

OBSAH ARZÉNU, KADMIA A OLOVA V SVALOVINE DIVIAKA LESNÉHO (*SUS SCROFA*) Z VYBRANÝCH LOKALÍT SLOVENSKA STANOVENÝ METÓDOU ICP-MS

CONTENT OF ARSENIC, CADMIUM AND LEAD IN WILD BOAR (*SUS SCROFA*) MUSCLE FROM SELECTED LOCATIONS IN SLOVAKIA DETERMINED BY ICP-MS

Ladislav Staruch¹ – Ervín Ďurka¹ – Miroslav Jůzl²

¹ Ústav potravinárstva a výživy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovensko

² Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno, Česká republika

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-100-6-0344>



ABSTRAKT

Diviak lesný (*Sus scrofa*) je významnou komoditou diviny a zároveň vhodným bioindikátorom environmentálnej záťaže. Cieľom príspevku bolo stanoviť obsah arzénu, kadmia a olova vo svalovine diviaka z vybraných lokalít Slovenska metódou ICP-MS a rámcovo zhodnotiť výsledky z pohľadu potravinovej bezpečnosti. Vzorky svaloviny boli spracované mikrovlnnou mineralizáciou a analyzované ICP-MS pri použití štandardných prvkov kontroly kvality. Všetky sledované prvky boli zistené v nízkych koncentráciách a pri kadmiu a olove neboli zaznamenané prekročenia relevantných maximálnych limitov používaných na orientačné porovnanie pre mäso. Výsledky poukazujú na nízku úroveň kontaminácie sledovanými prvkami v analyzovaných vzorkách svaloviny diviaka.

Kľúčové slová: diviak lesný, divina, ťažké kovy, arzén, kadmium, olovo, ICP-MS, Slovensko

ABSTRACT

Wild boar (*Sus scrofa*) is an important game meat commodity and a relevant bioindicator of environmental contamination. This study quantified arsenic, cadmium and lead in wild boar muscle from selected locations in Slovakia using ICP-MS and provided a preliminary food safety interpretation. Muscle samples were microwave-digested and analysed by ICP-MS with standard quality control procedures. All target elements were detected at low levels, and no exceedances were observed for cadmium and lead when compared against maximum levels commonly applied as a reference for meat. Overall, the results indicate a low contamination burden of the analysed wild boar muscle samples.

Keywords: wild boar, game meat, heavy metals, arsenic, cadmium, lead, ICP-MS, Slovakia

ÚVOD

Ťažké kovy a metaloidy (vrátane Cd, Pb a As) patria medzi významné potravinové kontaminanty vzhľadom na perzistenciu v prostredí, potenciál bioakumulácie a toxikologickú relevanciu (EFSA, 2009a; EFSA, 2009b; EFSA, 2010). Legislatívny rámec pre maximálne limity vybraných kontaminantov v potravinách je v EÚ ukotvený v nariadení Komisie (EÚ) 2023/915 (Commission Regulation (EU) 2023/915, 2023). Popri produktoch hospodárskych zvierat je potrebné sledovať aj divinu, ktorá sa vyznačuje vyššou variabilitou kontaminácie a v niektorých regiónoch má stabilné alebo rastúce zastúpenie v spotrebe mäsa.

Diviak lesný (*Sus scrofa*) je vhodným druhom pre biomonitoring, pretože ako všežravec prijíma zložky potravy z rôznych trofických úrovní a často prichádza do kontaktu s pôdou, ktorá predstavuje relevantný rezervoár Cd a ďalších prvkov (Wenting et al., 2024; Malmsten et al., 2021). Viaceré európske práce

poukazujú na výrazné tkanivové rozdiely; vyššie hladiny Cd a často aj Pb sa spravidla pozorujú v obličkách a pečeni v porovnaní so svalovinou (Malmsten et al., 2021; Bąkowska et al., 2024). Pre Slovensko sú dostupné štúdie zamerané na kovy v tkanivách diviaka, ktoré potvrdzujú význam obličiek ako akumuláčného orgánu pre Cd (Gašparík et al., 2012; Gašparík et al., 2017).

