

Bírálat Bencs László

Beltéri és kültéri aeroszolok összetételének és forrásának vizsgálata

című MTA doktora értekezéséről

Bencs László egy hagyományos felépítésű, 131 oldalas értekezésben és 5 nagyobb (külön-külön is több alpontról álló) tézispontban foglalta össze azon kutatási eredményeit, amelyekre alapozva az MTA doktora címet elnyerni kívánja. A kutatások témája és célkitűzései jelentősek és korszerűek, hiszen a troposzférikus aeroszolok emberi egészségre és a műtárgyakra gyakorolt hatása ma a környezetkémiai kutatások egyik intenzíven vizsgált területe. A kutatások túlnyomórészt külföldi kutatóhelyen (az Antwerpeni Egyetem Kémia Tanszékén) végezte, az ottani kutatási témákba bekapcsolódva és jelentős mértékben támaszkodva az ott elérhető, korszerű műszerállományra és kutatói kapacitásra. Az értekezésben bemutatott eredmények a benyújtás pillanatáig 15 nemzetközi folyóirat közleményben és két könyvfejezetben jelentek meg nyomtatásban.

Az értekezés, valamint mellékletei formai szempontból mindenben kielégítik az Akadémia Doktori Szabályzatában, illetve a Kémiai Tudományok Osztálya vonatkozó ügyrendjében leírt követelményeket. Az értekezés világos célkitűzéseket, tudományos kérdéseket fogalmaz meg, ismerteti az azok megválaszolására alaposan megtervezett és korszerű eszközökkel végrehajtott kísérletek részleteit és körültekintően diszkutálja az eredményeket. Nagyon nagy mennyiségű kísérleti adat keletkezett a kutatások során, amit a szerző igyekszik meg is osztani az olvasóval. Az értekezés nyelvezete általában szabatos, szerkesztése igényes, illusztrációi jellemzően áttekinthetőek, informatívak. Nem fér kétség hozzá, hogy a munka nemzetközi színvonalú, jelentős új tudományos eredményeket hozott.

Az értekezés felépítésével kapcsolatban azonban az olvasáskor némi hiányérzetem keletkezett. A dolgozat egyes fejezetei, alfejezetei lényegében közvetlenül az egyes publikációk (projektek) eredményeire épülnek, külön életet élnek - egymás mellé helyezve ismertetik a kísérleti eredményeket és a belőlük önállóan levonható következtetéseket, azonban nagymértékben hiányzik azok egymásra épülő kiértékelése, az általánosítható következtetések. Mindez talán annak a következménye is, hogy a vizsgált környezeti kémiai/aeroszolkémiai problémák köre nem egy tudatos kísérleti építkezés részét képezték, hanem azokat az „élet hozta”. Természetesen ezek a hiányosságok nem csökkentik érdemben az elvégzett munka jelentőségét illetve eredményességét, és nem is ez az első ilyen módon írt doktori értekezés, én mindössze fontosnak tartom hangsúlyozni, hogy a tudományos közösség számára értékesebbek

azok az értekezések, amelyek a saját publikációkban is olvasható információknál többet nyújtanak.

Az írásműben kevés szerkesztési, formai vagy nyelvtani hibát találtam; ezek közül az alábbiakban felsorolok néhányat.

- a mondatok megfogalmazása helyenként nem szerencsés vagy pontatlan (pl. „... a légköri aeroszolk összetétele ... megmozgatja az érdeklődő ember fantáziáját”, „... az aeroszolk kutatása ... az emberi egészségre gyakorolt hatásuknak köszönhető”, „... az aeroszolk és gázkomponensek kopási veszélyt jelentenek...”, „... kormányosi híd...”, stb.).
- Esetenként szórendi hibák is előfordulnak.
- Viszonylag gyakoriak a vesszőhibák és a névelők elmaradása.
- Igen nagy mennyiségű adatot, ábrát, grafikont tartalmaz az értekezés. Az illusztrációk általában szépek és informatívak, de sajnos akad bennük számos szerkesztési hiba, ami némileg nehezíti az olvasó számára a közölt információk feldolgozását.
 - Olvashatatlanul apró feliratos ábrák: 5, 27, 30, 33.
 - Skálahiányos ábra: 7.
 - Zsúfoltság vagy a színválasztás miatt áttekinthetetlen ábrák: 15-24, 37, 28, 39, 48, 49, 51.
 - Tizedespontok tizedesvesszők helyett: sok ábrán
 - Rossz keretezésű ábrák: 27, 36, 42.
 - 16. ábra: a fűtés ki/be kapcsolásának időpontja nem egyértelmű, mivel a hatása nem látható.
- 58. ábra: a „Részecskeszám, cts/cm^3 ” tengelyfelirat helytelen, helyesen: „Részecske koncentráció, cm^{-3} ”). Ez a hibás megfogalmazás a vonatkozó 4.5.5. szövegrészben is többször előfordul (105-107. oldal).
- Néhány ábra hamarabb fordul elő a szövegben, mint a hozzá tartozó szövegrész (pl. 33. ábra), ami a megértést, olvasást nehezíti

