



**A Magyar Tudományos Akadémia  
Analitikai és Környezeti Kémiai  
Bizottságának**

**11. Környezetkémiai Szimpóziuma  
Szeged, 2023. szeptember 28.**

**A kiadvány szerkesztői:**

**Prof. Kónya Zoltán**

**Dr. Kiricsi Mónika**

**ISBN: 978-963-306-954-7**

## KÖSZÖNTŐ

Tisztelt Kolléga!

Szeretettel köszöntjük a 2023. évi Környezetkémiai Szimpóziumon! Nagy örömünkre szolgál, hogy idén ismét személyesen is találkozhatunk, felfrissíthetjük a szakmai együttműködéseket, kapcsolatokat, hogy egy ebéd mellett ismét jól beszélgethetünk. Idén a munkabizottság őszi szimpóziumát egy szakmai nap formájában rendezzük meg, de a rövidebb együtt töltött idő ellenére most is lehetőségünk lesz a korábbi években megszokott, jó hangulatú személyes beszélgetéseket lefolytatni, a kiváló színvonalú előadásokat meghallgatni és az eredményeket, következtetéseket megvitatni. Továbbra is rendkívül fontosnak tartjuk, hogy a szakmai élet platformjai, így a munkabizottság szimpóziuma is a megszokott rutin jegyében kerüljön megszervezésre. Bárhogya is alakul a jövő, igyekszünk minden lehetséges módon összetartani és találkozási lehetőséget biztosítani a munkabizottság tagjainak. A szimpóziumon összesen 14 tudományos előadás hangzik el környezettudományi területen működő vezető kutatócsoportok képviselőitől. A konferenciával kapcsolatos információk elérhetők a munkabizottság honlapján is: <http://matsci.chem.u-szeged.hu/kkmb/>

Köszönjük a munkabizottsági Tagoknak, a Kollégáknak, a Szimpózium minden résztvevőjének az önzetlen segítséget, az előadóknak a felkészülést, a társszerzőknek és vezető kutatóknak a színvonalas szakmai munkát, támogatóinknak a hozzájárulást a szimpózium költségeihez!

Mindenkinek hasznos és sikeres szimpóziumot kívánunk!

A szervezők nevében tisztelettel:

**Prof. Kónya Zoltán**

*MB elnöke*

**Dr. Kiricsi Mónika**

*MB titkára*

## WELCOME

Dear Colleague,

it is a great pleasure for us to welcome you to the 2023 Annual Environmental Chemistry Conference organized by the Environmental Chemistry Working Group of the Hungarian Academy of Sciences.

We have always been very determined to maintain the normal flow of the professional activities, routine scientific life and usual practices such as the annual meetings and follow the traditions of the pre-COVID years. Fortunately, this year we can get together again in Szeged and exchange our ideas, discuss some projects and progress on various aspects of environmental sciences. On the Conference 14 lectures will be given by representatives of numerous Hungarian leader research groups working in the field of environmental sciences. Please visit the website of the Working Group for further information about the Conference: <http://matsci.chem.u-szeged.hu/kkmb/>

We would like to thank our members, all Colleagues for their efforts and express our gratitude to all conference participants for their contribution. We are looking forward to a fascinating conference!

We wish all participants an enjoyable conference!

Yours sincerely, on behalf of the organizers,

**Prof. Zoltán Kónya**

*WG Chair*

**Dr. Mónika Kiricsi**

*WG Secretary*

## **ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK**

A MTA Környezetkémiai Munkabizottság 2023. évi szimpóziumát szeptember 28-án csütörtökön 11 órától kezdődően rendezzük meg Szegeden, melynek helyszíne az Art Hotel.

A szimpózium délelőtti és délutáni előadásai között ebédet biztosítunk. Az előadások a hotelben lévő konferencia teremben zajlanak, az ebédet a hotel éttermében tudjuk majd elfogyasztani.

A szimpózium idén egy napos rendezvény lesz, az év elején körbeküldött felmérés során erre szavaztak a legtöbben. Mivel a mi elnökségünknek ez az utolsó éve, úgy gondoltuk, zárásként a saját városunkban rendezzük meg a szimpóziumot.

A szimpózium szakmai programja és számos gyakorlati információ megtalálható a munkabizottság honlapján (<http://matsci.chem.u-szeged.hu/kkmb/>) is.

### **Helyszín**

Art Hotel Szeged

H-6720 Szeged, Somogyi u. 16. Tel.: +36 62 592 888

E-mail: [recepcao@arthotelszeged.hu](mailto:recepcao@arthotelszeged.hu)

<https://artszeged.accenthotels.com/hu>

### **Étkezés:**

Szeptember 28 ebéd, helyszíne: Art Hotel

## ÁTTEKINTŐ PROGRAM

Szept. 28. Csütörtök	Program
<b>11:00-11:02</b>	<b>Köszöntő</b>
11:00-11:20	Szekeres András MIKOTOXINOK TISZTÍTÁSA FOLYADÉK-FOLYADÉK KROMATOGRÁFIÁVAL
11:20-11:30	Molnár Anita VÍZBEN OLDOTT SZERVES <sup>14</sup> C ANALÍZIS ALKALMAZÁSA EGY RADIOAKTÍV HULLADÉKTÁROLO TALAJVÍZFIGYELŐ HÁLÓZATÁBAN
11:30-11:40	Sajtos Zsófi MÉZEK, MINT IDŐKAPSZULÁK - KÖRNYEZETI REKONTRUKCIÓS VIZSGÁLATOK MIZMINTÁK ÖSSZETÉTEL ELEMZÉSÉN KERESZTÜL
11:45-11:55	Baráth Balázs Áron VOLT-E A COVID-19-NEK MÉRHEŐ HATÁSA A BUDAPESTI LÉGKÖRI CO <sub>2</sub> FOSSZILIS C TARTALMÁRA?
11:55-12:05	Major István MAGYARORSZÁGI NAGYVÁROSOKBAN GYŰJTÖTT SZÉNTARTALMÚ PM10 AEROSZOL FORRÁSAINAK MEGHATÁROZÁSA NYOMJELZŐ ANALITIKAI MÓDSZEREKKEL
12:05-12:15	Varga Tamás ÜVEGHÁZHATÁSÚ GÁZOK MEGFIGYELÉSE DEBRECENBEN: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> KONCENTRÁCIÓ ÉS IZOTÓPARÁNY MÉRÉSEK VÁROSI HÁTTÉRTERÜLETEN
<b>12:30-13:30</b>	<b>Ebéd és munkabizottsági megbeszélés</b>
13:30-13:40	Molnár Mihály VASBA ZÁRT IDŐ – MÉRÉSTECHNIKAI FEJLESZTÉS
13:40-13:50	Salma Imre A TŰZIJÁTÉK ÉS AMI A FÉNYEK MÖGÖTT VAN
13:50-14:00	Vasanits Anikó KOZMETIKAI EREDETŰ SZERVES UV –SZŰRŐ VEGYÜLETEK HASZNÁLATÁNAK HUMÁN ÉS KÖRNYEZETI VONATKOZÁSAI
14:05-14:15	Thén Wanda AZ ÚJRÉSZECSKE-KÉPZŐDÉSI ESEMÉNY HATÁSA A CSEPPAKTIVÁLÓDÁSRA
14:15-14:25	Vörösmarty Máté A LÉGKÖRI AEROSZOL FORRÁSAZONOSÍTÁSA
14:30-14:40	Fodor Péter MIÉRT ELTÉRŐEK AZ ÉLELMISZERBIZTONSÁGI HATÁRÉRTÉKEK A VILÁG KÜLÖNBÖZŐ ORSZÁGAIBAN?
14:40-14:50	Szabó Anna FELSZÍN ÉS LÉGKÖR KÖZÖTTI AMMÓNIA ÉS DINITROGÉN-OXID KICSERÉLŐDÉS VIZSGÁLATA FOTOAKUSZTIKUS SPEKTROSKÓPIÁVAL
14:50-15:00	Végh Panna HŰTŐKÖZEG SZIVÁRGÁSÁNAK MEGÁLLAPÍTÁSÁRA ALKALMAS, NAGY PONTOSSÁGÚ FOTOAKUSZTIKUS MÉRŐMŰSZER FEJLESZTÉSE
<b>15:00-15:05</b>	<b>Zárszó</b>

