

Tölgyerdő, kertvárosi erdőterület és városi park fáinak levelén kiülepedett por és a levelek elemtartalmának vizsgálata

Baranyai Edina

Debreceni Egyetem, Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék
4010 Debrecen, Pf. 21.

Telefon: +36-52- 512-900 / 22426, Fax: +36-52- 518-660
e-mail: baranyai.edina@science.unideb.hu

Összefoglaló: Fák leveleinek és a fák levelein lévő pornak az elemösszetételét vizsgáltuk a Debreceni Nagyerdőben, Debrecen kertvárosi erdőfragmentumaiban és a városi parkban. Az alábbi fajokat vizsgáltuk: *Acer campestre*, *Acer negundo*, *Celtis occidentalis*, *Padus serotina* és *Quercus robur*. Jelentős különbséget tapasztaltunk az egyes fafajok levelein lévő por mennyiségében. A leveleken lévő porban és a levelekben a Ba, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr és Zn-koncentrációját határoztuk meg ICP-OES módszerrel. Szignifikánsan magasabb Cu és Fe-koncentrációt mértünk a *P. serotina* esetében a városi park területéről gyűjtött pormintákban. Az *A. negundo* levelén lévő porban szignifikánsan magasabb volt a Ba és Zn-koncentráció a városi park területén. Az *A. campestre* levelén lévő porban magasabb volt a Mn és Ni-koncentrációja a tölgyerdő területén, mint a városi park területén. A *Q. robur* és a *C. occidentalis* leveleken lévő porban a legmagasabb Mn-koncentrációt a tölgyerdő területén tapasztaltuk. A *P. serotina* levelekben mért Cu-koncentráció szignifikánsan magasabb volt a tölgyerdő területéről gyűjtött mintákban. A legmagasabb Mn és Zn-koncentráció a kertvárosi erdő területéről gyűjtött *A. campestre*, *Q. robur* és *C. occidentalis* falevelekben volt. Az *Acer negundo* esetében a mintákban a Zn-koncentráció a tölgyerdő területén volt a legmagasabb. Eredményeink azt mutatják, hogy a vizsgált fajok közül az *A. negundo*, *C. occidentalis* és *Q. robur* alkalmazása javasolt a légszennyező anyagok monitorozására, mivel ezek a fajok nagyobb mértékben akumulálták a vizsgált elemeket. Az *A. negundo* és *C. occidentalis* fajok bizonyultak a legalkalmasabbnak a levegő minőségének javítására, mivel ezek kötötték meg a port a legnagyobb mértékben.

Kulcsszavak: urbanizáció, pormennyiség, elemösszetétel, ICP-OES.

Bevezetés

Az emberi népesség fele városi agglomerációkban él (Shi *et al.* 2008) és ez az arány folyamatosan növekszik. Az urbanizáció jelentős környezetszennyezést okoz, ezáltal kockázatot jelent az élőlényekre (Magura *et al.* 2010a, 2010b, Simon *et al.* 2011, Tóthmérész *et al.* 2011). A szennyező anyagok sokféle mó-

don kerülnek a városi környezetbe, többek között gáz, részecske vagy aeroszol formájában, párolgás vagy defláció révén (Ordóñez *et al.* 2003). A levegőben található és onnan kiülepedő nehézfémek a légszennyező anyagok egyik kiemelt csoportját képviselik. A nehézfémek forrásai olyan antropogén tényezőkre vezethetők vissza, mint a belső égésű motorokkal hajtott gépjárművek vagy az ipari tevékenység (Shi *et al.* 2008).

A városi környezet levegőminőségének vizsgálatához számos tanulmányban alkalmaztak faleveleket (Aksoy *et al.* 2000, Al-Khlaifat & Al-Hashman 2007), mert a falevelek érzékenyek a levegőszennyezésre (Prusty *et al.* 2005) és a lebegő részecskék megkötésével jól jelzik az atmoszférában felgyűlt légszennyező anyagok minőségi és mennyiségi jellemzőit (Lohr & Peason-Mims 1996). Morfológiai, szerkezeti és biokémiai eltéréseik révén különböző mértékben vonhatják ki a légszennyező anyagokat az atmoszférából (Kardel *et al.* 2010). A levelek pormegkötő képessége olyan változók függvénye, mint a felület geometriája, epidermális és kutikuláris sajátosságok, a levélfelület bolyhossága, a fák magassága és lombozata (Singh *et al.* 2005). A porszemcsék megkötésében fontos szerepet játszanak a nagy levélfelületek és a felületeken található levélszőrök (Lohr & Peason-Mims 1996). A gáznemű légszennyező anyagokat a növények a sztómáikon keresztül abszorbeálják (Kardel *et al.* 2010).

