

RTUŤ VE TKÁNÍCH PRASAT DIVOKÝCH

MERCURY IN WILD BOAR TISSUES

Kamila Novotná Kružáková¹ – Petr Linhart¹ – Martin Svoboda¹

¹ Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-100-6-0281>



ABSTRAKT

Rtuť představuje perzistentní environmentální kontaminant, který se akumuluje v tkáních živočichů a může představovat riziko pro volně žijící organismy i člověka. V této studii byl stanoven obsah celkové rtuti v tkáních 32 prasat divokých (*Sus scrofa*) ulovených v České republice v roce 2025. Byly analyzovány vzorky štětín, jater, ledvin, svaloviny krku a svaloviny bránice. Koncentrace rtuti se nelišily mezi samci a samicemi a nebyla zjištěna signifikantní korelace ($p < 0,01$) mezi rtutí a hmotností zvířat. Nejvyšší koncentrace rtuti byly zjištěny v ledvinách ($0,071 \pm 0,034 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), následovaly játra ($0,02 \pm 0,01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), zatímco svalovina krku ($0,007 \pm 0,003 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) a svalovina bránice ($0,005 \pm 0,002 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) vykazovala nejnižší hladiny. Mezi obsahem rtuti ve štětínách a vnitřních orgánech byla prokázána významná korelace, stejně jako mezi játry a ledvinami a mezi oběma vzorky svaloviny.

Klíčová slova: těžké kovy, environmentální kontaminace, svalovina, štětiny

ABSTRACT

Mercury is a persistent environmental contaminant that accumulates in animal tissues and can pose a risk to both wild organisms and humans. In this study, the total mercury content in the tissues of 32 wild boars (*Sus scrofa*) caught in the Czech Republic in 2025 was determined. Samples of bristles, liver, kidneys, neck muscles and diaphragm muscles were analysed. Mercury concentrations did not differ between males and females, and no significant correlation ($p < 0.01$) was found between mercury and animal weight. The highest concentrations of mercury were found in the kidneys ($0.071 \pm 0.034 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), followed by the liver ($0.02 \pm 0.01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), while neck muscles ($0.007 \pm 0.003 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) and diaphragm muscles ($0.005 \pm 0.002 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) showed the lowest levels. A significant correlation was shown between the mercury content in the bristles and internal organs, as well as between the liver and kidneys and between the two muscle samples.

Keywords: heavy metals, environmental contamination, muscle, bristles

ÚVOD

Rtuť patří mezi významné environmentální toxikanty, které se díky své perzistenci mohou hromadit v ekosystémech a představovat zdravotní riziko pro volně žijící živočichy i člověka. Její toxické účinky jsou často chronické a subletální, zahrnující imunopatologické změny, poruchy reprodukce, teratogenitu či karcinogenitu (Srebocan et al. 2011; Rice et al. 2014).

Volně žijící savci představují vhodné bioindikátory kontaminace prostředí, neboť se pohybují napříč trofickými úrovněmi, řada z nich se dožívá vyššího věku a odráží tak dlouhodobou expozici polutantům (Sobanska 2005). Prase divoké (*Sus scrofa*) je z tohoto pohledu obzvláště vhodným druhem, protože je všežravé, vyhledává potravu i pod povrchem půdy a je vystaveno různorodým cestám vstupu rtuti do organismu (Florijancic et al. 2015; González-Gómez et al. 2021). Přítomnost rtuti v jeho tkáních tak může vypovídat o úrovni znečištění prostředí i potenciálním riziku pro člověka.

Cílem příspěvku bylo porovnat obsah celkové rtuti ve štětinách, játrech, ledvinách a dvou typech svaloviny prasete divokého uloveného na území České republiky a posoudit vztahy mezi obsahem rtuti v jednotlivých tkáních a zjistit možnost využití srsti jako neinvazivního indikátoru kontaminace rtutí.

MATERIÁL A METODIKA

Prasata divoká

V roce 2025 byly na území České republiky odebrány vzorky tkání od 32 prasat divokých. Soubor tvořilo 17 samců, 15 samic. U každého jedince byly odebrány vzorky štětín, jater, ledvin, svaloviny krku a svaloviny bránice. Zvířata pocházela z lokalit Vrčeň (n = 13), Kladruby (n = 3), Křínice (n = 2), Netolice (n = 6), Truskovice (Netolice) (n = 3) a Skály u Protivína (n = 5).