## MIKOTOXINOK TISZTÍTÁSA FOLYADÉK-FOLYADÉK KROMATOGRÁFIÁVAL

**Szekeres András<sup>1</sup>, Varga Mónika<sup>1</sup>, Endre Gábor<sup>1</sup>, Hegedüs Zsófia<sup>1</sup>, Hercegfalvi Dániel<sup>1</sup>, Sebők Noémi<sup>1</sup>, Adiyadolgor Turbat<sup>2</sup>, Enkh-Amgalan Jigjiddorj<sup>2</sup> és Vágvölgyi Csaba<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Szegei Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Mikrobiológiai Tanszék, Szeged

<sup>2</sup> Laboratory of Microbiology, Institute of General and Experimental Biology, Mongolian Academy of Science, Ulaanbaatar, Mongolia-13330

A mikotoxinok különböző fonalas gombák másodlagos metabolitjai; a termelők főként az *Aspergillus*, *Fusarium* és *Penicillium* nemzetségbe tartozó fajok köréből kerülnek ki. E vegyületek közös jellemvonása, hogy elfogyasztva az állati vagy emberi szervezetre toxikus hatást fejtenek ki. A mikotoxinok különböző mátrixból való kimutatására és mérésére számos szabványos, valamint a kutatások során használt analitikai módszer létezik, melyek kivitelezéséhez, adaptációjához és validálásához nagy mennyiségű tiszta vegyület szükséges. Mindezeket túl, a tisztított mikotoxinokra az *in vivo* toxikológiai vizsgálatokban szintén nagy mennyiségben van szükség. Ezen molekulák kémiai szintézise esetenként nem kidolgozott, illetve több lépésből álló igen költségigényes folyamat. Ennek tudható be, hogy a standard mikotoxinok előállítását gazdasági megfontolások alapján fermentációs módszerekkel, a termelő mikroorganizmusokkal oldják meg.

A természetes vegyületek kinyerésére általánosan alkalmazzák a hagyományos szilárd állófázison alapuló preparatív kromatográfiás eljárásokat, az utóbbi időben azonban a folyadék-folyadék kromatográfiás tisztítási módszerek is egyre nagyobb teret hódítanak. A módszer legfontosabb előnyei a szilárd állófázis hiányából fakadnak, az állófázison ugyanis így nincs irreverzibilis adszorpció, valamint az alacsony oldószer igény és a kétfázisú rendszerek nagyfokú variálhatóságából fakadóan kitűnő optimalizálhatóság jellemzi.

E módszer egyik hidrodinamikus megoldáson alapuló változatát (centrifugális megoszlási kromatográfia, CPC) alkalmazta kutatócsoportunk többfajta mikotoxin (fumonizinek, aflatoxinok, ochratoxin, deoxinivalenol és sterigmatocisztin) tisztítására. Ezeket az eredményeket és a technika alkalmazása során szerzett tapasztalatokat mutatjuk be az előadás során.

A kutatásokat az OTKA K-128659 és a 2019-2.1.11-TÉT-2020-00148 számú projekt támogatta, az infrastrukturális háttérrel a GINOP-2.3.3-15-2016-00006 számú pályázat biztosította.

# VÍZBEN OLDOTT SZERVES $^{14}\text{C}$ ANALÍZIS ALKALMAZÁSA EGY RADIOAKTÍV HULLADÉKTÁROLÓ TALAJVÍZFIGYELŐ HÁLÓZATÁBAN

**Molnár Anita<sup>1,2</sup>, Molnár Mihály<sup>1,4</sup>, Veres Mihály<sup>2</sup>, Varga Tamás<sup>2,4</sup>, Turza Péter<sup>3</sup> és Janovics Róbert<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem Fizikai tudományok doktori iskola, Debrecen

<sup>2</sup> Isotoptech Zrt., Debrecen

<sup>3</sup> Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló (RHFT), Püspökszilágy

<sup>4</sup> INTERACT Központ, Atommagkutató Intézet, Debrecen

A nukleáris iparhoz köthető hulladéktároló létesítmények talajvízbe jutó radiokarbon-kibocsátásának környezeti ellenőrzése általában csak a szervesetlen radiokarbon ( $\text{DI}^{14}\text{C}$ ) mérése alapján történik. Pontos dózisszámítás azonban akkor lehetséges, ha a minta teljes, vagyis a szerves és szervesetlen oldott szénének együttes aktivitása is ismert lenne. Korábbi vizsgálataink rámutattak, hogy a Püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló (RHFT) talajvízeiben esetenként olyan kémiai formájú mesterséges radiokarbon lehet jelen, amely a jelenlegi hagyományos módszerekkel nem mutatható ki. Korábban felhívtuk a figyelmet a szerves formák fontosságára is, így ma már a teljes oldott szén (TDC: total dissolved carbon) frakciójának  $^{14}\text{C}$  meghatározásra irányuló mérések egyre nagyobb teret kapnak a környezetellenőrzés során.

A vízben oldott szerves frakció (pontosabban NPDOC: nem kiűzhető oldott szerves szén) önálló vizsgálatára sikerült kidolgoznunk egy AMS  $^{14}\text{C}$  mintaelőkészítési módszert, amely környezetellenőrzés esetén megbízható és pontos eredményt szolgáltat. A preparálási módszer háttérét sikerült 3 pMC (százalékos modern szén arány: percent Modern Carbon) alá redukálni a korábbi 6-8 pMC-ről. A módszer fejlesztése során több zavaró szénforrás is detektálásra került és a szénkontamináció mértéke is meg lett határozva. Ezekkel a javításokkal és korrekciókkal az alkalmazási terület is bővíthet, hiszen akár a felszín alatti vizek pontosabb tartózkodási idejének meghatározására is lehetőséget adhat.

