

Contaminanți chimici ai mediului înconjurător

Rezumat

Teza de abilitare prezintă principalele rezultate obținute de autor, după susținerea publică a doctoratului în domeniul Inginerie Chimică (2003) și până în prezent (2021). Tematica generală a tezei cuprinde dovezile științifice obținute asupra contaminanților chimici ai mediului înconjurător, precum și potențialul impact al acestora asupra calității vieții și mediului.

Teza este structurată în trei părți, conform cerințelor impuse; prima parte descrie rezultatele științifice obținute, susținute de articolele relevante, proiectele de cercetare coordonate în calitate de director/responsabil de proiect/grant; a doua parte descrie direcțiile noi de cercetare și dezvoltare academică, capacitatea individuală a autorului de a coordona echipe de cercetare, de a organiza și gestiona activități didactice, de a îndruma studenți doctoranzi / masteranzi, de a transmite informații, idei, soluții și concepte de inovare, precum și de a facilita accesul la cercetarea științifică; partea a treia prezintă o listă cu referințe bibliografice, în care sunt incluse și realizările științifice proprii.

În prima parte, capitolul introductiv este dedicat inițierii în chimia poluanților / contaminanților mediului înconjurător, incluzând clasificarea acestora, noțiuni elementare privind stabilitatea lor, tehnici analitice utilizate în analize de mediu, metode de monitorizare a celor mai importanți poluanți, coroborat cu conștientizarea potențialelor riscuri asupra sănătății.

În **Capitolul 1** sunt prezentate rezultatele semnificative obținute cu privire la capacitatea de bioacumulare a metalelor grele de către o serie de ciuperci / plante medicinale perene / mușchi, utilizate în mod frecvent drept hrană sau în tratamente naturiste susținute de medicina tradițională, fiind astfel admise în categoria speciilor bioindicatoare. Astfel, tehnica biomonitorizării pasive/active a solului/aerului se apreciază a fi o tehnică cu costuri minime, prietenoasă mediului, utilizată frecvent în stânsă corelație cu tehnicile analitice sensibile, performante (ICP-MS, NAA, ICP-AES, PIXE, FTIR, Raman, UV-Vis-NIR, analiză elementală etc). Rezultatele acestor studii sunt susținute de activitatea de cercetare derulată în cadrul proiectului de cercetare ID 624/2008, *Studiul capacității unor specii de macromicete ubicvitate pentru absorbția metalelor grele și rare în scopul utilizării acestora ca bioindicatori și bioacumulatori în biotehnologii de mediu*, desfășurat în perioada 2008-2011. Cercetările au fost

extinse în perioada imediat următoare și continuă și în prezent, prin prisma unor noi proiecte/granturi de cercetare bilaterale între România și Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna Rusia, câștigate în calitate de director de proiect, conform temelor și activităților propuse în planul JINR, 03-4-1128-2010/2022. Tehnica biomonitorizării poluanților atmosferici (metale grele, azot, ozon, POPs și PAHs) folosind specii de mușchi, a fost dezvoltată de partenerii din proiect, în decursul a 15 ani de colaborare, dovedindu-se a fi o metodă complementară tehnicilor analitice, de evaluare și identificare a zonelor cu risc de poluare a aerului. Biomonitorizarea pasivă/activă a aerului folosind mușchi este coordonată de ICP Vegetation Coordination Centre (financed by UK Department for Environment, Food and Rural Affairs), UNECE (Trust Fund of the LRTAP Convention, UK) și Moss Coordination Centre JINR (Dubna, Rusia) și este parte a activităților Working Group on Effects (WGE) sub convenția Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP Convention), ce acoperă regiunea UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) a Europei și North-America. În acest program, sunt implicați peste 250 de cercetători din 50 de țări, iar Universitatea Valahia din Târgoviște este coordonator din partea României. Datele centralizate la nivelul programului ICP Vegetation sunt publicate în articole ISI, precum și în rapoartele și atlasele de distribuție a poluanților la nivel internațional (<https://icpvegetation.ceh.ac.uk/>). În cadrul aceleiași teme din planul JINR, au fost derulate cercetări privind nivelul de radioactivitate și metale grele din zonele miniere cu risc, dezafectate/intrate în conservare: *Health risk assessment associated with abandoned copper and uranium mine tailings from Banat Region, Romania*, Protocol 4748-4-2018/2020. Demersul științific și rezultatele obținute au demonstrat un nivel ridicat al dozei de radiație, precum și un conținut mare de metale grele (inclusiv uraniu), atât în probele de sol, cât și în cele de plante medicinale, colectate din haldele de steril și zonele miniere (Ciudanovița, Lișava, Anina, Moldova Nouă). Datele științifice au fost publicate în jurnale ISI de prestigiu din domeniul Ingineriei Mediului. Tehnica biomonitorizării mediului a fost utilizată și în cercetările doctorale derulate în cadrul Universității din București, Școala Doctorală de Fizică, autorul fiind membru în comisiile de îndrumare a 6 teze de doctorat, finalizate sau în curs de finalizare.