Az urbanizáció levegőminőségre gyakorolt hatását a légszennyező anyagok koncentrációjának elemzésével lehet vizsgálni. A városi porok és egyéb szennyező anyagok monitorozása komplex feladat (Wolterbeek 2002). Munkánk során egy urbanizációs grádiens mentén (tölgyerdő, kertvárosi erdőterület és városi park) a faleveleken lévő por mennyiségét, valamint a leveleken lévő porban és a levelekben található elemek (Ba, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, S, Sr és Zn) koncentrációját tanulmányoztuk. A három kutatási területet eltérő intenzitású emberi zavarás jellemzi. A tölgyerdő területe egy több mint száz éves gyöngyvirágos tölgyes, amely megőrizte természeteshez közeli állapotát. A kertvárosi erdő területére tájkarbantartás és a kidőlt fák eltávolítása jellemző, valamint környékén több forgalmas autópálya található. A harmadik terület egy olyan városi park, amely közel ötven éve a Debreceni Nagyerdő területéből került kialakításra. Ez a kutatási terület őrzi az eredeti növényzet néhány sajátosságát, ugyanakkor ezen a területen folyamatos a parkrendezés (Török & Tóthmérész 2004, Magura *et al.* 2006).

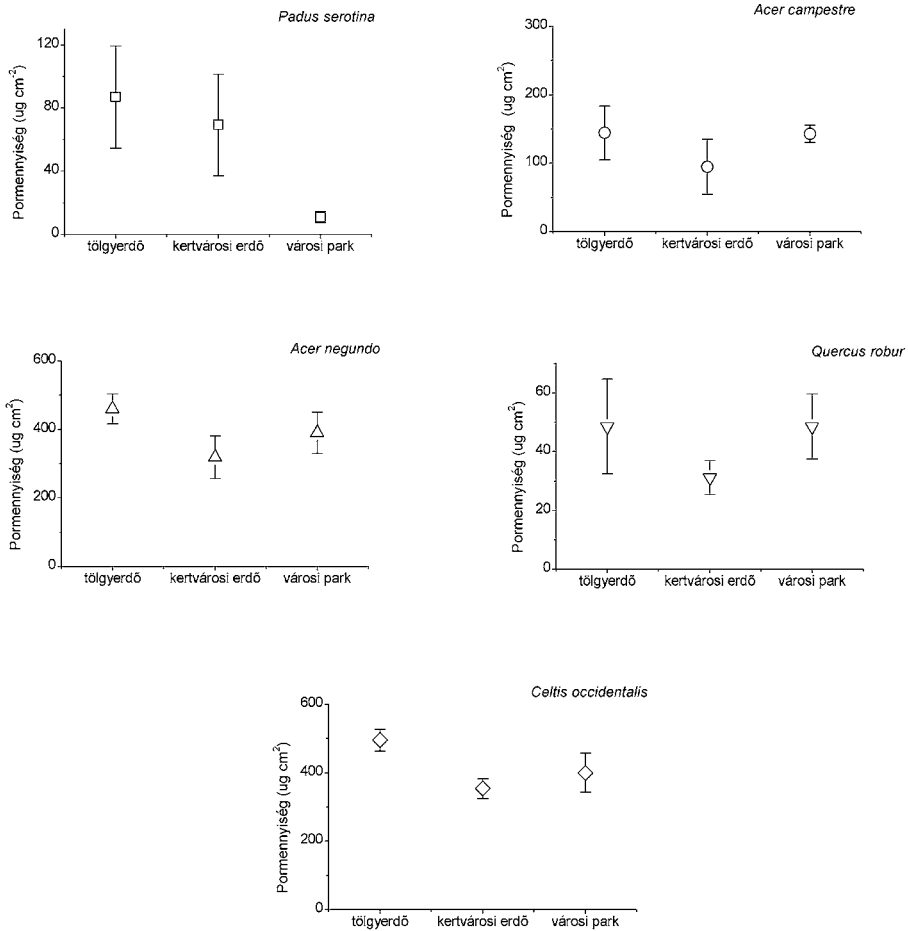
Módszerek

Debrecenben és Debrecen környékén három kutatási területet jelöltünk ki (tölgyerdő, kertvárosi erdőterület és városi park), amelyek az urbanizáció három különböző szintjét reprezentálják. Az egyes kutatási területeken belül négy mintavételi helyen gyűjtöttünk faleveleket. A négy vizsgált fafaj (*Padus serotina*, *Acer campestre*, *Acer negundo*, *Quercus robur* és *Celtis occidentalis*) leveleit 2010 augusztusában gyűjtöttük. A mintavételi helyeken random módon három fát választottunk ki a mintavételhez. A mintákat lezárható műanyag tasakban gyűjtöttük és +4°C-on sötétben tároltuk az elemzés megkezdéséig.

