

Teză de Abilitare

– rezumat –

**Utilizarea chimiei analitice în protejarea
vieții oamenilor – Aplicații ale
spectrometriei de mobilitate ionică**

Dr. BOCOȘ-BINTÎNȚAN Victor

**Cluj-Napoca
2024**

CUPRINS

1. Cuvânt înainte & Argument	3
2. Spectrometria de mobilitate ionică (IMS) și locul său special printre tehnicile analitice instrumentale	8
2.1. O scurtă descriere a IMS	9
2.2. Aplicabilitatea IMS.....	15
2.3. Locul IMS între celelalte tehnici analitice instrumentale.....	17
3. Sinteza activității de cercetare & concluzii	18
3.1. Sumarul activității de cercetare desfășurată de autor	21
3.2. Direcții de cercetare potențiale de abordat în viitor	26
4. O sinteză a activității didactice & Proiecția dezvoltării profesionale.....	27
4.1. Sinteza activității didactice	27
4.2. Proiecția dezvoltării profesionale	30
4.2.1. Perspectivele activității didactice.....	30
4.2.2. Perspectivele activității de cercetare	32
4.2.3. Operaționalizarea tuturor obiectivelor propuse anterior.....	35
5. Referințe bibliografice – selectate din lista de lucrări a autorului.....	36

1. Cuvânt înainte & Argument

Prezenta Teză de Abilitare își propune să devină un rezumat al principalei activități de cercetare a autorului, care a fost realizată (împreună cu toate rezultatele științifice asociate) în ultimii 24 de ani, după obținerea diplomei de doctor în Chimie în iunie 2000.

Cercetările desfășurate au ca numitor comun spectrometria de mobilitate ionică (IMS – Ion Mobility Spectrometry) ca tehnică analitică instrumentală și au fost orientate către o serie de direcții principale, după cum urmează:

1. *Detectarea substanțelor chimice toxice – cu accent pe TIC (compuși industriali toxici).* Rezultate științifice – diseminare: Teză de doctorat + 1 carte + 5 articole + 7 comunicări științifice. Această tematică este strâns legată de protecția populației, protecția mediului și a infrastructurii critice.
2. *Detecția compușilor surogat ai armelor chimice (CWAs – chemical warfare agents), pesticidelor & precursorilor de droguri ilegale.* Rezultate științifice – diseminare: 4 articole + 3 comunicări științifice. Această tematică are o relevanță crucială la nivel societal, dată fiind volatilitatea climatului de securitate la nivel global.
3. *Detecția markerilor bacterieni, discriminarea tulpinilor bacteriene pe baza profilurilor chimice proprii acestora & aplicațiile bio-medicale asociate.* Acest câmp de cercetare a fost unul foarte fructuos și se integrează perfect cu conceptul de protejate a sănătății & vieții umane. Rezultate științifice – diseminare: 1 carte + 9 articole + 2 comunicări științifice.
4. *Analiza respirației & monitorizarea alcoolilor din salivă.* Aceste investigații au acoperit, pe lângă protecția sănătății, și aspecte legate de toxicologie. Rezultate științifice – diseminare: 3 articole + 6 comunicări științifice.
5. *Managementul dezastrelor – prin localizarea oamenilor prinși sub dărâmăturile clădirilor prăbușite (USaR – Urban Search and Rescue).* Rezultate științifice – diseminare: 1 articol + 2 comunicări științifice.
6. *Detecția markerilor volatili pentru explozivii plastici.* Rezultate științifice – diseminare: 1 articol (trimis spre publicare) + 3 comunicări științifice.

- 7. Marcarea chimică a materialelor ce pot face obiectul evaziunii fiscale (spre exemplu, combustibili).** Cercetările privind marcarea combustibililor au fost asociate cu publicațiile și brevetele legate de dopanții folosiți în spectrometria de mobilitate ionică (IMS) și au avut ca scop principal crearea de noi produse și oportunități de piață pentru a proteja produsele, autoritățile fiscale și, în final, pentru a interzice mecanismele criminalității organizate în spălarea banilor și în evaziunea fiscală. Rezultate științifice – diseminare: 2 brevete de invenție (patente) internaționale + 2 articole.
- 8. Optimizări ale instrumentației dedicată detecției urmelor de compuși chimici (spectrometre de mobilitate ionică & spectrometre de mobilitate diferențială).** Rezultate științifice – diseminare: 2 patente + 4 articole + 2 comunicări științifice.

Aceste direcții de cercetare acoperă mai multe domenii, care posedă, în totalitate, o relevanță critică la nivel societal: de la igiena industrială, la medicină, lupta anti-drog, protecția apei și alimentelor, respectiv terorismul chimic.

Prin urmare, toate aceste direcții mai sus menționate formează de fapt coloana vertebrală a întregii cercetări și a activității didactice ale autorului: *aplicarea chimiei analitice – prin utilizarea de tehnici avansate de detectare a urmelor de compuși chimici – cu unicul scop de a proteja și apăra viața umană. Cu alte cuvinte: protecția proactivă a vieții și a sănătății prin detectarea urmelor!*

Există, fără nici o îndoială, o legătură clară, netă, între protecția vieții umane și protecția mediului, deoarece în cele din urmă totalitatea ființelor umane reprezintă o parte foarte importantă a mediului înconjurător.

Temele de cercetare sunt desigur pilonul principal al acestei Teze de abilitare. Cu toate acestea, este mai mult decât necesar să subliniem aici că autorul și-a integrat intrinsec și continuu rezultatele aferente activității sale de cercetare în activitatea sa de predare.

Cursurile care tratează despre tehnologiile de detectare a urmelor au fost solid centrate pe tehnicile analitice avansate bazate pe ionizarea substanțelor chimice la presiune atmosferică – PID (PhotoIonization Detection) și în special IMS. Acesta este, în consecință, al doilea pilon al activității autorului și totodată al acestei teze.

Cercetările efectuate până acum demonstrează că tehnicile avansate de detectare a urmelor bazate pe ionizarea la presiunea atmosferică – cum sunt tehnicile bazate pe spectrometria de mobilitate ionică – au în mod cert o importanță capitală și în studiile de mediu. Un argument major este acela legat de diversitatea claselor de compuși chimici cu efecte toxice atât asupra oamenilor, cât și asupra ecosistemelor și, de asemenea, de nivelurile extrem de scăzute de concentrație la care acești compuși produc efecte toxice asupra organismelor vii.

Desigur, toate aceste eforturi de cercetare nu ar fi putut avea succesul scontat fără sprijinul vital primit de la colegii mei care lucrează în acest grup destul de exclusivist de experți în tehnici bazate pe spectrometria de mobilitate ionică; unii dintre acești specialiști trebuie priviți ca mentori – și sunt cu adevărat onorat să recunosc acest lucru, menționându-i aici:

- Profesorul C.L. Paul Thomas – UMIST (University of Manchester Institute of Science and Technology) Manchester, apoi Loughborough University, U.K.
- Dr. Alan H. Brittain, Ex-Research Manager la Graseby Dynamics Ltd. (în prezent Smiths Detection), Watford, U.K.
- Dr. Jörg-Ingo Baumbach – ISAS Dortmund; Ex-Manager la compania G.A.S. mbH Dortmund, Germania
- Dr. Gerd Arnold – Ex-Fondator & Ex-General Manager la compania Bruker Saxonia Analytik mbH Leipzig, Germania
- Profesorul Jürgen Leonhardt – Fondator & General Manager la compania I.U.T. (Institut für UmweltTechnologien) mbH Berlin, Germania
- Profesorul Gary A. Eiceman – New Mexico State University, USA.

Titlul științific de Doctor al autorului este acela de *Doctor în Chimie* – și a fost acordat de Universitatea Babeș-Bolyai University din Cluj-Napoca (România), în anul 2000. Titlul tezei de doctorat este: **„Studii asupra fosgenului și clorului prin spectrometrie de mobilitate ionică și spectrometrie de masă”** (conducător științific: Profesorul Dr. Emil A. Cordoș), însă un suport crucial i-a fost oferit autorului de Dr. C.L. Paul Thomas (la acel moment, senior lecturer la Universitatea UMIST Manchester, U.K.) și de Dr. Alan H. Brittain (Research Manager @ Graseby Dynamics Ltd., Watford, UK). Prin subiectul abordat și rezultate, această teză de doctorat a reprezentat, după știința autorului, o premieră absolută în România; teza a primit calificativul *Cum Laude*.

Experiența autorului în ce privește utilizarea tehnicilor analitice bazate pe IMS se extinde pe o perioadă de peste 25 ani. Cele 3 stagii de cercetare din străinătate (pe o durată totală de circa 4 ani) au fost cele mai productive:

- (1) UMIST (University of Manchester Institute of Science & Technology), DIAS (Department of Instrumentation and Analytical Science) – Manchester, 1999.
- (2) Compania G.A.S. (Gesellschaft für Analytische Sensorsysteme) mbH / Institutul ISAS – Dortmund, 2002-2003.
- (3) Loughborough University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Centre for Analytical Science – Loughborough, U.K. 2008-2010.

În consecință, autorul a dobândit, de-a lungul timpului, o expertiză solidă în toate tehnicile analitice care se bazează pe IMS – inclusiv tehnicile tandem (cuplate) ale IMS cu gazcromatografia GC, respectiv cu spectrometria de masă MS:

- IMS clasică (ToF-IMS sau DT-IMS) – în U.K., Germania & România
- Tandemul IMS-MS – în U.K.
- Tandemul GC-IMS – în Germania
- IMS cu aspirație (a-IMS) – în U.K. & România
- Spectrometria de mobilitate diferențială (Differential Mobility Spectrometry DMS) – în U.K.
- Tandemul GC-DMS – în U.K.

Cele mai remarcabile realizări ale autorului:

- ❖ Este important de menționat că autorul a pregătit și publicat, în 1998, prima (și unica!) monografie din România dedicată exclusiv spectrometriei de mobilitate ionică, urmată de alte două cărți cu subiecte axate tot pe IMS – apărute în 2004, respectiv în 2017.

- ❖ O altă contribuție relevantă majoră se referă la optimizarea instrumentației IMS. Astfel, au fost emise două brevete de invenție internaționale, ambele privind introducerea controlată și reversibilă a unor cantități infime, de ordinul picogramelor, de dopanți lichizi în interiorul celulei de măsură a instrumentelor IMS, cu rolul de a îmbunătăți selectivitatea prin modificarea inteligentă a chimiei de ionizare.
- ❖ În ceea ce privește activitatea didactică/de predare, autorul a propus o serie de discipline noi, care au – extrem de probabil – caracter de unicat în învățământul superior românesc. Astfel, la nivel de master s-au introdus în planurile de învățământ cursurile „*Detecția poluanților chimici folosind tehnici analitice avansate*”, „*Tehnici moderne în detecția urmelor și ultra-urmelor de compuși chimici*”, respectiv „*Protecția populației împotriva agenților chimici supertoxici*”.

Pe parcursul acestei teze de abilitare, autorul își va prezenta succint cele mai relevante rezultate obținute, precum și producțiile științifice asociate acestora.

De asemenea, vor fi enumerate o serie de idei propuse care urmează a fi abordate în viitorul apropiat, atât pentru progresul științei aplicate utile și formarea viitorilor specialiști, cât și pentru dezvoltarea profesională personală a autorului prezentei teze.

2. Spectrometria de mobilitate ionică (IMS) și locul său special printre tehnicile analitice instrumentale

În opinia personală a autorului, spectrometria de mobilitate ionică (IMS) este unul dintre cele mai spectaculoase instrumente analitice care pot fi folosite în prezent în detectarea urmelor de compuși chimici. Această afirmație poate fi susținută de mai multe motive – de la viteza de răspuns în timp real (de obicei în interval de câteva secunde), până la sensibilitatea sa excelentă (de ordinul părților pe miliard ppb, pentru o listă foarte lungă de analiți țintă, și asta fără nicio pre-concentrare!); de asemenea, de la instrumentele robuste și extrem de miniaturizate, până la versatilitatea sa imensă, foarte bine reflectată în paleta aplicațiilor.

