

HIVATALOS BÍRÁLAT

Mihucz Viktor Gábor

TOXIKUS ÉS POTENCIÁLISAN TOXIKUS ALKOTÓK KÖRNYEZETI RENDSZEREKBE ÉS ÉLELMISZEREKBE című

MTA doktori értekezéséről

AZ ÉRTEKEZÉS FORMAI KIVITELEZÉSE, FELÉPÍTÉSE, STÍLUSA, ADATAI

A benyújtott értekezés terjedelme 173 oldal, 8 decimális számozással tagolt fejezetből áll, 566 szakirodalmi forrásra és az értekezés eredményeit publikáló 22 nemzetközi folyóiratban megjelent saját közleményre hivatkozik. A dolgozat alábbiakban megadott fő fejezetei a tartalommal arányos, jól áttekinthető tagolást mutatnak.

1. Problémafelvetés(1oldal)
2. Tudományos előzmények(30 oldal)
3. Célkitűzések.....(1 oldal)
4. Módszerek, eljárások (9 alfejezet).....(11 oldal)
5. eredmények és tárgyalásuk (4 alfejezet)...(80 oldal)
6. Új tudományos eredmények(1oldal)
7. Saját közlemények(2 oldal)
8. Felhasznált irodalom(28 oldal)

A dolgozat stílusa és megfogalmazása rendkívül tömör. Ennek ellenére értelemzavaró elírás és gépelési hiba csak elvétve fordul elő benne. Az ábrák és táblázatok jól szerkesztettek, feliratozásuk megfelelő. A dolgozatban előforduló nagyszámú betűszó és rövidítés jegyzéke hibátlan.

PROBLÉMAFELVETÉS, ELŐZMÉNYEK BEMUTATÁSA, CÉLKITŰZÉSEK

Életvitelünk átalakulása a XX. században új kérdéseket állított elénk a környezet- és élelmiszerbiztonság, az egészségügy és a higiénia területén, s ez új megközelítést igényelt a földi ökoszisztémát és létfeltételeinket veszélyeztető hatások feltárása során az analitikai kémiai területén is. Mihucz Viktor munkája e rendkívül aktuális kihíváshoz kapcsolódik. A potenciálisan toxikus alkotók kimutatására és hatásaik értékelésére természetes és mesterséges környezeti rendszerekben, talajban, vízben, levegőben, növényekben, élelmiszerekben, alternatív gyógyászati készítményekben a problémák holisztikus megközelítésével új módszereket dolgozott ki. Munkája elsősorban az arzén szerepének feltárására irányult, a környezeti rendszerek és élelmiszerek mátrixaiban megjelenő arzén specíeszek meghatározására nagy teljesítőképességű spektrokémiai elem detektálásra alapozott speciációs analitikai rendszereket dolgozott ki. Emellett azonban speciációs analitikai eredményeit -- kihasználva a spektrokémiai elemdetektálás verzatilis és multieleemes lehetőségeit -- más elemek és környezeti rendszerek területén is alkalmazta. Az analitikai módszerek kidolgozása azonban nem öncélú veszély jelzést szolgál, minden esetben kimutatható cél a szennyezések megelőzésének és káros hatások csökkentésére irányuló szabályozások és intézkedések támogatása és megalapozása. Ennek értelmében kutató munkája céljaként a következő feladatok megoldását tűzte ki:

1. Arzenát mobilitásának befolyásolása talajban biomassza hulladékból előállított adalékanyaggal;
2. Hazai rétegvizeinkben kimutatható As-tartalom hatása növények fejlődésére és ivóvíz előállításra;
3. Arzéntartalmú geotermikus víz hasznosíthatóságának megállapítása;
4. Konyhatechnológiai eljárás hatása élelmiszerek toxikus elemtartalmának változtatására;
5. Élelmiszerek feldolgozásához használt víz As-tartalmának befolyása a termék minőségére;
6. Anyatejben előforduló szerves szennyezők befolyása a táplálék minőségére;
7. Az As biológiai hozzáférhetőségének becslése alternatív gyógyászati készítményekből;
8. Fitoremediációs potenciállal rendelkező növények vasellátottságának biztosítása nehézfémionok jelenlétében;
9. Ásványvizek csomagolástechnikai eredetű szennyezőinek hatása a termékek minőségére;
10. Bortehnológiai eljárás befolyása a boreredet megállapítására;
11. Városi aeroszol finom frakcióját jellemző oxidatív potenciál vizsgálata.