Osobitnú pozornosť si zasluhuje olovo (Pb), keďže v divine môže mať dvojitý pôvod: (i) environmentálnu expozíciu a (ii) sekundárnu kontamináciu fragmentmi oloveného streliva. Táto kontaminácia môže viesť k heterogénnej distribúcii Pb v tkanive a k lokálnym extrémom, najmä v oblasti strelného kanála (Taggart et al., 2011; Gerofke et al., 2018). Z pohľadu expozície ľudí je významné, že spracovanie a kulinárska úprava môžu ovplyvniť biopristupnosť Pb z fragmentov streliva (Mateo et al., 2011). Riziká pre častých konzumentov diviny a zraniteľné skupiny boli opakovane diskutované na základe európskych dát a hodnotení (Green and Pain, 2012; Green and Pain, 2019; Pain et al., 2022). Súčasťou európskej diskusie je aj regulácia olova v strelive a podklady ECHA, vrátane odborných výstupov zameraných na expozíciu ľudí cez konzumáciu diviny (ECHA, 2021–2024; Durkalec et al., 2025; Mateo and Kanstrup, 2019). Paralelne sa diskutuje nastavenie maximálnych limitov Pb pre zverinu a terminológia používaná pri komunikácii rizík (Thomas, 2020; Thomas et al., 2025).

Kadmium (Cd) je primárne spájané s dlhodobou environmentálnou expozíciou; EFSA stanovila tolerovateľný týždenný príjem (TWI) Cd na úrovni $2,5 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ telesnej hmotnosti na týždeň (EFSA, 2009a). Arzén (As) predstavuje komplexnú skupinu zlúčenín, pričom toxikologicky najvýznamnejší je anorganický arzén; EFSA publikovala hodnotenie As a následne aktualizáciu rizikového hodnotenia iAs (EFSA, 2009b; EFSA, 2024). Pre mäso nie je v EÚ zavedený harmonizovaný maximálny limit pre As, čo zvyšuje význam literárnych porovnaní v prípade konkrétnej potreby špecializovanej analýzy.

MATERIÁL A METODIKA

Vzorky a príprava

Analyzovaným materiálom bola svalovina diviaka lesného (*Sus scrofa*) odobratá zo stehna. Vzorky diviny boli získané z vybraných oblastí Slovenska s cieľom pokryť rozdielne environmentálne podmienky, konkrétne z oblasti Nitry (vzorka 1), z okolia priemyselného areálu Chemko Strážske (vzorka 3) a z územia Polonín (vzorka 2). Výber lokalít bol koncipovaný tak, aby umožnil porovnanie potenciálne zaťažených území s územiaми s predpokladane nižšou antropogénnou záťažou. Pred analýzou boli vzorky uchovávané v zmrazenom stave. Stanovenie vybraných toxických prvkov (As, Cd, Pb) a zabezpečenie analytickej kvality meraní prebiehalo v spolupráci s odborným pracoviskom Úradu verejného zdravotníctva Slovenskej republiky (ÚVZ SR).



Obrázok 1: Mapa Slovenska s vyznačenými lokalitami odberu vzoriek (Nitra, Poloniny a okolie Chemko Strážske) a ilustračnou fotografiou diviaka lesného (*Sus scrofa*)

Príprava vzoriek a mineralizácia

Vzorky svaloviny boli homogenizované. Alikvotná časť svaloviny (zvyčajne 0,5 g) bola mineralizovaná mikrovlnným rozkladom v kyslom prostredí (HNO₃) v uzavretých nádobách. Po ochladení bol mineralizát kvantitatívne prevedený do odmernej banky a doplnený na definovaný objem (napr. 25 ml) riediacim roztokom (zvyčajne 1 % HNO₃).

ICP-MS analýza a zabezpečenie kvality (QA/QC)

Stanovenie As, Cd a Pb sa vykonalo metódou ICP-MS. Pred analytickou sériou prebehla optimalizácia a kalibrácia; koncentrácie boli vyjadrené v µg/kg s ohľadom na navážku a riedenie. Kontrola kvality zahŕňala:

- procedurálne blanky (kontrola kontaminácie činidiel a laboratórneho prostredia),
- prídavky (spike) na orientačné overenie výťažnosti a matricových efektov,
- priebežné QC vzorky na kontrolu driftu a stability merania.

Metodicky ide o štandardný prístup pre stopové prvky v potravinových matriciach (Wilschefski and Baxter, 2019).

