

Vélemény

Dr. Kundrát-Simon Edina “Antropogén tevékenységek hatásának becslése falevelek, mint biológiai indikátorok biológiai és kémiai paramétereire alapján” című disszertációjáról

Az MTA doktora címért benyújtott disszertáció célja a városi légszennyezés (porfrakciók megkötése, elemösszetétel, klorofilltartalom, APTI mutató) hatásának vizsgálata falevelek bioindikátor-szerepén keresztül. A vizsgálatok Debrecen, Miskolc és Bács-Kiskun városi környezetére koncentrálnak. Alkalmazott kutatásként a munka újdonsága több módszer (kémiai, biokémiai és morfológiai vizsgálatok) integrált alkalmazásában, valamint a bioindikátor-alapú értékelés fejlesztésében rejlik. A módszertan erőssége a több városra, több fajra és több paraméterre kiterjedő vizsgálat. A terepi és laboratóriumi módszerek kombinációja korszerű és megfelelő. Az eredmények jól alátámasztottak, egyértelmű különbségeket mutattak ki. Ugyanakkor a vizsgált fajok száma korlátozott, a bokr- és talajszint vizsgálata hiányzik, továbbá az eredmények kifejezetten városspecifikusak (Debrecen, Miskolc, Bács-Kiskun). Az interpretáció ennek ellenére logikus és következetes. A dolgozat nemzetközi szinten is releváns, és kapcsolódik a nemzetközi szakirodalomhoz. A publikációs háttér támogató.

A dolgozat igényesen összeállított szerkezetben foglalja össze a jelölt munkásságát, mellyel a tudományos címért pályázik. A Bevezetés és a Szakirodalmi áttekintés (3+6 oldal) kellő képet nyújt a tudományos háttérrel és a célkitűzések igazolására. Az Anyag és módszer fejezet (15 oldal) megfelelő részletességgel tárgyalja az alkalmazott vizsgálati módszereket, így a vizsgálati területeket, a mintavételezéseket és -előkészítéseket, valamint a kísérletes vizsgálati eljárásokat (analitikai és fotoszintetikus aktivitási mérések) és a végparaméter (légszennyezettségi toleranciaindex) számítását. Technikailag talán kényelmes volt, de nem láttam indokoltnak külön módszertani alfejezetekben tárgyalni az egyes mintavételi helyeken végzett munkálatokat, valamint az ezekhez kapcsolódó statisztikai értékelések leírását. Az Eredmények fejezet (35 oldal) lényegre törően ismerteti a vizsgálati adatokat, ugyanakkor állításaiiban a konkrét vizsgálati helyszínekre korlátozódó, általános megállapításokat sajnos kevésbé tesz. A Következtetések fejezet (9 oldal) erőssége lehetett volna éppen az általános megállapítások levonása, azonban – talán a helyszínenként változó (esetleg kényszerű) fajok kiválasztása miatt – ilyen általános konklúziókra kevésbé adott lehetőséget. Az Irodalomjegyzék (13 oldal) alaposnak mondható, 156 szakcikket tartalmaz, bár néhány hivatkozást hiányoltam (lásd később). A szerző munkásságából az értekezés alapjául 6 közlemény (1 D1, 4 Q1 (nem D1) és 1 Q2 besorolású) szolgál, melyekből a Jelölt 4 esetében első szerző. A dolgozat új eredményeit a Jelölt a tézisekben 8 pontban foglalja össze.

A disszertációban összegzett eredmények mutatják, hogy a Jelölt számos növényfajta alkalmazott a levegőből kiülepedett porszennyezés mintázására és ezen keresztül a levegőtisztaság értékelésére. A vizsgált növényfajokon belül áttekintette, mely fajok levelei alkalmasabbak morfológiai és más adottságaik alapján a porszennyezés mintázására, valamint a légköri porszennyezések mértékének csökkentésére. Igazolta, hogy a minták elemösszetétel-vizsgálata alkalmas antropogén levegőszennyezés nyomon követésére. Igazolta, hogy a porszennyezésnek kitett növények fotoszintetikus aktivitásának értékelése – a klorofill-a-koncentráció mérésén keresztül –, valamint az ebből és más fizikokémiai és élettani paraméterekből meghatározott légszennyezettségi toleranciaindex (APTI) szintén alkalmasak az antropogén levegőszennyezés értékelésére. A dolgozat erénye, hogy ugyanakkor rámutat a mérési módszerek korlátaira és hiányaira is, tekintettel arra, hogy adott növényfajok nem feltétlenül találhatók meg minden vizsgálni kívánt területen.

