

# ОРОПЕНТСКИЙ ПОСУДОК

na habilitačnú prácu

**RNDr. Pavla Coufalíka, PhD.**

*Speciace rtuti v životním prostředí*

**Odbor habilitačného konania:** Analytická chémia

**Oponent:** doc. RNDr. Miroslav Horník, PhD.

Predkladaná habilitačná práca RNDr. Pavla Coufalíka, PhD. ako podklad k habilitačnému konaniu sa venuje problematike analýzy špeciácie ortuti v rôznych zložkách životného prostredia ako významného toxického kovu a environmentálneho kontaminantu. Z pohľadu aplikovaných metód a prístupov analytickej chémie predkladaná práca mapuje vedecko-výskumné aktivity a dosiahnuté výsledky Dr. Coufalíka, ktoré v posledných 9 rokoch venoval najmä vývoju a rozvoju analytických metód pre stanovenie stopových a ultrastopových množstiev ortuti vo vzorkách životného prostredia (napr. horniny, sopečný popol, regolit, pôda, sedimenty, pouličný prach, uhlie, pôdna mikrobiota, lišajníky, riasy a sinice). Predovšetkým sa zamerá na vývoj sekvenčných extrakčných procedúr pre ultrastopové zastúpenia ortuti, rozvoj postupov, metodík a vyhodnocovania údajov pre termickú desorpčnú analýzu ortuti, ako aj na vývoj metódy pre stanovenie ultrastopových množstiev metylortuti v rastlinných matriciach. Vo viacerých prácach dokázal tieto metódy a prístupy uplatniť pri riešení aj reálnych environmentálnych problémov týkajúcich sa hodnotenia vstupu ortuti do pevninského ekosystému vplyvom sopečnej činnosti a zvetrávania vyvretých hornín (stanovenie prírodného pozadia), štúdia vplyvu diaľkového transportu a depozície rôznych špecií ortuti vplývajúcej na kontamináciu Antarktídy, a v neposlednom rade posudzovania environmentálnych rizík kontaminácie pôd a sedimentov vplyvom nakladania s nebezpečnými odpadmi, priemyselných alebo poľnohospodárskych činností. Z vedeckého hľadiska možno povedať, že práca reprezentuje na výsledky bohaté a ucelené dielo mapujúce predovšetkým výskum analytických možností kvantifikácie špeciácie ortuti v rôznych vzorkách a zložkách životného prostredia. V publikovaných prácach, na ktoré sa odkazuje predkladaná habilitačná práca, sa využíva široká paleta analytických metód a prístupov, pri aplikácii ktorých habilitant jednoznačne prispel k ich rozvoju, a dokonca navrhol v rámci autorského kolektívu aj nové metodické postupy stanovenia a analýzy špeciácie ortuti pre rôzne typy vzoriek. Tento fakt svedčí o vysokej erudovanosti habilitanta, ale aj celého tímu, v ktorom pôsobí.

Posudzovaná habilitačná práca má 33 strán sprievodného textu a 102 strán príloh reprezentujúcich 11 prác publikovaných v karentovaných, resp. impaktovaných časopisoch: *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* (IF 2021 = 2,807; Príloha I a VII), *Spectrochimica Acta Part B* (IF 2021 = 3,662; Príloha II), *Environmental Monitoring and Assessment* (IF 2021 = 3,307; Príloha III a IX), *Journal of Environmental Science and Health, Part A* (IF 2021 = 2,582; Príloha IV), *Plant, Soil and Environment* (IF 2021 = 2,328; Príloha V), *Antarctic Science* (IF 2021 = 2,104; Príloha VI), *Environmental Science and Pollution Research* (IF 2021 = 5,190; Príloha VIII), *Microchemical Journal* (IF 2021 = 5,304; Príloha X) a *International Journal of Coal Geology* (IF 2021 = 6,300; Príloha XI).

Vzhľadom na skutočnosť, že priložené práce už boli recenzované, nepovažujem za nutné, aby som hodnotil ich odbornú alebo formálnu úroveň.