Štatistické spracovanie a odhad expozície

Boli vypočítané priemery a smerodajné odchýlky (SD). Orientačný odhad expozície bol vyjadrený ako príjem kontaminantu z porcie 200 g svaloviny, bez korekcie o kulinárske straty a bez špecifikácie As.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Koncentrácie As, Cd a Pb v svalovine diviaka

Namerané koncentrácie As, Cd a Pb v svalovine (n = 3) sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Obsah arzénu (As), kadmia (Cd) a olova (Pb) v svalovine diviaka lesného (*Sus scrofa*) stanovený metódou ICP-MS (µg·kg⁻¹).

Vzorka	As [µg·kg ⁻¹]	Cd [µg·kg ⁻¹]	Pb [µg·kg ⁻¹]
1(Nitra)	2,56	3,69	5,05
2 (Poloniny)	2,98	3,23	3,71
3 (Strážske)	6,89	1,92	3,76
$\bar{x} \pm SD$	4,14 ± 2,39	2,95 ± 0,92	4,17 ± 0,76

Legenda: Uvedené sú jednotlivé merania (vzorky 1–3) a súhrnné aritmetický priemer s príslušnou smerodajnou odchýlkou ($\bar{x} \pm SD$); n = 3

Všetky hodnoty sa nachádzajú na nízkych hladinách. Relatívne širšie rozpätie As môže odrážať variabilitu lokálnej expozície alebo vyššiu neistotu pri meraní veľmi nízkych koncentrácií.

Porovnanie s maximálnymi limitmi pre Cd a Pb

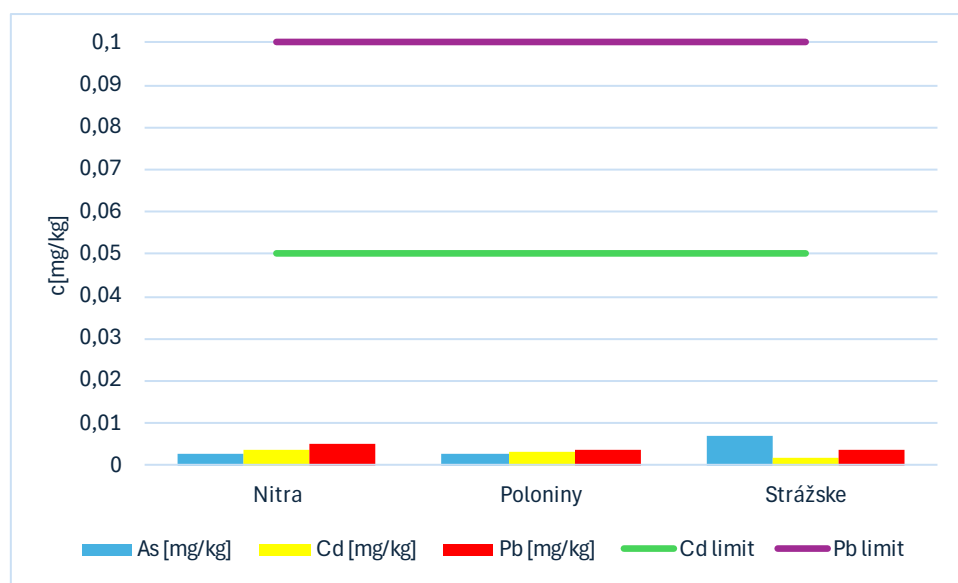
Pre Cd a Pb sú v EÚ stanovené maximálne limity pre vybrané kategórie potravín (Commission Regulation (EU) 2023/915, 2023). Pre orientačné porovnanie svaloviny diviaka boli použité limity uplatňované pre „meat of bovine animals, sheep, pig and poultry“: Cd 0,050 mg·kg⁻¹ a Pb 0,10 mg·kg⁻¹.

Tabuľka 2: Porovnanie priemerných a maximálnych koncentrácií kadmia (Cd) a olova (Pb) v svalovine diviaka s maximálnymi limitmi EÚ (EÚ ML) a vyjadrenie podielu nameraných hodnôt voči limitu (v %)

Prvok	EÚ ML [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]	Priemer / ML [%]	Max / ML [%]
Cd	0,05	5,89	7,38
Pb	0,10	4,17	5,05

Legenda: Priemer/ML (%) predstavuje pomer priemernej koncentrácie k príslušnému maximálnemu limitu a Max/ML (%) predstavuje pomer najvyššej nameranej koncentrácie k limitu

V pilotnom súbore neboli zistené prekročenia limitov. Pri Pb je však potrebné počítať s tým, že výsledky môžu byť ovplyvnené typom streľiva a spôsobom odberu; pre rozšírený monitoring je preto vhodné štandardizovať odber mimo strelného kanála a evidovať typ použitého streľiva (Taggart et al., 2011; Gerofke et al., 2018; Mateo et al., 2011).



