

Debrecen légszennyezettségének vizsgálata epifiton zuzmók nehézfém tartalmának tanulmányozásával

Zs. SZABÓ¹, A. KECZÁNNÉ ÜVEGES²

¹ Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezetmérnöki Tanszék, szofi0412@gmail.com

² Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezetmérnöki Tanszék, auveges@eng.unideb.hu

Absztrakt. Kutatómunkánk során Debrecen város forgalmasabb csomópontjaiban vizsgáltuk a levegőminőséget nehézfém tartalom szempontjából. Vizsgálatainkhoz epifiton indikátornövényeket gyűjtöttünk Debrecen meghatározott útszakaszai mentén, és városon kívüli kontrollterületen. A mintavétel a zuzmók vegetációs időszakának megfelelően március elején történt. A begyűjtött minták tisztítását, szárítását és roncsolását követően vizsgáltuk azok toxikus fémtartalmát Induktív Csatlósú Plazma- Optikai Emissziós Spektrometria elven működő készülékkel. Összesen 9 fém koncentrációját vizsgáltuk, többek között a nickel, ólom, réz és cink tartalmat.

Bevezetés

Városi környezetben – kivéve az iparvárosokat – a levegő minőség romlását főleg a közlekedésből és fűtésből származó szennyezőanyagok befolyásolják, és ezek mellett nem hagyhatjuk figyelmen kívül a nehézfém mikroszennyezők jelenlétét. Az emberi tevékenység eredményeként keletkezett szennyező anyagok közül kiváltképp a gáz halmazállapotú anyagokkal kell foglalkozni, mert ezeknek a kiválasztásuk, semlegesítésük a legnehezebb [1]. A toxikus elemek főleg a belsőégésű motorok kibocsátásából származtatható fémek az üzemanyag összetevőiből és égéstermékeiből, valamint az öregedő motor- és a katalizátor folyamataiból származnak. Magyarországon az 1990-es évek óta a benzin, mint motorhajtó anyag nem tartalmazhat ólom-tartalmú adalékanyagokat, így a motortérből nem, azonban a gépjárművekben található akkumulátorok révén emittálódhat a környezetbe. Króm jelenhet meg a kipufogógázban a belsőégésű motorokban használt – nemesfémeknél gazdaságosabb – krómtartalmú katalizátorok elterjedése miatt [2]. A fékbetétek kopásából is emittálódnak szennyezők, ezeknek az összetétele változatos, de gyakran tartalmaznak antimonot. A kopás során elsősorban rezet, nikkelt és krómot emittálnak, azonban kis mennyiségben az arzén, az ólom és policiklusos aromaszánhidrogének (PAH) is előfordulnak bennük [3.]. A gumiköpenyek kopásánál a kadmium az egyik legjelentősebb szennyezőanyag, amivel számolni kell. A kadmiumot stabilizáló adalékként keverik a gumiabroncsok anyagába, és az abroncs kopásával ez a nehézfém kikerül a környezetbe [4]. A másik meghatározó emittált elem a cink, ugyanis a vulkanizáláshoz ZnO-t használnak [5]. Az előbbiektől még a kenőolajok egy része is tartalmaz cinket és kadmiumot [6], de ezeken kívül még előfordulhat bennük réz és nikkelt, de akár arzén valamint króm is.

A zuzmók bizonyos légszennyező anyagok indikátoraként alkalmazhatóak, mivel érzékenyséjük különböző légszennyező anyagokra nézve egyértelműen igazolható. Szenzibilitásuk alakja és

morfológiai okokra vezethető vissza, valamint hogy a tápanyagot a levegőből és a vízből veszik fel. A vizsgált zuzmófajta a *Phaeophyscia orbicularis*, mely telepe lapos, vékony, szabálytalan alakú, színe kékes-szürke, nedvesítésre bezöldül. Jellemzően fák kérgein, ritkán kőzeteken található meg, terepi azonosítása egyszerű, valamint Debrecenben viszonylag sok helyen megtalálható.