A doktori mű tudományos tartalmával kapcsolatos megjegyzéseim, kérdéseim a következők:

- 1.) A mért koncentrációk relevanciájának megítéléséhez fontos ismerni az alkalmazott mérés technikák, műszerek kimutatási határait. Ezeket az adatokat az értekezés 2.5. fejezete meg is adja (25-26. oldal). Az adatokkal kapcsolatban az egyik megjegyzésem az, hogy nem az LOD, hanem az LOQ értékek megadása lenne mérvadó, hiszen kvantitatív méréseket végzett. A másik, komolyabb probléma az, hogy a kimutatási határokat ng/m^3 egységekben adja meg olyan módszerek esetén is (pl. IC és EDXRF) amelyeknél nem átfolyó rendszerben/valós időben, hanem akkumulációs mintavétel után kerül sor a kémiai koncentrációk meghatározására. Ez azért félrevezető, mert ilyen mérésekkor a mért adatok

légtérfogatra vetítése a mintavételi idő vagy másképpen a levegőminta aeroszol tartalmának függvénye. Az említett műszerek ugyanis valójában a gyűjtött aeroszol tömegére vetített koncentrációkat mérik. Például, ha egy adott elemre 1 ppm vagyis 1 ng/mg az EDXRF mérés LOD értéke, és ezt akarjuk légtérfogatra vetíteni, akkor kijöhet 1 ng/m³ is (ha 1 m³-ben összesen 1 mg aeroszol található), de 50 ng/m³ is, ha 1 m³-ben csak 20 µg aeroszol található. Másképpen: a mintavételi idő befolyásolja, hogy kimutatható/mérhető-e egy koncentráció vagy sem. Hangsúlyozom, hogy nem a kapott aeroszol mérési eredmények összehasonlíthatóságát nehezíti ez a probléma, hanem annak megítélését, hogy a mért koncentráció adatok a jól mérhető, kvantitatív tartományba esnek-e! Hasznos lett volna ezzel kapcsolatos bizonyításoknak is helyet adni a 2.5. fejezetben, hiszen az értekezés egésze kvantitatív aeroszol adatok közlésével és diszkussziójával foglalkozik.

- 2.) Az 57. oldalon leírja, hogy jelentős kation többlet (akár 30-35%) jelentkezett a flandriai aeroszolokban. Ezzel az eredménnyel kapcsolatban több kérdés is felmerül, de az alapvető kérdés számomra az, hogy érdemes-e egyáltalán ilyen ionegyensúlyi (helyesebben: ionmérleg) adatokat számolni, hiszen mindig lesznek olyan vízzoldható komponensei az aeroszoloknak, amelyek éppen nem kerülnek mérésre (vagy más méretfrakcióba esnek) és így a mért adatokból számított egyensúly esetlegessé válik. Ön szerint ilyen körülmények között milyen információt hordoznak ezek az adatok, mivel indokolható ezek szerepeltetése az értekezésben?

Felveti karbonátok jelenlétének lehetőségét is a kation többlet megmagyarázására, azonban a karbonát iont nem mérhetőnek nevezi, amikor valójában az nagyon is jól mérhető ionkromatográfiás módszerrel, csak más eluenst kell alkalmazni. Azon szerves komponensek között pedig, amelyek jelenlétét magyarázatként szintén felveti, számos akad, amely egyáltalán nem vízzoldható, így azok az ionosan mért komponensekhez nem is járulhatnak hozzá (pl. n-alkánok, policiklusos aromás szénhidrogének, stb.). A következő fejezetben ráadásul elmondja, hogy SOA (secondary organic aerosol) méréseket nem is végzett, így ilyen kísérleti adatok sem álltak rendelkezésre. Végül, kérem magyarázza meg hogyan igazolhatná egyáltalán a szerves komponensek jelenlétét (59. oldal teteji állításának megfelelően) a szerves ionokra vonatkozó 32. ábra?

- 3.) A 81. oldalon a tanzániai aeroszolk forrásazonosításával foglalkozik és határozottan kijelenti, hogy a Cl, S és K együttes korrelációja/antikorrelációja a Zn-kel ipari/járműforgalom eredetre utal. Számomra nem egyértelmű ez a kapcsolat, hiszen a Cl, S és K természetes forrásból is származhat, és ráadásul korreláció esetén éppen azonos

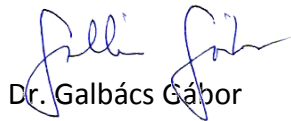
irányban változnak az összevetett koncentrációk. Kérem mondja el, hogy mivel tudja a kijelentését alátámasztani!