Analýza rtuti

Stanovení celkové rtuti bylo provedeno pomocí atomové absorpční spektrometrie (AMA 254, Altec, Praha). Každý vzorek byl analyzován bez předchozí přípravy vzorku minimálně ve dvou opakováních s relativní odchylkou nepřesahující 10 %. Štětiny prasat byly před samotnou analýzou vyčištěny od vnější kontaminace promytím v destilované vodě a acetonu a opět v destilované vodě, přičemž vždy v daném rozpouštědle byly vzorky ponechány po dobu 10 min. Statistická analýza zahrnovala testování normality (Shapiro–Wilkův test), porovnání koncentrací rtuti u prasat mezi pohlavími (nepárový t-test), Kruskal-Wallis ANOVA, Pearsonův korelační koeficient nebo Spearmanův koeficient pořadové korelace byl použit pro posouzení korelace mezi hmotností jedinců a koncentrací rtuti v jednotlivých tkáních a orgánech a k posouzení korelace mezi jednotlivými tkáněmi u prasat.

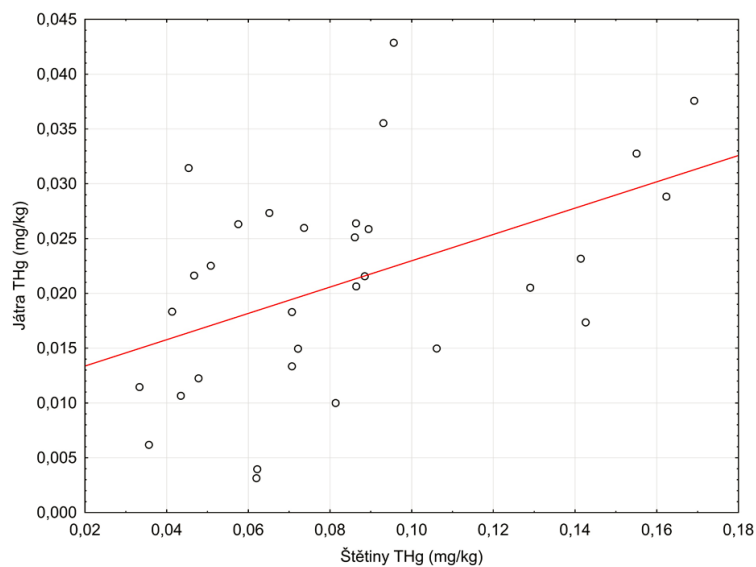
VÝSLEDKY A DISKUZE

Koncentrace celkové rtuti se v jednotlivých tkáních výrazně lišily (tab. 1). Nejvyšší hodnoty byly zjištěny v ledvinách, následovaly játra, zatímco nejnižší koncentrace byly prokázány ve svalovině krku a bránice. Tento vzorec odpovídá dříve publikovaným studiím, které rovněž uvádějí akumulaci rtuti především v orgánech podílejících se na detoxikaci a vylučování (Gyrd-Hansen 1981; Lohren et al. 2015). Koncentrace rtuti nebyly ovlivněny pohlavím ani hmotností zvířat, což je v souladu s literaturou, která zmiňuje především význam lokálního zatížení prostředí.

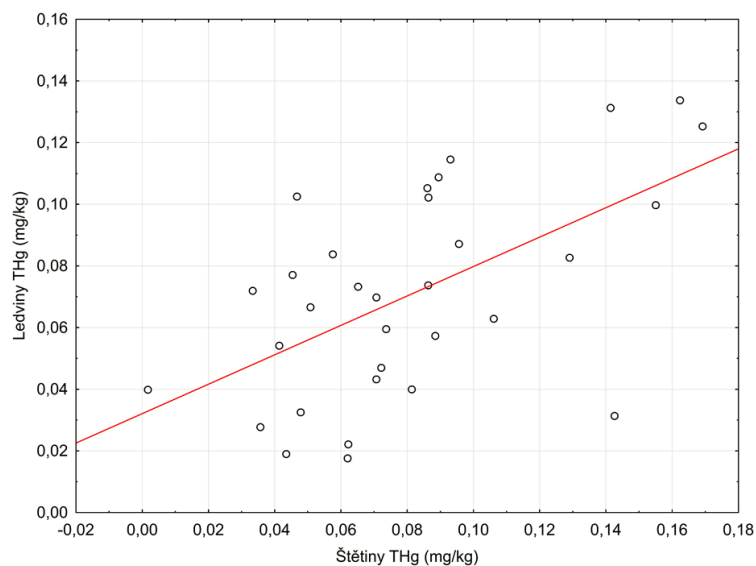
Tabulka 1: hmotnost a obsah celkové rtuti THg (mg/kg) ve tkáních prasat divokých