1. Anyag és módszer

A vizsgálati minták Debrecen területén három nagyobb forgalmas útszakasz mentén, valamint az épített környezet kivüli kontroll területéről (Bükk-hegységéből) kerültek begyűjtésre. Debrecenben az első mintaterület a Simonyi út és a Nagyerdei körút kereszteződésétől a Bem térig, a második szakasz a Nyíl utcától az Árpád térig, a harmadik a Rakovszky Dániel utca mentén a Faraktár utcai kereszteződésig tartott, ahol rendre 6 darab, 3 darab és 4 darab minta került begyűjtésre. A teljes vizsgált útszakasz hossza közel 3 km hosszú. A mintavétel 2017. március 9-én történt.

A mintavétel fákról való zuzmógyűjtés volt, ami minden esetben a talajtól számítva 1 és 2 méter között történt, hogy a talajhoz közeli nitrogén dús mikro környezet fajokra gyakorolt hatását kiküszöböljük. A növények fakéregéről való eltávolítása műanyag késsel történt az esetleges fémszennyezés elkerülése miatt. A zuzmók felcímkézett, egyedi kóddal ellátott zárható műanyag tasakba kerültek. A minta előkészítésig minden minta hűtőben +5°C-on volt tárolva.

A minták hűtőből való kivétele után tömegmérésen estek át, majd háromszorosan desztillált vízzel történt gyors öblítés követően szárítószekrényben 105°C-on 24 óra alatt lettek megszáritva. Az eszközök a keresztszennyeződés elkerülése miatt minden minta között el lettek öblítve háromszor desztillált vízzel készített 0,1 mol/dm³ koncentrációjú salétromsavas oldattal. A száraz minták ismételt tömegmérést („száraz” tömeg) követően inert, achát mozsárban lettek elporítva, majd a feltáráshoz szükséges 0,100-0,101 g mennyiségeket a bombákba mértük. A feltárást 3 ml salétromsav illetve 1 ml hidrogén-peroxid mellett ETHOS UP ultrahangos roncsoló készülékkel történt. A kapott oldatok analízis előtt szűrve lettek.

Az analízis induktív csatolású plazma – optikai emissziós spektrométerrel (ICP-OES) történt. A műszer fénykibocsátáson alapszik, miszerint vegyületeket, molekulákat gerjesztünk, és az általuk kibocsátott fény hullámhosszát, illetve intenzitását mérjük. Az előbbi a minőségi, az utóbbi pedig a mennyiségi elemzéshez szükséges.

2. Eredmények értékelése

Az ICP-OES készülékkel kapott eredményeket mg/kg egységben három tizedes jegyre kerekítve a zuzmók száraz tömegére vonatkoztatva az 1. táblázatban láthatóak. A minták színkódolva vannak, miszerint sárgával vannak jelölve a Simonyi úton (1-6 minta), kézzel a Nyíl utcán (7-9 minta), zölddel a Rakovszky Dániel utcán vett minták (10-13), valamint feketével a bükki kontroll minta (14).

Minta száma	Arzén [mg/kg]	Kobalt [mg/kg]	Króm [mg/kg]	Réz [mg/kg]	Ólom [mg/kg]	Mangán [mg/kg]	Nikkel [mg/kg]	Cink [mg/kg]	Vanádium [mg/kg]
1	3,068	0,623	11,762	27,191	13,854	55,225	3,500	70,993	6,328
2	1,397	0,230	8,002	20,739	7,335	43,553	2,046	61,762	2,994
3	2,427	0,379	8,299	34,641	9,660	51,621	2,282	64,375	3,981
4	2,941	0,569	10,419	22,382	18,382	53,480	3,382	68,545	5,882
5	1,843	0,272	9,154	19,360	9,360	51,765	2,376	54,710	3,104
6	3,386	0,906	8,942	39,562	71,365	103,655	3,436	75,584	6,873
7	3,375	0,733	8,320	16,307	11,716	65,468	2,170	79,360	6,268
8	2,216	0,308	4,737	13,719	6,985	44,884	0,530	72,530	3,757
9	3,415	0,829	7,646	31,532	46,88	145,112	2,488	78,786	6,439
10	1,791	0,149	2,913	16,358	4,527	29,721	0,000	62,673	2,488
11	2,495	0,403	5,996	22,850	11,564	43,954	1,296	61,992	5,374
12	2,959	0,276	4,880	27,416	6,361	54,517	0,641	68,753	4,142
13	4,453	0,794	8,904	39,013	10,503	83,117	2,178	88,476	6,873
14	0,094	0,000	0,026	2,679	9,667	14,538	0,000	24,732	0,660

