



Universitatea din București
Facultatea de Fizică



ȘCOALA DOCTORALĂ DE FIZICĂ
FIZICA ATMOSFEREI ȘI A PĂMÂNTULUI - SURSE
REGENERABILE DE ENERGIE

REZUMAT - TEZĂ DE DOCTORAT

Studiul concentrațiilor de polen în context atmosferic
local și implicații asupra sănătății umane

Doctorand:
Ana-Maria ROȘIANU

Coordonator științific:
Prof. Univ. Emerit Dr. Sabina ȘTEFAN



<https://www.researchgate.net/publication/350000000>

București, 2025

Mulțumiri

Primele mulțumiri se îndreaptă către Universitatea din București, pentru acordarea granturilor de studii.

Gândurile mele de profundă recunoștință și respect, pentru îndrumare, susținere și întreaga implicare, se îndreaptă către Coordonatorul Științific, Doamna Prof. Univ. Emerit Dr. Sabina Ștefan care a făcut posibilă realizarea acestei lucrări, alături de Doamna Prof. Dr. Polliana Mihaela Leru care a deschis această direcție de studiu. De asemenea, doresc să mulțumesc Doamnei Dr. Luminița Mărmureanu, CSII, pentru factorul motivațional și pentru întreaga colaborare. Sincere mulțumiri, respect și apreciere pentru tot sprijinul oferit Doamnei Lect. Univ. Dr. Gabriela Iorga, alături de care am redactat primul meu articol științific. Mulțumesc și Domnului Dr. Bogdan Antonescu pentru sprijinul acordat.

Cu credință în suflet și mulțumire îmi îndrept toată recunoștința către părinții mei fără de care nu aș fi fost pregătită pentru viață și nici pentru atingerea acestui obiectiv. Mulțumesc de asemenea membrilor familiei, care m-au încurajat și prietenilor care m-au înțeles și au făcut toată această experiență mai ușoară.

În memoria tatălui meu...

CUPRINS – TEZA DE DOCTORAT

INDEX

Glosar de termeni

Introducere

PARTEA I

1. Considerații teoretice asupra bioaerosolului

- 1.1 Origini, tipuri și proprietăți fizico-chimice ale bioaerosolilor
- 1.2 Generarea și transportul polenului
 - 1.2.1 Germinarea polenului
 - 1.2.2 Concentrația polenului și mecanismele de transport
- 1.3 Calendarul plantelor alergene și principalele specii caracteristice României
- 1.4 Efectele expunerii organismului uman la polenul prezent în atmosferă

2. Tehnici de colectare și analiză a polenului

- 2.1 Tehnicile de colectare semiautomate a particulelor de polen
 - 2.1.1 Avantajele metodei semiautomate – capcana Hirst
 - 2.1.2 Dezavantajele metodei semiautomate – capcana Hirst
- 2.2 Tehnica de colectare automată a particulelor de bioaerosol
 - 2.2.1 Avantajele spectroscopiei de fluorescență – Rapid-E

PARTEA A II-A

3. Variația spațio-temporală a concentrațiilor de polen

- 3.1 Concentrații de polen colectat cu tehnica semiautomată pentru București
- 3.2 Concentrații de bioaerosol colectat cu tehnica automată pentru Măgurele

4. Concentrațiile de polen și poluanții atmosferici

- 4.1 Relația dintre concentrațiile de polen și poluanți
- 4.2 Studiul anual și sezonier al corelațiilor dintre concentrațiile de polen și poluanții atmosferici

5. Concentrațiile de polen în relație cu condițiile meteorologice

- 5.1 Serii temporale ale concentrațiilor de polen. Asocierea cu parametrii meteorologici