Obrázok 2: Koncentrácie arzénu (As), kadmia (Cd) a olova (Pb) v svalovine diviaka lesného (*Sus scrofa*) z lokalít Nitra, Poloniny a Strážske

Legenda: Stĺpce znázorňujú namerané hodnoty jednotlivých prvkov ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), pričom vodorovné línie vyznačujú maximálne limity EÚ pre kadmium (Cd limit) a olovo (Pb limit) používané na orientačné porovnanie pre mäso.

Arzén: interpretácia bez harmonizovaného limitu pre mäso

Pre As nie je v EÚ zavedený harmonizovaný maximálny limit pre mäso. Toxikologicky najvýznamnejší je anorganický iAs, pričom EFSA zverejnila hodnotenie As a následne aktualizáciu rizikového hodnotenia iAs (EFSA, 2009b; EFSA, 2024). V tomto príspevku sú prezentované hodnoty celkového As. Z praktického hľadiska preto interpretácia stojí na literárnom porovnaní a na odporúčaní doplniť špecifikáciu As v ďalšom kroku (EFSA, 2024).

Odhad príjmu z porcie a toxikologický kontext

Orientačný príjem kontaminantov z jednej porcie 200 g svaloviny je uvedený v tabuľke 3.

Tabuľka 3: Orientačný príjem arzénu (As), kadmia (Cd) a olova (Pb) z jednej porcie svaloviny diviaka (200 g) vypočítaný z priemernej koncentrácie prvkov

Prvok	Priemer [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	Príjem z 200 g [μg]
As	4,14	0,83
Cd	2,95	0,59
Pb	4,17	0,84

Legenda: Priemer je uvedený v $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ a „Príjem z 200 g“ vyjadruje odhadované množstvo prvku prijaté konzumáciou 200 g svaloviny

Pre Cd možno porovnať príjem s TWI EFSA $2,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ telesnej hmotnosti/týždeň (EFSA, 2009a). U dospelých osoby s hmotnosťou 70 kg predstavuje TWI 175 μg na týždeň; jedna porcia 200 g podľa priemeru predstavuje približne 0,589 μg Cd ($\approx 0,34$ % TWI). Pri Pb EFSA uvádza, že aj nízke expozície môžu byť z hľadiska verejného zdravia relevantné; hodnotenie rizika sa opiera o BMDL/MOE prístup (EFSA, 2010). V prípade diviny je špecifické, že Pb z fragmentov streľiva môže byť biopristupnosť a riziko narastá pri častej konzumácii (Mateo et al., 2011; Green and Pain, 2012; Green and Pain, 2019; Pain et al., 2022).

Porovnanie s európskou literatúrou (svalovina vs. orgány)

Európske štúdie konzistentne ukazujú, že koncentrácie Cd a často aj Pb sú vyššie v obličkách a pečeni než v svalovine, čo súvisí s fyziologickou distribúciou prvkov a dlhodobou expozíciou (Malmsten et al., 2021; Bąkowska et al., 2024; Franzoni et al., 2022). Slovenské údaje zamerané na diviaka tento trend potvrdzujú, najmä pre Cd (Gašparík et al., 2012; Gašparík et al., 2017).

Publikované práce z rôznych regiónov Európy, často s ICP-MS meraniami, poukazujú na vplyv lokality a typu prostredia:

- Španielsko (Sierra Nevada): dlhodobá expozícia Pb a Cd (Mulero et al., 2016).
- Maďarsko: monitoring kovov v tkanivách diviaka s dôrazom na potravinovú bezpečnosť (Lénárt et al., 2023).
- Taliansko: rozdiely medzi urban a rural/semi-wild prostrediami; významné rozdiely v stopových prvkoch v tkanivách (Draghi et al., 2024; Cammilleri et al., 2025).
- Rumunsko: prvky v svalovine a orgánoch a rámcové hodnotenie zdravotného rizika (Boișteanu et al., 2024).
- Chorvátsko: hodnotenie kovov a As v diviakovi v lokálnom kontexte (Vidosavljević et al., 2025).
- Portugalsko: potreba monitoringu diviny z pohľadu verejného zdravia (Baptista et al., 2024).