Evident, tehnicile analitice de detectare a urmelor bazate pe mobilitatea ionilor nu sunt în niciun caz un „glonț de argint”, nici o „baghetă magică”. Cu toate acestea, aceste tehnici pot juca, și cu siguranță vor face acest lucru în continuare, un rol primordial în screening-ul rapid pentru substanțe chimice extrem de toxice, arme chimice, droguri ilegale și explozivi, pentru a menționa aici doar aplicațiile dovedite.

În acest capitol va fi prezentată o descriere succintă a IMS și o enumerare a aplicațiilor sale, ținând cont de faptul că, în ciuda numărului uimitor de instrumente IMS utilizate în prezent și a maturității acestei tehnici (având în vedere începutul ei chiar înainte de 1970, se poate remarca ușor faptul că IMS are practic vârsta autorului – circa 57 de ani), majoritatea tratatelor care se ocupă de chimie analitică și analiză instrumentală nu o menționează, din păcate.

2.1. O scurtă descriere a IMS

Spectrometria de mobilitate ionică (IMS) este bine cunoscută în zilele noastre ca fiind o tehnică analitică rapidă și de înaltă performanță, care este utilizată pentru separarea și identificarea vaporilor de substanțe prezente în probele de aer, la niveluri de urme și ultra-urme, după ionizarea lor blândă la presiune atmosferică. [3], [4]. IMS are o sensibilitate excepțională, deoarece măsoară cu succes curenții ionici în intervalul pico-amperilor (10^{-12} A). Rapiditatea separării ionilor în fază gazoasă și la presiune atmosferică este probabil considerată ca principalul avantaj al spectrometriei de mobilitate ionică, deoarece un singur spectru este de obicei înregistrat în doar douăzeci de milisecunde; această rapiditate se cuplează în mod excelent cu o sensibilitate remarcabilă – în domeniul părților pe miliard ppb, pentru multe clase de compuși chimici și fără efectuarea vreunei pre-concentrări. Mai mult, operarea simplă a instrumentelor IMS, care au evoluat dramatic după apariția acestei tehnici analitice în anii '70 spre a deveni dispozitivele miniaturizate și robuste ultra-compacte de astăzi, a condus la popularitatea binemeritată a instrumentelor IMS – aplicate de la detectarea rapidă a armelor chimice, explozivilor, drogurilor ilegale și precursorilor acestora, a substanțelor chimice industriale toxice, către un număr tot mai mare de aplicații bio-medicale, toxicologice și industriale. Tehnologia IMS a fost aplicată cu succes și în multe alte domenii, cum ar fi analiza criminalistică, igiena industrială, biologie, cercetarea spațială și investigarea mediului. O altă aplicație importantă și provocatoare este legată de detectarea și discriminarea diferitelor tulpini de microorganisme.

Spectrometria de mobilitate ionică (IMS) poate fi definită succint ca fiind o tehnică de detectare a urmelor de vapori ai substanțelor chimice, bazată pe separarea ionilor (generați prin ionizarea substanțelor chimice neutre în fază gazoasă și la presiune atmosferică, prin transferuri rapide de sarcină prin coliziune și reacții ion-moleculă) datorită valorilor diferite ale mobilității ionilor plasați într-un câmp electric ce are o intensitate relativ scăzută. De obicei se folosesc probe de aer, dar pot fi analizate și probe lichide și solide.

IMS are o versatilitate imensă, deoarece este perfect capabilă să detecteze și să cuantifice o gamă foarte mare de compuși, atât anorganici, cât și organici. Ca regulă esențială: orice substanță chimică care poate fi ionizată, în fază gazoasă, va putea fi apoi detectată folosind IMS.

De asemenea, trebuie subliniat că IMS este în mod clar o tehnică analitică „verde”: deoarece nu utilizează reactivi sau gaze externe, deci IMS nu va genera deloc deșeuri.

Spectrometria de mobilitate ionică are, cu siguranță, multe asemănări cu mai multe tehnici instrumentale și de separare. Cele mai izbitoare asemănări sunt cele dintre IMS și spectrometria de masă (în special ToF-MS și CI-MS), dar și cu tehnicile cromatografice. În modul de ionizare pozitivă, IMS și detecția pe bază de fotoionizare PID prezintă asemănări în ceea ce privește mecanismele de ionizare și viteza de răspuns; diferența principală este că unui PID îi lipsește separarea ionilor pozitivi. Aceste asemănări vor fi discutate în continuare.

IMS se bazează pe doi pași succesivi (vezi Figura 2.1):

- (a) Ionizarea analiților neutri, care are loc în fază gazoasă și la presiune atmosferică, care este urmată de:
- (b) Separarea ionilor generați anterior, datorită maselor și formelor diferite, într-un câmp electric continuu relativ slab (<500 V/cm).

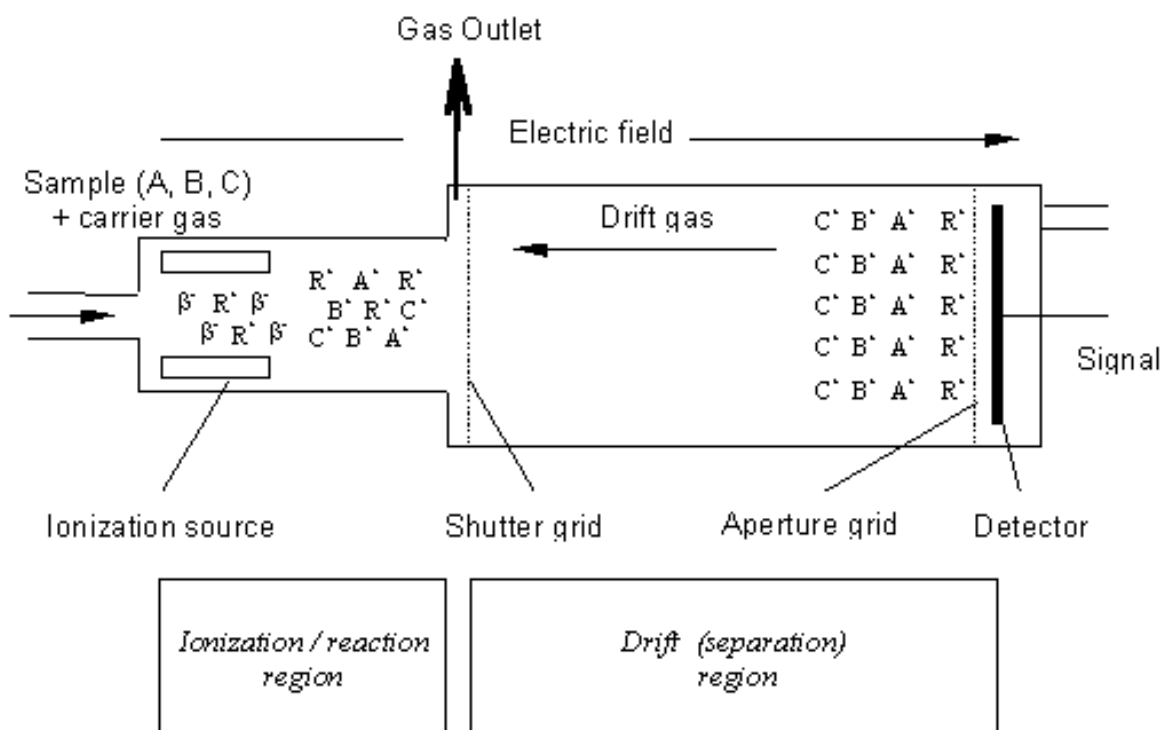


Figura 2.1. Schema celulei de măsură a unui instrument tip ToF IMS

Această variantă inițială a IMS, în care ionii sunt separați în timp folosind un câmp electric longitudinal, iar răspunsul (cunoscut sub denumirea de spectru de mobilitate ionică, plasmogramă sau doar semnătură) este o reprezentare a semnalului analitic (curent ionic)

împotriva timpului de zbor (timp de drift), este cunoscută în prezent ca IMS Time-of-Flight (ToF) (Figura 2.2). După apariția ToF IMS în anii 1970, au apărut și alte variante de tehnici bazate pe mobilitatea ionică – cum ar fi IMS de tip aspirație (a-IMS) și spectrometria de mobilitate diferențială (DMS).

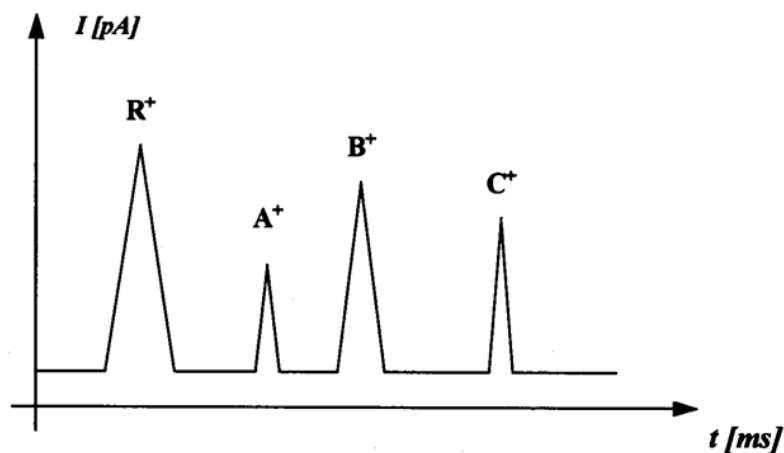


Figura 2.2. Răspunsul analitic în ToF IMS (spectru de mobilitate ionică; plasmagramă; semnătură)

Ionizarea care se realizează în IMS este o ionizare blândă; aceasta înseamnă că (cu doar câteva excepții) molecula analitului-țintă rămâne intactă și după ce ionizarea s-a produs. Acest proces de ionizare blândă are loc în 2 etape:

- (a) Formarea de ioni reactanți, care se produce în zona de ionizare/reacție a celulei de măsură; dacă chimia de ionizare la presiune atmosferică se bazează pe existența vaporilor de apă, atunci ionii reactanți pozitivi predominanți sunt protonii hidratați – de forma $(\text{H}_2\text{O})_n\text{H}^+$, în timp ce ionii reactanți negativi sunt clusterii de tipul $(\text{H}_2\text{O})_n\text{O}_2^-$.
- (b) Formarea de ioni produs; aceștia includ molecula întreagă (nefragmentată) de analit: MH^+ , M_2H^+ (în modul pozitiv de operare) respectiv MO_2^- (în modul negativ de operare).

După ce au fost generați ionii reactanți și ionii-produs, un puls ionic îngust este injectat din regiunea de reacție în regiunea de drift (separare) folosind o grilă-obturator (poartă ionică de intrare).

Mobilitatea ionică K este o constantă care conectează viteza de drift v_d a unui anumit ion de intensitatea câmpului electric E : $\mathbf{v}_d = K \cdot \mathbf{E}$. Prin urmare:

$$K = v_d / E = I_d / (t_d \cdot E) \quad [\text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}].$$

Mobilitatea ionică redusă K_0 se obține prin normalizarea lui K relativ la temperatura T și presiunea P din interiorul celulei de măsură a IMS:

$$K_0 = K \cdot (273.15/T) \cdot (P/760) \quad [\text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}]$$

Este important de menționat aici că există o corelație între K și coeficientul de difuzie D :

$$K = (q \cdot D) / (k \cdot T).$$

, unde k este constanta lui Boltzmann, iar q este sarcina electrică a ionului.

Mobilitatea ionică depinde de (ecuația Mason-Schamp):

❖ Masa aceluia ion (m)

$$K = \frac{3}{16} \cdot \left(\frac{2\pi}{kT} \right)^{1/2} \cdot \frac{q}{N} \cdot \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{M} \right)^{1/2} \cdot \frac{1}{\Omega_D}$$

❖ Forma ionului (integrala de ciocnire Ω_D)

❖ (De)localizarea sarcinii electrice

Cu alte cuvinte, dacă spectrometria de masă MS separă ionii în vacuum în funcție de raportul masă / sarcină (m/z), spectrometria de mobilitate ionică IMS separă ionii la presiune atmosferică în funcție de raportul masă / formă.