Capitolul 2 se referă la activități de cercetare care au vizat studiul complex al compoziției chimice a particulelor materiale cu dimensiuni între 2.5 și 10 μm, derulate în cursul unor campanii de monitorizare complete de 2 ani, studiind potențialele riscuri asupra sănătății unor grupuri vulnerabile, respectiv asupra monumentelor istorice din patrimoniul cultural

național. În acest sens o primă direcție de cercetare, tratată în *Subcapitolul 2.1*, se axează în principal pe evaluarea impactului poluanților atmosferici asupra sănătății grupurilor vulnerabile (copiii cu vârste cuprinse între 0 și 14 ani). Cercetările au fost derulate în cadrul proiectului EEA-JRP-RO-NO-2013-1-0096, ROKIDAIR – *Spre o protecție eficientă a copiilor la riscul de poluare a aerului din zonele urbane ale României*, în perioada 2014-2017, și au reprezentat un punct de plecare pentru conștientizare a autorităților de mediu / medicale / educaționale cu privire gradul de poluare a aerului și a impactului asupra societății (în special asupra copiilor sub 14 ani). Datele sintetice cu privire la cantitatea de pulberi în suspensie obținută de la microstații de monitorizare și la conținutul elemental al acestora au fost utilizate în algoritmi de inteligență artificială (IA) pentru a se stabili o corelație cu incidența astmului bronșic/alte boli cronice respiratorii la copiii sub 14 ani (zonele urbane aglomerate cu poluare industrială istorică). O a doua direcție de cercetare tratată în *Subcapitolul 2.2*, se referă la cercetările desfășurate în cadrul proiectului de cercetare PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0476, *Tehnologii noi de diagnostic și tratament pentru conservarea și revitalizarea componentelor arheologice ale patrimoniului cultural național*, ARHEOCONS – proiect component, *Monitorizarea microclimatică, evaluarea impactului intern și exterior, evaluarea sustenabilității și a impactului de mediu asupra materialelor de patrimoniu*, aflat în derulare, în calitate responsabil de proiect. Scopul proiectului component este realizarea unei evaluări a matricei de fenomene meteo-climatice, care poate să fie generată la nivelul unor obiective de patrimoniu definite (Monumentul Triumfal de la Adamclisi și Mozaicul Roman), la diferite rezoluții spațiale și temporale, corelată cu investigații complexe fizico-chimice asupra materialelor care intră în compoziția acestora, precum și efectul degradant al compoziției chimice a PM_{2.5-10}, asupra materialului original. Rezultatele obținute până în prezent au fost publicate în jurnale ISI de prestigiu, s-au realizat studii de impact și studii de risc (pentru fiecare obiectiv de patrimoniu definit), precum și hărți sinoptice ca bază a analizei genetico-evolutive a fenomenelor meteo-climatice. Se menționează că datele microclimatice, climatice, PM și doza de radiație, au fost colectate pe parcursul a 2 campanii complete de monitorizare, fiind corelate/transmise specialiștilor în scopul de a conserva monumentele istorice și de a obține materiale inovative destinate procesului de restaurare.