1. táblázat: A minták toxikusfémtartalma három tizedesjegyre kerekítve.

Az 1. táblázat alapján látható, hogy a 13-as minta arzénkoncentrációja a legmagasabb (4,453 mg/kg), ami a Rakovszky Dániel és a Faraktár utcai kereszteződésben lett véve. Itt szinte állandóan nagy a forgalom, több autóbusz is jár erre, és a kereszteződésben a piros lámpánál folyamatosan állnak a feltorlódó járművek. Azonban a másik három forgalmi csomópontnál (1, 6, 9) is magasak a mért értékek a kontroll mintához képest. Kobalt esetén a mért értékek nagyobb ingadozást mutatnak (~0,15 mg/kg-tól ~0,9 mg/kg-ig). A nagyobb forgalmi csomópontoknál vett 1-, 6-, 9- és 13-as minták kobalt koncentrációja kiemelkedően magas, rendre 0,623, 0,906, 0,829 és 0,794 mg/kg értékeknek adódott, melyek az útvonal egyéb pontjaihoz képest 4-6 szoros mennyiségek, míg a vidéki háttér esetén (14) mennyisége a kimutatási határ alatt volt. Króm koncentrációk esetén megfigyelhetőek nagyobb kiugrások, melyek közül némelyik a forgalommal erősen terhelt forgalmi csomópontok környezetéből származott (1, 6 és 13 minta). Azonban az is megfigyelhető, hogy a sárga színnel kódolt minták mindegyike magas krómkoncentrációt mutatott, mely arra enged következtetni, hogy a Cr megnövekedett mennyiségéhez hozzájárulhat a vizsgált útszakasz villamosforgalma is. Réztartalmak kapcsán hasonló tendencia látható, mint az arzén esetén, a csomópontokból származó minták rézkoncentrációi (az 1. minta kivételével) kiemelkednek (39,562, 31,523 és 39,013 mg/kg a 6, 9 és 13-as minták esetén), amelyek minimum 1,5 szeresei a vizsgált útszakasz többi részén mért eredményeknek. Az ólomnál mért értékek közül a 6-os minta kiemelkedően magas koncentrációjú (71,365 mg/kg). A 6-os minta a Bem térről származott, melyre jellemző az állandó nagy forgalom, a közlekedési lámpánál várakozó autók sokasága, valamint a villamosforgalom, villamos megálló

együttes jelenléte, ami tovább növeli a szennyezettség értékét. Érdekes módon a bükki mintában (14) nagyobb koncentráció figyelhető meg, mint pár városi mintában, ami valamilyen ólomszennyezésre enged következtetni a környéken. Mangán tekintetében a legmagasabb értékkel a 9-es minta rendelkezik (145,112 mg/kg), ami az Árpád téren lett gyűjtve. A másik három csomópont (1, 6, 13) is magasabb koncentrációban tartalmaz Mn-t az útvonal többi pontján mért értékekhez képest. A nikkel értékeinél látható, hogy a kontroll területnél kimutatási határ alatti koncentrációkkal számolhatunk, illetve itt is hasonló tendencia mutatkozik, mint az előzőeknél, miszerint a nagyobb csomópontok értékei kimagaslóak a többihez képest. Megfigyelhető, hogy a vizsgált mikroelemek közül a cinknél kapott értékek nagyságrendileg nagyobbak. A vizsgált útszakasz tekintetében 54,710 mg/kg és 88,476 mg/kg közötti cink halmozódott fel a zuzmókban, ami minden egyes eseten több, mint kétszerese a kontroll mintának (24,732 mg/kg).