În ToF IMS – cunoscută și sub denumirea de DT (drift tube)-IMS – separarea ionilor are loc deoarece aceștia au mobilități diferite printr-un gaz neutru de drift, care în mod uzual este fie azot, fie aer purificat, sub influența unei forțe de deplasare exercitată de câmpul electric continuu aplicat longitudinal (coliniar cu axa de simetrie a celulei cilindrice de măsură). Utilizând o sursă de ionizare, în aer are loc o secvență de procese chimice extrem de complexe și foarte rapide, care generează o serie de clusteri ionici numiți „ioni reactanți”; în modul pozitiv de operare și cu o chimie de ionizare clasică (care utilizează vaporii de apă prezenți în urme în gazul de drift), ionii reactanți vor fi de tipul $(\text{H}_2\text{O})_x\text{H}^+$ (ionii

predominanți), ionii $(\text{H}_2\text{O})_y\text{NH}_4^+$ și respectiv cei $(\text{H}_2\text{O})_z\text{NO}^+$, pe când ionii reactanți negativi majori sunt specii de tipul $(\text{H}_2\text{O})_n\text{O}_2^-$. Deoarece concentrația vaporilor de apă joacă un rol absolut determinant în chimia proceselor ion-moleculă la presiune atmosferică, concentrația acestora în interiorul celulei IMS trebuie controlată cu strictețe și păstrată la un nivel constant și redus. Pentru a obține performanțe analitice optime, este indicat ca un spectrometru IMS să fie operat cu aer uscat, ce conține doar câteva ppm_v de vapori de H₂O ca gaz de drift; în acest mod, gradul de clusterare cu apă a ionilor este limitat și păstrat constant în timp.

Avantajele IMS:

- ☺ Sensibilitate excelentă – uzual de ordinul ppb_v – fără pre-concentrare!
- ☺ Selectivitate relativ bună.
- ☺ Analiză în timp real (secunde!).
- ☺ Operare la presiune atmosferică.
- ☺ Capacitate de monitorizare continuă & automatizare.
- ☺ Instrumentația este foarte robustă, deoarece nu include componente optice sau mecanice delicate.
- ☺ Miniaturizarea instrumentației este foarte ușor de realizat.
- ☺ Tehnică analitică VERDE – nu se consumă reactivi chimici ⇒ nu rezultă deșeuri!

Dezavantaje asociate cu IMS:

- ☹ Domeniul dinamic liniar este unul destul de limitat (acesta se extinde pe doar 2 ordine de mărime, pentru sursele de ionizare radioactivă).
- ☹ Selectivitatea și rezoluția nu sunt întotdeauna foarte ridicate, însă ele se pot îmbunătăți.
- ☹ Modelele comprehensive de răspuns nu sunt foarte bine înțelese.
- ☹ Răspunsul IMS variază odată cu modificarea compoziției aerului analizat.

O imagine generală asupra tehnicilor analitice bazate pe mobilitatea ionilor (IMS):

Există în prezent 3 categorii de tehnici analitice bazate pe mobilitatea ionică în fază gazoasă:

- A. Spectrometria de mobilitate ionică „clasică”, de tip **time-of-flight** (acronim: **ToF-IMS** sau drift time **DT-IMS**). În acest caz, ionii sunt separați în timp, folosind un câmp electric *longitudinal*, continuu, constant & cu o intensitate relativ redusă. Răspunsul analitic obținut este unul practic similar cu o cromatogramă: dependența curentului ionic în funcție de timpul de drift (zbor) al ionilor.
- B. Spectrometria de mobilitate ionică cu aspirație (**Aspiration-type IMS**, cu acronimul: **a-IMS**). Aici ionii sunt deflecați cu ajutorul unui câmp electric continuu & constant, care este aplicat *transversal* pe direcția de deplasare / curgere a gazului / ionilor. Un set de 16 detectori (adesea denumiți „channels”) generează simultan un set de curenți ionici; răspunsul analitic este deci unul de tip „fingerprint”). Important de menționat că acest tip de instrumentație (a-IMS) este produs doar de compania finlandeză *Envionics Oy!*
- C. Spectrometria de mobilitate diferențială (**Differential mobility spectrometry**, cu acronimul **DMS / FAIMS**). În acest caz, ionii sunt separați folosind *o combinație* a (1) unui câmp electric continuu (d.c.) aplicat *transversal* pe direcția de deplasare a acestora, la care se adaugă (2) un câmp de radiofrecvență (RF field), care este baleiat periodic. Răspunsul analitic este, în acest caz, o dependență a curentului ionic de voltajul de compensare. Instrumentele de tip DMS sunt deci foarte asemănătoare cu cele de tip Q-MS (spectrometrele de masă cuadrupolare).

2.2. Aplicabilitatea IMS

În sumar, aplicațiile tehnicii IMS (care acoperă o paletă foarte largă!) pot fi clasificate în câteva categorii majore. Aceste categorii sunt clasificate luându-se în considerare cu precădere numărul de instrumente IMS produse și utilizate pentru respectiva categorie:

- A) **Aplicații de tip militar** – la detectarea în timp real atât a armelor chimice paralizante & vezicante (chemical warfare agents CWAs – nerve & blister), cât și a celor biologice (biological warfare agents BWAs).
- B) **Aplicații de securitate** – detectarea explozivilor și a drogurilor ilegale.
- C) **Aplicații industriale & ambientale** – detecția poluanților (organici & anorganici); detecția compușilor industriali toxici TICs; monitorizarea proceselor; QA/QC.
- D) **Alte aplicații:** bio-medicale, spațiale, calitatea alimentelor, etc.

Clasele de compuși chimici ce pot fi ionizate și apoi detectate folosind IMS sunt extrem de diverse; aceasta îi conferă, de altfel, IMS uimitoarea sa versatilitate analitică:

- ❖ Compuși anorganici: Cl_2 , Br_2 , I_2 ; HCN , NH_3 , H_2S , HCl , HF , HI , fosgen COCl_2 , $\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_4$, HNO_3 ; ClO_2
- ❖ Compuși organo-fosforici (OP): insecticide (Malathion, Parathion, Chlorpyrifos, Dichlorovos, etc.) și arme chimice paralizante (GA, GB, GD, VX, etc.).
- ❖ Explozivi: NG, TNT, EGDN, RDX, PETN, etc. + markerii volatili ai acestora.
- ❖ Iso-cianați
- ❖ Metalcarbonili: tetracarbonilul de nichel $\text{Ni}(\text{CO})_4$.
- ❖ Droguri ilegale (amfetamine, cocaină, morfină, heroină, LSD, etc.).
- ❖ Amine organice (alifatică și aromatică).
- ❖ Solvenți; solvenți clorurați.
- ❖ Freoni și CFCs.
- ❖ Compuși utilizați pentru anestezie (Halothan, Enfluran).
- ❖ Aldehyde; cetone; acizi organici & derivați ai acestora.
- ❖ Propelanți: hidrazina, monometil-hidrazina MMH.

- ❖ Medicamente.
- ❖ Compuși folosiți în special în industria semiconductorilor: NMP, arsina AsH_3 , fosfina PCl_3 .
- ❖ Aplicații „exotice” – spre exemplu: exobiologie; feromoni; medicină; prospețimea alimentelor, etc.

Exemplificăm cu o serie de compuși ce pot fi detectați prin IMS, utilizând instrumente comerciale (produse de compania americană *E.T.G. Inc.*), prezentând și concentrația minimă detectabilă:

- Compuși anorganici: HCN , HCl , HI , HF , COCl_2 , NH_3 , NO_2 – 100 ppb_v
- Halogeni: Cl_2 , Br_2 – 100 ppb_v
- Amine, alifatică și aromatică: 5 ppb_v
- Iso-cianați – 100 ppb_v; 5 ppb_v for TDI
- Alcoolii, furani, eteri, fenoli, aldehide, mercaptani – 100 ppb_v
- Cetone, esteri – 10 ppb_v
- Solvenți clorurați – 1000 ppb_v
- Gaze folosite în industria semiconductorilor (NF_3 , PCl_3) – 100 ppb_v.

Instrumentele IMS pot fi:

1. Monitoare staționare – utilizate pentru detecția, monitorizarea și măsurarea concentrației unui anumit compus chimic cunoscut. Aceste determinări sunt realizate în mod continuu / periodic, iar instrumentul IMS rămâne fixat într-un anumit loc. În acest mod, se va obține un profil al *concentrației în funcție de timp*.
2. Instrumente portabile (hand-held) – sunt folosite în special pentru detecția scurgerilor chimice, sau pentru identificarea zonelor contaminate cu substanțe toxice. Aceste instrumente sunt utile pentru obținerea de profiluri de *concentrație în funcție de loc*.

2.3. Locul IMS între celelalte tehnici analitice instrumentale

În opinia autorului, probabil cea mai bună abordare în înțelegerea, într-o manieră cuprinzătoare și sistemică, atât a caracteristicilor relevante ale IMS, cât și a aplicabilității sale, rezidă în compararea IMS cu alte tehnici analitice.

Astfel, IMS prezintă o serie de similarități relevante cu următoarele tehnici analitice instrumentale:

- A) **Spectrometria de masă MS** – cu (a) ToF MS (separarea ionilor în timp) + (b) CI-MS (ionizarea blândă, care are loc în 2 etape: ionii-produs sunt formați după ce inițial sunt generați ionii reactanți).
- B) **Cromatografia** – separarea ionilor + tipul de răspuns (care este practic o cromatogramă foarte rapidă). NOTĂ: Denumirea inițială a IMS (în anii 1970) era „*cromatografie de plasmă*”!
- C) **Electroforeza** – ionii sunt deplasați printr-un mediu cu ajutorul unui câmp electric; separarea ionilor se bazează pe raportul sarcină/dimensiune. NOTĂ: IMS a fost denumită în trecut și „*electroforeză în fază gazoasă*”.
- D) **Detecția pe bază de fotoionizare PID** – în care are loc o ionizare blândă, la presiune atmosferică, care generează perechi cation molecular + electron, urmată de măsurarea unui curent ionic total (de la toți compușii care pot suferi fotoionizarea de fotonii UV). NOTĂ: În PID nu are loc separarea ionilor.

3. Sinteza activității de cercetare & concluzii

Vasta majoritate a tezei de abilitare prezintă – în Capitolele 3, 4 și 5 – temele de cercetare abordate de autor în perioada 2000–2024, utilizând cu preponderență tehnicile analitice bazate pe mobilitatea ionică.

Astfel, în Capitolul 3 al tezei au fost investigați o serie de compuși industriali toxici (toxic industrial compounds, TICs), la nivel de urme (ppm_v) & ultra-urme (ppb_v):

- ❖ Clor Cl₂ [4], [6], [8]
- ❖ Fosgen COCl₂ [4], [7], [8]. [34]
- ❖ Brom Br₂
- ❖ Iod I₂ [67]
- ❖ Amoniac NH₃ [43]
- ❖ Hidrogen sulfurat H₂S
- ❖ Acid cianhidric HCN [29], [59]
- ❖ Sulfură de carbon CS₂ [27]

S-au mai investigat o serie de compuși-surogat (simulanți) ai armelor chimice paralizante și vezicante (Capitolul 3 al tezei):

- ❖ Dimetil-metil-fosfonat DMMP [71]
- ❖ Diisopropil-metilfosfonat DIMP [30], [70], [72]
- ❖ Salicilat de metil MSAL [38]

, un pesticid organo-fosforic:

- ❖ Clorpirifos [63], [64], [66]

, apoi o serie de precursori și solvenți utilizați des în sinteza drogurilor ilegale:

- ❖ Piridina Py [16]
- ❖ Anhidrida acetică [26], [58]
- ❖ Metil-etil-cetona MEK [57]

și nu în ultimul rând:

- ❖ Markerul volatil pentru explozivii plastici: DMNB (2,3-dimetil-2,3-dinitrobutan). [31], [68], [69], [73].