Habilitačná práca Dr. Coufalíka je tematicky rozdelená na jednotlivé kapitoly. V úvodnej kapitole hodnotí význam rozvoja analytickej chémie v oblasti stanovenia a analýzy špeciálne toxických prvkov ako kontaminantov životného prostredia, pričom detailnejšie sa venuje ortuti. V druhej kapitole zadefinoval ciele habilitačnej práce. Tretia kapitola s názvom „Stanovení celkového obsahu rtuti“ sa odkazuje na výsledky a práce týkajúce sa využitia analyzátoru AIMA-254 pri stanovení celkového zastúpenia Hg vo vzorkách za rôznych podmienok stanovenia. Štvrtá kapitola s názvom „Extrakce rtuti a jejích forem“ zahŕňa problematiku využitia sekvenčných a selektívnych extrakčných postupov pri stanovení jednotlivých foriem Hg, pričom v tejto kapitole je prezentovaný aj vlastný navrhnutý postup sekvenčnej, resp. selektívnej extrakcie. Piata kapitola s názvom „Termická desorpční analýza“ sa venuje problematike využitia termickej desorpcie pri stanovení Hg a vplyvu rôznych podmienok, ako aj charakteru vzorky na toto stanovenie. Predposledná, šiesta kapitola „Biogeochemický cyklus rtuti“ reprezentuje predovšetkým výsledky prác, v ktorých sa využili rôzne analytické metódy a prístupy stanovenia a analýzy špeciálne ortuti v konkrétnych environmentálnych problematikách zahŕňajúcich výskyt špecií ortuti v polárnom systéme, a hodnotenia zdrojov kontaminácie, resp. výskytu Hg vo vzorkách, ako napr.: hornín, sopečného popola, regolitu, pôdy, sedimentov, pouličného prachu, uhlia, pôdnej mikrobioty, lišajníkov, rias a siníc. V poslednej kapitole s názvom „Perspektiva vývoje kontaminace životního prostředí rtuti“ autor rozoberá možné pozitívne, ale aj negatívne tendencie vývoja kontaminácie zložiek životného prostredia ortuťou. V celej textovej časti habilitačnej práce habilitant využíva, resp. sa odkazuje na poznatky pochádzajúce zo 49 pôvodných vedeckých prác, monografií a ďalších literárnych zdrojov.

Ciele habilitačnej práce hodnotím ako správne zvolené, vychádzajúce zo súčasných poznatkov a perspektív rozvoja metód a prístupov analytickej chémie v oblasti stanovenia kovov, resp. ich špeciálnej analýzy vo vzorkách životného prostredia. Riešená problematika prináša zaujímavé výsledky a poznatky aj pre oblasť ekologických a environmentálnych vied. Priložené práce priamo v konfrontácii s údajmi uvádzanými v rámci textovej časti práce poukazujú na nesporný prínos autora v rozvoji v práci uvedených a využitých metód a prístupov analytickej chémie, ako aj celej tejto vednej disciplíny.

K práci mám nasledovné pripomienky:

1. V práci sa používa niekoľko skratiek (napr. CV-AAS, SBET, EDTA a iné), ktoré nie sú v texte jednoznačne vysvetlené. Síce sa jedná o skratky, ktoré sú bežne zaužívané v analytickej chémii a sú pre analytických chemikov jasné, ale pre odborníkov z iných oblastí môžu predstavovať neznáme termíny, resp. skrátene názvy.
2. V práci sa používajú pojmy ako metan, methylortuť, ethylortuť, methylácia alebo biomethylácia, ktoré vychádzajú z anglických termínov. Otázkou je správnosť ich uvádzania. Totiž, podľa Pravidiel slovenského jazyka spisovne správne je: metán, metylortuť, etylortuť, metylácia a biometylácia.
3. Na str. 12 a na začiatku kapitoly „*Vyvinutý postup sekvenční extrakce*“ sa píše „*Speciační/frakcionační analýza rtuti vyžaduje pro každou komplexní matrici...*“. Environmentálni analytici vnímajú pojmy ako „špeciálna analýza“ a „frakcionačná analýza“ zásadne diferentne. Na tento fakt zareagovali aj v IUPACu, kedy presne zadefinovali pojmy ako: chemické špecie prvkov, špeciálna analýza, špeciácia a frakcionácia (TEMPLETON, D.M., *Pure Appl. Chem.*, Vol. 72, No. 8, pp. 1453–1470, 2000). Prosím, vysvetlite ako vnímate pojmy „špeciálna analýza“ a „frakcionačná analýza“?

Uvedené pripomienky neznižujú vysokú kvalitu práce. Nepovažujem za potrebné, aby uchádzač na ne reagoval v rámci obhajoby, okrem bodu č. 3.