Összegzés

Városi környezetben a levegő minőség romlásához nagyban hozzájárul a közlekedésből eredő szennyezőanyag kibocsátás. A közlekedésből származtatható kipufogógáz komponensek, mint primer szennyezőanyagok mellett (CO, NO_x, VOC) számolnunk kell a szekunder szennyezőanyagok (O₃, aldehidek, PAN) légköri megjelenésével is. Mindezek mellett nem tekinthetünk el a közlekedésből származó toxikus fémek környezeti levegőben való megjelenésétől sem. Ezek vizsgálatához Debrecen forgalmasabb útszakaszai mentén *Phaeophyscia orbicularis* zuzmó mintákat gyűjtöttünk és ICP-OES készülékkel mértük azok toxikus fémtartalmát. A kapott eredmények alapján elmondható, hogy szinte az összes vizsgált elem koncentrációja hasonló tendenciát mutat, miszerint a nagy forgalmi csomópontokban (1, 6, 9, 13) a koncentrációk magasabbak, mint a vizsgált útvonal többi részén, s a legtöbb esetben a kontroll minta többszöröseinek adódtak. Ezek mellett a 4-es mintára is magasabb mért értékek jellemzőek, mint a szakasz többi részén, melyek között számottevő Cr szennyezés figyelhető meg, ami arra enged következtetni, hogy a villamosforgalom hozzájárul a környezeti toxikus fémszennyezéshez. A vizsgált elemek közül cink (88,5 mg/kg) és mangán (145,1 mg/kg) esetén mértük a legnagyobb koncentrációkat. Ólom tekintetében két kiugróan magas értéket mértünk: a 6-os mintában (71,4 mg/kg), és a 9-es mintában (46,9 mg/kg), ezen a két értéken kívül az útszakasz többi részén vett minták 6,4 mg/kg és 18,4 mg/kg közötti ólomot tartalmaztak. A Co eredmények alapján megfigyelhető, hogy a mért értékek nagyobb ingadozást mutatnak, azonban a forgalmi csomópontoknál kiemelkedően magas Co-koncentrációk adódtak (0,623, 0,906, 0,829 és 0,794 mg/kg), melyek az útvonal egyéb pontjai vett mintákhoz képest 4-6 szoros értékek. Összességében megállapítható, hogy az eredmények egységesen alátámasztják, hogy a nagy forgalmi csomópontok közelében vett zuzmóminták nagyobb mértékben szennyezettek, tehát nagyobb a szennyezőanyag kibocsátás, mint az út többi szakaszán.

Hivatkozások

- [1] Beke J., Halász Gy., Kalmár T., Lengyel A., Peidl L., Szegedi A., Vágvölgyi S. (2007), *A környezetvédelem technikai alapjai I, Levegőtisztaság-védelem*. Nyíregyházi Főiskola Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza.

- [2] Balgord, W. D., (1973) *Fine particles produces from automotive emissions-Control catalyst*, Science 180, pp. 1168-1169.
- [3] Westerlund C., Viklander M., Bäckström M. (2003) *Seasonal variations in road runoff quality in Lulea, Sweden*, Water Science and Technology 48 (9) pp.93-101.
- [4] Harrison, R. M., Johnston, W. R. (1985) *Deposition fluxes of lead, cadmium, copper and polynuclear aromatic hydrocarbons (PAH) on the verges of a major highway*, The Science of the Total Environment, 46. pp. 121-135.
- [5] Adachi, K., Tainosho, Y. (2004) *Characterization of heavy metal particles embedded in tire dust*, Environment International, 30. pp. 1009–1017.
- [6] Ndiokwere, C. L. (1984) *A study of heavy metal pollution from motor vehicle emissions and its effect on roadside soil, vegetation and crops in Nigeria*, Environmental Pollution, 7 (1) pp. 35-42.