A levélfelületek meghatározásához sík felületű lapolvasót használtunk. A minták feldolgozását Simon *et al.* (2011) által közölt módszer szerint végeztük. Az elemanalízis induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrometriával (ICP-OES) történt, amelyhez IRIS Intrepid II XSP műszert használtunk. Hat pontos kalibrációt alkalmaztunk a mérések során multieleemes kalibráló oldatok felhasználásával (Merk ICP multieleemes standard oldat IV). A statisztikai értékelést SPSS/PC+ statisztikai programmal végeztük. A varianciák homogenitását Levene teszttel vizsgáltuk. A leveleken lévő pormennyiséget, a porban és a levélszövetben vizsgált elemek koncentrációját 2 faktoros varianciaanalízissel teszteltük, mely vizsgálatban a terület volt az egyik faktor és a levélfaj a másik faktor.

Eredmények

Az öt különböző vizsgált fajnak szignifikáns hatása volt a pormennyiségre ($F_{14,45} = 64.661, p < 0.001$). Ugyanakkor a három kutatási területen nem volt szignifikáns különbség a por mennyiségében ($F_{14,45} = 4.591, p = 0.068$) (1. ábra). A területek és fajok interakciója szignifikáns volt ($F_{14,45} = 3.786, p < 0.01$). A *P. serotina* leveleinek felületén lévő por mennyisége szignifikánsan különbözött a többi fajtól ($p < 0.001$). Az *A. campestre* esetében szignifikánsan nagyobb pormennyiséget mértünk, mint a *P. serotina* és *Q. robur* fajoknál, míg alacsonyabbat, mint az *A. negundo* és *C. occidentalis* esetében ($p < 0.001$). Az *A. negundo* levelein lévő por mennyisége szignifikánsan különbözik a *P. serotina* ($p < 0.01$), *A. campestre* ($p < 0.05$) és *Q. robur* ($p < 0.01$) fajok levelein lévő por mennyiségétől. A *Q. robur* leveleinek felületén lévő por mennyisége szignifikánsan



1. ábra. A vizsgált fajok levélfelületén mért pormennyiség (átlag + SE).

eltért az *A. negundo* ($p < 0.001$) és *C. occidentalis* ($p < 0.001$) fajoktól, amíg a *C. occidentalis* esetében szignifikánsan eltérő pormennyiséget mértünk, mint a *P. serotina* ($p < 0.001$), *A. campestre* ($p < 0.05$) és *Q. robur* ($p < 0.001$) esetében.

A porban mért elemkoncentrációk esetében a fajok és az urbanizáltság interakciója szignifikáns hatással volt a Ba, Cu, Ni, Pb és Sr-koncentrációjára ($p < 0.05$). A Fe és Mn-koncentrációk szignifikánsan változtak a faj, az urba-

nizáltság valamint a faj-urbanizáltság interakciójának hatására ($p < 0.05$). A S esetében a fajok és az urbanizáltság szignifikánsan befolyásolták az elemkoncentrációkat ($p < 0.01$), míg a fajok csak a Zn esetében okoztak szignifikáns hatást ($p < 0.001$). A *P. serotina* esetében szignifikánsan magasabb Cu és Fe-koncentrációt tapasztaltunk a városi park, mint a kertvárosi erdő és a tölgyerdő területén. Az Pb-koncentrációja nem tért el szignifikánsan a városi park és a tölgyerdő esetében egymástól; a kertvárosi erdő területén alacsonyabb koncentrációt mértünk (1. táblázat). A tölgyerdő területén szignifikánsan alacsonyabb S-koncentrációt mértünk, mint a kertvárosi erdő és a városi park területén. Az *A. campestre* esetében a leveleken lévő porban mért Mn és Ni-koncentráció szignifikánsan magasabb volt a kertvárosi erdő, mint a városi park és a tölgyerdő területén. A Ni esetében nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a kertvárosi erdő és a tölgyerdő területek között ($p > 0.05$). A kertvárosi erdő területén a Mn-koncentráció a *Q. robur* levelein lévő porban volt a legmagasabb, de itt sem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a kertvárosi erdő és a tölgyerdő területek között. Az *A. negundo* levelein lévő pormintákban a Ba és Sr mennyisége volt a legnagyobb az egyes területek vonatkozásában (1. táblázat). A Mn és Ni-koncentrációja a tölgyerdő területén a *C. occidentalis* esetében volt a legmagasabb, a Mn koncentrációjában azonban nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a tölgyerdő és a kertvárosi erdő területek között.