Az RHFT vizsgált területén gyűjtött vízmintákon alkalmazott  $\text{DI}^{14}\text{C}$  és  $\text{TD}^{14}\text{C}$  meghatározás a  $\text{NPDO}^{14}\text{C}$  méréssel együttesen teljesebb képet adnak a tároló területén előforduló esetleges  $^{14}\text{C}$  többletről és szivárgásokról. Pontosabb dózisszámítás a környezetbe jutó teljes  $^{14}\text{C}$  aktivitás ismeretében lehetséges, mivel az ilyen létesítményekből adott esetben akár jelentősebb mennyiségű szerves formában kötött radiokarbon is a környezetbe juthatna, a betárolt hulladék kémiai minőségétől függően.

A tanulmány eredményeképpen fény derült arra, hogy arányaiban csak töredéke a vizekben az oldott szerves széntartalom a szervesetlenhez képest, mégis jelentősebb dózishozzájárulást eredményezhet. A szerves frakció esetében, a teljes és szervesetlen szénformákkal ellentétben a  $^{14}\text{C}$  mentes természetes közeg hígító hatásával sem számolhatunk.

*„Az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.”*

## MÉZEK, MINT IDŐKAPSZULÁK - KÖRNYEZETI REKONTRUKCIÓS VIZSGÁLATOK MIZMINTÁK ÖSSZETÉTEL ELEMZÉSÉN KERESZTÜL

**Sajtos Zsófi<sup>1</sup>, Ragyák Ágota Zsófia<sup>1</sup>, Varga Tamás<sup>2</sup>, Gajdos Zita<sup>1</sup>, A.J. Timothy Jull<sup>2</sup>,  
Lisztos-Szabó Zsuzsa<sup>2</sup>, Molnár Mihály<sup>2</sup>, Bellér Gábor<sup>3</sup>, Baranyai Edina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Szervetlen és Analitikai  
Kémiai Tanszék, Környezetanalitikai Kutatócsoport

<sup>2</sup>Nemzetközi Radiokarbon AMS Kompetencia és Képzési (INTERACT) Központ,  
Atommagkutató Intézet, Debrecen

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezetmérnöki Tanszék

A mézek egyedi tulajdonsága, hogy habár az idő múlásával a bennük lévő aromák és enzimek mennyisége csökken, az íz-, a szín- és az illatviláguk is átalakulhat, más élelmiszerral ellentétben viszont alapvetően nem romlanak meg. Az ásványi komponensek hosszas tárolás során sem szenvednek minőségi változást, a gyakorlatilag korlátlan eltarthatóság pedig lehetővé teszi, hogy rövidebb és hosszabb távú környezeti monitorozásban is indikátorként alkalmazzuk a mézeket.

Kutatásunkban egy 1959-2020 közötti időintervallumot átfogó, 65 mintát tartalmazó unikális mézgyűjteményt vizsgáltunk, mely több nektáradó növényfajt és területet fed le Magyarország tekintetében. Elemzésünkkel megállapítottuk, hogy a vizsgált szervetlen elemek koncentrációja korrelál a májusi csapadékösszeggel, mely valószínűleg az akác vegetációs periódusához és a május végi akácvirágzáshoz köthető. A tanulmányozott elemek közül a bór mennyisége növekvő tendenciát mutat az újabb mintákban a régebbi mintákhoz képest. Ezt a jelenséget magyarázhatja a talajadottságok változása, illetve a bórtartalmú növényvédőszer, lombtrágyák alkalmazása is a mezőgazdaságban. Mind az akácmézeknél, mind pedig a napraforgómézeknél az ólom mennyisége csökkenő tendenciát mutat az évek előrehaladtával.

Az elmúlt 60 évből származó mintasor lehetőséget nyújtott arra, hogy elsőként tanulmányozzunk ilyen nagy időintervallumban a kezelési és tárolási szokások hatását a fogyaszthatóságra nézve. A mézek egyik legfontosabb minősítő paramétere a hidroximetil-furfurol (HMF), mely a mézben lévő cukrok bomlásából képződő furánvegyület, mennyiségét befolyásolják a feldolgozási, tárolási és kezelési körülmények. A HMF-tartalom elemzéséhez a rendelkezésre álló kis mintamennyiség miatt a magyar szabványban is alkalmazott White-féle módszer optimalizálását végeztük el, majd e szerint vizsgáltuk a „régii” mézeket. Akácmézek tekintetében a minták HMF-tartalma a tárolási idő függvényében szinte lineárisan nő, az egészségügyi határértéket (40 mg/kg) hozzávetőlegesen 5 év alatt érték el a mézek. Repce- és napraforgómézek esetén az összefüggés a tárolási idő és a HMF-tartalom között kevésbé mutatja az akácmézeknél tapasztalt tendenciát, mindemellett ezek a mézek az egészségügyi határértéket is hamarabb, 1-2 év tárolási idő után elérték.

Kutatásunk „régii” mézek vizsgálatában egyedinek számít: munkánk során megállapítottuk, hogy a mézek nem csak a jelenkor környezeti állapotának indikátorai, hanem régebbi időkre vonatkozó információt is őriznek, így alkalmazhatók a nektáradó területen végbement természetes és antropogén folyamatok feltérképezésére.

**Köszönetnyilvánítás:** A kutatás az innovációs és technológiai minisztérium ÚNKP-23-3-I és az ÚNKP-23-5 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.



## VOLT-E A COVID-19-NEK MÉRHETŐ HATÁSA A BUDAPESTI LÉGKÖRI CO<sub>2</sub> FOSSZILIS C TARTALMÁRA?

**Baráth Balázs Áron<sup>1,2</sup>, Varga Tamás<sup>2,3</sup>, László Elemér<sup>2</sup>, Major István<sup>2,3</sup>, Haszpra László<sup>2</sup>, Molnár Mihály<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kémiai Intézet, Budapest,

<sup>2</sup> Atommagkutató Intézet, Nemzetközi Radiokarbon AMS Kompetencia és Képzési (INTERACT) Központ, Debrecen

<sup>3</sup> Isotoptech Zrt., Debrecen

A globális felmelegedésben jelentős a szerepe az emberi tevékenység hatására megváltozó nagy mennyiségű léghőmérséklet-üvegházhatású gázoknak. Ezen belül is a legmeghatározóbb antropogén üvegházhatású gáz a szén-dioxid (CO<sub>2</sub>), amely átlagos léghőmérséklet-koncentrációja évente körülbelül 1%-l növekedett az elmúlt évtizedben. Azonban a koronavírus járvány (COVID-19) 2020-2022-ben jelentős hatást gyakorolt az élet minden társadalmi-gazdasági-környezeti aspektusára, ideértve a globális energiafelhasználást is. A járvány terjedésének megfékezése érdekében 2020 júliusában a világ népességének jelentős része valamilyen korlátozás alá került. Így érdekes kérdéssé vált, hogy a léghőmérséklet-szén-dioxid szint esetleges aggasztó növekedésének lelassulása is bekövetkezett-e. A kutatás fő célja feltárni, hogy milyen hatást váltott ki például Budapesten a koronavírus járvány a fosszilis eredetű léghőmérséklet-szén-dioxid arányában. Mindez azért lehetséges, mert a kozmogén eredetű természetes radiokarbon (C-14) rendkívüli lehetőségeket biztosít a léghőmérséklet-fosszilis szén arányának mérésére, mivel a fosszilis szén nem tartalmaz C-14-et, szemben a jelenkori, friss biogén szénnel.