Capitolul 3 se referă la cercetări aplicative realizate în cadrul unor proiecte de cercetare/teme de cercetare doctorală cu privire la obținerea și caracterizarea unor extracte vegetale naturale cu proprietăți antioxidante, proprietăți antimicrobiene, cu conținut ridicat de

taninuri, polifenoli, flavonoide, etc. Punctul de pornire al acestor cercetări l-a reprezentat implicarea în echipa proiectului PN-II-RU-TE-2014-4-2801, *Cercetări privind detecția substanțelor bioactive din extracte de resurse vegetale cu capacitate antioxidantă*, derulat în perioada 2015-2017. Cercetările au vizat dezvoltarea și caracterizarea unor biosenzori pentru detectarea sensibilă a substanțelor bioactive din extracte vegetale cu capacități antioxidante obținute prin extracția în fluide la presiune subcritică. Rezultatele au condus spre integrarea de noi senzori și biosenzori pentru detectarea în timp real a antioxidanților din extracte vegetale într-o platformă inovatoare, care vizează dezvoltarea de dispozitive portabile, mici, controlate de către computer. Cercetările în tema proiectului au continuat până în prezent, rezultatele fiind publicate în reviste ISI de prestigiu. Studii similare au fost derulate în cadrul tezelor de doctorat la care autorul este membru al comisiei de îndrumare din cadrul USAMV București. De menționat, cercetările privind obținerea unor extracte vegetale din pielea/sâmburi de struguri roșii (din cultura ecologică, respectiv convențională) cu reale aplicații farmaceutice.

Partea a doua a tezei de abilitare prezintă direcțiile noi de cercetare științifică și dezvoltare academică. În viitor, dezvoltarea academică se va realiza în trei direcții: dezvoltarea competențelor didactice bazate pe cercetare, un element cheie pentru desfasurarea viitoarei cercetari științifice, dezvoltarea unor noi teme de cercetare precum și creșterea impactului rezultatelor cercetării. În acest sens, următoarele etape în dezvoltarea carierei sunt strâns legate atât de domeniul Ingineria Mediului, cât și de experiența dobândită în ultimii 18 ani de la obținerea titlului de doctor. Astfel, s-a reușit implementarea și dezvoltarea într-o manieră independentă a unui domeniu de cercetare multidisciplinar ce vizează monitorizarea și evaluarea contaminanților chimici ai mediului înconjurător, precum și potențialele riscuri asupra sănătății. Prin urmare, dezvoltarea în continuare a acestui domeniu reprezintă o prioritate a planului de dezvoltare academică. În această parte este prezentată capacitatea individuală a autorului de a coordona echipe de cercetare, de a organiza și gestiona activități didactice, de a îndruma studenți doctoranzi/ masteranzi, de a transmite informații, idei, soluții și concepte de inovare, precum și de a facilita accesul în cercetarea științifică. În acest sens, vor fi abordate teme de cercetare inovatoare, de actualitate, cu scopul de a stimula și încuraja studenții doctoranzi să se alăture și să desfășoare activități de cercetare domeniul Ingineriei Mediului.

Partea a treia prezintă o listă cu referințe bibliografice, în care sunt incluse și realizările științifice proprii.

Environmental chemical contaminants: Scientific evidence and public health risk awareness

Abstract

Habilitation thesis entitled *Environmental chemical contaminants: Scientific evidence and public health risk awareness* summarizes the main scientific results obtained by the author after his Ph.D thesis in Chemical Engineering field (2003) till now (2021). The general subject hold throughout the thesis is the scientific evidence obtained on environmental chemical contaminants, as well as their potential impact on quality of life and the environment.