Minden kitűzött feladathoz As és más potenciálisan toxikus elemek speciációs elemzési módszereket kellett kifejlesztenie korszerű atomspektrometriai mérés technikák és elválasztástechnikai módszerek optimalizált kapcsolásával. Ezen túlmenően, számos olyan mintavételi és minta előkészítési eljárást kellett kifejlesztenie, amelyek külön hibaforrást jelenthetnek. Ezek jelentkezhetnek már a mintavételnél a specicsenek nem kívánt egymásba való átalakulásának formájában, de jelentős lehet a mintamátrix alkotóinak zavaróhatása is. A jelölt az arzén esetében „a termőhelytől az asztalig” koncepciót követte, különböző mátrixokban egyidejűleg több As-specics meg határozására alkalmas analitikai eljárás kidolgozására törekedett, amelyek széleskörű alkalmazást nyerhetnek az analitikai laboratóriumok rutinyakorlatában. Ennek megfelelően végezte el terület szakirodalmának feldolgozását, s minden célkitűzéséhez összefoglalta a talaj/víz/levegő/növény/állat/élelmiszer láncban az As-előfordulást, a biológiai és humán egészségügyi hatások kémiai és biológiai hátterét, s felsorolta a kimutatásukra alkalmazható analitikai-rendszerek eszközeit, s ezzel összefüggésben a vonatkozó normatív védelmi szabályozások ma érvényes hazai és nemzetközi előírásait. Ez az összeállítás jól megalapozza a jelölt célkitűzéseit. Az irodalom feldolgozás során célszerű lett volna több helyen megemlíteni a speciációs analitikai módszerek kifejlesztésében jelentős eredményeket elérő hazai műhelyek eredményeit (Galbács Gábor, Fodor Péter, Posta József, Győri Zoltán).

ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

Az alkalmazott módszereket a célkitűzések sorrendjében ismerteti a jelölt. Minden egyes problémakör megoldásához megfelelő műszeres analitikai módszereket választott, ezeket a disszertációban csak felsorolja. A módszerek kalibrálására és teljesítő képességére vonatkozó részletesebb információk, továbbá az alkalmazott adatértékelési statisztikai módszerek részleteit illetően a jelölt saját közleményeire hivatkozik. Elemanalízisre a felsorolt alkalmazási területeken a legtöbb esetben a sokelemes meghatározásokra alkalmas induktív csatolású plazma tömegspektrometriát (ICP-MS) és atomemissziós spektrometriát (ICP-AES) alkalmazta. Az ICP-MS módszert, ha az analitikai feladat szükségessé tette nagy felbontású kettős fókuszálású (HR-SF-ICP-MS) üzemmódban alkalmazta. A minták és mátrix jellegétől függően egyelemes As meghatározásokhoz különböző atomabszorpciós spektrometriás módszereket (GF-AAS, HG-AAS) alkalmazott. A röntgfluoreszcens spektrometria (XRFS) és röntgenabszorpciós spektrometria (XANES) módszereit speciális területeken és független validálási módszerként alkalmazta. Az atomspektrometriai technikákat a speciációs analitikai analízisekhez HPLC, IC és OPLC módszerekkel csatolta. Szerves komponensek meghatározására FTIR és GC-MS módszereket alkalmazott.