A tanulmányban egy hét éves periódust vizsgálva elemezzük a léghőmérséklet C-14 szint alakulását. Vizsgáljuk, hogy a COVID-19 hatására ténylegesen bekövetkezett-e változás a léghőmérséklet-fosszilis szén terhelésének ütemében. A jelenséget éves faévgűrű sorozatokból mért, biológiailag megkötött szén esetén bemutatjuk egy magastorony (Hegyhátság) és egy városi (Budapest) környezetben.

A kutatást az Európai Unió és Magyarország támogatta az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásában a GINOP-2.3.4-15-2020-00007 azonosítószámú 'INTERACT' pályázatban. A kutatás az Új Nemzeti Kiválóság Program támogatásával készült (Baráth Balázs Áron).

# MAGYARORSZÁGI NAGYVÁROSOKBAN GYŰJTÖTT SZÉNTARTALMÚ PM<sub>10</sub> AEROSZOL FORRÁSAINAK MEGHATÁROZÁSA NYOMJELZŐ ANALITIKAI MÓDSZEREKKEL

**Major István<sup>1</sup>, Kertész Zsófia<sup>1</sup>, Angyal Anikó<sup>1</sup>, Furu Enikő<sup>1</sup>, Papp Enikő<sup>1</sup>, Bán Sándor<sup>1</sup>, Vasanits Anikó<sup>2</sup>, Molnár Anita<sup>1</sup>, Gergely Virág<sup>1</sup>, Molnár Mihály<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Atommagkutató Intézet, INTERACT, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c.

<sup>2</sup> Eötvös Lóránd Tudományegyetem, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/a.  
imajor@atomki.hu

**Kulcsszavak:** széntartalmú aeroszol, szerves, elemi, radiokarbon, levoglükozán

A magas aeroszol koncentrációjú időszakok környezet- és egészségkárosító hatása gyakran jelent problémát Magyarországon, ami főként az ország elhelyezkedéséből adódik (a medence jelleg a Kárpátokon belül). A széntartalmú aeroszol fő forrásai többé kevésbé már ismertek, viszont a hozzájárulások számszerű mértéke, illetve időbeli eloszlása még mindig számos kutatás tárgyát képezik. Ezen kutatásokban egyre gyakrabban hívnak segítségül izotópanalitikai eljárásokat, amelyek a hagyományos módszereket kiegészítve még pontosabb forrásanalízist tesznek lehetővé. A radiokarbon módszer segítségével a modern, illetve fosszilis üzemanyag eredetű források különíthetők el, míg a levoglükozán nyomjelzőt alkalmazva a két legnagyobb modern forrás, vagyis a biológiai kibocsátás, illetve a fatüzelés általi emberi kibocsátások mértéke különböztethető meg. A 2015-ös év első felében egy átfogó PM<sub>10</sub> gyűjtő kampányt hajtottunk végre öt nagyvárosban (Budapest, Debrecen, Miskolc, Pécs, Nyíregyháza), amit a magyar állam finanszírozott. Ennek célja a kibocsátó források, illetve azok minél pontosabb hozzájárulásainak meghatározása volt. A vizsgálatok során meghatároztuk a gyűjtött minták teljes (TC), szerves (OC) és elemi (EC) szén tömegkoncentrációját és a TC fajlagos <sup>14</sup>C aktivitását és levoglükozán koncentrációját. Az eddigi vizsgálataink egyértelműen a modern eredetű aeroszol források túlsúlyát mutatják a téli/fűtési időszakban, viszont a biológiai és fatüzelés hozzájárulásuk mértéke elég széles skálán mozog. Ezzel szemben a fosszilis források hozzájárulásai viszonylag kiegyenlítettek voltak a vizsgált időszakban.

# ÜVEGHÁZHATÁSÚ GÁZOK MEGFIGYELÉSE DEBRECENBEN: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> KONCENTRÁCIÓ ÉS IZOTÓPARÁNY MÉRÉSEK VÁROSI HÁTTÉRTERÜLETEN

**Varga Tamás<sup>1</sup>, Major István<sup>1</sup>, Bán Sándor<sup>1</sup>, Thomas Röckmann<sup>2</sup>, Carina van der Veen<sup>2</sup>, Molnár Mihály<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> HUN-REN, Atommagkutató Intézet, Nemzetközi Radiokarbon AMS Kompetencia és Képzési (INTERACT) Központ, Debrecen

<sup>2</sup> Institute for Marine and Atmospheric Research Utrecht, Utrecht University, Utrecht, Hollandia

Az üvegházhatású gázok szintjének emelkedése és ennek következménye, a klímaváltozás, a jelenkori környezeti problémák egyik legnagyobbika. Az ipari forradalmat követő ugrásszerű emelkedés jelentős hányadéért a városi területek felelősek, ahol az ipar és közlekedés összpontosul. Erre reagálva az ICOS európai hálózata (Integrated Carbon Observation System) is elindította az ICOS Cities projektet, ahol kifejezetten a városi területekre koncentrálva végzi majd az üvegházhatású gázok megfigyelését a korábbi háttérterületek megfigyelése mellett. Ehhez a kezdeményezéshez hasonlóan gyűjtöttünk légköri levegőmintákat Debrecenben egy városi háttérterületen, az Atommagkutató Intézetben, a belvároshoz közel, de a közvetlen CO<sub>2</sub> és CH<sub>4</sub> kibocsátásoktól távol. A mintákat három különböző időszakban (tél-tavas-nyár) gyűjtöttük, a 2 hetet lefedő időszakonként minimum 23 db mintát, délelőtti és délutáni időpontokban, hétköznap és hétvégén egyaránt. A gyűjtött mintákat együttműködésben az Utrechti Egyetemmel dolgoztuk fel, ahol a gázkoncentráció és radiokarbon-mérések (<sup>14</sup>C) az Atommagkutató Intézetben, az üvegházhatású gázok (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) stabilizotóp-aránymérései pedig az Utrechti Egyetemen lettek végrehajtva. Az stabilizotóp-aránymérések eredményeiből következtetni lehet a gázok forrásaira, mivel egyes kibocsátó források sajátos izotóparánnyal rendelkeznek, mintegy ujjlenyomat, információt hordoznak keletkezésükről. Ezek a markáns bélyegek azt mutatják, hogy Debrecen városi levegőjének metántartalmának egy jelentős része biológiai eredetű, az egész vizsgált időszakban, még télen is. Ezek az eredmények ellentétesek a korábban háttérterületen gyűjtött adatokkal, amelyek azt mutatják, hogy regionálisan Magyarországon a fűtési időszakban kibocsátott, tüzelés eredetű metán a jelentősebb. Ezen felül, a radiokarbon-mérések segítségével következtethetünk a fosszilis CO<sub>2</sub> kibocsátások mértékére a különböző időszakokban. Ezek az eredmények pedig markáns fosszilis CO<sub>2</sub> hozzájárulást mutatnak az egész vizsgálati időszakban, amely összhangban van a korábban Debrecenben és egyéb városi területeken gyűjtött adatokkal.