K habilitačnej práci mám nasledovné otázky:

1. Na str. 14 sa píše „*Stanovení mobilních forem rtuti v materiálu chemickou cestou určuje potenciálně biodostupný podíl, který by mohl být přijat okolními organismy.*“ Určenie biodostupného podielu kovov v pôdnych matriciach je veľkou výzvou pre environmentálnych analytických chemikov, pretože sa nedá zovšeobecniť pre všetky prvky, resp. kovy, nehovoriac o pôde ako všeobecne ťažko definovateľnej matrici. Vedeli by ste povedať, ktoré, napr. aj Vami študované alebo navrhnuté selektívne extrakčné postupy najlepšie korelujú s konceptom biologickej dostupnosti – ortuti v pôde?
2. V publikácii č. X ste navrhli originálny postup extrakcie metylortuti z rastlinnej matrice zahrňujúci enzymatickú hydrolýzu (použitie celuláz), pričom píšete, že tento postup predstavuje univerzálnu metódu pre vyviazanie tohoto analytu z takto komplexných matric. Dá sa uvedený postup použiť aj v prípade vzoriek vyšších rastlín typu stromov a kríkov?
3. Veľmi dobrý bioindikátor výskytu toxických látok v životnom prostredí predstavujú vyššie huby, ktoré vykazujú, napr. aj v prípade kovov relatívne vysoké biokoncentračné faktory. Pravdepodobne to bude platiť aj v spojitosti s ortuťou. Máte skúsenosti aj s takou matricou, čo sa týka stanovenia ortuti/metylortuti? Dal by sa pri nej použiť navrhnutý postup extrakcie metylortuti spomínaný v predchádzajúcej otázke?

4. Fytovolatilizácia reprezentuje potenciálnu remediačnú techniku založenú na využití rastlín pri odstraňovaní kovov, ako napr. ortuti z kontaminovaných pôd, pričom dochádza k príjmu  $Hg^{2+}$  koreňovým systémom rastlín a jej následnej redukcii na  $Hg(0)$ , ktorá je transpiračnou aktivitou rastlín uvoľnená do ovzdušia. Tento spôsob odstraňovania ortuti z pôdy sa považuje za environmentálne prijateľný. Aký je Váš názor na uvedený spôsob odstraňovania ortuti z kontaminovaných pôd?
5. V textovej časti práce sa na niektorých miestach (str. 16, 23, 24, 25 a 26) vyskytujú výsledky a poznatky, ktoré do tohto času ešte neboli publikované, pričom ide o zaujímavé výsledky. Počíta sa s tým, že budú v krátkej dobe publikované?
6. Aké sú Vaše ďalšie plány v oblasti vývoja a rozvoja metód a prístupov analytickej chémie pri stanovení alebo analýze špeciácie ortuti vo vzorkách životného prostredia? Aký vývoj očakávate v tejto oblasti výskumu?

Výsledky prezentované v habilitačnej práci RNDr. Pavla Coufalíka, PhD. predstavujú nesporný vedecký prínos v rozvoji analytickej chémie, a to najmä v oblasti vývoja a rozvoja metód a prístupov týkajúcich sa stanovenia, resp. analýzy špeciácie ortuti v relatívne širokej palete vzoriek životného prostredia. Kontrola originality habilitačnej práce ukázala zhodu na úrovni **5,25 %** – percentuálneho podielu textu, ktorý má prekryv s indexom prác korpusu CRZP, čím sa jednoznačne potvrdzuje autorstvo uchádzača. Celkovo môžem zhodnotiť, že habilitačná práca, ako aj publikačná a pedagogická činnosť uchádzača **jednoznačne spĺňajú všeobecne platné podmienky kladené na habilitačné konania**, a na základe uvedeného

**odporúčam,**

aby po úspešnej obhajobe habilitačnej práce bol RNDr. Pavlovi Coufalíkovi, PhD. priznaný **vedeckopedagogický titul docent v odbore 4.1.17 Analytická chémia**.

V Trnave, dňa 27.1.2023



doc. RNDr. Miroslav Horník, PhD.  
 Fakulta prírodných vied UCM v Trnave  
 Katedra ekochémie a rádioekológie  
 Nám. J. Herdu 2, 917 01 Trnava  
 Tel. č.: 033/55 65 392  
 E-mail: hornik@ucm.sk