A disszertáció módszereket ismertető fejezetében elsősorban az egyes célkitűzések megbízható megvalósításához szükséges kísérleti módszer- és rendszerfejlesztés részletesebb ismertetése található, beleértve ebbe a talajinkubáció, a talaj-remediáció, a tápoldatos növénynevelés, a terepi vízmintavételezés, a levegőmintavételezés, az élelmiszer-készítés olyan megvalósítását, amely

lehetővé tette az arzén és más elemek specieszeinek nyomonkövetését a különböző mátrixokban és folyamatokban, s az alkalmazott módszerek validálását. A kifejlesztett komplex kísérleti rendszerek, nem egyszerű módszer alkalmazásoknak tekinthetők, hanem elfogadhatók új tudományos eredményként is. Az eszköz- és módszerfejlesztés olyan „melléktermékei”, mint az arzén és más potenciálisan toxikus elemek talajbeli mobilitását és biológiai hozzáférhetőségét csökkentő aktív szén- és kompozit készítmények kifejlesztése, vagy a potenciálisan toxikus elemek humán bevitelét csökkentő konyhatechnikai javaslatok kidolgozása önmagukban is nagy gyakorlati jelentőségű tudományos eredmények.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az értekezés 5.1, 5.2., 5.3. és 5.4. fejezetei további alfejezetekre tagolva, a célkitűzések sorrendjében ismertetik a jelölt eredményeit. Az 5.1.1., 5.1.2., 5.1.3., 5.1.4., 5.1.5., 5.1.6, 5.1.7. és 5.1.8. fejezetek még további alfejezetekre tagolva az arzénre vonatkozó eredményeket ismertetik. Ezek az alfejezeteken alapul a 6. fejezetben összefoglalt 9 új tudományos eredmény 1., 2., 3., 4. és 5. pontja. Az 5.2., 5.3. és 5.4. fejezeteken alapul a 6., 7., 8. és 9. új eredmény. Ezt a tagolást figyelembe véve, bírálatomat az új tudományos eredmények (tézispontok) sorrendjében ismertetem.

1. TÉZISPONT

Dihidrogén-arzenáttal [iAs(V)] mérsékelten (15-30 mg/kg) szennyezett homokos, savas (pH=5) kémhatású talajhoz földimogyoróhéjból előállított aktív szén (AC) adalékolásakor az As megkötésében szerepet játszó AC karboxilcsoportjaiból és az iAs(V)-speciesszéből képződő vegyes anhidrid As-karboxilát monodentát kötését ATR-FTIR-vizsgálatokkal igazoltam.

Értékelés: A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom, de fel kell hívnom a figyelmet arra, hogy egyetlen talajtípussal végzett inkubációs modellkísérletben kimutatott 30-40 % mobilitás-csökkenés eredménye közvetlenül nem általánosítható más talajtípusokra és szabadföldi körülményekre.

2. TÉZISPONT

Elsőként igazoltam két, különböző analitikai mérés technikával (HPLC-ICP-MS és XANES), hogy a kontrollált körülmények között As-nel szennyezett talajvizeink szempontjából arzenitet [iAs(III)] vagy iAs(V)-speciesszt releváns koncentrációban (150 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) tartalmazó tápoldatban nevelt uborkanövények xilémnedvében az iAs(III) mintegy 90%-ban fordul elő függetlenül a kezeléshez alkalmazott As-speciessztől, ami igazolja, e növények As(V)-speciesszre vonatkozó redukáló képességét.

Értékelés: A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom, de megfogalmazásából hiányolom a „As-nel szennyezett talajvizeink szempontjából arzenitet [iAs(III)] vagy iAs(V)-speciesszt releváns koncentrációban (150 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) tartalmazó tápoldatban” mondat mögött rejlő tartalmat a különböző eredetű hazai vizek (geotermikus, közkutak, kezeletlen és kezelt ivóvizek) As-speciációs felmérését az erre célra kidolgozott mintavételi, elválasztási és elem analitikai rendszer segítségével. A rendszer kidolgozása önmagában is tudományos eredménynek tekinthető, s ezt az ezzel kapcsolatos publikációk szakirodalmi visszhangja is igazolja. Ezen felmérés adataira alapozva lehetett megállapítani a magyarországi viszonyokra jellemző As-szennyezett talajvizek „releváns” összes arzén koncentrációját a növénynevelési kísérletekhez.