	Hmotnost [kg]	THg [mg·kg ⁻¹]				
		Štětiny	Játra	Ledviny	Svalovina krku	Svalovina bránice
průměr	37,45	0,081	0,021	0,071	0,007	0,005
SD	13,23	0,040	0,010	0,034	0,003	0,002
min	7	0,002	0,003	0,018	0,003	0,002
max	70	0,169	0,043	0,134	0,016	0,011

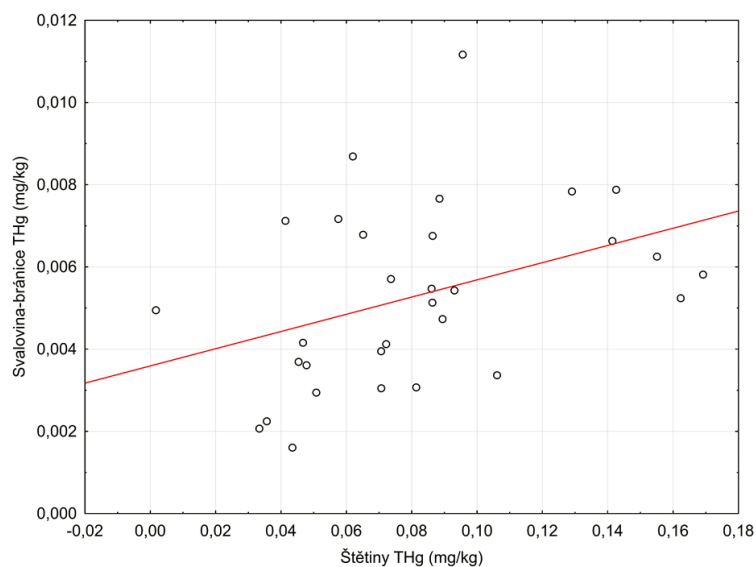
V grafech na obrázcích 1–4 jsou uvedeny zjištěné významné statisticky průkazné korelace mezi koncentrací rtuti ve štětinách a v jednotlivých orgánech. Korelační koeficient mezi štětinami a játry činil 0,475, mezi štětinami a ledvinami 0,572, mezi štětinami a svalovinou krku 0,526 a mezi štětinami a svalovinou bránice 0,394. Silná korelace byla nalezena mezi játry a ledvinami (0,762) a mezi svalovinou krku a bránice (0,763). Tyto výsledky (tab. 2) ukazují, že štětiny mohou odrážet dlouhodobou expozici rtuti a představují vhodný neinvazivní biomarker, jak uvádí také Sobanska (2005).



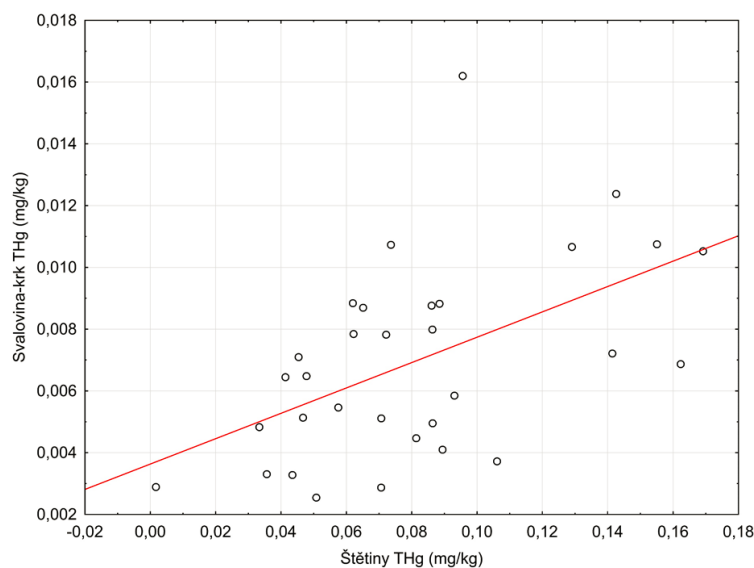
Obrázek 1: Korelace obsahu celkové rtuti ve štětínách a játrech



Obrázek 2: Korelace obsahu celkové rtuti mezi štětínami a ledvinami



Obrázek 3: Korelace obsahu celkové rtuti mezi štětínami a svalovinou bránice



Obrázek 4: Korelace obsahu celkové rtuti mezi štětini a svalovinou krku

Z hlediska potravinové bezpečnosti byly porovnány naměřené koncentrace s maximálními reziduálními limity (Nařízení Evropského Parlamentu a Rady č. 2018/73). Limit $0,02 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ byl překročen v 18 jaterních vzorcích a v 30 vzorcích ledvin. Maximální naměřená hodnota činila $0,04 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ v játrech a $0,13 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ v ledvinách. U svaloviny krku byl limit $0,01 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ překročen v šesti případech a u svaloviny bránice v jednom případě. Přestože svalovina obecně vykazuje nejnižší obsahy rtuti nejvyšší riziko však představují vnitřnosti, zejména ledviny. Toto zjištění odpovídá rovněž výsledkům ze studie, kterou publikoval Srebocan (2011). Naopak pokud jde o efekt věku na koncentraci rtuti ve tkáních, pozorujeme spíše velmi slabou negativní korelaci, která ale není signifikantní.