Capitolul 4 al tezei de abilitare descrie aplicațiile bio-medicale și toxicologice ale IMS și GC-MS abordate de autor. Acestea contribuie, în mod evident, la protejarea sănătății și a vieții umane:

- ❖ Detectarea & discriminarea diverselor specii de bacterii utilizând atât ToF IMS, a-IMS, dar și tandemul GC-MS: detecția o-nitrofenolului ca marker bacterian [44] + discriminarea bacteriilor utilizând tandemul GC-MS [5], [17], [55] + discriminarea bacteriilor folosind a-IMS [18], [25] + utilizarea markerilor bacterieni pentru diagnosticarea infecțiilor [19], [20], [21], [22], [23], [24], [61].
- ❖ Studiul compușilor din aerul expirat (*breath research*) a fost de asemenea realizat [11], [28], [48], [50], [51], [52].
- ❖ Găsirea persoanelor supraviețuitoare prinse sub dărâmăturile clădirilor (*USaR – Urban Search and Rescue*) a constituit o altă temă importantă [14], [53], [54].
- ❖ Detecția unor alcooli (metanolul în prezența etanolului) din probele de salivă este o aplicație legată de toxicologie [12], [47], [49].

În fine, Capitolul 5 al tezei de abilitare descrie progresele în ce privește instrumentația IMS la care autorul tezei a contribuit:

- ❖ Introducerea controlată & reversibilă a dopanților lichizi în celula de măsură a IMS și DMS utilizând injectoare piezoelectrice – a făcut atât obiectul unor brevete de invenție [1], [2], cât și al unor articole publicate [13], [15].
- ❖ Construirea unor modele experimentale de instrumente tandem – de tip GC-IMS [45], [46], dar și IMS-MS [10].
- ❖ Realizarea unui inventar al standardelor chimice pentru mobilitatea ionică redusă din IMS [9].

Capitolul 6 al tezei de abilitare sumarizează temele de cercetare abordate de autor din anul 2000 până în prezent; acestea au fost discutate pe larg în Capitolele 3, 4, respectiv 5. De menționat și diseminarea de informații despre tehnica IMS, realizată de-a lungul vremii atât în cărți, cât și în publicații și comunicări științifice – [3], [4], [5] + [32], [33], [35], [36], [37], [39], [40], [41], [42].

Principalele domenii acoperite de aceste investigații realizate de autor sunt (a se vedea Tabelul 6.1 din teza de abilitare):

- Detecția & monitorizarea compușilor industriali toxici TICs & igiena industrială (acronim: **TICs**)
- Protecția infrastructurii critice (acronim: **CIP**)
- Protecția **CBRN** (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear) (acronim: **CBRN**) – cu accent pe atacurile chimice și cele biologice & terorism
- Detecția explozivilor – în mod indirect, prin detectarea markerilor ICAO volatili (acronim: **EXPLO**)
- Detecția drogurilor ilegale – în mod indirect, prin detectarea precursorilor & solvenților acestora (acronim: **DRUGS**)
- Progresele în instrumentația IMS (acronim: **INSTR**)
- Protecția environmentală (acronim: **ENVIR**)
- Markerii bacterieni (acronim: **BACT**)
- Aplicații bio-medicale & toxicologice (acronim: **BIO-MED**)

3.1. Sumarul activității de cercetare desfășurată de autor

Această activitate de cercetare se poate descrie succint astfel:


- ❖ Majoritatea activității de cercetare a fost direcționată spre un set de teme & activități care se circumscriu scopului primar enunțat chiar de titlul prezentei Teze de Abilitare: *utilizarea de tehnici analitice avansate și performante pentru a proteja sănptatea și viața oamenilor.*
- ❖ **Începând cu anul 2000, rezultatele tehnico-științifice sunt:** 3 cărți (toate sunt publicate în limba română) + 2 brevete de invenție internaționale + 36 articole publicate în fluxul principal (din care 34 au apărut în reviste cotate Thomson ISI) + 15 articole publicate în reviste din România & volume de conferință + 32 comunicări orale, lecturi & postere (din care 16 prezentate la manifestări din străinătate).
- ❖ În ceea ce privește articolele publicate în revistele cotate ISI, trebuie menționat că: **Din cele 34 articole apărute în reviste cotate ISI, circa două treimi au fost publicate în reviste aparținând quartilelor Q1 și Q2: 11 articole în reviste din Q1 + 9 articole în reviste din Q2.**
- ❖ Autorul tezei de abilitare a fost **autor principal** (primul autor și/sau autorul corespondent) **pentru 14 din cele 34 articole** apărute în revistele cotate ISI.

Abilitățile de management de proiect: gândirea independentă și calitățile de conducere:




Autorul a fost investigatorul principal și de asemenea a fost coordonatorul de proiect pentru partenerul UBB (pentru ambele consorții) în 2 proiecte de cercetare naționale:

- A. Proiectul „*Monitorizarea ultra-sensibilă a poluanților utilizând sisteme tandem cu detectori neconvenționali*” (cod: CEEEX No. 614/03.10.2005), într-un consorțiu condus de INCD-TIM (Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare) din Cluj-Napoca. Perioada: 2005-2007. Agenția finanțatoare: Agenția Națională de Cercetare Științifică din România. REZULTATE: Proiectarea și construirea unui sistem IMS, care s-a utilizat ca detector GC. Suma (pentru partenerul UBB): ca. 62.000 EUR.
- B. Proiectul „*Detectarea și identificarea compușilor periculoși folosind Spectrometria de Mobilitate Ionică cuplată cu Spectrometria de Masă*” (cod: PN2 No. 81-023/2007), într-un consorțiu condus de INCD-TIM (Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare) din Cluj-Napoca. Perioada: 2007-2010. Agenția finanțatoare: Agenția Națională de Cercetare Științifică din România. REZULTATE: Proiectarea și construirea unui instrument tandem – IMS interfațat cu un Q-MS. Suma (pentru partenerul UBB): ca. 31.000 EUR.

Cele mai importante realizări tehnice și științifice ale autorului:

1. Realizarea de investigații originale asupra influenței nivelului de vapori de apă din gazul de drift asupra ionilor-produs generați de 2 compuși industriali toxici importanți TICs (și primele arme chimice folosite în primul război mondial!) – clorul și fosgenul. Acest studiu s-a realizat în 1999, folosind atât IMS, cât și sistemul tandem complex de tip IMS-MS. A fost stabilită, pentru prima oară, identitatea ionilor reactanți și a ionilor-produs, în modul negativ de operare – la UMIST Manchester (U.K.).  : Teza de Doctorat a autorului + 1 carte + 2 articole în *Analyst* (2001 & 2002) + 1 articol în *Studia UBB Chemia* (2002).

2. Participarea, în calitate de cercetător post-doctoral, la un proiect de cercetare finanțat de guvernul britanic (prin Technology Strategy Board – TSB) privind detectarea contrabandei. Mai specific, proiectul viza marcarea chimică a acelor produse susceptibile a deveni obiectul evaziunii fiscale (spre exemplu, combustibili fosili). S-au obținut o serie de rezultate inovative; trebuie menționată aici o interfață (brevetată!) pentru controlarea concentrațiilor de compuși dopanți în interiorul celulei de măsură a unui instrument IMS sau DMS, folosindu-se un actuator piezoelectric – la Loughborough University (U.K.). 📖 : 1 articol în *Analyst* (2012) + 1 articol în *International Journal for IMS* (2010) + 2 patente (WO/2011/144897 și GB 2480803 A, ambele acordate în anul 2011).
3. Investigații legate de toxicologie – detecția urmelor de metanol și etanol în probe de salivă, cu aplicații potențiale în screeningul preliminar & non-invaziv al pacienților intoxicați cu metanol, folosind tandemul GC/DMS – la Loughborough University (U.K.). 📖 : 1 articol în *International Journal for IMS* (2010).
4. Participarea la un proiect de cercetare care studia profilul chimic produs de persoanele care au supraviețuit sub dărâmurile unor clădiri prăbușite, ca specialist cu expertiză în sisteme IMS, prepararea de atmosfere-standard pentru calibrarea instrumentației, respectiv prepararea de atmosfere cu umiditate controlată – EU FP7 Project „*Second Generation Locator for Urban Search and Rescue Operations*” (SGL for USaR; Project No. 217967) – la Loughborough University (U.K.). 📖 : 1 articol în *Journal of Breath Research* (2011).
5. Cercetări originale privind diferențierea rapidă *in vitro* a microorganismelor (bacteriilor) pe baza diferențelor existente în profilurile lor chimice, folosind a-IMS și GC-MS pentru a investiga probele de aer headspace de deasupra culturilor bacteriene – la Loughborough University. 📖 : 1 articol în *Current Analytical Chemistry* (2014) + 1 carte (în limba română) + 1 articol în *Bioanalysis* (2017) + 1 articol în *Analytica Chimica Acta* (2017) + 1 articol în *Talanta* (2020).
6. Investigații în ceea ce privește aerul expirat (*breath research*), prin interogarea profilului chimic al aerului expirat de subiecți umani, folosind tandemurile TD-IM-MS și GC-MS – la Loughborough University (U.K.). 📖 : 1 articol în *Analytical Chemistry* (2010).

7. Participarea la cercetări legate de investigarea aerului expirat (breath research) & alte aplicații cu potențial bio-medical (spre exemplu, studii legate de bacterii; studii despre investigarea profilului chimic al țesuturilor umane infectate & neinfectate & ale exudatelor) utilizând tehnici analitice de detecție bazate pe spectrometria de masă (ca TD-GC-MS și MALDI ToF-MS) – la Universitatea din Toruń (Polonia).  : 1 articol în *Analytical Biochemistry* (2019) + 1 articol în *Journal of Breath Research* (2017) + 1 articol în *Journal of Breath Research* (2019) + 1 articol în *Studia UBB Chemia* (2019) + 1 articol în *Journal of Clinical Medicine* (2021) + 1 articol în *Critical Reviews in Analytical Chemistry* (2019).
8. Investigații privind precursorii unor droguri ilegale, cu potențială aplicabilitate la detectarea urmelor acestor compuși (de exemplu, piridina sau anhidrida acetică), folosind ToF IMS și PID; prin screeningul rapid al aerului contaminat cu acești compuși se pot găsi indirect drogurile sau laboratoarele clandestine unde acestea sunt sintetizate – la Universitatea Babes-Bolyai.  : 1 articol în *Environmental Engineering & Management Journal* (2013) + 1 articol in *Molecules* (2020).
9. Detecția și cuantificarea unor compuși industriali toxici TICs, cum sunt: acidul cianhidric HCN și sulfura de carbon CS₂ (articole publicate) + hidrogenul sulfurat H₂S, vaporii de brom Br₂, vaporii de iod I₂ (conferințe & date nepublicate) – la Universitatea Babes-Bolyai.  : 1 articol în *Sensors* (2021) + 1 articol în *Toxics* (2020).
10. Implicarea în procesele de dezvoltare & testare a unor celule și instrumente ToF IMS miniaturizate – la compania G.A.S. mbH Dortmund, Germania (2002-2003). Autorul a proiectat și implementat cu succes un sistem de calibrare prin prepararea de atmosfere-etalon (sistem bazat pe utilizarea de surse de permeație cu rate de permeație foarte reduse și pe diluție dinamică); acest sistem dinamic de calibrare era capabil să genereze atmosfere-etalon cu concentrații de analit-țintă (sau amestecuri de mai mulți analiți) extrem de reduse & constante în timp, de ordinul câtorva părți pe miliard ppb_v. Acest sistem a fost utilizat cu succes la testarea și calibrarea unui număr mare de instrumente ToF IMS, dar și a instrumentelor-tandem de tip MCC GC-IMS (MCC – coloană multi-capilară).
11. Participarea la construirea unui detector de tip IMS, care a fost interfațat cu un gazcromatograf GC, prin implicarea în proiectul de cercetare național numit

„Monitorizarea ultra-sensibilă a poluanților utilizând sisteme tandem cu detectori neconvenționali” (cod: CEEEX No. 614/03.10.2005; perioada 2005-2007) – la Universitatea Babeș-Bolyai.