A levélszövetben mért elemkoncentrációk esetében a fajok és az urbanizáltság szintén szignifikáns hatással voltak a Fe, S és Sr-koncentrációkra ($p < 0.05$). A Ba-koncentráció csak a fajok között mutatott különbséget. A Cu-koncentrációt a fajok és a fajok illetve az urbanizáltság közötti interakciók is szignifikánsan befolyásolták. A fajok, az urbanizáltság és a kettő közötti interakció a Mn és Zn-koncentrációra voltak szignifikáns hatással. Szignifikánsan magasabb Cu-koncentrációt mértünk a *P. serotina* levélszöveiben a tölgyerdő és a kertvárosi erdő területeken, mint a városi park területén. A S-koncentrációja a kertvárosi erdő területén volt a legmagasabb, míg a Sr-koncentrációja a legalacsonyabbnak bizonyult ugyanezen a területen a *P. serotina* esetében (2. táblázat). Az *A. campestre* levélszöveiben a Mn és Zn-koncentrációja szignifikáns különbséget mutatott minden terület esetében. A S és Cu mennyisége szintén a kertvárosi erdő területén volt a legnagyobb, de nem volt szignifikáns a különbség a kertvárosi erdő és a városi park területek között ($p > 0.05$). A *Q. robur* levélszöveiben a Mn, S és Zn-koncentrációja a kertvárosi erdő területén volt a legmagasabb. A

1. táblázat. Az elemek koncentrációja (átlag ± SE, mg/kg) különböző fajok levél felületén vizsgált porban.

Faj	Tertület	Elemek									
		Ba	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	S	Sr	Zn	
<i>P. serotina</i>	tölgyerdő	38 ± 9	17 ± 3 ^a	388 ± 145 ^a	609 ± 277	25 ± 5	17 ± 8 ^a	1223 ± 255 ^a	43 ± 6	91 ± 12	
	kertvárosi erdő	41 ± 12	22 ± 6 ^a	339 ± 97 ^a	1100 ± 166	22 ± 6	6 ± 2 ^{ab}	2188 ± 689 ^b	37 ± 9	112 ± 42	
	városi park	96 ± 25	70 ± 23 ^b	2009 ± 718 ^b	828 ± 275	120 ± 94	43 ± 16 ^a	6400 ± 2138 ^b	145 ± 84	385 ± 138	
<i>A. campestre</i>	tölgyerdő	15 ± 3	7 ± 1	286 ± 36	718 ± 111 ^a	3 ± 1 ^a	3 ± 1	5699 ± 1647	28 ± 3	54 ± 4	
	kertvárosi erdő	35 ± 8	15 ± 3	492 ± 114	2470 ± 496 ^b	7 ± 2 ^a	11 ± 4	12079 ± 1770	29 ± 2	119 ± 29	
	városi park	16 ± 2	7 ± 1	289 ± 32	224 ± 20 ^c	1 ± 1 ^b	5 ± 1	10012 ± 3278	23 ± 7	79 ± 10	
<i>Q. robur</i>	tölgyerdő	65 ± 16	27 ± 6	2439 ± 856	1274 ± 396 ^a	37 ± 20	27 ± 6	3060 ± 880	57 ± 18	159 ± 24	
	kertvárosi erdő	42 ± 14	31 ± 7	915 ± 128	1686 ± 155 ^a	19 ± 2	14 ± 6	4298 ± 1112	22 ± 7	138 ± 38	
	városi park	44 ± 13	30 ± 7	1472 ± 184	348 ± 90 ^b	13 ± 1	26 ± 5	3632 ± 737	18 ± 8	137 ± 41	
<i>A. negundo</i>	tölgyerdő	8 ± 2 ^a	7 ± 3	123 ± 15	219 ± 15	2 ± 1	2 ± 1	2081 ± 402	16 ± 4 ^a	30 ± 4	
	kertvárosi erdő	24 ± 6 ^a	10 ± 2	243 ± 77	248 ± 44	3 ± 1	3 ± 1	3582 ± 1038	45 ± 8 ^b	42 ± 10	
	városi park	33 ± 11 ^b	7 ± 1	225 ± 40	656 ± 268	1 ± 1	1 ± 1	1574 ± 119	60 ± 12 ^b	35 ± 8	
<i>C. occidentalis</i>	tölgyerdő	20 ± 2	13 ± 3	42 ± 20	165 ± 54 ^a	14 ± 4 ^a	1 ± 1	1564 ± 442	70 ± 9	27 ± 7	
	kertvárosi erdő	17 ± 6	18 ± 4	95 ± 14	71 ± 16 ^{ab}	4 ± 1 ^b	1 ± 1	2311 ± 279	59 ± 14	38 ± 5	
	városi park	23 ± 3	16 ± 4	92 ± 23	46 ± 15 ^b	4 ± 1 ^b	1 ± 1	1985 ± 271	138 ± 24	30 ± 3	

nyező részecskék atmoszférából való kivonásához. A legkisebb mennyiségben a *P. serotina* és *Q. robur* levélfelületén kötődött meg por. Ennek oka a levélfelületek struktúrájának különbözősége. Tomasêvic *et al.* (2011) valamint Prusty *et al.* (2005) is az eltérő epidermális tulajdonságokkal és levél struktúrákkal magyarázzák a pormennyiség megkötésében észlelhető fajonkénti eltéréseket.