3. TÉZISPONT

Konyhatechnológiai eljárások szimulálásával megállapítottam, hogy rizsszemek As-tartalma jelentősen, akár 60%-kal csökkenthető szobahőmérsékletű és forrásban lévő ioncserélt vízzel végzett extrakcióval, mivel az As a rizsszemek felszínétől számított 80 μm -es vastagságú

felületi rétegben koncentrálódik, amit konfokális μ -XRF képalkotó rendszerrel végzett mérésekkel igazoltam. Továbbá számottevő eltolódást állapítottam meg az As-specieseloszlásban a főzés során a kevésbé toxikus iAs(V) javára.

Értékelés: A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom. A tézis itt is kiegészítésre szorul, az alkalmazott analitikai módszerek lehetővé tették annak kimutatását, hogy az extrakciós eljárásokkal más potenciálisan toxikus elemek (Cd, Cu, Mn, Ni, Zn, Ti) koncentrációja is csökkenthető.

4. TÉZISPONT

Különböző élelmiszerek és azok elkészítéséhez felhasznált vízminták As-tartalmának meghatározásával igazoltam, hogy a 40%-nál nagyobb víztartalmú élelmiszerek (levesek, befőttek, üdítőitalok, szódavíz, sör, savanyúságok, főzelék) és az előállításukhoz felhasznált vizek As-koncentrációi pozitívan korrelálnak (Pearson-féle korrelációs együttható, 0,690).

Értékelés: A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom. Az eredmények hazai jelentősége kiemelendő mivel a hazai étkezési szokásoknak megfelelő reprezentatív felmérés eredményeit hozza összefüggésbe a magyarországi vizek geológiai eredetű As-tartalmával, s lehetőséget nyújt az ezzel kapcsolatos EU kötelezettségünk az ivóvizek As-mentesítési programja eredményességének értékeléséhez.

5. TÉZISPONT

Városban élő 27 önkéntes anyatejének vizsgálatával megállapítottam, hogy az anyatej Pb koncentrációja pozitívan korrelált az önkéntesek életkorával, továbbá, hogy a Pb-koncentrációadatokból számolt 1,7-es expozíciós küszöbérték potenciális kockázatot jelent a kizárólag szoptatással táplált csecsemőkre.

Értékelés: A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom. Kiegészítendőnek tartom azonban azzal, hogy a jelölt rendelkezésére álló ICP-SF-MS elemanalitikai módszer lehetővé tette a jól kiválasztott csoportban az anyatej As, Cd, Hg és Pb mennyiségi meghatározását és az expozíció különböző tényezőktől való függését és kockázat értékelését. Az As és Cd esetében kimutatott koncentráció értékek és vizsgálatban résztvevő önkéntesek kora között nem lehetett szignifikáns kapcsolatot találni.

6. TÉZISPONT

Igazoltam, hogy az egyenként $10 \mu \text{ mol/dm}^3$ Cd(II)-, Pb(II)- és Ni(II)-tartalmú tápoldatokban fitoremediációs célból végzett kísérleteknél az Fe(III)-EDTA-val ellentétben a közepes komplexstabilitású Fe(III)-citrát biztosít egyenletes és megfelelő vasellátottságot uborkanövények és nyárfa esetén. Megállapítottam, hogy a nyárfák fitoextrakciós képessége Ni-re és Cd-ra mintegy 6-10%, ezzel együtt a nyárfák alkalmasak az Ni fitostabilizálására azáltal, hogy az Ni(II)-ionok kevésbé csökkentik a biomaszra képződését.

Értékelés: A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom. Megjegyzem azonban, hogy a tápoldatban történő növénykísérletek eredményei, csak az ökológiai körülmények figyelembevételével vihetők át szabadföldi körülményekre.

7. TÉZISPONT

PET-palackokban forgalmazott ásványvizek antimon (Sb), illetve bisz(2-etil-hexil)-ftalát (DEHP) koncentrációja szakszerűtlen tárolási körülmények (72 órás tárolás $60-70^\circ \text{C}$ -on) esetén is jelentősen kisebb, mint az érvényben lévő jogszabályokban az ivóvizekre megállapított egészségügyi határértékek, azonban megállapítottam, hogy félliteres kiszerezésű PET-palackokban forgalmazott ásványvizek fogyasztása a legkedvezőtlenebb, mivel ezek nagyobb koncentrációban tartalmaznak Sb-t és DEHP-t az egységnyi italtömegre vonatkoztatott nagyobb belső érintkezési felület következtében.

