

# A RESZUSZPENDÁLT ÉS BELÉLEGEZHETŐ VÁROSI AEROSZOL JELLEMZÉSE

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI



Készítette:

**Jancsek-Turóczi Beatrix**

okleveles környezetkutató

Kémiai és Környezettudományi Doktori Iskola

Témavezető:

**Dr. Gelencsér András**

egyetemi tanár

Pannon Egyetem  
Föld- és Környezettudományi Intézeti Tanszék  
Veszprém  
2014.

## BEVEZETÉS ÉS CÉLOK

A világ nagyvárosaiban a levegő szennyezettsége nagyon összetett hatás eredménye, mivel sokféle természetes és antropogén eredetű forrás különböző mértékű kibocsátása alakítja, melyet jelentősen befolyásolnak a különböző meteorológiai körülmények is. Az antropogén források között megemlíthetjük a közlekedési eredetű aeroszol szennyezést, mely más levegőszennyező komponensekkel együtt megnövelheti a városi  $PM_{10}$  tömegkoncentrációját. Ennek hatására súlyos levegőszennyezettségi helyzetek alakulhatnak ki a városokban, melyek megoldása komoly beavatkozást kíván a helyi hatóságoktól. Az EU új levegőminőségi irányelvei (2008/50/EC) a 10  $\mu m$ -nél kisebb aerodinamikai átmérővel rendelkező városi aeroszol részecskéket ( $PM_{10}$ ) az egyik legveszélyesebb levegőszennyező komponensnek tekintik, mert ezek bejuthatnak az alsóbb légutakba, így a tüdőbe is. Ha ezen városi  $PM_{10}$  aeroszol részecskék hatásának hosszú ideig vagyunk kitéve, annak légzőszervi, valamint szív- és érrendszeri betegségek lehetnek a következményei.

A reszuszpendálható por hozzájárulása a városi  $PM_{10}$  aeroszol tömegkoncentrációjához akár 30% is lehet (Ho *et al.*, 2003), mivel az utakra kiülepedett aeroszol részecskék könnyen felverődnek a mozgó járművek és a szél hatására. A reszuszpendálható aeroszolban, akár csak a városi aeroszolban, jelen lehetnek mérgező és rákkeltő anyagok, illetve elszaporodhatnak mikroorganizmusok is. Emellett a kiülepedett por a korábbi levegőszennyezés „archívumának” is tekinthető.

Az eddigi kutatások során a reszuszpendálható aeroszol részecskéket ecsettel gyűjtötték össze (Wei *et al.*, 2009), majd laboratóriumban végezték el a minták reszuszpenzióját, illetve méret szerinti elválasztását (Zhao *et al.*, 2006). Ezzel a módszerrel azonban elvesztették a kisebb mérettartományba tartozó, tehát az egészségügyi szempontból a legkritikusabb aeroszol részecskéket, illetve megváltoztatták a részecskék fizikai tulajdonságait. Ezen mintavételi hibák elkerülése érdekében egy korábbi tanulmányban szereplő (Amato *et al.*, 2009) speciális mintavételi módszer továbbfejlesztése vált szükségessé a felverhető por belélegezhető frakciójának ( $PM_{10}$ ) folyamatos helyszíni (on-site) gyűjtésére.

A városi aeroszol vizsgálata során a mintavételi módszerből adódóan nem volt lehetséges az ásványi összetétel közvetlen mennyiségi meghatározása a minta kis mennyisége és a szűrőmátrix hatása miatt. Ezért a speciális mintavevő berendezés építése során célul tűzttem ki ezen probléma

megoldását is egy ciklon-leválasztó alkalmazásával. Az így gyűjtött reszuszpendált  $PM_{1-10}$  frakció „bulk” formájában történő gyűjtése lehetővé teszi az ásványi fázisok meghatározását, ami értékes kiegészítő információval szolgálhat ezen aeroszol típus eredeti forrásainak pontosabb azonosításához.