12. Participarea la construirea unei interfețe dintre un sistem IMS și un spectrometru de masă de tip quadrupol Q-MS, prin implicarea în proiectul de cercetare (*„Detectarea și identificarea compușilor periculoși folosind Spectrometria de Mobilitate Ionică cuplată cu Spectrometria de Masă” (cod: PN2 No. 81-023/2007; period 2007-2010) – la Universitatea Babeș-Bolyai. 📖 : 1 articol în Journal of Physics – Conference Series (2009).*

13. Detecția și cuantificarea unor compuși-surogat ai armelor chimice paralizante CWAs (DMMP și DIMP) + a celui mai important marker volatil ICAO pentru explozivii plastici (DMNB) – la Universitatea Babeș-Bolyai. 📖 : 2 articole trimise spre publicare (2024).

NOTĂ: Nu au fost menționate aici și comunicările științifice sau posterele; acestea sunt însă indicate în teza de abilitare.

3.2. Direcții de cercetare potențiale de abordat în viitor

În ceea ce privește cercetarea viitoare, autorul dorește să:

- A)** Continue să exploreze detecția compușilor industriali toxici TICs.
- B)** Continue să investigheze detecția și cuantificarea compușilor-surogat ai agenților chimici de luptă (CWAs), și chiar a agenților CWA reali.
- C)** Studieze variația temporală a profilurilor de concentrație a vaporilor generați de analiți-țintă lichizi (spre exemplu, de compușii-surogat ai CWAs).
- D)** Inițieze investigarea persistenței în mediul înconjurător a diverșilor compuși de interes (compuși-surogat ai CWAs, markeri ai explozivilor).

Aceste teme viitoare de cercetare vor completa în mod cert abordările deja realizate.

4. O sinteză a activității didactice & Proiecția dezvoltării profesionale.

4.1. Sinteza activității didactice

Este absolut necesar să se reamintească și să se accentueze aici faptul că principalele interese de cercetare ale autorului (cu experiența aferentă) au fost corelate cu succes cu activitatea sa de predare la Universitatea Babeș-Bolyai.

Principalele argumente care vin să susțină această afirmație sunt:

- **Cursurile predate** – atât la nivel de licență, cât și de master: acestea acoperă în special domeniul chimiei analitice, precum și domenii conexe acesteia. Astfel, autorul a predat și predă în continuare următoarele cursuri (sunt enumerate aici cele mai relevante): *Analiză instrumentală în protecția mediului*; *Senzori în controlul mediului*; *Ecotoxicologie* (la nivel de licență). Cele mai importante cursuri predate la nivel de master sunt: *Tehnici moderne în analiza de urme și ultraurme a compușilor chimici* – din 2012 (după știința autorului, acesta este unicul curs din învățământul superior românesc care discută despre teoria, instrumentația și aplicațiile IMS!) și *Protecția populației împotriva agenților chimici foarte toxici* – din 2016; ambele cursuri au fost inițiate și introduse în curriculumul programelor de master coordonate de autorul prezentei teze de abilitare.
- **Dezvoltarea de suporturi curriculare, ca materiale didactice auxiliare:** Pentru a oferi studenților sprijin – atât în activitatea lor de învățare, cât și în cercetare – la toate cursurile menționate autorul a pregătit resursele didactice aferente: 3 cărți ce tratează despre IMS și aplicațiile acesteia + note de curs și seminar + prezentări PowerPoint + seturi de lucrări practice de laborator + alte materiale didactice (fișiere multi-media, filme).

- **Activitatea de coordonator a lucrărilor de licență și a disertațiilor (examenele de finalizare a studiilor universitare):** În paralel cu activitatea de predare a diverselor discipline, autorul a coordonat activitatea legată de lucrările de licență & disertație pentru un număr relativ mare de studenți – circa 60 absolvenți. În acest sens, autorul a efectuat următoarele: (a) a orientat studenții în formularea operațională a temelor lucrărilor științifice; (b) a realizat activități comune cu studenții – de cercetare bibliografică și în special de cercetare practic-aplicativă; (c) a oferit consultanță în procesul de scriere științifică; (d) a sprijinit elaborarea materialelor de prezentare a lucrărilor; (e) a oferit suport psiho-emoțional.

- **Capacitatea de a îndruma studenții pentru a deveni tineri cercetători:** Autorul este mândru că a îndrumat & pregătit circa 25 studenți în domeniul tehnologiilor analitice pentru detecția urmelor de substanțe, cum sunt PID și mai ales IMS. Rezultatele s-au materializat în: (A) lucrări de licență (la nivel licență); (B) disertații (la nivel master), dar și (C) în 3 burse studențești pentru performanță științifică (finanțate de Universitatea Babeș-Bolyai), care s-au finalizat prin publicarea de articole în reviste cotate ISI.

- **Mentorarea unor studenți doctoranzi:** Autorul a participat în mod activ la: (A) îndrumarea unui student doctorand britanic, ca mentor (Dr. Victor H. Moll – la Loughborough University, U.K.); (B) la îndrumarea unui student doctorand din România, ca un co-supervisor (Dr. Rațiu Ileana-Andreea, în România & U.K.), respectiv (C) la îndrumarea unei serii de studenți doctoranzi din România, ca membru în comisiile de îndrumare aferente. În procesul de mentorare, a existat inclusiv preocuparea de a sprijini studenții doctoranzi – în principal din punctul de vedere al dezvoltării lor profesional-științifice, dar și din punct de vedere personal și social.

Cele mai remarcabile realizări didactice / de predare ale autorului:

- ❖ Pe durata activității didactice/ de predare desfășurată la Universitatea Babeș-Bolyai, autorul a propus o serie de discipline noi, care au – extrem de probabil – caracter de unicat în învățământul superior românesc. Astfel, la nivel de master s-au introdus în planurile de învățământ cursurile „*Deteția poluanților chimici folosind tehnici analitice avansate*”, „*Tehnici moderne în deteția urmelor și ultra-urmelor de compuși chimici*”, respectiv „*Proteția populației împotriva agenților chimici supertoxici*”.
- ❖ Autorul a propus la Universitatea Babeș-Bolyai, ca și componentă a subsistemului formării continue a cadrelor didactice universitare, cursul deschis cu titlul: *Chimia analitică în slujba vieții. Protejarea populației împotriva agenților chimici supertoxici folosind tehnici avansate de deteție* (2018).
- ❖ Autorul a coordonat, din 2013 până în 2024, programul de master intitulat *Calitatea Mediului și Surse Energetice (M-CMSE)* (la Facultatea de Știința și Ingineria Mediului, Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca).
- ❖ Din anul 2024, autorul coordonează (împreună cu un alt coleg din aceeași facultate, conf. dr. ing. Zoltán Török) un alt program de master, intitulat *Calitatea, Sănătatea și Securitatea Mediului (M-CSSM)*. Se remarcă, chiar din titlul acestui program masteral, atât puternicul caracter inter-disciplinar, cât și relevanța solidă la nivel societal.

4.2. Proiecția dezvoltării profesionale

4.2.1. Perspectivele activității didactice

Pentru evoluția în cariera didactică, autorul are în vedere următoarele obiective, în corelație cu aspectele calitative privind activitatea proprie de cercetare de până acum:

- Implicarea continuă în rafinarea și modernizarea ofertei curriculare și educaționale proprii & a modului de predare a disciplinelor – cu accent deosebit pe metodele de predare interactivă și pe construirea de situații de învățare activ-participativă, euristică și prin cercetare.
- Implicarea continuă în rafinarea și modernizarea strategiilor de evaluare interactivă a achizițiilor studenților și a competențelor acestora de aplicare în practică a achizițiilor dobândite. În acest sens, este de menționat forma de realizare a evaluării studenților, practică, cu succes, de câțiva ani de autorul tezei – respectiv rezolvarea itemilor pedagogici având acces la toate suporturile curriculare necesare (notele de curs, prezentările PPT, cărți etc.), dar fără acces la Internet. Autorul consideră că astfel de contexte evaluative reproduc în modul cel mai realist situațiile profesionale și de viață cu care se vor confrunta, în viitor, studenții, astfel încât ele îi vor ajuta semnificativ în procesul formării lor profesionale.
- Actualizarea materialelor didactice existente și elaborarea de materiale didactice noi, moderne, cu respectarea paradigmatelor educaționale actuale și, în același timp, atractive pentru studenți și ancorate de realitate.
- Dezvoltarea și perfecționarea portofoliului profesional personal, legat de strategiile și tehnicile didactice specifice prelegerilor interactive și ale prelegerilor-dezbateri la nivel universitar. Toate aceste prelegeri vor fi astfel concepute, încât să inducă atât o participare motivată și responsabilă a studenților, cât și o implicare conștientă, activă, interactivă și proactivă a acestora.
- Optimizarea relației educaționale cu studenții, prin aplicarea de strategii specifice comunicării educaționale & didactice eficiente și medierii instruirii la nivel

universitar. În acest sens, se vor realiza demersuri relaționale pe dimensiune cognitivă, metacognitivă și non-cognitivă – afectivă, psihomotrică, socială.

- Motivarea studenților pentru studiu prin creșterea nivelului abilităților și competențelor acestora (generale, specifice și transversale) – se realizează prin implicarea activă a studenților în activitatea didactică și de cercetare și prin cooptarea lor în cercurile științifice studentești sau în diverse activități antreprenoriale, în servicii către comunitate (de exemplu, voluntariat în beneficiul comunității), pe teme legate de mediul înconjurător sau pe teme corelative asociate.
- Încurajarea și motivarea studenților masteranzi, dar și a celor de la nivel licență, pentru implicare în activități de cercetare teoretică și de cercetare aplicativă, realizate îndeosebi în echipe de cercetare, împreună cu alți colegi și cu cadre didactice universitare.
- Atragerea studenților către participarea la diverse evenimente științifice, în special prin prezentarea și propunerea de teme de studiu și cercetare cu caracter integrat, inter- și transdisciplinar și prin utilizarea de abordări cross-curriculare.
- Creșterea numărului de publicații realizate de studenți la manifestări științifice naționale și internaționale; acestea vor avea ca rezultat, pe de o parte, crearea oportunității ca ei să obțină burse de mobilitate în străinătate, iar pe de altă parte, posibilitatea finalizării studiilor prin elaborarea unor lucrări de licență de o calitate superioară și cu validitate științifică recunoscută prin expertiza specialiștilor din domeniu.
- Inițierea și dezvoltarea de parteneriate inter-instituționale și colaborarea cu colegii cu expertiză și interese similare de la alte universități de profil din Țară și din străinătate.
- Participarea, în calitate de lector, la diferite manifestări științifice și cursuri de formare profesională sau post-universitare.
- Participarea, în calitate de cadru didactic invitat/asociat, la stagii de predare & de cercetare organizate de universități din străinătate.

4.2.2. Perspectivele activității de cercetare

În vederea dezvoltării și aprofundării domeniilor de interes științific, autorul va avea în vedere următorul set de obiective:

- Specializarea continuă – prin aprofundarea și extinderea cunoștințelor & competențelor personale, focalizate în mod deosebit pe activitatea de cercetare în domeniile de interes deja abordate sau a celor congruente/complementare.
- Colaborarea, în cadrul unor echipe de cercetare fundamentală și practic-aplicativă interdisciplinară, în cadrul universității dar și în contextul unor parteneriate inter-instituționale, la nivel național și internațional.
- Continuarea colaborării profesionale cu companiile producătoare de instrumentație analitică destinată detecției de urme prin IMS.
- Diseminarea eficientă a rezultatelor cercetărilor personale, dar și ale colaboratorilor, prin publicarea de articole – în special în reviste cotate Thomson ISI. Elaborarea unor articole cu valoare științifică ridicată, care să conducă inclusiv la citarea acestora în publicațiile științifice din fluxul internațional principal (ISI; Scopus).
- Creșterea numărului de lucrări prezentate la congrese naționale și internaționale.
- Elaborarea de cărți de specialitate, la edituri recunoscute CNCSIS sau internaționale.
- Depunerea de proiecte & granturi de cercetare spre evaluare în competiții naționale și internaționale.
- Implicarea în cadrul colectivelor redacționale ale unor reviste de specialitate.