Értékelés: A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom. A tézispont első fele pontosítandó a következő félkövérrel szedett szavak beillesztésével: „PET- palackokban forgalmazott hazai ásványvizek antimon (Sb), illetve bisz(2-etil-hexil)-ftalát (DEHP) koncentrációja szakszerűtlen tárolási körülmények (72 órás tárolás 60-70° C-on) esetén is jelentősen kisebb, mint az érvényben lévő EU-jogszabályokban az ivóvizekre megállapított egészségügyi határértékek,.....”

8. TÉZISPONT

Moldovai újborok vizsgálatával elsőként állapítottam meg, hogy ritkaföldfém (REE) koncentrációprofiljuk alapján osztályozhatók, aminek előfeltétele ásványi alapú anyagokkal végzett derítéskor a derítőszer helyes kiválasztása (szálas vagy fehérjéket is tartalmazó bentonitok).

Értékelés: A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom. Kérdésem ezzel kapcsolatban az, hogy a szőlő termesztés technológiájában alkalmazott permetező szerek (pl. bordóilé, mézskénlé, réz-oxi-klorid) torzíthatják-e az eredményeket?

9. TÉZISPONT

Megállapítottam, hogy mesterséges tüdőfolyadékban inkubált légköri aeroszol finomfrakciójának (PM2.5) antioxidáns csökkenése révén meghatározott oxidatív potenciál (OP) alakulásában a beltéri PM elemösszetétele fontosabb tényező, mint annak tömegkoncentrációja. Pozitív rangkorrelációt állapítottam meg a PM2.5 tömegére és glutation mennyiségének csökkenésére vonatkoztatott OP és a PM2.5 Cr- és Zn-koncentrációi között.

Értékelés: A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom. A beltéri PM2.5 minták gyűjtésével kapcsolatban kérdésesnek tartom az egész épületet egységesnek tekinteni. Így például a vizesblokk-helyiségek, illetve a liftek és liftaknák nagy valószínűséggel jelentős eltéréseket mutathatnak.

ÖSSZEGEZÉS

Összegezve megállapítható, hogy a jelölt tudományos eredményeinek újdonsága abban rejlik, hogy a potenciálisan toxikus arzén esetében a környezet- és élelmiszerbiztonság hazai helyzetének felmérését a rendelkezésére álló korszerű eszközök alkalmazásával kifejlesztett speciációs analitikai rendszer kialakításával összekapcsolta a víz-talaj-növény-állat-élelmiszer-ember láncban az arzén megjelenésének és hatásainak követésére alkalmas kísérleti és mintavételi rendszer létrehozásával. Így egyes területeken (talajszennyezés, konyhatechnika) javaslatokat tudott megfogalmazni a káros hatások csökkentésére is, a szabályozási rendszer továbbfejlesztésére, s nemzetközi előírások teljesítésére is. Emellett a kidolgozott komplex analitikai rendszer multielemes potenciálja lehetőséget teremt más elemek és potenciálisan toxikus komponensek kontrolljára a hazai ásványvíz fogyasztás körülményei esetében, továbbá a borok eredet vizsgálatában és a zárt terekben a légköri aeroszolokban. A jelölt a disszertációban és a saját közleményeiben minden területen megfelelő analitikai minőségbiztosítást végzett, a közölt eredmények hiteles adatokat tartalmaznak, s megadja megállapításainak érvényességi korlátait is. Mindezeket figyelembe véve kijelentem, hogy Mihucz Viktor doktori műve megfelel az MTA doktori nyilvános vitára bocsátás követelményeinek, javasolom a nyilvános vitára bocsátását és támogatom számára az MTA doktora cím odaítélését.

Gödöllő 2022. 01. 03.


Dr. Heltai György
az MTA doktora