A Jelölt az MTA doktori disszertációt az 2011 és 2021 között megjelent 6 nemzetközi tudományos közleményben publikált eredmények alapján állította össze. Ez talán szerény

merítésnek tűnhet, kivált, ha azt tekintjük, hogy – az MTMT adatbázisa alapján – a Jelölt nemzetközi tudományos közleményeinek száma 57. Valahol azonban meg kellett húzni a dolgozatban feldolgozott közlemények számának és tematikai koherenciájának határát a disszertáció elkészítésekor, és nyilván ezekre a közleményekre esett a választás, holott a szoros témakörön belül a 2023-2025 időszakban is publikált igényes nemzetközi közleményt (*Environmental Monitoring and Assessment, Environmental Science and Pollution Research, Scientific Reports*).

Kritikai észrevételek

1. Első ránézésre meglepőnek találtam az eltérő növényválasztást mintavételi helyenként (Debrecen: kései meggy (*Padus serotina* Ehrh.), mezei juhar (*Acer campestre* L.), zöld juhar (*Acer negundo* L.), kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.) és nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis* L.); Debrecen APTI fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.), ezüst juhar (*Acer saccharinum* L.), európai hárs (*Tilia x europaea* L.), korai juhar (*Acer platanoides* L.), magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.), közönséges nyír (*Betula pendula* L.), nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis* L.) és közönséges platán (*Platanus x acerifolia* L.); Miskolc: közönséges platán (*Platanus x acerifolia* Mill. ex Münchh.), magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) és mezei juhar (*Acer campestre* L.); Bács: hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus* L.) és fehér nyár (*Populus alba* L.)). Utóbb azonban kiderül – ahogy a dolgozat szövege is felvilágosít – az az egyszerű tény, hogy nem találhatók meg azonos fafajták minden helységeben. Valóban, a hazai faflóra városainkonként erőteljesen változó. Debrecen fafajai nem az átlagos magyar városok fafajösszetételét tükrözik. Debrecen ebbéli adatai nagyrészt Simon Edinától származnak.

A disszertációban a vizsgálatba vont fafajok dominanciája nem a városi gyakoriságot tükrözi, hanem a bioindikációs alkalmasságot. Debrecenben több faj összehasonlító vizsgálata dominál, különösen a nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*) kiemelt vizsgálati szerepével, míg Miskolcon a közönséges platán (*Platanus x acerifolia*) egyértelmű modellfajként jelenik meg az ipari terhelés vizsgálatában. A klasszikus városi domináns fajok (*Tilia* spp. – hársak, *Acer platanoides* – korai juhar) a dolgozatban inkább kiegészítő szerepet töltenek be, bár hazánkban igen gyakoriak.

Megjegyezhető, hogy az utcai fasorok kialakítására és parkok társulásaiba választott fajok szintén elkülönülő halmazt alkotnak. Kevesebb útmenti sövény és bokor van városainkban és ezekre a dolgozat ki sem tért, pedig mintavételezésre alkalmasak, és másik légtérrel képviselnek, mint a fák.

2. A minta-előkészítések során a falevelekre ülepedett portartalmat ioncserélt vizes lemosással távolította el. Miért nem végzett minta-előkészítési visszanyerési (*recovery*) vizsgálatokat mesterségesen szennyezett (*spike*) falevelekkel, annak megállapítására, hogy a felvitt szennyezőt milyen mértékben tudja az analitikai méréshez eltávolítani? Különösen izgalmas ez a kérdés a különböző morfológiai és anatómiai paraméterekkel jellemezhető levéltípusok összevetése esetén.

3. Mi volt az oka annak, hogy a bizonyos mintavételezési helyszíneken (Debrecen, Bács) pusztán elemösszetétel-vizsgálatokat végzett, míg másik helyszínen (Miskolc) szervesanyag-tartalom meghatározását is elvégezte?

4. Minthogy élő növényről vett falevélminták álltak rendelkezésre, érdekes lehetett volna a klorofill-a-tartalom meghatározása mellett a Kautsky-effektus szerinti klorofillfluoreszcencia-intenzitás alakulását is vizsgálni, ami jobban jelezhetné volna az aktuális élettani fotoszintetikus aktivitásokat. Ilyen vizsgálatokra miért nem terjedtek ki a mérések?

Formai, stiláris megjegyzések

1. A dolgozatban nem egységes, hogy a vizsgált fafajtaikat magyar vagy latin néven említi. Célszerű lett volna az első említéskor magyar és latin, a további említésekkor a rövidített latin néven említeni.

3. Meglepett, hogy a klorofill-a-koncentráció meghatározása kapcsán az alapvető hazai szakközleményt (Felföldy, L. (1987): A biológiai vízminősítés. Vízgazdálkodási Intézet, Budapest, ISBN: 963-602-209-8) nem hivatkozza.

4. A nehézfém kifejezés eredetileg a fémek sűrűség szerinti csoportosítására utalt, míg utóbb – így a dolgozat kontextusában is – inkább a biológiai hatások vonatkozásában merül fel. A szakirodalomban ezért – hacsak nem valóban a nagy sűrűségű fémekre utalunk – inkább a potenciálisan toxikus elemek kifejezés terjedt el, s ebben a dolgozatban is ilyen említést javasoltam volna.