## VASBA ZÁRT IDŐ – MÉRÉSTECHNIKAI FEJLESZTÉS

**Molnár Mihály<sup>1,2</sup>, Baráth Balázs<sup>1,2</sup>, A.J.T. Jull<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Atommagkutató Intézet, Debrecen, Magyarország

<sup>2</sup>Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Környezettudományi Doktori Iskola, Budapest

<sup>3</sup>Arizona Egyetem, Tucson, Arizona, USA

Ez a kutatás egy új megközelítést mutatja be a vasalapú minták radiokarbon (C-14) elemzését, korolását. Például az atomreaktorok szerkezeti elemeiben (tartályfal, csövek stb.) a neutronáram jelentős mennyiségű C-14 atomot termel, ami komoly C-14-szennyezettséget okoz. Ezért hulladékgazdálkodási szempontból fontos a hulladékok és az elhasznált elemek C-14 koncentráció mérése. Másrészt a kovácsoltvasból készült tárgyak is tartalmazhatnak szenet, ami az alkalmazott fűtőanyagból - faszén, fa esetén - szintén mérhető C-14-tartalmat juttat a vasba. Ez a C és C-14 lehetővé teszi a vaseszközök gyártásának a C-14 alapú kormeghatározását (azokból az időkől, amikor még nem fosszilis kőszént használtak). Továbbá a Földre lehulló (vas)meteoritok is jelentős C-14 többlettel érkeznek, a kozmikus besugárzásuk következtében, ami a lehullási koruk becslését teszi lehetővé.

A kutatás során fejlesztett készülék magas hőmérsékleten (~1700°C) oxigénáramban égeti el az anyagokat egy RF indukciós kemence és egy fluxusanyag (általában Ti) segítségével. Ezt az eljárást a Torontói Egyetemen, Arizonában és Nagoyában számos tanulmányban sikeresen alkalmazták régészeti vasak, meteoritok és kőzetminták C tartalmának a kinyerésére. Arizonában 1988 óta, Nagoyában pedig 2004 óta működtetnek egy a korábbi prototípuson alapuló rendszert, Cresswell pedig ugyanezen elvek alapján egy másik konstrukciót fejlesztett ki 1992-ben. Kutatásunk során a gázkezelő rendszert az iparban használt egyik legmodernebb berendezéssel, egy LECO C744 típusú vas-C analizátorral kötöttük össze. A fejlesztett rendszer kb. 1 g vasat 1 perc alatt teljesen eloxidál, és a gáz halmazállapotú égéstermékét összegyűjti. Az előkészítési módszer C-hozamát és reprodukálhatóságát ismert korú vasleletek és számos C-14 referenciaanyag AMS C-14 analízisével vizsgáltuk.

## A TÚZIJÁTÉK ÉS AMI A FÉNYEK MÖGÖTT VAN

**Salma Imre<sup>1</sup>, Farkas Árpád<sup>2</sup>, Weidinger Tamás<sup>3</sup> és Balogh Miklós<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ELTE Kémiai Intézet, Budapest

<sup>2</sup>MKH Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest

<sup>3</sup>ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest

<sup>4</sup>BME Áramlástan Tanszék, Budapest

E-mail: salma.imre@ttk.elte.hu

Magyarország legjelentősebb, szervezett tűzijátékát Budapesten tartják a Szent István-napi ünnepi eseménysorozat részeként. Kiegyensúlyozott megítéléséhez a hagyományok megtartása és a szórakozás igénye mellett a légkörkémi hatásokat és ezek következményeit is célszerű megismerni. Ehhez járultunk hozzá a 2014–2022 években kísérleti úton mért adatok természettudományos módszerekkel történő feldolgozásával és szakmai értelmezésével.

2021-ben az első lövések 21:06 órakor történtek, és a görögtűz 21:32-kor fejeződött be. A két időpont között az aeroszol részecskék számának a koncentrációja  $20 \times 10^3 \text{ cm}^{-3}$  értékről  $369 \times 10^3 \text{ cm}^{-3}$ -re nőtt a BpART mérőállomásunkon. A koncentráció a tűzijáték után 5–6 perccel érte el a maximumát, majd további 45 perc alatt visszatért az esemény előtti szintre. A kapott csúcserték extrém nagy koncentrációnak minősül Budapesten; sokkal nagyobb, mint a szennyezett időszakokban előforduló adatok. Hasonlóan nagy értékeket csak a Várhegyi-alagútban mértünk. A tűzijátékból származó részecskék (medián) átmérője meglehetősen nagy, 203 nm körüli. Ez a tulajdonság elkülöníti a tűzijátékból származó részecskéket a többi, légköri részecskétől. A levegő minőségét a szabályozási területeken a részecskék tömegével (és nem a részecskék számával) fejezzük ki. Mérési eredményeinket ezért átszámítottuk a szálló por ( $\text{PM}_{10}$  méretfrakció) tömegkoncentrációjára. Megállapítottuk, hogy a tömegkoncentráció a Duna-parton 100–150-szeresére növekedett a tűzijáték csúcspontjában a tűzijáték előtti vagy utáni időszakokhoz képest, míg az óras átlagokat tekintve 40–70-szeres emelkedést kaptunk.