A levélfelületen lévő porokban az általunk mért Pb-koncentráció alacsonyabb volt, mint egyéb tanulmányokban (Al-Khlaifat *et al.* 2007, Duong & Lee 2011). Eredményeink magasabb Cu-koncentrációt mutatnak *P. serotina* és *Q. robur* falevelein lévő porban, mint korábbi tanulmányokban (Al-Khlaifat *et al.* 2007). A Cu és a Zn esetében is a gépjármű alkatrészek felelôsek a megnövekedett légköri koncentrációért, a gumik kopásából származó por nagy mennyiségben tartalmazza ugyanis ezeket az elemeket (Meza-Figueroa *et al.* 2007). Munkánk során hasonló Zn-koncentrációkat tapasztaltunk a levélfelületeken lévő porban, mint a szakirodalomban megtalálható értékek (Apegyei *et al.* 2011, Al-Khlaifat *et al.* 2007, Duong & Lee 2011). A városi park területén a *P. serotina* leveleinek felületén lévő porban magasabb Ni-koncentrációt tapasztaltunk, mint a *Q. robur* esetében, ellentétben a korábbi tanulmányokkal (Al-Khlaifat *et al.* 2007, Duong & Lee, 2011). Eredményeink magasabb Fe-koncentrációt mutatnak, mint Al-Khlaifat *et al.* tanulmánya (2007), de alacsonyabbat, mint egy másik szakirodalom (Apegyei *et al.* 2011). A fékpofák és tömítések kopásából nagy mennyiségű Fe kerül a környezetbe (Adachi & Tainoshob, 2004).

A levélszövetben mért Cu-koncentráció esetén hasonló eredményeket kaptunk, mint Alfani *et al.* (2000). Az eredményeink magasabb Fe-koncentrációt mutatnak a tölgyerdő területéről gyűjtött falevelek szöveteiben minden faj esetében, mint korábbi tanulmányok, hasonlókat azonban a városi park és a kertvárosi erdő területeknél (Alfani *et al.* 2000). Magasabb Zn-koncentrációt tapasztaltunk az *A. campestre*, *Q. robur* és *A. negundo* esetében a tölgyerdő területén. A kertvárosi erdő területeken magasabb Zn-koncentrációt találtunk az *A. campestre* és *Q. robur* levélszöveteiben, mint korábbi tanulmányokban (Al-Khlaifat *et al.* 2007). Eredményeinket más tanulmányokkal összehasonlítva magasabb Mn-koncentrációt mértünk minden vizsgált területen, valamint minden vizsgált faj esetében (Celik *et al.* 2005). A S-koncentrációkra magasabb értékeket kaptunk minden terület és faj esetében, mint más tanulmányok (Alfani *et al.* 2000), ami arra utalhat, hogy a S a levélszövetekbe elsősorban a levegőből jut be.

Eredményeink azt mutatják, hogy a levélfelületek anatómiai és morfológiai

2. táblázat. A levélszövetben mért elemek koncentrációja a vizsgált fajok esetében (átlag ± SE, mg/kg).