Activitatea de cercetare pe care autorul își dorește să o desfășoare în calitate de *Conferențiar universitar abilitat* va fi ghidată de două scopuri strategice:

- (1) Contribuția la asigurarea vizibilității instituționale și a competitivității departamentului în care activez, la nivel național și internațional, din punct de vedere al cercetării științifice, al cercetării în scopul dezvoltării și chiar în scopul inovării.
- (2) Pregătirea de propuneri de proiecte de cercetare finanțate din fonduri naționale sau externe.

Pentru atingerea acestor scopuri strategice generale, autorul propune o serie de obiective și indicatori de performanță asociați acestora:

<i>Obiective ale activității de cercetare științifică (O)</i>	<i>Indicatori de performanță (IP)</i>
O 1: Realizarea de studii și cercetări științifice în echipe de cercetare formate cu ceilalți membri ai departamentului și/sau studenți masteranzi & doctoranzi.	IP 1: Numărul studiilor realizate și publicate și relevanța acestora. Relevanța este exprimată de cota științifică a revistei.
O 2: Publicarea a 2 articole ISI pe an.	IP 2: Numărul articolelor indexate ISI care au fost publicate.
O 3: Identificarea de surse de finanțare pentru granturi și propunerea de proiecte de cercetare.	IP 3: Numărul proiectelor de cercetare finanțate și valoarea acestei finanțări.
O 4: Îndrumarea a 1 student doctorand pe an.	IP 4: Numărul de doctoranzi care și-au susținut, cu succes, teza de doctorat.

Temele de cercetare ce vor fi abordate sunt direct & strâns relaționate cu expertiza dobândită până în prezent – spre exemplu (dar nu limitate la):

- ❖ Detectia și cuantificarea unor compuși chimici periculoși și toxici din aerul ambiant sau din aerul de interior, utilizând tehnici bazate pe ionizare.
- ❖ Detectarea indirectă a drogurilor ilegale, prin monitorizarea precursorilor sau substanțelor asociate cu procesul de obținere a acestor compuși controlați.
- ❖ Detectarea indirectă a explozivilor, prin monitorizarea compușilor volatili utilizați ca markeri ICAO.
- ❖ Detectarea și cuantificarea agenților chimici super-toxici (CWAs) folosind diverse tehnici de detecție a urmelor de compuși.
- ❖ Dezvoltarea de sisteme și metodologii de detecție și localizare a profilurilor chimice caracteristice ființelor umane, în vederea prevenirii traficului ilegal de persoane.

4.2.3. Operaționalizarea tuturor obiectivelor propuse anterior

Operaționalizarea obiectivelor enumerate mai sus depinde în mod crucial și este susținută de următoarele argumente:

- Experiența didactică anterioară + expertiza științifică anterioară, materializate prin teza de doctorat, publicații și comunicări internaționale și naționale, cărți de specialitate, proiecte de cercetare și, nu în ultimul rând, prin activitățile educaționale susținute în ultimii ani cu categorii diverse de educabili (studenți de la nivel licență, masteranzi, doctoranzi).
- Infrastructura de cercetare existentă atât în Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca, cât și în instituțiile cu care există relații de colaborare.
- Necesitatea stringentă a unei atitudini suportive și a suportului financiar din partea conducerii universității și a guvernului român.

În concluzie, dezvoltarea carierei didactice și a celei științifice a autorului va avea ca scopuri finale:

- Crearea unui grup de excelență în cercetare, centrat pe detecția urmelor de compuși chimici.
- Promovarea ulterioară pe gradul didactic superior – cel de Profesor Universitar.

5. Referințe bibliografice – selectate din lista de lucrări a autorului

I. Patente [titluri de proprietate intelectuală]:

1. Patent WO/2011/144897 A1 (International Application No.: PCT/GB2011/000756). **“Interface device for connecting injector and ion mobility spectrometer”**. Authors: Moll, Victor Hugo; Bocos-Bintintan, Victor; Thomas, Charles Lawrence Paul. Applicant: John Hogg Technical Solutions Ltd., Manchester, UK. [Publication date: 24 November 2011].
2. Patent GB 2480803 A. **“Interface device for control of dopant levels in ion mass spectrometry”**. Authors: Moll, Victor Hugo; Bocos-Bintintan, Victor; Thomas, Charles Lawrence Paul. Applicant: John Hogg Technical Solutions Ltd., Manchester, UK. [Publication date: 07 December 2011].

II. Cărți (toate sunt publicate în limba română):

3. Victor Bocoș-Bințișan, **“Spectrometria de mobilitate ionică” [“Ion mobility spectrometry”]**, 1998, Cluj University Press, Cluj-Napoca, Romania, ISBN 973-9354-77-7, 290 pp.
4. Victor Bocoș-Bințișan, **“Tehnici moderne în analiza de ultraurme, cu impact în igiena industrială, protecția mediului și aplicații de securitate. Investigații privind clorul și fosgenul prin spectrometrie de mobilitate ionică” [“Modern techniques in ultra-trace analysis, with impact in industrial hygiene, environmental protection and security applications. Investigations on chlorine and phosgene by ion mobility spectrometry”]**, 2004, Cluj University Press, Cluj-Napoca, Romania, ISBN 973-610-243-2, 250 pp.
5. Ileana-Andreea Rațiu, Victor Bocoș-Bințișan, Adrian Pătruț, **“Detecția markerilor bacterieni prin spectrometrie de mobilitate ionică – o nouă metodă de diagnosticare a infecțiilor bacteriene” [“Detection of bacterial markers using ion mobility spectrometry – a new method for diagnosing bacterial infections”]**, 2017, Casa Cărții de Știință (House of Scientific Books), Cluj-Napoca, Romania, ISBN 978-606-17-1151-2, 248 pp.

III. Papers published in journals indexed in Thomson ISI & international databases (selection):

6. Victor Bocos-Bintintan; Alan H. Brittain; C.L. Paul Thomas, **“The response of a membrane inlet ion mobility spectrometer to chlorine and the effect of water contamination of the drying media on ion mobility spectrometric responses to chlorine”**, Analyst (London), 2001,

- 126(9), 1539-1544. [DOI: <https://doi.org/10.1039/b100524n>. Accession Number: WOS: 000171129400010]. Impact Factor in 2001: 2.003.
7. Victor Bocos-Bintintan; Alan H. Brittain; C.L. Paul Thomas, "**Characterisation of the phosgene response of a membrane inlet ^{63}Ni ion mobility spectrometer**", Analyst (London), 2002, 127(9), 1211-1217. [DOI: <https://doi.org/10.1039/b204298c>. Accession Number: WOS: 000177918300014]. Impact Factor in 2002: 2.292.
 8. Iovanca Haiduc; Victor Bocos-Bintintan, "**Modern techniques in harmful pollutants detection**", Revista de Chimie (Bucharest), 2006, 57(9), pp. 973-977. [Accession Number: WOS: 000242185000016]. Impact Factor in 2006: 0.367.
 9. Gushinder Kaur-Atwal; Gavin O'Connor; Alexander A. Aksenov; Victor Bocos-Bintintan; C.L. Paul Thomas; Colin S. Creaser, "**Chemical standards for ion mobility spectrometry: a review**", International Journal for Ion Mobility Spectrometry, 2009, 12(1), 1-14. [DOI: <https://doi.org/10.1007/s12127-009-0021-1>].
 10. C. Cuna; M. Leuca; N. Lupsa; V. Mirel; V. Bocos-Bintintan; Stela Cuna; V. Cosma; Florina Tusa, "**Ion mobility analyzer – quadrupole mass spectrometer system design**", Journal of Physics: Conference Series (JPCS), Processes in Isotopes and Molecules (Institute of Physics Publishing, UK), Series 182, 012022, 5 pp., 2009. [DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/182/1/012022>].
 11. James C. Reynolds, Gavin J. Blackburn, Cristina Guallar-Hoyas, Victor H. Moll, Victor Bocos-Bintintan, Gushinder Kaur-Atwal, Mark D. Howdle, Emma L. Harry, Lauren J. Brown, Colin S. Creaser and C.L. Paul Thomas, "**Detection of Volatile Organic Compounds in Breath Using Thermal Desorption Electrospray Ionization-Ion Mobility-Mass Spectrometry**", Analytical Chemistry, 2010, Vol. 82, No. 5, pp. 2139-2144. [DOI: <https://doi.org/10.1021/ac9027593>. Accession Number: WOS: 000274841300081]. Impact Factor in 2010: 5.874.
 12. Victor Bocos-Bintintan; Victor H. Moll; Robert J. Flanagan and C.L. Paul Thomas, "**Rapid determination of alcohols in human saliva by gas chromatography differential mobility spectrometry following selective membrane extraction**", International Journal for Ion Mobility Spectrometry, 2010, 13(2), 55-63. [DOI: <https://doi.org/10.1007/s12127-010-0040-y>].
 13. Victor H. Moll; Victor Bocoş-Binţinţan; John Chappell; David Hutt; Ileana-Andreea Raţiu and C.L. Paul Thomas, "**Optimisation of piezoelectric injection of dopants and drift gas modifiers in transverse ion mobility spectrometry**", International Journal for Ion Mobility Spectrometry, 2010, 13(4), 149-155. [DOI: <https://doi.org/10.1007/s12127-010-0053-6>].
 14. Ran Huo; Agapios Agapiou; Victor Bocos-Bintintan; Lauren J. Brown; Corrinne Burns; Colin S. Creaser; Neil A. Devenport; B. Gao-Lao; Cristina Guallar-Hoyas; L. Hildebrand; A. Malkar; Helen J. Martin; Victor H. Moll; P. Patel; Andreea Raţiu; James C. Reynolds; Stefanie Sielemann; R. Slodzynski; Miltiades Statheropoulos; Matthew A. Turner; Wolfgang Vautz; Vicki E. Wright, and C. L. Paul Thomas, "**The Trapped Human Experiment**", Journal of Breath Research, 2011, Vol. 5, No. 4, pp. 1-12. [DOI: <https://doi.org/10.1088/1752-7155/5/4/046006>. Accession Number: WOS: 000298182800006]. Impact Factor in 2011: 2.541.