A füstcsóva terjedését numerikus áramlástan (CFD) modellel követtük a felszínhez közelebbi és távolabbi rétegekben. Megállapítottuk, hogy a magasabb rétegben tipikusan mintegy 15-ször nagyobb koncentrációk fordulnak elő az időátlagok tekintetében, mint az alsóbb részben. A csóva terjedelmesebb is volt a felsőbb részben. Vízszintes irányban az alsóbb rétegben 10-szer nagyobb koncentrációk voltak a csóva belsejében, mint a szélén, míg a hasonló arány a magasabb rétegben 60 és 100 közöttinek adódott. A tűzijáték füstcsóvája és a belőle kihulló vagy kiülepedő szennyező anyagok nemcsak a tűzijáték közvetlen környezetét, tehát az adott Duna szakaszt és partokat érintik, hanem a város nagyobb és távolabbi kerületeire is hatással lehetnek. A részecskék légzőrendszeri kiülepedését sztochasztikus matematikai tudómodellel vizsgáltuk. A légzőszervi kiülepedés valószínűsége a tűzijáték ideje alatt csökkent (a beszívott részecskék több, mint felét kilélegezzük), ami a tűzijátékból származó részecskék átmérőjével magyarázható. A kiülepedési sebesség azonban 4-szer nagyobb volt a tűzijáték alatt, mint előtte vagy utána, és a maximuma a tüdő mélyebb (acináris) részeiben alakult ki. Mindez egészségi többlet-kockázatot jelent.

### Irodalom

Salma, I., Farkas, Á., Weidinger, T., Balogh, M.: Firework smoke: Impacts on urban air quality and deposition in the human respiratory system, *Environ. Pollut.*, 320, 121612, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121612>, 2023.

# KOZMETIKAI EREDETŰ SZERVES UV –SZŰRŐ VEGYÜLETEK HASZNÁLATÁNAK HUMÁN ÉS KÖRNYEZETI VONATKOZÁSAI

Mehdi Oubahmane<sup>1</sup>, Mihucz Viktor G.<sup>2</sup>, Vasanits Anikó<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hevesy György Kémia Doktori Iskola, ELTE - Eötvös Loránd Tudományegyetem, <sup>2</sup> Környezetkémiai és Bioanalitikai Laboratórium (KBL), ELTE, Kémiai Intézet, Budapest

A modern fényvédő készítmények és kozmetikumok az alábbi hatóanyagok közül egyet vagy többet is tartalmazhatnak: i) szerves vegyületek, amelyek elnyelik az UV fényt; ii) szervetlen részecskék, amelyek visszaverik, szórják és elnyelik az UV-fényt (titán-dioxid és cink-oxid); iii) több kromofort tartalmazó szerves részecskék, amelyek főként UV-fényt nyelnek el, de a fény egy részét kisebb mértékben visszaverik és szórják is. Az UV-sugárzás káros hatásainak (például leégés, melanoma, bőrrák és bőröregedés) mérséklésére használják őket, nem csak a naptejekben, de más kozmetikai készítményekben is (sminktermékek, borotválkozás utáni balzsamok, samponok és hajlakkok), hatóságilag engedélyezett eltérő koncentrációkat alkalmazva. A termékekhez hozzáadott UV szűrők mennyisége a mai napig növekszik, általában eléri a 10 m/m%-ot, amit a magasabb fényvédő faktorok igénye is szabályoz. A fényvédő krémek aktív szerves összetevői általában aromás molekulák, amelyek többnyire karbonil csoportokkal konjugáltak. E vegyületek két fő, igen gyakran alkalmazott képviselői a benzofenon (BP) és származékai; valamint a szalicilát- és benzoát-észterek. Magasabb oktanol-víz megoszlási együttható ( $\log K_{ow}$ ) értékük miatt könnyen felhalmozódhatnak az üledékben, iszapban, vagy akár a biótában is (kagylók, rákfélék, halak és vízi emlősök) [1]. Ezen környezeti mintákban a leggyakrabban vizsgált BP a 2-hidroxi-4-metoxibenzofenon (BP3), illetve a homoszalát (HMS), mely utóbbit szalicilát típusú UVB-szűrőként használnak. 2019-ben az Európai Bizottság létrehozott egy elsőbbségi listát a kozmetikumokban használt, potenciálisan a humán endokrin rendszert is károsító tulajdonságokkal rendelkező anyagokról [2]. Ezen a listán szerepelnek a BP származékok és a HMS is. A Fogyasztóvédelmi Tudományos Bizottság (SCCS) a HMS-koncentráció drasztikus csökkentését javasolta a fényvédő termékekben, amit részletesen ismertetek az előadásomban. A jövőben egyre inkább előtérbe kerülhetnek a szervetlen UV-szűrők (nem nano cink- és titánium-dioxid), valamint a természetben már jelenlévő és ezáltal kevésbé toxikus szerves vegyületek felhasználása (növényi olajok, karotinoidok, flavonoidok és polifenol vázas vegyületek).

[1] Y. Huang, J.C.F. Law, T.K. Lam, K.S.Y. Leung, Risks of organic UV filters: a review of environmental and human health concern studies, *Sci. Total Environ.* 755 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142486>.

[2] Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs COM(2018)739 Report. 2018. [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM\(2018\)739&lang=en](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2018)739&lang=en) (last accessed: 08/07/2021).

# AZ ÚJRÉSZECSKE-KÉPZŐDÉSI ESEMÉNY HATÁSA A CSEPPAKTIVÁLÓDÁSRA

**Thén Wanda<sup>1</sup> és Salma Imre<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Hevesy György Kémia Doktori Iskola, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

<sup>2</sup>Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kémiai Intézet, Budapest

E-mail: thenwanda@gmail.com

A felhők születése és tulajdonságai jelentik a legnagyobb egyedi bizonytalanságot az éghajlati modellekben. A kapcsolódó folyamatokban meghatározó szerepet játszik az aeroszol részecskék egyik csoportja, amelyet felhőkondenzációs magvaknak (CCN) nevezünk. A városi aeroszol részecskék különböző tulajdonságainak meghatározása céljából folyamatos méréseket végeztünk kondenzációs részecskeszámláló, differenciális mobilitás részecskeszámláló és felhőkondenzációs magszámláló mérőrendszerekkel Budapesten 2019. április 15. és 2020. április 14. között.

A forrásmegoszlás és a felhőkondenzációs magvak aktivációs tulajdonságainak vizsgálata céljából az eredményeket összevetettük a légköri nukleációs napok előfordulásával. A vizsgált időszakban a 364 mérési naphól 73 napon történt nukleáció. Az újrészecske-képződési és növekedési (NPF) események során keletkezett részecskék a légkörben meglévő túltelítettségnek köszönhetően tovább növekedhetnek, felhőkondenzációs magvakat hozhatnak létre, ezáltal fontos szerepet játszhatnak a cseppképződésben. A cseppaktiválódásra kifejtett hatásuk megértése céljából összehasonlítottuk a 30–1000 nm mérettartományú részecskeszám-koncentráció ( $N_{30-1000}$ ) és a különböző túltelítettségeken mért CCN koncentrációk ( $N_{CCN,S}$ ) napi idősorait a nukleációs és a nemnukleációs napokon. Az NPF események hatásának vizsgálata céljából kiszámítottuk minden túltelítettségre az  $N_{CCN,S}/N_{6-1000}$  arányt, majd ezek nukleációs/nemnukleációs arányát képeztük évszakos szinten. A jobb megértés végett a CCN koncentrációk arányát képeztük a nukleációs és nemnukleációs napokra, a nukleáció átlagos kezdete és vége közötti időintervallumokra.