The thesis is structured into three sections, as has been requested by the general information rules: thus, the first part describes the scientific work already achieved, proved by published papers, national/international project/grant as leader/responsible; the second part is about new directions of scientific and academic development, as well as is shown the individual capacity of the author to coordinate research teams, to organize and manage didactic activities, to explain and facilitate the learning and research; finally, the third part present a list of references, which also includes its own scientific achievements.

In the first part, the introductory chapter is dedicated to the initiation into the chemistry of environmental pollutants / contaminants, including their classification, basic notions about their stability, analytical techniques used in environmental analyzes, methods of monitoring the most important pollutants, correlated with potential risks health awareness.

Following the introductory section, the **Chapter 1** presents the obtained significant results regarding the bioaccumulation capacity of heavy metals by a series of mushrooms / perennial medicinal plants / mosses, frequently used as food or in natural treatments supported by traditional medicine, being thus admitted in the category bioindicator species. Thus, the passive / active biomonitoring technique of soil / air is considered to be a technique with minimal costs, ecofriendly, frequently used in close correlation with sensitive, high-performance analytical , etc.). The results of these studies are supported by the researches carried out within the project ID 624/2008, *Study of the capacity of some ubiquitous macromycetes species for the absorption of heavy and rare metals for use as bioindicators and bioaccumulators in*

environmental biotechnologies, conducted between 2008-2011. The researches was extended in the in the next period and continues today, in terms of bilateral projects between Romania and the Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna Russia, won as project director, according to the themes and activities proposed in the plan of JINR, 03-4-1128-2010/2022. The biomonitoring technique of air pollutants (heavy metals, nitrogen, ozone, POPs and PAHs) using mosses, was developed by the project partners during 15 years of collaboration, proving to be a complementary method to analytical techniques, for evaluation and identification of areas with risk of air pollution. Passive/active biomonitoring of air using mosses is coordinated by ICP Vegetation Coordination Center (funded by UK Department for Environment, Food and Rural Affairs), UNECE (Trust Fund of the LRTAP Convention, UK) and Moss Coordination Center JINR (Dubna, Russia) and is part of the Working Group on Effects (WGE) activities under the Long-range Transboundary Air Pollution Convention (LRTAP Convention), which covers the UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) region of Europe and North America. More than 250 researchers from 50 countries are involved in this program, and the Valahia University of is the coordinator for Romania. Centralized data and statistical analysis for each country member in ICP Vegetation program are published in prestigious ISI journals, as well as in various reports and atlases distribution of pollutants at international level (<https://icpvegetation.ceh.ac.uk/>). Within the same theme of the JINR research plan, another studies were conducted concerning the radiation dose and heavy metals from in high-risk, decommissioned / conserved mining areas, including tailing dumps: *Health risk assessment associated with abandoned copper and uranium mine tailings from Banat Region, Romania*, Protocol 4748-4-2018/2020. The scientific approach and the obtained results highlighted a high level of radiation dose, as well as a high content of heavy metals (including uranium), both in soil samples and medicinal plants, collected from tailings dumps and mining areas (i.e., Ciudanovița, Lișava, Anina, Moldova Nouă). The scientific data have been published in prestigious ISI journals in the field of Environmental Engineering. The technique of environmental biomonitoring was also used in the doctoral researches carried out within the University of Bucharest, Doctoral School of Physics, the author being a member of the guidance board of 6 doctoral theses completed or in the process of completion.