5.2 Studiul anual și sezonier al corelațiilor dintre concentrațiile de polen și parametrii meteorologici

6. Variația spațio-temporală a speciilor de polen și implicații asupra sănătății umane

6.1 Seriile temporale ale concentrațiilor speciilor de polen

6.2 Variații ale concentrațiilor speciilor de polen în funcție de condițiile meteorologice – studii de caz

6.3 Investigarea corelațiilor dintre concentrațiile de polen total și specii de polen și datele de sănătate publică

6.4 Expunerea populației la polen și mecanismul procesului alergen

6.5 Calculul coeficientului de risc HQ și implicații asupra sănătății umane

Concluzii generale și perspective ale cercetării

Lista contribuțiilor personale

Bibliografie

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Lucrarea științifică *“Studiul concentrațiilor de polen în context atmosferic local și implicații asupra sănătății umane”*, prezentată ca teză de doctorat este o lucrare inter și multidisciplinară care se înscrie între lucrările dedicate cunoașterii științifice în scop umanitar, adresându-se sănătății oamenilor. Caracterul inter și multidisciplinar este dat de sistemul fizic complex, **atmosfera**, sistem termo-hidrodinamic. În acest sistem fizic, natura proceselor fizice, chimice și biologice pot explica atât fenomenele naturale benefice sănătății umane cât și pe cele care dăunează acesteia.

Prezenta cercetare își fundamentează cunoașterea și înțelegerea științifică pe modul în care plantele alergene afectează sănătatea publică prin prezența și ciclul lor de viață dar și prin coexistența lor alături de poluanții atmosferici precum și măsurile ce se impun pentru minimizarea efectelor negative.

Lucrarea are două părți:

Prima parte este dedicată studiului teoretic focusat pe cunoașterea plantelor cu potențial alergen manifestat prin *polen*, particule de bioaerosol, cu dimensiuni microscopice, de tipul aerosolului (Fig.1). În categoria de bioaerosol se regăsesc atât particule de organisme vii de exemplu alge, bacterii cât și fragmente dispersabile precum spori fungici, polen sau chiar diferite resturi vegetale. Bioaerosolii se pot clasifica în două categorii: viabili (bacterii, virusuri) sau neviabili (alge, aerosoli eliberați de valuri și vânt). În majoritatea mediilor terestre, bioaerosolul constituie o fracție importantă din aerosolul atmosferic. Pentru particulele cu dimensiuni mai mari de 10 μm , bioaerosolii reprezintă o fracție importantă (aproximativ 30% în aerul urban și rural și până la 80% în aerul ploios și curat de pădure) atât din punct de vedere al numărului, cât și al concentrației masice (Despres și colab., 2012).

Atmosfera nu acționează numai ca un mediu de transport, dar modifică și proprietățile fizice și chimice ale materiei biologice viabile și neviabile. Reacțiile chimice eterogene și multifazice pot duce la oxidarea, nitrarea și degradarea proteinelor și a altor substanțe biologice primare, modificând compoziția moleculară și activitatea biologică a bioparticulelor. De exemplu, reacțiile cu poluanți atmosferici (de exemplu, O_3 și NO_2) s-au dovedit a crește potențialul alergic al alergenilor aerieni, cum ar fi polenul de mesteacăn (Franze și colab., 2005).

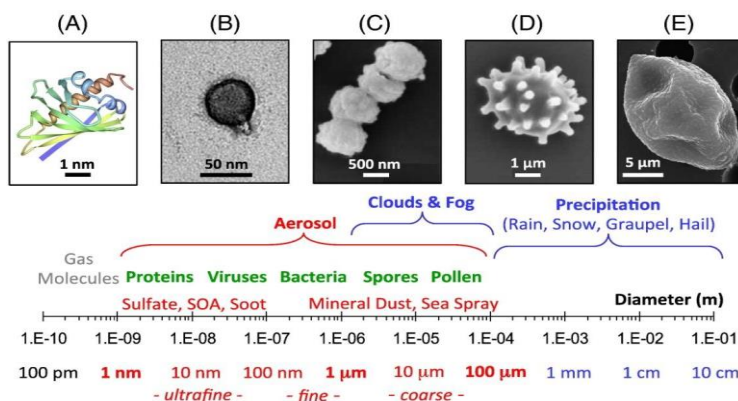


Fig. 1 Variația dimensională a particulelor de bioaerosol (Nowoisky și colab., 2016)