Összességében megállapítottuk, hogy a CCN koncentrációk napi menete nem követi a részecskeszám-koncentráció napi menetét, az adott nap kontúrgörbéjével összevetve viszont a kb. 50 nm fölötti részecskeszám-koncentráció menetével egyértelműen összefüggésbe hozható. Ez azzal magyarázható, hogy városi környezetben az újrészecske-képződési esemény során keletkező részecskék növekedése erősen korlátozott, ezáltal nem, vagy csak ritkábban haladják meg az aktiválódáshoz szükséges  $> 50-100$  nm-es mérettartományt. Mindez arra enged következtetni, hogy városi környezetben a CCN részecskék számának jóval kisebb hányada köthető az NPF eseményekhez, mint amit korábban távoli és regionális környezetekben tapasztaltak.

## Irodalom

Salma, I., Thén, W., Vörösmarty, M., and Gyöngyösi, A. Z.: Cloud activation properties of aerosol particles in a continental Central European urban environment, *Atmos. Chem. Phys.*, 21, 11289–11302, <https://doi.org/10.5194/acp-21-11289-2021>, 2021.

# A LÉGKÖRI AEROSZOL FORRÁSAZONOSÍTÁSA

**Vörösmarty Máté<sup>1</sup>, Philip K. Hopke<sup>2</sup> és Salma Imre<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Hevesy György Kémia Doktori Iskola, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest,

<sup>2</sup> Department of Public Health Sciences, University of Rochester, Rochester, NY, USA,

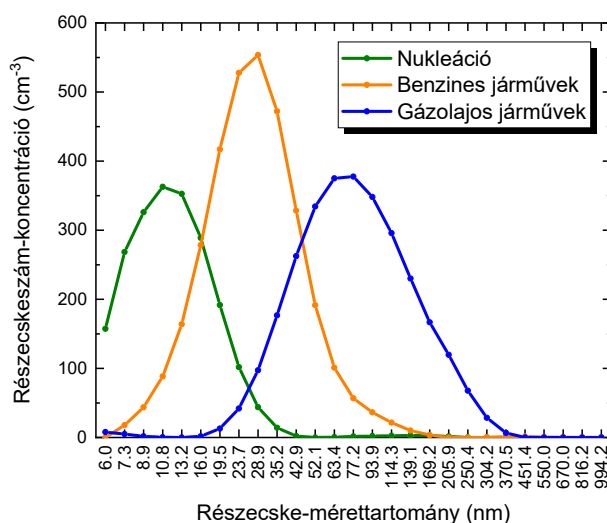
<sup>3</sup> Kémiai Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

A légszennyezés forrásainak vizsgálata napjaink egyik központi témája. A fő cél az aeroszolrészecskék éghajlatra és egészségre gyakorolt hatásainak becslése, megismerése és modellezése. A forrásazonosítás ilyen, folyamatokat felderítő eljárás, mely keretében ismereteket szerzünk a részecskék tömegét vagy számbeli mennyiségét befolyásoló mechanizmusokról.

Kutatómunkámban a városi légszennyezést befolyásoló fő forrásokat határoztam meg. A budapesti, 11 mérési év mérekszeparált részecskeszám-koncentrációit kiegészítettem a kulcsfontosságú levegőtisztosítókkel. Az adatokat órás időintervallumokra átlagoltam, majd évszakokra bontottam fel, mivel ezek között eltérőek lehetnek a források, valamint a források mértékei is. Az így elkészült adatbázist a pozitív mátrix faktorizáció (PMF) többváltozós kemometria módszerrel értékelem ki. A PMF egy bizonytalanságokon alapuló mátrixfelbontást elvégezve a forrás intenzitásának idősorát és a forrás összetételét adja eredményül.

Hat jellemző forrást azonosítottam. A városi részecskeszám jelentős részét, körülbelül 60%-át, két közlekedési forrás adja. Továbbá a közlekedési források felelősek a nitrogén-oxidok és a szén-monoxid döntő mennyiségéért. Az első közlekedési forrás 30 nm körüli részecskéket képez, ez korábbi kutatások alapján benzinüzemű járművekre jellemző. A gázolajüzemű járművek ennél nagyobb (80–90 nm) méretű és szélesebb terjedelmű részecskékhez felelősek.

A legkisebb részecskéket (<25 nm) képző forrás a nukleáció, új részecske-képződés jelensége. Legintenzívebb a tavaszi időszakban, illetve a napsütéses déli órákban, átlagosan az összrészecske 14-20%-ért felelős. A fennmaradó részecskék hányad városi háttérforrásokkal, az ózon és gáz-részecske fáziskölcsönhatással, valamint a másodlagos aeroszollal kapcsolatos. Ismerve a forrásokat, célzott intézkedéseket tehetünk a koncentrációk csökkentéséért, és modellezni lehet többek közt a tüdőbeli kiülepedést is.



A nukleáció és a kettő közlekedési forrás átlagos koncentrációi tavasszal



# **MIÉRT ELTÉRŐEK AZ ÉLELMISZERBIZTONSÁGI HATÁRÉRTÉKEK A VILÁG KÜLÖNBÖZŐ ORSZÁGAIBAN?**

**Fodor Péter**

MATE, Élelmiszerkémia- és Analitika Tanszék, Budapest

A élelmiszerbiztonsági határértéket a WHO (Egészségügyi Világszervezet) és a FAO (Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezet) határozataival a Codex Alimentarius ajánlásaival az azonos gazdasági és politikai érdekközösségekben lévő országok azonos kockázatok alapján döntenek el. Ha valaki figyelmesen elolvassa a fenti mondatot, már maga is eldöntheti, hogy az egészségügynek és az élelmezésügynek eltérő szempontjai lehetnek. Eltérőek lehetnek az azonos érdekközösségekben lévő országok környezeti kockázati feltételei (lásd növényvédőszer engedélyezési zónák), eltérőek lehetnek az adott élelmiszer fogyasztási szokásai és eltérő a döntéshozók filozófiája (fogyasztóvédelem, termelővédelem, konzervatív, liberális, stb.). Előadásomban mindezt valódi határérték példákkal és a döntéshozók felelőségének bemutatásával indoklom.