Chapter 2 refers to research activities aimed at the complex study of the chemical composition of particulate matter with dimensions between 2.5 and 10 μm , carried out during a

complete two year monitoring campaigns, studying the potential health risks of vulnerable groups, respectively on historical monuments from the national cultural heritage. In this respect, a first direction of research, treated in *Subchapter 2.1*, focuses mainly on assessing the impact of air pollutants on the health of vulnerable groups (i.e., children aged 0 to 14 years). The researches were carried out within the project EEA-JRP-RO-NO-2013-1-0096, ROKIDAIR - *Towards a better protection of children against air pollution threats in the urban areas of Romania*, in the period 2014-2017, and were a starting point for awareness of environmental / medical / educational authorities regarding the air pollution degree and the impact on society (especially on children under 14 years). Synthetic data on the amount of particulate matters obtained from monitoring microstations and their elemental content were used in artificial intelligence (AI) algorithms to establish a correlation with the incidence of asthma / other chronic respiratory diseases in children under 14 years (urban areas with historical industrial pollution). A second research direction discussed in *Subchapter 2.2*, refers to the research carried out within the research project PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0476, ARHEOCONS - *New diagnosis and treatment technologies for the preservation and revitalization of archaeological components of the national cultural heritage*, VUT partner project, entitled *Microclimatic monitoring, assessment of internal and external impact, assessment of sustainability and environmental impact on heritage materials*, ongoing, as VUT responsible. The purpose of the partner project is to make an assessment of the matrix of meteorological and climatic phenomena, which can be generated at the level of defined heritage objectives (e.g., Adamclisi Triumphal Monument and Roman Mosaic), at different spatial and temporal resolutions, correlated with complex physicochemical investigations on the materials that enter in their composition, as well as the degrading effect of the chemical composition of PM_{2.5-10}, on the original material. The results obtained till now have been published in prestigious ISI journals, impact studies and risk studies have been performed (for each defined heritage objective), as well as synoptic maps as a basis for the genetic-evolutionary analysis of meteorological-climatic phenomena. It is mentioned that microclimatic, climatic, PM and radiation dose data were collected during two complete monitoring campaigns, being correlated / transmitted to specialists in order to preserve historical monuments and to obtain innovative materials for the restoration process.

Chapter 3 summarizes the applied researches carried out in projects / doctoral researches regarding the obtaining and characterizing of plant extracts with antioxidant properties, antimicrobial properties, high content of tannins, polyphenols, flavonoids, etc. The starting point of these researches was the involvement in the team of the project PN-II-RU-TE-2014-4-2801, VEDETAX - *Research on the detection of bioactive substances from plant extracts with antioxidative capacity*, carried out in 2015-2017. The research aimed the development and characterization of biosensors for the sensitive detection of bioactive substances from plant extracts with antioxidant capacities obtained by extraction in fluids at subcritical pressure. The results led to the integration of new sensors and biosensors for real-time detection of antioxidants in plant extracts in an innovative platform aimed at developing small, computer-controlled portable devices. Research on the project has continued to date, with the results being published in prestigious ISI journals. Similar studies were carried out in the doctoral theses in which the author is a member of the steering committee within USAMV Bucharest. It should be mentioned, the researches regarding the obtaining of some vegetal extracts from skin / seed autochthonous red grapes (collected from the ecological culture, respectively conventional) with good pharmaceutical applications. This section is dedicated to the characterization of the newly formula for dry skin cream. The vibrational spectroscopy, HPLC, antimicrobial activity are presented and discussed in detail, as well as other properties of interest, including antioxidant activity.

After the first part of the habilitation thesis (which presents and discuss some of the already published results), in the second part (which is about the new directions of scientific and academic development) are presented several paths of further development; some of them can be regarded as a natural extension of the previous work, and some others try to push-up new ideas related to environmental chemical contaminants. Thus, therein are shown several guidelines in the field of Environmental Engineering field, related to previous work; as well, new interesting directions, not related with previous papers in environmental chemistry/engineering, but keeping the same general subject, are also revealed.

The last part of the habilitation thesis consists of the references section; all the references that appear throughout the main text are compiled here, with an emphasis on the author's published scientific papers.