Faj	Tertület	Elemek							
		Ba	Cu	Fe	Mn	S	Sr	Zn	
<i>P. serotina</i>	tölgyerdő	56. ± 13	4 ± 1 ^a	135 ± 29	560 ± 248	1961 ± 472 ^a	57 ± 5 ^b	16 ± 6	
	kertvárosi erdő	43 ± 12	4 ± 1 ^a	105 ± 38	1257 ± 273	2707 ± 365 ^b	38 ± 3 ^b	17 ± 5	
	városi park	41 ± 7	3 ± 1 ^b	111 ± 34	655 ± 619	1889 ± 672 ^a	60 ± 16 ^a	26 ± 21	
<i>A. campestre</i>	tölgyerdő	21 ± 5	5 ± 1 ^a	205 ± 34	819 ± 223 ^a	2593 ± 558 ^a	43 ± 4	22 ± 6 ^a	
	kertvárosi erdő	25 ± 9	7 ± 2 ^b	155 ± 32	2686 ± 509 ^b	4206 ± 731 ^b	47 ± 21	50 ± 7 ^b	
	városi park	20 ± 4	5 ± 1 ^{ab}	144 ± 29	288 ± 230 ^c	3261 ± 357 ^{ab}	42 ± 14	33 ± 7 ^c	
<i>Q. robur</i>	tölgyerdő	48 ± 19	9 ± 3	183 ± 58	746 ± 403 ^a	2110 ± 238 ^a	17 ± 4	32 ± 9 ^a	
	kertvárosi erdő	43 ± 16	7 ± 2	175 ± 59	2000 ± 663 ^b	2774 ± 115 ^b	18 ± 7	35 ± 6 ^a	
	városi park	39 ± 20	6 ± 1	175 ± 46	225 ± 100 ^c	2617 ± 345 ^b	28 ± 8	16 ± 3 ^b	
<i>A. negundo</i>	tölgyerdő	38 ± 17	7 ± 5	240 ± 21	238 ± 39	2887 ± 124 ^a	57 ± 14	31 ± 6 ^a	
	kertvárosi erdő	19 ± 7	3 ± 1	198 ± 40	150 ± 64	4075 ± 577 ^b	59 ± 20	22 ± 2 ^b	
	városi park	37 ± 24	6 ± 1	248 ± 54	288 ± 251	3867 ± 775 ^{ab}	76 ± 29	20 ± 3 ^b	
<i>C. occidentalis</i>	tölgyerdő	74.9 ± 7.8	5.2 ± 1.3	207 ± 38	283 ± 37 ^a	3173 ± 252 ^a	119 ± 24	11 ± 1 ^a	
	kertvárosi erdő	54.6 ± 46.6	5.2 ± 2.7	162 ± 64	113 ± 33 ^b	4079 ± 367 ^b	83 ± 46	27 ± 12 ^b	
	városi park	53.1 ± 16.4	5.1 ± 2.0	177 ± 20	58 ± 22 ^c	3486 ± 441 ^{ab}	139 ± 22	11 ± 1 ^a	

S és Zn-koncentrációja szignifikánsan különbözik a különböző területek között az *A. negundo* esetében. A S-koncentrációkban nem tapasztaltunk különbséget a kertvárosi erdő és városi park területek között; a Zn-koncentrációja a tölgyerdő területén volt a legmagasabb, ami nem különbözött szignifikánsan a kertvárosi erdő területétől (2. táblázat). A különböző kutatási területeket a *C. occidentalis* esetében összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a Mn-koncentráció megnőtt a városi parktól a tölgyerdő területe felé haladva, míg a Sr és Zn-koncentrációja a kertvárosi erdő területén volt a legmagasabb. Az előbbi esetben nem volt szignifikáns különbség kimutatható a kertvárosi erdő és a városi park területek között, míg a Zn esetében sem találtunk szignifikáns különbséget ugyanezen területek vonatkozásában.

Értékelés

Az urbanizáció a szennyező anyagok kijutását és felhalmozódását eredményezi a városi élőhelyeken (Duzgoren-Aydin *et al.* 2006). Napjainkban a falevelek bioindikátorokként történő alkalmazása gyakori a levegőszennyezettség mérésére irányuló vizsgálatokban (Aksoy *et al.* 2000; Al-Khlaifat & Al-Khashman 2007, Simon *et al.* 2011, 2012). Prusty *et al.* (2005) megnövekedett abszorbeált pormennyiséget tapasztaltak azokon a helyeken, ahol nagyobb volt a járműforgalom. Freer-Smith *et al.* (2005) vizsgálatában szignifikáns hatása volt a vizsgált fajoknak és kutatási területeknek a leveleken lévő pormennyiségre, azok interakciója azonban nem volt szignifikáns. Ezzel ellenétben, vizsgálatunkban nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a három vizsgált kutatási terület között, ami Debrecen város meteorológiai sajátosságaiból és domborzati jellegéből adódhat. A Hajdúság és Nyírség határán fekvő Debrecen porterhelésére jelentős hatással van a Hajdúság talajképző kőzetét adó lösz. Ez a finom homok az erdősávok kiirtása és a talaj túlhasználata miatt az elporosodó feltalajról szél által könnyen szállítható. Ez a kiporzás az uralkodó szélirányoknak köszönhetően a városi porterhelés elsődleges forrása lehet (Lóki *et al.* 1994). Eredményeinkhez hasonlóan Singh *et al.* (1999) és Garget *et al.* (2000) is úgy találták, hogy a leveleken lévő por mennyisége a felület morfológiai és anatómiai tulajdonságainak függvénye. Eredményeink alapján elmondható, hogy a *Celtis occidentalis* és *Acer negundo* levelein csapdázódott a legnagyobb pormennyiség. Tehát a vizsgált fajok közül ez a kettő járul hozzá a legnagyobb mértékben a légszeny-

sajátosságai fontos szempontok annak meghatározásában, hogy mely fajok használhatók hatékonyan a levegőminőség monitorozására. Eredményeink azt mutatják, hogy a vizsgált fajok közül az *Acer negundo*, *Celtis occidentalis* és *Quercus robur* alkalmazása javasolt a légszennyező anyagok monitorozására, mivel ezek a fajok nagyobb mértékben akkumulálták a vizsgált elemeket. Ez valószínűleg a leveleik nagyobb sztóma méretének és magasabb sztóma denzitásának tulajdonítható. Az *Acer negundo* és *Celtis occidentalis* fajok bizonyultak a legalkalmasabbnak a levegő minőségének javítására, mivel ezek kötötték meg a port a legnagyobb mértékben. Ez a levélfelületük bolyhozottságából adódhat, amely alkalmassá teszi őket a porszűrésre.