A kutatásaim idején történt a gátszakadás Kolontáron a bauxitfeldolgozó üzem egyik zagyatárolójánál, melynek következményeként nagy mennyiségű lúgos kémhatású vörösiszap ömlött a környező területekre. A katasztrófa után haladéktalanul szükségessé vált az érintett területeken felporzási vizsgálatok elvégzése a vörösiszap üledék korábban is ismert erős kiporzási hajlama miatt. Ehhez nyújtott segítséget az akkor fejlesztés alatt álló speciális reszuszpendált  $PM_{10}$  mintavevő berendezés, melynek sikeres alkalmazásával nemzetközileg is elsőként vált lehetségessé vörösiszaptól származó belélegezhető részecskék helyszíni kiporzási vizsgálatának elvégzése.

A levegőkémia területén köztudott, hogy a városok levegőszennyezettségéhez hozzájáruló különböző forrásokból származó aeroszol részecskék rengeteg toxikus, karcinogén, mutagén és teratogén komponenst tartalmaznak. Számos tanulmány foglalkozik a levegőszennyezés és a különböző megbetegedések közötti kapcsolat feltárásával, azonban a  $PM_{2,5}/PM_{10}$  lehetséges egészségkárosító hatásaival kapcsolatban még mindig nagy a bizonytalanság. Ezért különböző forrásokból származó aeroszol minták ökotoxicitásának közvetlen meghatározását tűztem ki célul. Ezen módszer alapjául vettem a *Vibrio fischeri* baktérium biolumineszcencia gátlásán alapuló ökotoxicitás teszt szilárd mintákra standardizált változatát, melynek adaptációjával és egy mintaelőkészítési módszer kifejlesztésével (Kováts *et al.*, 2012) lehetségessé vált különböző aeroszol minták közvetlen és környezeti hatás szempontjából releváns ökotoxikológiai vizsgálatának elvégzése.

## ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Reszuszpendált városi aeroszol ( $PM_{10}$ ) közvetlen útfelszínről történő on-line gyűjtésére mobil mintavevő berendezést fejlesztettem ki, amely két mérettartományban gyűjti a  $PM_{1-10}$  illetve a  $PM_1$  frakciót a reszuszpenziót előidéző környezeti tényezők hatását szimulálva.

2. A levegőkémia tudományterületén elsőként határoztam meg a reszuszpendált városi aeroszol ásványi összetételét mennyiségileg röntgen-pordiffrakciós módszer alkalmazásával. Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a városi reszuszpendált por fő forrásai a talaj illetve az építőipar, melyek együttes hozzájárulása meghaladja a 90%-ot.

3. A mintavevő berendezést eredményesen alkalmaztam a 2010 októberében bekövetkezett vörösiszap katasztrófa után reszuszpendálható aeroszol minták gyűjtésére, ami lehetővé tette a részecskék hatásainak értékelése szempontjából fontos fizikai és kémiai vizsgálatok elvégzését. Ezen vizsgálatok eredményeképpen megállapítottam, hogy a kiömlött vörösiszap por  $PM_{10}$  frakciójának tömegkoncentráció értéke az áradás során elöntött területeken meghaladja a  $2000 \text{ mg m}^{-3}$ -t, így a vörösiszap nagymértékű kiporzási hajlamából adódóan jelentős veszélyt jelenthet az ott élők és a kármentesítő munkálatokban résztvevők egészségére.

4. Különböző aeroszol minták közvetlen ökotoxikológiai hatását *Vibrio fischeri* baktérium biolumineszcencia gátlásán alapuló módszerrel hasonlítottam össze, mely segítségével megállapítottam, hogy a legnagyobb ökotoxikológiai hatással rendelkező levegőszennyező források a biomassza égetés, a dohányzás és a közlekedés, melyekre vonatkozó  $EC_{50}$  érték kevesebb, mint  $10 \mu\text{g}$ .

5. Téli városi aeroszol minták ökotoxikológiai hatásának időbeli változékonyságának vizsgálata során megállapítottam, hogy ezen tényező jelentős mértékben összefügg a keveredési rétegmagasság, illetve az elsődleges levegőszennyező forrásokból származó vegyületek légköri koncentrációjának változásával, mely eredmény szintén arra utal, hogy a városi aeroszol ökotoxikológiai hatásában a közvetlen kibocsátott levegőszennyező anyagoknak jelentős szerepük van.