4. A magyar tudományos nyelv sajnos gyakorta sok kívánnivalót hagy maga után szakmai közleményekben és közéletben egyaránt, s ez a legkiemelkedőbb teljesítményű kutatóknál is megmutatkozik. Sőt, éppen a túlnyomú részt angolul publikáló, fiatal szakembereknél tapasztalom gyakran, akiknél tetten érhető az angol nyelv szerkezetének, szóhasználatának átszüremkedése és nyelvtani torzulásai. Nincsen ez másként sajnos Kundrát-Simon Edina esetében sem, aki bár szépen, igényesen fogalmaz, nyelvtani hibákat ejt, főként a szóösszetételekben, ahol rendszeresen külön szóba ír nem jelzős szerkezeteket. Ilyen például a csapadék mennyiség (helyesen csapadékmennyiség), a légnedvesség tartalom (helyesen légnedvesség-tartalom vagy esetleg lég-nedvességtartalom), nehézfém kibocsátó (helyesen nehézfém-kibocsátó), gépjármű alkatrészek (helyesen gépjárműalkatrészek), diesel füst (helyesen dieselfüst), a klorofill-a koncentráció meghatározás (helyesen a klorofill-a-koncentráció meghatározása), mintaelőkészítés (helyesen minta-előkészítés), szén-dioxid kibocsátás (helyesen szén-dioxid-kibocsátás) vagy éppen tolerancia index (helyesen toleranciaindex). Ez nem von le a dolgozat szakmai szintjéből, mégis megemlítem, mert a szép munka leírása nyelvi igényességgel is párosulhatna. Szintén magyartalan a szkennig (a dolgozatban másutt helyesen pásztázó) elektronmikroszkópia,

Kérdések

1. Mi alapján választotta ki a vizsgált fafajokat? A levelek milyen sajátosságai kedvezők-e a légszennyezettség vizsgálatára? Tervezi-e különleges levélstruktúrák (mirigyszőrös, molyhos cserepes gyomnövények) vizsgálatát? A vizsgált morfológiai és anatómiai paraméterek (pl. sztómaméret és -denzitás, trichómák) kizárólag fajspecifikus tulajdonságok vagy környezeti tényezők (pl. vízellátottság) is jelentősen befolyásolhatják ezeket a paramétereket? Mi a magyarázata az eltérő fafajválasztásnak Debrecen mintavételi hely esetében az elemösszetétel- és az APTI-vizsgálatok esetében?

2. Milyen egyéb módszerek és biológiai indikátorok állnak rendelkezésre a légszennyezettség és az urbanizáció hatásainak értékelésére? A fák mellett milyen további növénycsoportok alkalmazhatók bioindikátorként, illetve ezek milyen előnyökkel vagy korlátokkal rendelkeznek a vizsgált paraméterek szempontjából? Tervezi-e a jövőben a cserje- és gyomszint vizsgálatát?

3. A vizsgált paramétereken túl milyen további biokémiai markerek (pl. karotinoidok, reaktív oxigénformák) lehetnek alkalmazhatók a stresszhatások kimutatására?
4. Milyen mértékben lenne indokolt a dolgozatban ismertetett szennyezőanyag-expozíció közvetlen kvantifikálása? A tényleges levegő- és talajszennyezettség analitikai meghatározása és jellemzése mennyiben járulna hozzá az eredmények megbízhatóbb interpretációjához?
5. A kimutatott antropogén szennyezések tükrében Hogyan értékeli a városi kiskertek (közösségi kertek, erkély- és balkonkertek, függőleges kertészkedés stb.) hasznosságát az emberi egészség szempontjából?
6. Az APTI értéke évszakonként eltérő. Lehet ez az eltérés olyan mértékű, hogy érzékenység APTI szerinti besorolása változik egy-egy növényfajnál? A különböző növényfajok APTI értéke ugyanolyan mértékben változik évszakonként?
7. Mely antropogén szennyezők lehetnek káros hatással a fotoszintézisre és milyen hatásmechanizmusok alapján?
8. Milyen szerepe lehet a faleveleken alapuló bioindikációs módszereknek a városi tervezés és városrendezés során?
9. A nehézfémek (Pb, Cd, Zn, Cu stb.) környezeti kiülepedésének vizsgálata az épülő akkumulátorgyárak környezetében különösen indokolt lehet (pl. Ni, Co, Mn). Van-e terve ennek követésére?

Összefoglalva, a disszertációban és a kapcsolódó publikációkban bemutatott munka alapján javaslom az értekezés nyilvános vitára bocsátását. Az opponensi bírálatban felvetett kérdések kielégítő megválaszolása esetén a doktori cím iránti kérelem elfogadását a Bizottság figyelmébe ajánlom.

2026. március 31.


Dr. Székács András
az MTA doktora

egyetemi tanár, tudományos tanácsadó