*

Köszönetnyilvánítás – A munka megvalósulását a TÁMOP 4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0007 pályázat támogatta. A projekt az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretein belül valósult meg, az Európai Szociális Alap és Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával.

Irodalomjegyzék

- Adachi, K. & Tainoshob, Y. (2004): Characterization of heavy metal particles embedded in tire dust. – *Environment International* **30**: 1009–1017.
- Aksoy, A., Sahin, U., & Duman, F. (2000): Robinia pseudo-acacia L. as a Possible Biomonitor of Heavy Metal Pollution in Kayseri. – *Turkish Journal of Botany* **24**: 279–284.
- Alfani, A., Baldantoni, D., Maisto, G., Bartoli, G. & Virzo De Santo, A. (2000): Temporal and spatial variation in C, N, S and trace element contents in the leaves of *Quercus ilex* within the urban areas of Naples. – *Environmental Pollution* **109**: 119–129.
- Al-Khashman, O. A. (2004): Heavy metal distribution in dust, street dust and soils from the work place in Karak Industrial Estate, Jordan. – *Atmospheric Environment* **38**: 6803–6812.
- Al-Khlaifat, A. L. & Al-Khashman, O. A. (2007): Atmospheric heavy metal pollution in Aqaba city, Jordan, using Phoenix dactylifera L. leaves. – *Atmospheric Environment* **41**: 8891–8897.
- Apegyei, E., Bank, M. S & Spengler, J. D. (2011): Distribution of heavy metals in road dust along an urban-rural gradient in Massachusetts. – *Atmospheric Environment* **45**: 2310–2323.
- Celik, A., Kartal, A. A., Akdogan, A. & Kaska, Y. (2005): Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using *Robinia pseudo-acacia* L. – *Environment International* **31**: 105–112.
- Duong, T. T. T. & Lee, B. K. (2011): Determining contamination level of heavy metals in road dust from busy traffic areas with different characteristics. – *Journal of Environmental Management* **92**: 554–562.

- Duzgoren-Aydin, N. S., Wong, C. S. C., Aydin, A., Song, Z., You, M. & Li, X. D. (2006). Heavy metal contamination and distribution in the urban environment of Guangzhou, SE China. – *Environmental Geochemistry and Health* **28**: 375–391.
- Freer-Smith, P.H., Beckett, K.P. & Taylor, G. (2005): Deposition velocities to *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Populus deltoides trichocarpa* 'Beaupre', *Pinus nigra* and *Cupressocyparis leylandii* for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment. – *Environmental Pollution* **133**: 157–167.
- Kardel, F., Wuyts, K., Babanezhad, M., Vitharana, U.W.A., Wuytack, T., Potters, G. & Samson R. (2010): Assessing urban habitat quality based on specific leaf area and stomatal characteristics of *Plantago lanceolata* L. – *Environmental Pollution* **158**: 788–794.
- Lohr, V. I. & Pearson-Mims, C. H. (1996): Particulate matter accumulation on horizontal surfaces in interiors: influence of foliage plants. – *Atmospheric Environment* **30**: 2565–2568.
- Lóki, J., Hertelendi, E. & Borsy, Z. (1993): New dating of blown sand movement in the Nyírség. – *Acta Geographica Debrecina* 67–76.
- Magura, T., Tóthmérész, B. & Hornung, E. (2006): Az urbanizáció hatása a talajfelszíni izeltlábúakra. – *Magyar Tudomány* **6**: 705–708.
- Magura, T., Horváth, R. & Tóthmérész, B. (2010): Effect of urbanization on ground dwelling spiders in forest patches, in Hungary. – *Landscape Ecology* **25**: 621–629.
- Magura, T., Lövei, G. L. & Tóthmérész, B. (2010): Does urbanisation decrease diversity in ground beetle (Carabidae) assemblages? – *Global Ecology and Biogeography* **19**: 16–26.
- Meza-Figueroa, D., De la O-Villanueva, M. & De la Parra, L. M. (2007): Heavy metals distribution in dust from elementary schools in Hermosillo, Sonora, Mexico. – *Atmospheric Environment* **41**: 276–288.
- Ordóñez, A., Loredó, J., De Miguel, E. & Charlesworth S. (2003): Distribution of Heavy Metals in the Street Dusts and Soils of an Industrial City in Northern Spain. – *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* **44**: 160–170.
- Prusty, B. A. K., Mishra P. C. & Azeezb, P. A. (2005): Dust accumulation and leaf pigment content in vegetation near the national highway at Sambalpur, Orissa, India. – *Ecotoxicology and Environmental Safety* **60**: 228–235.
- Shi, G., Chen, Z., Xu, S., Zhang, J., Wang, L., Bi, C. & Teng, J., (2008): Potentially toxic metal contamination of urban soils and roadside dust in Shanghai, China. – *Environmental Pollution* **156**: 251–260.
- Simon, E., Braun, M., Vidic, A., Bogyó, D., Fábrián, I. & Tóthmérész, B. (2011): Air pollution assessment based on elemental concentration of leaves tissue and foliage dust along an urbanization gradient in Vienna. – *Environmental Pollution* **159**: 1229–1233.
- Simon, E., Puky, M., Braun, M. & Tóthmérész, B. (2011): Assessment of the effects of urbanization on trace elements of toe bones. – *Environmental Monitoring and Assessment* DOI: 10.1007/s10661-011-2378-y.
- Simon, E., Vidic, A., Braun, M., Fábrián, I., & Tóthmérész, B. (2012): Assessing the quality of urban environment by the elemental concentrations of foliage dust. – In: *Air Pollution: Sources, Prevention and Health Effects* Publisher: NOVA Publishers. in press
- Singh, A., Agrawal, S. B. & Rathore, D. (2005): Amelioration of Indian urban air pollution phytotoxicity in *Beta vulgaris* L. by modifying NPK nutrients. – *Environmental Pollution* **159**: 385–395.