6. Különböző környezetvédelmi besorolású dízel üzemű gépjárművek kibocsátásából származó aeroszol minták ökotoxicitása és illékonyága közötti összefüggés vizsgálata során megállapítottam, hogy a magasabb besorolású motoremiszió ökotoxicitása kisebb mértékű, azonban az EURO 1 és EURO 0 típusú motor kibocsátásából származó aeroszol minta jelentős mennyiségű, ökotoxikus hatással rendelkező deszorbeálható (illékony) szerves vegyületet tartalmaz.

## AZ ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁHOZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

### Publikációk:

Jancsek-Turóczi, B., Hoffer, A., Nyíró-Kósa, I., Gelencsér, A. (2013) Sampling and characterization of resuspended and respirable road dust. *Journal of Aerosol Science* 65, 69-76. IF: 2,686; Független SCI hivatkozás: 2

Ács, A., Ferincz, Á., Kovács, A., Jancsek-Turóczi, B., Gelencsér, A., Kiss, Gy., Kovács, N. (2013) Ecotoxicological characterisation of exhaust particulates from diesel-powered light-duty vehicles. *Central European Journal of Chemistry* 11 (12), 1954-1958. IF: 1,167

Kovács, N., Ács, A., Ferincz, Á., Kovács, A., Horváth, E., Kakasi, B., Jancsek-Turóczi, B., Gelencsér, A. (2013) Ecotoxicity and genotoxicity assessment of exhaust particulates from diesel-powered buses. *Environmental Monitoring and Assessment* 185 (10), 8707-8713. IF: 1,592

Turóczi, B., Hoffer, A., Tóth, Á., Kovács, N., Ács, A., Ferincz, Á., Kovács, A., Gelencsér, A. (2012) Comparative assessment of ecotoxicity of urban aerosol. *Atmospheric Chemistry and Physics* 12, 7365-7370. IF: 5,510; Független SCI hivatkozás: 3

Kovács, N., Ács, A., Kovács, A., Ferincz, Á., Turóczi, B., Gelencsér, A. (2012) Direct contact test for estimating the ecotoxicity of aerosol samples. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 33, 284-287. IF: 2,005; Független SCI hivatkozás: 2

Gelencsér, A., Kovács, N., Turóczi, B., Rostási, Á., Hoffer, A., Imre, K., Nyíró-Kósa, I., Csákberényi-Malasics, D., Tóth, Á., Czitrovsky, A., Nagy, A., Nagy, Sz., Ács, A., Kovács, A., Ferincz, Á., Hartyáni, Zs., Pósfai, M. (2011) The red mud accident in Ajka (Hungary): Characterization and potential health effects of fugitive dust. *Environmental Science Technology* 45 (4), 1608-1615. IF: 5,228; Független SCI hivatkozás: 22

## **Előadások:**

Jancsek-Turóczy, B., Hoffer, A., Gelencsér, A. (2014) Characterization of resuspended and respirable road dust. *International Conference on Atmospheric Dust (DUST 2014)* 1-6. June, Castellaneta Marina, Italy

Jancsek-Turóczy, B., Hoffer, A., Tóth, Á., Kováts, N., Ács, A., Gelencsér, A. (2013) Ecotoxicity of various types of urban particulate matter. *European Aerosol Conference (EAC 2013)* 1-6. September, Prague, Czech Republic

Turóczy, B., Hoffer, A., Nyíró-Kósa, I., Kováts, N., Ács, A., Gelencsér, A. (2011) Characterization of resuspended and respirable urban particulate matter. *European Aerosol Conference (EAC 2011)* 4-9. September, Manchester, England

Turóczy, B., Hoffer, A., Nyíró-Kósa, I., Kováts, N., Ács, A., Gelencsér, A. (2011) Sampling and characterization of resuspended and respirable urban particulate matter. *II. International Conference on Air Pollution and Control (CAPAC-II 2011)* 19-23. September, Antalya, Turkey – teljes szövegű megjelenés