- 4.) A grafikonokon feltüntetett adatok esetében sok esetben szembeötlően nagy a fluktuáció. Ilyen ábra a 35., 36., 40., 43., 44. és 53. ábra. (a 45. ábrán valamiért nincs is szórás feltüntetve). Kimagaslóan furcsa az 54. ábra, ahol az NO_x , NO_2 , NO értékeknél az átlagérték (oszlop) nem is látható, de a nagyon nagy (több száz %-os) fluktuáció igen. Felmerül, hogy itt esetleg valami számolási/ábrázolási hiba történt. A kérdésem: végzett-e minden adat (nem csak az 54. ábra) esetében statisztikai próbát, ami az eltérések szignifikanciáját vizsgálta? Ez azért fontos kérdés, mivel ha nem szignifikáns az adatok eltérése (pl. mintavételi helyek vagy időszakok között), akkor az eltérések diszkussziója érdemben nem lehetséges.
- 5.) Az 52. ábrán bemutatja a korom (BC) és UV-elnyelő (UVP) aeroszol koncentrációjának időbeli alakulását Bligh Bank közelében. Ehhez a grafikonhoz, ami a két görbe együttfutását mutatja be, nem fűzött érdemi magyarázatot a szövegben, így nem teljesen világos, hogy annak milyen információtartalma van. Ide vonatkozó megjegyzésem még, hogy az UVP mérésére szolgáló műszerekről a 2.5. fejezetben egyáltalán nem írt. Kérem, hogy ismertesse röviden ezen mérések kivitelezését és információtartalmát!
- 6.) A 4.5.3. fejezetben (53. és 54. ábrán) az Északi-tenger part menti/horgonyzási/sűrűn hajózott területein mért gázszennyező koncentrációkat mutatja be. Meglepő, hogy a várakozás és az irodalmi adatok ellenére, amely szerint a hajóforgalom által sűrűn érintett területeken akár kétszeresére nőhet a légköri NO_x és O_3 koncentráció (14. oldal) a bemutatott adatok szerint itt szinte kivétel nélkül éppen a sűrűn navigált területeken volt a legalacsonyabb ezen gázszennyezők koncentrációja. Mivel tudná alátámasztani megfigyeléseinek helyességét? Milyen mechanizmus okozhatja ezt a meglepő trendet?
- 7.) A 4.5.5. fejezetben a nanorészecske eloszlás és méreteloszlás változásáról írt az Északi-tengeren kivitelezett kampányok során. Itt a különböző méretű (36-51 nm) nanorészecskéket egyértelműen a tengerjáró hajókhoz rendeli. Hogyan lehet ezt a hozzárendelést ilyen egyértelműen megtenni, amikor várhatóan a tengerből származó aeroszol szintén jelentősen hozzájárul ehhez a méretfrakcióhoz, az itt alkalmazott mérés technika pedig csak méretszelektivitással rendelkezik?
- 8.) A közölt nagy mennyiségű numerikus eredmény, a részecskék és gázkomponensek kiszámított idő- és térbeli eloszlási görbéi, az aeroszol összetétel adatok, stb. kétségkívül jelentős hozzájárulást jelentenek az aeroszollokkal kapcsolatos környezeti kémiai folyamatok megértéséhez. A kutatási terület jellegzetessége azonban, hogy a viszonyok, így a konkrét

adatok is igen változékonyak, így fennáll a veszély, hogy a numerikus eredmények és megállapítások egy része nehezen vihető át más épületek vagy földrajzi/klimatikus viszonyok közé. Ebből adódó kérdésem a következő: mely eredményeit emelné ki, amelyek jól általánosítható következtetésekhez vezettek, ugyanakkor nem triviális, hanem rejtett vagy meglepő összefüggésekre derítettek fényt?

A tézispontokat is áttanulmányoztam és **kijelentem, hogy a téziseket új, megalapozott tudományos eredményeknek fogadom el, kivéve az 1.4., 2.8. és 3.4. pontokat, amelyek tartalma viszonylag magától értetődő.** A kifogásolt tézispontokbeli megállapítások lényegében kutatások nélkül, az általános összefüggések ismeretében is megtehetőek lennének.

A fentebb leírt kisebb hibák és észrevételek ellenére **megállapítom, hogy Bencs László doktori műve egyértelműen alkalmas a nyilvános vitára.**



Dr. Galbács Gábor

Szeged, 2018. május 7.