- Singh, P. & Sthapak J. (1999): Reduction in protein contents in a few plants as indicators of air pollution. – *Pollution Research* **18**: 281–283.
- Tomasevic, M., Anicic, M., Jovanovic, L., Peric-Grujic, A. & Ristic M. (2011): Deciduous tree leaves in trace elements biomonitoring: A contribution to methodology. – *Ecological Indicators* **11**: 1689–1695.
- Tóthmérész, B. Máthé, I., Balázs, E. & Magura, T. (2011): Responses of carabid beetles to urbanization in Transylvania (Romania). – *Landscape and Urban Planning* **101**: 330–337.
- Török, P. & Tóthmérész, B. (2004): A debreceni Nagyerdő növényzeti arculatának vizsgálata. – *Természetvédelmi Közlemények* **11**: 107–116.
- Wittig, R. (1993): *General aspects of biomonitoring heavy metals by plants.*. – In: Markert, B. (editor):. *Plants as Biomonitors/Indicator for Heavy Metals in the Terrestrial Environment*. VCH Publisher, Weinheim, pp. 3–28.
- Wolterbeek, B. (2002): Biomonitoring of trace element air pollution: principles, possibilities and perspectives. – *Environmental Pollution* **120**: 11–21.

Assessment of air contaminants based on foliage dust and leaves along an urbanization gradient

Edina Baranyai

*University of Debrecen, Department of inorganic and Analytical Chemistry
H-4010 Debrecen, P. O. Box 21.*

Elemental concentrations of tree leaves and foliage dust are useful to assess the level of air pollution in urbanized areas. Leaves and foliage dust of *Acer campestre*, *Acer negundo*, *Celtis occidentalis*, *Padus serotina* and *Quercus robur* were analysed from urban, suburban and rural areas along an urbanization gradient in Debrecen City (Hungary). The amount of dust was significantly different in the cases of studied species. The following air contaminants were studied in the foliage dust and leaves samples: Ba, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr and Zn. In our study the highest Cu, Fe and Pb were found in the foliage dust of *P. serotina* in the urban area. In *A. negundo* Ba and Zn concentration was significantly higher in foliage dust in the urban area, than other areas. In the foliage dust of *A. campestre* the Mn and Ni concentrations were higher in the suburban and rural area than in the urban area. In *Q. robur* and *C. occidentalis* the Mn concentration was also higher in the suburban and rural area, than in the urban area. In the tissue of leaves significantly higher Cu concentration was found in leaves of *P. serotina* in the rural area. The highest Mn and Zn concentration was found in the suburban area in the leaves of *A. campestre*, *Q. robur* and *C. occidentalis*. In the leaves of *A. negundo* the Zn concentration was the highest in the rural area. Our results show that *A. negundo*, *C. occidentalis* and *Q. robur* are useful biological indicators because these species can accumulate the studied elements in the highest concentration. We found the *A. negundo* and *C. occidentalis* species are especially suitable to decrease the level of air pollution because these species can collect the foliage dust in the highest amount. Thus these species should be planted in the urban parks and green areas.

Keywords: urbanization, dust amount, elemental contents, ICP-OES.