V porovnaní s uvedenými štúdiami sa pilotný súbor svaloviny v tomto príspevku vyznačuje veľmi nízkymi hodnotami. Pri priamej komparácii je však potrebné zohľadniť rozdiely v lokalite, vekovej štruktúre populácie, type tkaniva a v prípade Pb aj poľovníckych faktoroch (Taggart et al., 2011; Gerofke et al., 2018).

ZÁVER

V pilotnom súbore svaloviny diviaka lesného boli stanovené nízke koncentrácie arzénu, kadmia a olova. Pri hodnotení výsledkov neboli zistené zvýšené hodnoty ani prekročenia relevantných limitov pre kadmium a olovo používaných na orientačné porovnanie pre mäso. Zistené údaje tak poukazujú na nízku úroveň kontaminácie sledovanými prvkami v analyzovaných vzorkách svaloviny diviaka.

POĎAKOVANIE

Autori ďakujú pracovníkom Úradu verejného zdravotníctva SR za odbornú spoluprácu pri realizácii ICP-MS meraní a všetkým, ktorí poskytli vzorky pre analýzu.

LITERATÚRA

- Bąkowska, M., Pilarczyk, B., Tomza-Marciniak, A., Pilarczyk, R., Udała, J. (2024): Cadmium in Selected Organs of Game Animals from Areas with Different Degrees of Industrialisation and Its Intake by Human Consumers. *Animals*, 14(2), 305. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ani14020305>
- Baptista, C. J., Seixas, F., Gonzalo-Orden, J. M., Patinha, C., Pato, P., Ferreira Da Silva, E., Merino-Goyenechea, L. J., Oliveira, P. A. (2024): Heavy metals and metalloids in wild boars (*Sus scrofa*) – a silent but serious public health hazard. *Veterinary Research Communications*, 48(2), 1015–1023. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11259-023-10272-1>
- Boișteanu, P.-C., Flocea, E.-I., Anchidin, B.-G., et al. (2024): Essential and toxic elements analysis of wild boar tissues from north-eastern Romania and health risk implications. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1406579. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1406579>
- Cammilleri, G., Messina, E. M. D., Pantano, L., et al. (2025): Trace metals and metalloids in wild boars (*Sus scrofa*) from Southern Italy: comparison between urban and wild areas. *Chemosphere*, 380, 144473. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2025.144473>
- Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006. Official Journal of the European Union [online]. 2023.
- Draghi, S., Spinelli, M., Fontanarosa, C., et al. (2024): Evaluation of the Difference in the Content of Essential and Non-Essential Elements in Wild Boar and Swine Tissues Sampled in the Same Area of Northern Italy. *Animals*, 14(6), 827. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ani14060827>
- Durkalec, M., et al. (2025): Health risks and bioavailability of metal residues from hunting ammunition in game meat (Workshop report). EFSA Supporting Publications, Dostupné z: <https://doi.org/10.2903/fr.efsa.2025.FR-0080>
- ECHA (2021–2024): Lead in shot, bullets and fishing weights (restriction dossier and supporting information; human exposure including game meat). European Chemicals Agency (ECHA) [online].
- EFSA (2009a): Scientific Opinion on Cadmium in Food. *EFSA Journal*, 7(3), 980. Dostupné z: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.980>
- EFSA (2009b): Scientific Opinion on Arsenic in Food. *EFSA Journal*, 7(10), 1351. Dostupné z: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1351>
- EFSA (2010): Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA Journal*, 8(4), 1570. Dostupné z: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570>
- EFSA (2024): Update of the risk assessment of inorganic arsenic in food. *EFSA Journal*, 22, e8488. Dostupné z: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8488>
- Franzoni, G., Ciccotelli, V., Masiello, L., et al. (2022): Cadmium and wild boar: Environmental exposure and immunological impact on macrophages. *Toxicology Reports*, 9, 171–180. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2022.01.009>