# FELSZÍN ÉS LÉGKÖR KÖZÖTTI AMMÓNIA ÉS DINITROGÉN-OXID KICSERÉLŐDÉS VIZSGÁLATA FOTOAKUSZTIKUS SPEKTROSKÓPIÁVAL

**Szabó Anna**<sup>1,2</sup>, **Gombi Csilla**<sup>2</sup>, **Király Csaba**<sup>2</sup>, **Horváth László**<sup>1,2</sup>, **Huszár Helga**<sup>1,2</sup>,  
**Szabó Gábor**<sup>2</sup> és **Bozóki Zoltán**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ELKH-SZTE Fotoakusztikus Környezetifolyamat-megfigyelési Kutatócsoport, Szeged,

<sup>2</sup> Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, Szeged

A nitrogénvegyületek környezeti hatásai közismertek, szinte minden közegre kihatnak, az élővilágtól kezdve, a talajokra, a vizekre, az éghajlatra, az épített környezetre. Körforgalmuk fontos ága a bioszféra-légkör közti kicserélődés. Az utóbbi száz évben – a szintetikus műtrágyák széleskörű alkalmazása miatt – megnőtt az ammónia (NH<sub>3</sub>) és a dinitrogén-oxid (N<sub>2</sub>O) környezeti terhelése. Legfontosabb forrásai közé tartozik a bioszféra, ezen belül a talajok, melyek az alkalmazott műtrágyák nitrogéntartalmának globálisan a felét, hasznosulás nélkül a légkörbe bocsátják. A szántóföldi talajok és a légkör közti nitrogénforgalomnak, az NH<sub>3</sub> és a N<sub>2</sub>O fluxusának ismerete lényeges szempont, egyrészt a nitrogénvegyületek körforgalmának számszerűsítése, másrészt a megelőzési stratégiák céljából. A talaj – növény – légkör rendszer közti nyomgáz fluxusok méréséhez nagyérzékenységű, megfelelően alacsony kimutatási határral rendelkező műszerek szükségesek. Kutatócsoportunk célja az NH<sub>3</sub> és az N<sub>2</sub>O rövid válaszidejű koncentrációmérésére alkalmas fotoakusztikus műszerek fejlesztése, melyek megfelelnek a kicserélődés örvény-kovariancia módszerrel történő mérésére.

Az általunk alkalmazott fényforrások – közép-infravörös tartományban működő, kvantum kaszkád lézerek – szelektív és ppb szintű gázkoncentráció mérést tesznek lehetővé. Az NH<sub>3</sub> mérése 10,39 μm, az N<sub>2</sub>O mérés 7,7 μm-en emittáló lézer segítségével történik. A modulációs paraméterek optimalizálásával minimalizáltuk a rendszerek keresztérzékenységét a légkör többi komponensére. A legkisebb kimutatható koncentráció (3σ) – 10 s-os mérési idő mellett – NH<sub>3</sub> esetén 5 ppb, N<sub>2</sub>O esetén 20 ppb.

A mérőrendszereket alkalmassá tesszük terepi vizsgálatokra, és szántóföldi mérések során meghatározzuk a műtrágyázás után fellépő NH<sub>3</sub> és N<sub>2</sub>O fluxus mértékét.

Köszönetnyilvánítás:

A kutatás a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alap (OTKA-K-138176) és az MTA Fenntartható Fejlődés és Technológiák Nemzeti Program (FFT NP FTA) támogatásával valósul meg.

## HŰTŐKÖZEG SZIVÁRGÁSÁNAK MEGÁLLAPÍTÁSÁRA ALKALMAS, NAGY PONTOSSÁGÚ FOTOAKUSZTIKUS MÉRŐMŰSZER FEJLESZTÉSE

**Végh Panna<sup>1</sup>, Molnár Máté<sup>1</sup>, Szendefi Dániel<sup>1</sup>, Péter Szabó István<sup>2</sup>, Tóth István Tibor<sup>2</sup>, Pappné Sziládi Katalin<sup>2</sup>, Huszár Helga<sup>1</sup>, Szabó Gábor<sup>1</sup>, Bozóki Zoltán<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

<sup>2</sup> Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Gépészeti Intézet

A fotoakusztikus effektus felfedezése óta a fotoakusztikus spektroszkópia napjainkig óriási fejlődésen ment keresztül, azonban további fejlesztése még számos lehetőséget, új alkalmazási területet rejt magában. A fotoakusztikus spektroszkópia egy új lehetséges alkalmazhatóságának iránya a hűtőközeggel terhelt létesítmények esetleges szivárgásának feltérképezésére alkalmas, nagy érzékenységű fotoakusztikus mérőműszer fejlesztése, amellyel a jelenleg kereskedelmi forgalomban lévő berendezéseknél pontosabban, gyorsabban és könnyebben megtalálhatók a hűtőberendezések szivárgási pontjai.

Napjainkban a hűtőközeg szivárgás érzékelését széles körben végzik különböző területeken, például az autópárhuzban és a hűtőiparban. A hűtőközeggel terhelt létesítmények (3 kg vagy annál nagyobb hűtőközeg töltetű hűtőrendszer esetén) szivárgásmentességét rendszeresen ellenőrizni kell. A szivárgásvizsgálatnál olyan eszközre van szükség, amelynek kijelzési érzékenysége megfelel az előírtaknak, ami azt jelenti, hogy a megengedett maximum 5 [g/év] értékű szivárgás esetén jelzi a szivárgást.

A fotoakusztikus spektroszkópia számos előnnyel rendelkezik. Az egyik ilyen az, hogy a fotoakusztikus jel nagysága egyenesen arányos a mért anyag koncentrációjával, így a műszerrel mért fotoakusztikus jel nagyságából kiszámítható a koncentráció, ezáltal a szivárgás jelenlétén túl annak mértéke is meghatározható, valamint forrásazonosításra is jól alkalmazható. A fotoakusztikus mérési módszer további előnyei, hogy kivételesen széles (5-6 nagyságrend) dinamikus tartománnyal rendelkezik, azaz egy műszerrel a ppm-től (part per milliomod) a százalékos tartományig mérhetünk, valamint, hogy a méréshez kis mintatérfogot is elegendő (néhány cm<sup>3</sup>), ami gyors válaszidejű (1-2 másodperc) mérést tesz lehetővé, így nyomon követhető a koncentráció megváltozása, ez a szivárgás feltérképezésekor és a forrás helyének azonosításához létfontosságú. A fotoakusztikus műszerek a megfelelő fényforrások és mérési technikák megválasztásával szelektív mérést biztosítanak, ezáltal az eszköz nem ad téves riasztást egyéb, a környezetben található komponensekre, mivel a különböző komponensek más hullámhosszat képesek abszorbeálni, így az egyes hűtőközegek külön kimutathatók.

A hűtőközegek szivárgásának keresése nemcsak gazdasági, hanem környezetvédelmi szempontból is lényeges: a globális felmelegedés és az ózonréteg gyengülése mára minden iparágat érintő probléma, amely alól a hűtőtechnika sem kivétel. A végső célunk egy hordozható, kisméretű szivárgáskereső egység kifejlesztése, amely alkalmas a hűtőközegek nagy pontosságú koncentráció meghatározására és amivel a hűtőtechnikai szakemberek a jelenleg alkalmazott eszközöknél gyorsabban, pontosabban és könnyebben tudják megkeresni a hűtőberendezések esetleges szivárgási forrásait.

A kutatás az Energiaügyi Minisztérium támogatásával, az ÉZFF/136/2022\_TIM\_SZERZ számú projekt keretében valósult meg.