15. Victor Moll; Victor Bocoş-BinţiŃan; Ileana-Andreea RaŃiu; Dorota Ruszkiewicz; C.L. Paul Thomas, **“Control of dopants/modifiers in differential mobility spectrometry using a piezoelectric injector”**, Analyst (London), 2012, Vol. 137, No. 6, pp. 1458-1465. [DOI: <https://doi.org/10.1039/c2an16109e>. Accession Number: WOS: 000300510900025]. Impact Factor in 2012: 4.230.
16. George-Bogdan Ghira; Ileana-Andreea RaŃiu; Victor Bocoş-BinţiŃan, **“Fast Characterization of Pyridine Using Ion Mobility Spectrometry and Photoionization Detection”**, Environmental Engineering & Management Journal, 2013, Vol. 12, No. 2, pp. 251-256. [Accession Number: WOS: 000317854400008]. Impact Factor in 2013: 1.258.
17. Ileana-Andreea RaŃiu; Victor Bocoş-BinţiŃan; Matthew Turner; Victor-Hugo Moll; Charles Lawrence Paul Thomas, **“Discrimination of Chemical Profiles of Some Bacterial Species by Analyzing Culture Headspace Air Samples Using TD-GC/MS”**, Current Analytical Chemistry, 2014, Vol. 10, No. 4, Pp. 488-497. [DOI: <https://doi.org/10.2174/157341101004140701105219>. Accession Number: WOS: 000338710900006]. Impact factor in 2014: 1.132.
18. Ileana Andreea Ratiu[#]; Victor Bocos-Bintintan[#]; Adrian Patrut; Victor Hugo Moll; Matthew Turner; C.L. Paul Thomas, **“Discrimination of bacteria by rapid sensing their metabolic volatiles, using an aspiration-type ion mobility spectrometer (a-IMS) and gas chromatography-mass spectrometry GC-MS”**, Analytica Chimica Acta, 2017, 982, 209-217. [DOI <https://doi.org/dx.doi.org/10.106/j.aca.2017.06.031>. Accession Number WOS: 000405824300024]. Impact factor in 2018 IF = 5.256. [#] = equally-contributing first authors.
19. Ileana-Andreea Ratiu; Tomasz Ligor; Victor Bocos-Bintintan; Bogusław Buszewski, **“Mass spectrometric techniques for the analysis of volatile organic compounds emitted from bacteria”**, Bioanalysis, 2017, 9(14), 1069-1092. [DOI <https://doi.org/10.4155/bio-2017-0051>. Accession Number WOS: 000406538100006]. Impact factor in 2017: 2.321.
20. Ileana-Andreea Ratiu; Tomasz Ligor; Victor Bocos-Bintintan; Hossam Al-Suod; Tomasz Kowalkowski; Katarzyna Rafińska; Bogusław Buszewski, **“The effect of growth medium on an Escherichia coli pathway mirrored into GC/MS profiles”**, Journal of Breath Research, 2017, 11, 036012, 12 pp. [DOI <https://doi.org/10.1088/1752-7163/aa7ba2> . Accession Number WOS: 000410192600001]. Impact factor in 2017: 3.489.
21. Ileana-Andreea Ratiu; Tomasz Ligor; Victor Bocos-Bintintan; Jacek Szeliga; Katarzyna Machała; Marek Jackowski; Bogusław Buszewski, **“GC/MS Application in Determination of Volatile Profiles Emitted by Infected and Uninfected Human Tissue”**, Journal of Breath Research, 2019, 13(2), article no. 026003. [DOI: <https://doi.org/10.1088/1752-7163/aaf708>. Accession Number: WOS: 000460174200003]. Impact factor in 2019 IF = 2.929.
22. Ileana-Andreea Ratiu; Tomasz Ligor; Fernanda Monedeiro; Hossam Al-Suod; Victor Bocos-Bintintan; Jacek Szeliga; Marek Jackowski; Bogusław Buszewski, **“Features of chemical profiles released from infected versus uninfected human exudates”**, Studia UBB Chemia, 2019, vol. LXIV, Issue 2, 207-216. [DOI <https://doi.org/10.24193/subbchem.2019.2.17 Part: 1> . Accession Number WOS: 000477816000018]. Impact factor in 2019 IF = 0.494 (quartile: Q4).
23. Ileana-Andreea Ratiu; Viorica Railean Plugaru; Pawel Pomastowski; Maciej Milanowski; Radik Mametov; Victor Bocos-Bintintan; Bogusław Buszewski, **“Temporal influence of**

- different antibiotics onto the inhibition of Escherichia coli bacterium grown in different media*”, Analytical Biochemistry, 2019, vol. 585, 15 November 2019, 113407. [DOI <https://doi.org/10.1016/j.ab.2019.113407> . Accession Number WOS: 000518175200010]. Impact factor in 2019 IF = 2.877 (quartile: Q2).
24. Ileana-Andreea Ratiu; Victor Bocos-Bintintan; Fernanda Monedeiro; Maciej Milanowski; Tomasz Ligor; Boguslaw Buszewski, “*An optimistic vision of future: Diagnosis of bacterial infections by sensing their associated volatile organic compounds*”, Critical Reviews in Analytical Chemistry, Sep. 2019, 50(6), 501-512. [DOI <https://doi.org/10.1080/10408347.2019.1663147>]. Accession Number: WOS: 000486607900001. Impact factor in 2019 IF = 4.568 (quartile: Q1).
 25. Victor Bocos-Bintintan; Charles Lawrence Paul Thomas; Ileana-Andreea Ratiu, “*Sensors’ array of aspiration ion mobility spectrometer as a tool for bacteria discrimination*”, Talanta, 2020, vol. 206, 1 January 2020, 120233. [DOI <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2019.120233> . Accession Number WOS: 000488416200060]. Impact factor in 2020 IF = 6.057 (quartile: Q1).
 26. Victor Bocos-Bintintan; George-Bogdan Ghira; Mircea Anton; Aurel-Vasile Martiniuc; Ileana-Andreea Ratiu, “*Sensing Precursors of Illegal Drugs - Rapid Detection of Acetic Anhydride Vapors at Trace Levels Using Photoionization Detection and Ion Mobility Spectrometry*”, Molecules, 2020, vol. 25, issue 8, Article Number: 1852. [DOI <https://doi.org/10.3390/molecules25081852> . Accession Number: WOS: 000534617500040]. Impact factor in 2020 IF = 4.411 (quartile: Q2).
 27. Victor Bocos-Bintintan; Ileana-Andreea Ratiu, “*Hunting for Toxic Industrial Chemicals: Real-Time Detection of Carbon Disulfide Traces by Means of Ion Mobility Spectrometry*”, Toxics, 2020, vol. 8, issue 4, Article Number: 121, pp. 1-14. [DOI <https://doi.org/10.3390/toxics8040121> . Accession Number: WOS: 000601745500001]. Impact factor in 2020 IF = 4.146 (quartile: Q2).
 28. Ileana Andreea Ratiu; Tomasz Ligor; Victor Bocos-Bintintan; Chris A Mayhew; Bogusław Buszewski, “*Volatile Organic Compounds in Exhaled Breath as Fingerprints of Lung Cancer, Asthma and COPD*”, Journal of Clinical Medicine, 2021, 10(1), 32. [DOI <https://doi.org/10.3390/jcm10010032> . Accession Number: WOS: 000606039400001]. Impact factor in 2021 IF = 4.964 (quartile: Q1).
 29. Victor Bocos-Bintintan; Ileana-Andreea Ratiu, “*Fast Sensing of Hydrogen Cyanide (HCN) Vapors Using a Hand-Held Ion Mobility Spectrometer with Nonradioactive Ionization Source*”, Sensors, 2021, vol. 21, issue 15, Article Number: 5045. [DOI <https://doi.org/10.3390/s21155045> . Accession Number: WOS: 000682188800001]. Impact factor in 2021 IF = 3.847 (quartile: Q1).
 30. Victor Bocos-Bintintan; Paul-Flaviu Bocos-Bintintan; Tomáš Rozsypal; Mihail Simion Beldean-Galea, “*Trace detection of Di-Isopropyl Methyl Phosphonate DIMP, a by-product and simulant of Sarin, using either Ion Mobility Spectrometry or GC-MS*”. Toxicological & Environmental Chemistry – manuscript submitted in June 2024.
 31. Victor Bocoș-Bințișan, Alin-Gabriel Moraru, Maria-Paula Bocos-Bintintan, Mihail Simion Beldean-Galea, Tomáš Rozsypal, “*Fast Detection and Quantification of Vapors of DMNB (2,3-Dimethyl 2,3-Dinitrobutane), the Main ICAO Marker for Plastic Explosives, Using a*

IV. Papers published in Romanian journals & volumes of conferences (selection):

32. Victor Bocos-Bintintan; E. Cordos; M. Bocos, "**Analytical applications of Ion Mobility Spectrometry**", Studia Universitatis Babes-Bolyai, Chemia, 2000, XLV, nr. 1-2, pp. 209-217.
33. Victor Bocos-Bintintan, "**Ion Mobility Spectrometry - Theory and instrumentation**", Studia Universitatis Babes-Bolyai, Chemia, 2000, XLV, nr. 1-2, pp. 219-238.
34. Victor Bocos-Bintintan; C.L.P. Thomas; A.H. Brittain, "**Characterization of the ion mobility spectrometric response to phosgene at room temperature**", Romanian Journal of Optoelectronics, 2000, vol. 8, nr. 2 (April-June), pp. 1-12.
35. Victor Bocos-Bintintan; M. Bocos; E. Cordos, "**Ion Mobility Spectrometry - A new and powerful trace detection technique**", Romanian Journal of Optoelectronics, 2000, vol. 8, nr. 1 (January-March), pp. 39-66.
36. Victor Bocos-Bintintan; Aurel-Vasile Martiniuc, "**Performance assessment of explosive detection systems**", Romanian Journal of Optoelectronics, 2001, vol. 9, nr. 4, pp. 43-72.
37. Victor Bocos-Bintintan; Aurel-Vasile Martiniuc; Emil A. Cordos, "**Screening technologies for aviation security**", Studia Universitatis Babes-Bolyai, Chemia, 2001, XLVI, nr. 1-2, 295-308.
38. Victor Bocos-Bintintan; C.L. Paul Thomas; Alan H. Brittain, "**Characterization of the chemical warfare agent simulant methyl salicylate by ion mobility spectrometry/mass spectrometry (IMS/MS) at ambient temperature**", Studia Universitatis Babes-Bolyai, Chemia, 2002, XLVII, nr. 1, 149-160.
39. Victor Bocos-Bintintan, "**Detection, properties and effects of main Chemical Warfare Agents (CWA)**", Romanian Journal of Optoelectronics, 2003, vol. 11, nr. 2 (April-June), pp. 55-86.
40. Victor Bocos-Bintintan, "**Environmental applications of Ion Mobility Spectrometry**", Romanian Journal of Optoelectronics, 2003, vol. 11, nr. 3 (July-September), pp. 71-80.
41. Victor Bocos-Bintintan, "**Applications of Ion Mobility Spectrometry in environmental monitoring**", Environment & Progress, 2004, Vol. 2, pp. 51-55 (conference volume).
42. Victor Bocos-Bintintan, "**Detection of atmospheric pollutants by Ion Mobility Spectrometry**", Environment & Progress, 2005, Vol. 3, pp. 33-40 (conference volume).
43. Victor Bocos-Bintintan; Maria-Georgiana Pop, "**Trace detection of ammonia by ion mobility spectrometry**", Environment & Progress, 2007, No. 11, pp. 53-60 (conference volume).
44. Victor Bocos-Bintintan; Ileana-Andreea Rațiu, "**Detection of Some Bacterial Markers by Ion Mobility Spectrometry – Preliminary Investigations**", Environment & Progress, 2010, No. 13, pp. 49-58 (conference volume).