Gelencsér, A., Hoffer, A., Kováts, N., Turóczy, B., Rostási, Á., Imre, K., Nyíró-Kósa, I., Tóth, Á., Czitrovsky, A., Nagy, Sz., Nagy, A., Ács, A., Kovács, A., Ferincz, Á., Hartyáni, Zs., Pósfai, M. (2011) Ajka (Hungary): characterization and potential health effects of fugitive dust from red mud. *Asia-Pacific Partnership Workshop – Bauxite Residue and High Silica Bauxites Perth 23.* March, Australia

Rostási, Á., Gelencsér, A., Kováts, N., Turóczy, B., Hoffer, A., Imre, K. (2011) The red mud accident in Ajka (Hungary): characterization and potential health effects of fugitive dust. *FIMIN Spring School*, 6-11 March, Córdoba, Spain

Jancsek-Turóczy B., Hoffer A., Gelencsér A. (2014) Reszuszpendált városi aeroszol ásványi összetétele. *9. Téli Ásványtudományi Iskola*, január 17-18. Tihany

Jancsek-Turóczy B., Hoffer A., Tóth Á., Kováts N., Ács A., Gelencsér A. (2013) Különböző aeroszolforrás-típusok ökotoxicitása. *XI. Magyar Aeroszol Konferencia*, október 28-30. Debrecen

Jancsek-Turóczy B., Hoffer A., Tóth Á., Kováts N., Ács A., Gelencsér A. (2013) Különböző aeroszolforrás-típusok ökototoxicitása. *XI. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia*, október 2-4. Hajdúszoboszló

Turóczy B., Hoffer A., Nyíró-Kósa I., Kováts N., Gelencsér A. (2011) A reszuszpendált és belélegezhető városi aeroszol mintavétele és jellemzése. *X. Magyar Aeroszol Konferencia*, október 20-21. Galyatető

Turóczy B., Hoffer A., Nyíró-Kósa I., Kováts N., Gelencsér A. (2011) A reszuszpendált és belélegezhető városi aeroszol ökotoxikológiai jellemzése. *A Környezetgeokémiai Albizottság Jubileumi Ülése – A környezetgeokémia eredményei az ezredfordulón hazánkban*, december 2. Budapest

Tóth Á., Hoffer A., Turóczy B., Gelencsér A. (2011) A PM10 aeroszol főbb forrásainak azonosítása Budapesten magas téli légszennyezettségi helyzetekben. *X. Magyar Aeroszol Konferencia*, október 20-21. Galyatető

Hoffer A., Gelencsér A., Turóczy B., Kováts N., Rostási Á., Imre K., Nyíró-Kósa I., Tóth Á., Nagy Sz., Hartyáni Zs., Pósfai M. (2011) Vörösiszap kiporzásából származó aeroszol tulajdonságai és potenciális egészségügyi hatásai. *X. Magyar Aeroszol Konferencia*, október 20-21. Galyatető

Rostási Á., Gelencsér A., Kováts N., Turóczy B., Hoffer A., Imre K., Pósfai M. (2011) A kiömlött vörösiszap ásványtani és geokémiai jellemzői. *MTA-VEAB Földtani és Bányászati Munkabizottsága és MFT Közép- és Észak-dunántúli Területi Szervezete közös előadóülése*, április 6. Veszprém

Rostási Á., Gelencsér A., Kováts N., Turóczy B., Hoffer A., Imre K. (2011) A kiömlött vörösiszap ásványtani és geokémiai jellemzői. *Téli Ásványtudományi Iskola*, január 21-22. Balatonfüred

Turóczy B., Hoffer A., Hartyáni Zs., Pósfai M., Gelencsér A. (2009) A cementpor, mint a PM<sub>10</sub> sőt PM<sub>2,5</sub> aeroszol egyik lehetséges forrása. *IX. Magyar Aeroszol Konferencia*, április 27-28. Balatonfüred



**Poszterek:**

Turóczi, B., Hoffer, A., Kováts, N., Gelencsér, A. (2011) Ecotoxicity of urban particulate matter. *10th International Conference on Carbonaceous Particles in the Atmosphere (ICCPA 2011)* 26-29. June, Wien, Austria

Turóczi, B., Hoffer, A., Tóth, Á., Kováts, N., Ács, A., Gelencsér, A. (2011) Source apportionment and health effects of winter urban atmospheric aerosol. *European Aerosol Conference (EAC 2011)* 4-9. September, Manchester, England