Tabulka 2: Korelace (Spearmanův pořadový test) obsahu celkové rtuti mezi jednotlivými tkáněmi u prasat

	Štětiny	Játra	Ledviny	Svalovina krk	Svalovina bránice
Štětiny	x	x	x	x	x
Játra	0,4752	x	x	x	x
Ledviny	0,5724	0,7616	x	x	x
Svalovina krk	0,5258	0,4744	N	x	x
Svalovina bránice	0,3941	0,4391	N	0,7634	x

Výsledky této studie odpovídají dřívějším pozorováním, která uvádějí vyšší akumulaci rtuti u prasete divokého, ve srovnání s býložravými druhy, což je pravděpodobně spojeno s jejich potravní strategií a trofickou vazbou na půdu, kde dochází k depozici atmosféricky transportované rtuti.

ZÁVĚR

Studie prokázala, že prase divoké představuje vhodný bioindikátor kontaminace rtutí v přírodním prostředí. Nejvyšší obsahy rtuti byly zjištěny v ledvinách a játrech, zatímco svalová tkáň vykazovala nejnižší hodnoty. Nebyla prokázána souvislost mezi pohlavím či hmotností zvířat a koncentrací rtuti. Významné korelace mezi obsahem rtuti ve štětínách a vnitřními orgány potvrzují, že srst je vhodným neinvazivním materiálem pro monitoring environmentální kontaminace.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce byla podpořena Projektem Interní tvůrčí agentury Veterinární univerzity Brno č. 2025ITA25.

LITERATURA

European Commission regulation (EU) 2018/73 of 16 January 2018 amending Annexes II and III to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for mercury compounds in or on certain products, 2018 [vid. 2025-02-02]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/73/oj/eng>

Florijancic, T., Ozimec, S., Jelkic, D., Vuksic, N., Bilandzic, N., Gross Boskovic, A., Boskovic, I. (2015): Assessment of heavy metal content in wild boar (*Sus scrofa* L.) hunted in eastern Croatia. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 16(2), 630–636. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/jox15030074>

Gyrd-Hansen, N. (1981): Toxicokinetics and methyl mercury in pigs. *Archives of Toxicology*, 48(2–3), 173–181. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/BF00310486>

González-Gómez, X., Cambeiro-Pérez, N., Figueiredo-González, M., Martínez-Carballo, E. (2021): Wild Boar (*Sus scrofa*) as Bioindicator for Environmental Exposure to Organic Pollutants. *Chemosphere*, 268, 128848. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128848>

Lohren, H., Blagojevic, L., Fitkau, R., Ebert, F., Schildknecht, S., Leist, M., Schwerdtle, T. (2015): Toxicity of organic and inorganic mercury species in differentiated human neurons and human astrocytes. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 32, 200–208.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2015.06.008>

Sobanska, M. A. (2005): Wild boar hair (*Sus scrofa*) as a non-invasive indicator of mercury pollution. *Science of The Total Environment*, 339(1–3), 81–88. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.07.018>

Srebocan, E., Prevendar, C. A., Ekert-Kabalin, A. M., Lazarus, M., Jurasović, J., Tomljanović, K., Andreić, D., Strunjak, P. I., Čož-Rakovac, R. (2011): Cadmium, lead, and mercury concentrations in tissues of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) and wild boar (*Sus scrofa* L.) from Lowland Croatia. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(6), 624–633. Dostupné z: <https://doi.org/10.17221/249/2010-CJFS>

Rice, K. M., Walker, E. M., Wu, M., Gillette, C., Blough, E. R. (2014): Environmental mercury and its toxic effects. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 47(2), 74–83.

Dostupné z: <https://doi.org/10.3961/jpmph.2014.47.2.74>

Kontaktní adresa: Ing. Kamila Novotná Kružiková, Ph.D., Ústav ochrany zvířat a welfare a veřejného veterinárního lékařství, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: novotnakruzik@vfu.cz