V. Oral Communications & Posters (selection):

45. Cornel Cuna*; Victor Bocos-Bintintan; Stela Cuna, ***“Ultrasensitive detection of the pollutants by ion mobility spectrometry - mass spectrometry”***. Communication presented at the 24th Informal Meeting on Mass Spectrometry, Ustroń, 14th–18th May 2006, Poland.
46. Cornel Cuna*; Daniel Ursu; Victor Bocos-Bintintan; Stela Cuna; Adrian Pamula, ***“Gas chromatograph – ion mobility detector for environmental studies”***. Communication presented at the 25th Informal Meeting on Mass Spectrometry, Nyíregyháza-Sóstó, 6th–10th May 2007, Hungary.
47. Victor Moll*; Victor Bocos-Bintintan; C.L. Paul Thomas, ***“Rapid and sensitive screening for methanol and ethylene glycol poisoning using differential ion mobility techniques”***. Communication presented at the 1st Analytical Research Forum (Royal Society of Chemistry), Pfizer Global R+D Labs (Sandwich, Kent) and University of Kent (Canterbury), 13th–15th July 2009, United Kingdom.
48. Lauren J. Brown*; James C. Reynolds; Victor Bocos-Bintintan; Danielle Toutoungi; Billy Boyle; C.L. Paul Thomas; Colin S. Creaser, ***“Miniaturised high field asymmetric waveform ion mobility spectrometry for the detection of volatile and non-volatile analytes”***. Communication presented at the 1st Analytical Research Forum (Royal Society of Chemistry), Pfizer Global R+D Labs (Sandwich, Kent) and University of Kent (Canterbury), 13th–15th July 2009, United Kingdom.
49. Victor Moll*; Victor Bocos-Bintintan; C.L. Paul Thomas; Robert J. Flanagan, ***“Screening for methanol poisoning using thermal desorption – gas chromatography – differential mobility spectrometry”***. Presented at the 18th International Conference on Ion Mobility Spectrometry ISIMS 2009, Thun, Switzerland, July 25-31, 2009 (Poster #20).
50. James C. Reynolds*; Gavin A. Blackburn; Victor Bocos-Bintintan; Victor H. Moll; Cristina Guallar-Hoyas; Gushinder Kaur-Atwal; Emma L. Harry; Mark Howdle; Lauren J. Brown; Colin S. Creaser; C.L. Paul Thomas, ***“Breath profiling by electrospray ion mobility spectrometry mass spectrometry”***. Presented at the 18th International Conference on Ion Mobility Spectrometry ISIMS 2009, Thun, Switzerland, July 25-31, 2009 (Communication #2).
51. James C. Reynolds*; Victor H. Moll; Karmen Cheung; Gavin J. Blackburn; Victor Bocos-Bintintan; Cristina Guallar-Hoyas; Sultan Shair; Gushinder Kaur-Atwal; Mark D. Howdle; Emma L. Harry; Lauren J. Brown; Colin S. Creaser and C.L. Paul Thomas, ***“Real-time non-invasive in-vivo exhaled breath monitoring by electrospray time-of-flight mass spectrometry”***. Presented at the 18th International Mass Spectrometry Conference (IMSC), Bremen, Germany, Aug. 30 – September 4, 2009 [www.imsc-bremen-2009.de]. Poster Session 1, Monday August 31, 2009 – PMM: 274.
52. Colin S. Creaser; Mark D. Howdle; Gushinder Kaur-Atwal; James C. Reynolds*; Emma L. Harry; Lauren J. Brown; Gavin J. Blackburn; Victor H. Moll; Victor Bocos-Bintintan; Cristina Guallar-Hoyas; C.L. Paul Thomas, ***“Desorption Electrospray Imaging Combined with Ion Mobility-Mass Spectrometry”***. Presented at the 18th International Mass Spectrometry Conference (IMSC), Bremen, Germany, Aug. 30 – September 4, 2009 [www.imsc-bremen-2009.de]. Poster Session 2, Wednesday September 2, 2009 – PWA: 38.

53. Victor H. Moll*; Victor Bocos-Bintintan; Ran Huo; Ileana-Andreea Ratiu; Cristina Guallar-Hoyas; Osmo Anttalainen; C.L. Paul Thomas, ***“Developing ion mobility spectrometric methods for use in trapped human simulation experiment”***. Presented at the 19th International Conference on Ion Mobility Spectrometry ISIMS 2010, Albuquerque, New Mexico, USA, July 18-23, 2010 (Poster #8).
54. R. Huo; A. Agapiou; V. Bocos-Bintintan; L. Brown; C. Burns; C.S. Creaser; N. Devenport; C. Guallar-Hoyas; L. Hildebrand; A. Malkar; H. Martin; V.H. Moll; P. Patel; A. Ratiu; J.C. Reynolds; S. Sielemann; R. Slodzynski; M. Statheropoulos; M. Turner; W. Vautz; V. Wright; C.L.P. Thomas*, ***“The Trapped Human Experiment”***. Presented at the 20th International Conference on Ion Mobility Spectrometry ISIMS 2011, Edinburgh, Scotland, United Kingdom, 24th–29th July 2011 (Scientific communication – 28.07.2011).
55. Ileana-Andreea Rațiu; Victor Bocoș-Bințișan*; Victor Hugo Moll; Matthew Turner; Corrinne Burns; Constantin Cosma; C.L. Paul Thomas, ***“Characterization of some chemicals, possible bacterial markers, from culture headspace air samples using TD-GC-MS”***. Presented at the 17th International Symposium on Separation Sciences ISSS 2011, Cluj-Napoca, Romania, September 5-9, 2011 (Communication OP-9, Thursday 08.09.2011).
56. Victor Bocoș-Bințișan*, ***“Ion Mobility Spectrometry – Four decades in trace detection for military, security and environmental applications”***. Presented at the 9th International Conference ELSEDDIMA 2012, Cluj-Napoca, Romania (*Plenary Lecture*).
57. George-Bogdan Ghira*; Victor Bocoș-Bințișan, ***“Real-Time Characterization of Methyl Ethyl Ketone (MEK), as a Chemical Involved in Cocaine Production, Using Ion Mobility Spectrometry IMS and Photoionization Detection PID”***, Presented at the National Symposium *Environment & Progress* 2013, May 2013, Cluj-Napoca, Romania. Oral communication.
58. Victor Bocoș-Bințișan*; George-Bogdan Ghira; Ileana-Andreea Rațiu; Mircea Anton; Aurel-Vasile Martiniuc, ***“Sensing Precursors of Illegal Drugs – Rapid Detection of Acetic Anhydride Vapors at Trace Levels Using Photoionization Detection and Ion Mobility Spectrometry”***. Presented at the 10th International Conference ELSEDDIMA 2014, 18-19th September 2014, Cluj-Napoca, Romania. Oral communication.
59. Victor Bocoș-Bințișan*; Ileana-Andreea Rațiu; Mircea Anton, ***“Real-time detection of traces of HCN in air using Ion Mobility Spectrometry”***. Presented at the National Symposium *Environment & Progress* 2015, 30th October 2015, Cluj-Napoca, Romania. Oral communication.
60. Victor Bocoș-Bințișan, ***“Ion Mobility Spectrometry IMS as an Integrated & Highly Performant Separation and Detection Technique”***. Presented at The Workshop *Multi-Dimensionality and Miniaturization in Environmental Samples Analysis*, organized in October 2016, under the Bilateral Research Grant Romani-France no. 774 / 2016. Cluj-Napoca, October 2016. Key-note Lecture.
61. Ileana-Andreea Rațiu*; Tomasz Ligor; Victor Bocoș-Bințișan; Hossam Al-Suod; Katarzyna Rafińska; Bogusław Buszewski, ***“Aqueous-phase reactions occurring in various growth mediums with E. coli mirrored into different volatiles’ profiles”***, Presented at the *“Fifth Scientific Conference Monitoring and water analysis – Chromatographic methods for the*

determination of ionic compounds” (University Nicolaus Copernicus, Toruń), April 2-4 2017, Toruń-Lysomice, Poland. Poster.

62. Victor Bocoş-Binţinţan*, **“Ion Mobility Spectrometry – A powerful trace detection technique applied to toxic industrial chemicals and pesticides”**. Presented at the International U.A.B. – B.EN.A. [Balkan Environmental Association] Conference 2017 *“Environmental Engineering & Sustainable Development”*, Alba-Iulia, Romania, May 25-27th, 2017 (Communication - Thursday 25.05.2017). Oral communication – distinguished with the Special Award at Section #5.
63. Victor Bocoş-Binţinţan*; Ancuţa-Maria Dodea, **“Rapid detection, in real time, of the organophosphoric pesticide Chlorpyrifos by Ion Mobility Spectrometry”**, Presented at *The National Symposium Environment & Progress 2017*, 10 November 2017, Cluj-Napoca, Romania. Oral communication.
64. Victor Bocoş-Binţinţan*; Ileana-Andreea Raţiu **“Ion Mobility Spectrometry IMS – a very fast chromatography of ions in gaseous phase. Application of portable IMS instrumentation to trace detection of toxic industrial chemicals TICs in air”**. Presented at *The XII International Conference on Ion Chromatography IC-2018*, Zabrze, Poland, April 17-18th, 2018 (*Keynote Lecture – Tuesday 17.04.2018*).
65. Victor Bocoş-Binţinţan, **“Negative-mode Ion Mobility Spectrometry IMS applied to trace detection of toxic industrial chemicals TICs”**. Presented at *Military University of Technology [WAT - Wojskowa Akademia Techniczna] in Warsaw, Poland*, Thursday April 19th, 2018 (Invited Plenary Lecture).
66. Victor Bocoş-Binţinţan*; Ileana-Andreea Raţiu **“Ultra-fast chromatography in a short, empty column? Yes, this is Ion Mobility Spectrometry!”**. Presented at *The Centenary Symposium of the Romanian Society of Chemistry SRCh – Separation Sciences Section*, Cluj-Napoca, Romania, October 26th, 2018 (Keynote Lecture).
67. Victor Bocoş-Binţinţan*, **“Sensing Toxic Industrial Chemicals TIC: Real-time detection of iodine vapors at trace levels in air using Ion Mobility Spectrometry”**, Presented at *The National Symposium Environment & Progress 2019*, 15 November 2019, Cluj-Napoca, Romania. Oral communication.
68. Alin-Gabriel Moraru*, Victor Bocoş-Binţinţan, **“Detection of Explosives Using their Volatile Markers”**, Presented at *The National Symposium Environment & Progress 2023 – EcoUniversitaria section*, 18-19 May 2023, Cluj-Napoca, Romania. Oral communication.
69. Victor Bocoş-Binţinţan*, Alin-Gabriel Moraru, **“Explosives & Environment – Powerful Technologies for Their Rapid Detection”**, Presented at *The National Symposium Environment & Progress 2023*, 18-19 May 2023, Cluj-Napoca, Romania. Oral communication.
70. Victor Bocoş-Binţinţan, Mihail-Simion Beldean-Galea, Paul-Flaviu Bocoş-Binţinţan*, **“Trace Detection of DIMP (Diisopropyl Methylphosphonate), a by-Product and Simulant of Sarin, Using Ion Mobility Spectrometry and GC-MS”**, Presented at *The 27th International Symposium on Advances in Extraction Technologies (ISSS 2023)*, September 24th - 27th 2023, Cluj-Napoca, Romania. Poster P-11. Page 169 in *Book Of Abstracts of the 27th International Symposium on Separation Sciences*, Casa Cărţii de Ştiinţă Publishing House, Cluj-Napoca,

Romania, ISBN 978-606-17-2211-2; Virginia Coman, Dan-Constantin Niță, Mihail-Simion Beldean-Galea (editors). <https://iss2023.conference.ubbcluj.ro/>

71. Victor Bocoș-Bințișan, ***“Ultra-Fast Chromatography in a Short Empty Column? Ion Mobility Spectrometry Applied to Detect Trace Toxic Chemicals in Air by Portable Instrumentation”***, Presented at *The 27th International Symposium on Advances in Extraction Technologies (ISSS 2023)*, September 24th - 27th 2023, Cluj-Napoca, Romania. Keynote Lecture KL-14 – presented Tue 26.09.2023. Page 93 in *Book Of Abstracts of the 27th International Symposium on Separation Sciences*, Casa Cărții de Știință Publishing House, Cluj-Napoca, Romania, ISBN 978-606-17-2211-2; Virginia Coman, Dan-Constantin Niță, Mihail-Simion Beldean-Galea (editors). <https://iss2023.conference.ubbcluj.ro/>
72. Victor Bocoș-Bințișan*, Mihail-Simion Beldean-Galea, Tomáš Rozsypal, Paul-Flaviu Bocoș-Bințișan, ***“Fast sensing of deadly nerve chemical weapons investigated using their surrogate compounds – Case study about trace detection and quantification of DIMP, a by-product of the synthesis of Sarin, using either Ion Mobility Spectrometry or GC-MS”***, Presented at *The National Symposium Environment & Progress 2024*, 13-15 June 2024, Cluj-Napoca, Romania. Oral communication.
73. Alin-Gabriel Moraru*, Victor Bocoș-Bințișan, ***“Detectia rapidă a urmelor de DMNB, un compus de marcare a explozivilor plastici, prin spectrometrie de mobilitate ionică” (“Fast detection of DMNB traces, a marking compound for plastic explosives, by Ion Mobility Spectrometry”)***, Presented at *The National Symposium Environment & Progress 2024*, 13-15 June 2024, Cluj-Napoca, Romania. Oral communication.

, unde: * - autorul care a realizat prezentarea lucrării.

Dr. Victor Bocoș-Bințișan

Cluj-Napoca, 11.09.2024