova v rozmezí  $0,039 \mu\text{g}/\text{g}$  a  $35,24 \mu\text{g}/\text{g}$  (Horská Kvilda, resp. Praha – Strašnická). Rozdíl mezi minimální a maximální zjištěnou hodnotou tedy dosáhl čtyř řádů. Co se týče absolutního množství těžkých kovů v plodnicích hub, byly vysoké koncentrace zjištěny kromě hliníku (Obr. 2.) také u zinku a mědi. Oba tyto kovy však byly zjištěny v koncentracích, ve kterých ještě nepůsobí toxicky a rovněž způsob jejich lokální distribuce v prostředí není úplně objasněn. Nejvyšší koncentrace olova byly zjištěny v okolí komunikací a jsou evidentně vázány na provoz motorových vozidel, naopak u hliníku byly zjištěny vysoké koncentrace převážně v bezprostředním okolí lokálních topenišť (Obr. 3., 4.).

Rozdíly v koncentracích těžkých kovů nebyly zjištěny pouze mezi vzorky z Prahy a NP Šumava, ale i mezi různými lokalitami na jejich území (Tabulky 2 a 3). Zvláště v případě Prahy jsou patrné velké rozdíly ve znečištění jednotlivých částí od poměrně nenarušených

**Tabulka 1.** – Porovnání obsahu těžkých kovů v houbách na území NP Šumava a Prahy

**Table 1.** – Comparison of the content of heavy metals in fungi on the territory of Šumava NP and in Prague

Kov	n	NP Šumava prům. ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	max. ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	n	Praha prům. ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	max. ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )
Al	39	$89,2 \pm 10,0$	246,7	93	$420,7 \pm 66,6$	4 086,6
Cd	39	$0,77 \pm 0,12$	3,1	93	$1,36 \pm 0,17$	9,3
Cu	39	$13,6 \pm 2,2$	56,0	93	$18,7 \pm 2,2$	158,4
Pb	39	$0,76 \pm 0,16$	5,4	93	$4,94 \pm 0,50$	35,2
Zn	39	$68,17 \pm 5,70$	160,0	93	$50,96 \pm 2,88$	160,0

**Tabulka 2.** – Obsah těžkých kovů v houbách na vybraných lokalitách – Praha  
**Table 2.** – Content of heavy metals in fungi in selected localities – Prague

Č.	Lokalita	Nadm. v. (m)	n	Al (µg/g)	Cd (µg/g)	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	Zn (µg/g)
1	Albertov	200	5	966,8	0,31	13,5	5,14	33,73
2	Ďáblice	340	3	219,7	4,04	19,4	1,20	32,00
3	Hostivař	300	9	542,7	2,07	18,5	3,13	54,04
4	Kačerov	240	3	425,4	4,67	59,4	4,32	81,15
5	Klánovice	260	3	96,7	0,18	22,5	8,33	30,00
6	Krčský les	280	6	164,8	1,03	11,3	3,17	45,80
7	Lipence	320	4	219,6	1,73	12,3	3,73	44,58
8	Nusle	200	5	419,4	0,97	23,2	5,65	75,64
9	Prokopské údolí	220	3	95,0	1,51	27,5	0,99	69,33
10	Troja	250	4	913,0	1,17	7,9	4,18	50,35
11	Závist	350	6	281,4	0,30	9,1	4,07	30,78
12	Zbraslav	206	4	147,3	0,61	12,1	7,42	36,38

**Tabulka 3.** – Obsah těžkých kovů v houbách na vybraných lokalitách – NP Šumava  
**Table 3.** – Content of heavy metals in fungi in selected localities – Šumava NP

Č.	Lokalita	Nadm. v. (m)	n	Al (µg/g)	Cd (µg/g)	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	Zn (µg/g)
1	Černé jezero	1100	4	90,5	0,25	18,1	0,57	57,12
2	Kvilda	1050	4	83,5	0,65	6,1	0,37	68,11
3	Modravský potok	1050	3	125,7	0,87	9,3	0,33	94,67
4	Prášily	850	3	87,1	0,54	8,5	0,78	62,33
5	Stožec	950	6	111,8	0,28	6,6	1,90	64,51
6	Ždánidla	1200	5	58,9	1,57	16,7	0,96	42,40

okrajových lokalit (Klánovice, Zbraslav, Prokopské údolí) až po silně exponovaná stanoviště v centru města, ovlivněná hlavně intenzivní dopravou a velkou koncentrací stacionárních zdrojů znečištění (Albertov, Nusle, Troja, Kačerov). Na území NP Šumava byly maximální hodnoty vždy zjištěny v lokalitách ovlivněných činností člověka (blízkost silnic nebo lidských sídel) a byla zde obvykle zvýšena pouze koncentrace některých studovaných kovů.

## Diskuse

Zjištěné hodnoty obsahu těžkých kovů v dřevokazných houbách potvrzují lokální rozdíly v zatížení životního prostředí těmito látkami. U vzorků z území Národního parku Šumava byl obsah těžkých kovů s výjimkou zinku průkazně nižší než u vzorků z území hl. města Prahy, což je v souladu s mírou znečištění ovzduší v těchto oblastech. Nejvyšší rozdíly byly zjištěny u hliníku a olova, u nichž byl rozdíl mezi nejnižšími a nejvyššími koncentracemi, naměřenými u jednotlivých vzorků, několikařádový. Zvláště v oblastech s vysokou hustotou dopravy a stacionárních zdrojů znečištění byly zjištěné hodnoty výrazně nadprůměrné.

Vzhledem k tomu, že se v plodnicích hub těžké kovy ve vysoké míře koncentrují a jejich stanovení ve vzorcích je experimentálně přístupné, jeví se právě dřevokazné houby jako univerzální bioindikátory, vhodné zejména pro porovnání lokálních podmínek studovaných lokalit v případě, kde obsah těžkých kovů nelze měřit přímo. Vzhledem k tomu, že jsou hromaděny kovy z ovzduší, lze z jejich obsahu rovněž usuzovat na celkové imisní zatížení stanoviště.

## Literatura

- GABRIEL J., MOKREJŠ M., BÍLY J. & RYCHLOVSKÝ P., 1994: Accumulation of heavy metals by some wood-rotting fungi. *Folia Microbiol.* 39:115–118.
- LILLY W.W., WALLWEBER G.J. & LUKEFAHR T.A., 1992: Cadmium absorption and its effects on growth and mycelial morphology of the basidiomycete fungus, *Schizophyllum commune*. *Microbios* 72:227–237.
- MEJSTRÍK V. & LEPSOVÁ A., 1993: Applicability of fungi to the monitoring of environmental pollution by heavy metals. in: Markert B. (Ed.), *Plants as Biomonitors*. VCH, Weinheim, 1993.
- TYLER G., 1982: Metal accumulation by wood-decaying fungi. *Chemosphere* 11:1141–1146.