- Gašparík, J., Dobiaš, M., Capcarová, M., et al. (2012): Concentration of cadmium, mercury, zinc, copper and cobalt in the tissues of wild boar (*Sus scrofa*) hunted in western Slovakia. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 47(9), 1212–1216. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10934529.2012.672065>
- Gašparík, J., et al. (2017): Levels of Metals in Kidney, Liver, and Muscle Tissue and their Influence on the Fitness for the Consumption of Wild Boar from Western Slovakia. *Biological Trace Element Research*, 177, 258–266. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0884-z>
- Gerofke, A., Ullrich, S., Heydecke, S., et al. (2018): Lead content in wild game shot with lead or non-lead ammunition – Does “state of the art consumer health protection” require non-lead ammunition? *PLOS ONE*, 13(7), e0200792. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200792>
- Green, R. E., Pain, D. J. (2012): Potential health risks to adults and children in the UK from exposure to dietary lead in gamebirds shot with lead ammunition. *Food and Chemical Toxicology*, 50(11), 4180–4190. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.08.032>
- Green, R. E., Pain, D. J. (2019): Risks to human health from ammunition-derived lead in Europe. *Ambio*, 48(9), 954–968. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01194-x>
- Lénárt, Z., Bartha, A., Abonyi-Tóth, Z., Lehel, J. (2023): Monitoring of metal content in the tissues of wild boar (*Sus scrofa*) and its food safety aspect. *Environmental Science and Pollution Research*, Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23329-6>
- Lenti, A., et al. (2021): Lead Levels in Wild Boar Meat Sauce (Ragù) Sold on the Italian Market. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 3989. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph18083989>
- Malmsten, A., Dalin, A.-M., Pettersson, J., Persson, S. (2021): Concentrations of cadmium, lead, arsenic, and some essential metals in wild boar from Sweden. *European Journal of Wildlife Research*, 67, 18. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10344-021-01460-y>
- Mateo, R., Baos, A. R., Vidal, D., et al. (2011): Bioaccessibility of Pb from ammunition in game meat is affected by cooking treatment. *PLOS ONE*, 6(1), e15892. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015892>
- Mateo, R., Kanstrup, N. (2019): Regulations on lead ammunition adopted in Europe and evidence of compliance. *Ambio*, 48(9), 989–998. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01170-5>
- Mulero, R., Cano-Manuel, J., Ráez-Bravo, A., et al. (2016): Lead and cadmium in wild boar (*Sus scrofa*) in the Sierra Nevada Natural Space (southern Spain). *Environmental Science and Pollution Research*, 23(16), 16598–16608. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6845-4>
- Pain, D. J., Green, R. E., Taggart, M. A., et al. (2022): How contaminated with ammunition-derived lead is meat from European small game animals? Assessing and reducing risks to human health. *Ambio*, Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01737-9>
- Taggart, M. A., Reglero, M. M., Camarero, P. R., Mateo, R. (2011): Should legislation regarding maximum Pb and Cd levels in human food also cover large game meat? *Environment International*, 37(1), 18–25. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.06.007>
- Thomas, V. G. (2020): Setting maximum levels for lead in game meat in EC regulations. *Ambio*, Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01336-6>

Thomas, V. G., Green, R. E., Pain, D. J. (2025): Inaccurate and misleading terminology may impede the protection of people and wildlife from adverse effects of lead ammunition. *Environmental Pollution*, 384, 127010. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2025.127010>

Vidosavljević, D., Venus, M., Puntarić, D., et al. (2025): Assessment of Selected Heavy Metals and Arsenic Concentrations in Wild Boar (*Sus scrofa* L.) from Papuk Nature Park (Croatia). *Journal of Xenobiotics*, 15(3), 74. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/jox15030074>

Wenting, E., Siepel, H., Jansen, P. A. (2024): Variability of the ionome of wild boar (*Sus scrofa*) and red deer (*Cervus elaphus*) in a Dutch national park, with implications for biomonitoring. *Biological Trace Element Research*, Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12011-023-03879-7>

Wilschefski, S. C., Baxter, M. R. (2019): Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry: Introduction to Analytical Aspects. *Clinical Biochemist Reviews*, 40(3), 115–133. Dostupné z: <https://doi.org/10.33176/AACB-19-00024>

Kontaktná adresa: Ing. Ladislav Staruch, PhD., Ústav potravinárstva a výživy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, e-mail: ladislav.staruch@stuba.sk