Efectele poluării asupra sănătății umane au dus la nivel mondial la atingerea unui număr de 4,2 milioane de decese în anul 2016 (WHO, 2018). De exemplu, expunerea la O_3 este urmată de efecte inflamatorii la nivelul tractului respirator, iar expunerea la CO , NO_2 , PM și SO_2 a fost asociată cu mortalitate de cauză cardiopulmonară precum edemul pulmonar sau chiar alte patologii la nivelul sistemului nervos central (Curtis și colab., 2006). În cazul prezenței unor concentrații mari de bioaerosoli în atmosferă, principalele efecte asupra sănătății sunt legate de bolile respiratorii (Buters și colab., 2015). Interesul comunității științifice pentru detectarea, monitorizarea și înțelegerea comportamentului

particulelor de bioaerosoli în diferite medii și pentru a dezvolta modele de prognoză (Csepe și colab., 2020) este datorat efectelor multiple asupra sănătății, incluzând astmul și alergiile respiratorii asociate.

De asemenea, în această **primă parte** sunt prezentate metodele de măsurare a concentrațiilor de polen, tipurile de echipamente și mai ales importanța realizării unor măsurări corecte ținând seama de condițiile de mediu și perioadele în care plantele devin alergene (de exemplu perioada de înflorire – Tabel 1).

Tabel 1

Specii de plante alergene din București colectate în perioada 2014-2019 (comunicare personală a Prof. P. Anastasiu, Grădina Botanică, București)

Tipuri plante	Specii	Perioada de înflorire
Arbori	Tiliaceae	Mai-Iunie
	Juglandaceae, Platanaceae, Aceraceae, Cupressus	Aprilie-Mai
	Pinaceae, Ulmaceae, Salicaceae, Betulaceae	Primăvară timpurie
Iarbă	Poaceae, Gramineae, Apiaceae	Primăvară-Vară
	Centaurea	Vară
Buruieni	Ambrosia, Artemisia	Vară-Toamnă

Multe dintre tehnicile folosite până în prezent implică colectarea particulelor prin diverse **metode volumetrice sau de impact**, urmată de identificarea vizuală a culturilor microbiene sau a particulelor individuale la microscop (Mandrioli și colab., 1998). Majoritatea cercetătorilor folosesc date de polen obținute cu capcane de tip Hirst (Fig. 2), prin impact volumetric, unde sunt colectate particule aeriene ($> 5 \mu\text{m}$) pe un tambur rotativ acoperit de banda

Melinox. Probele sunt identificate printr-o analiză microscopică (Galán și colab., 2014; Leru și colab., 2018; Buters și colab., 2018). Această metodă necesită mult efort, abilități asociate unei specializări limitate și implică semnificative incertitudini (nerespectarea orei de schimbare a tamburului, erori în pregătirea acestuia, etc) (Oteros și colab., 2017). În plus, datorită tratamentului manual al probelor colectate și al ciclului săptămânal al capcanei, datele sunt întotdeauna întârziate de la câteva zile până la câteva săptămâni. În prezent, există atât metode manuale cât și metode automate pentru investigarea bioaerosolilor.

Metodele manuale pot fi subiective, costisitoare și de asemenea consumă considerabil de mult timp. Perioada necesară pentru a putea face datele disponibile este îndelungată, limitând astfel folosirea acestora pentru atenționări privind creșterea concentrațiilor de polen, cât și pierderea unor informații relevante datorată unei rezoluții temporale neadecvate. Drept urmare, analiza continuă în timp real a devenit tot mai necesară. Termenii online și offline sunt de asemenea folosiți pentru a se face referire la analiza în timp real și, respectiv, la metodele manuale de analiză (Huffman și colab., 2020).

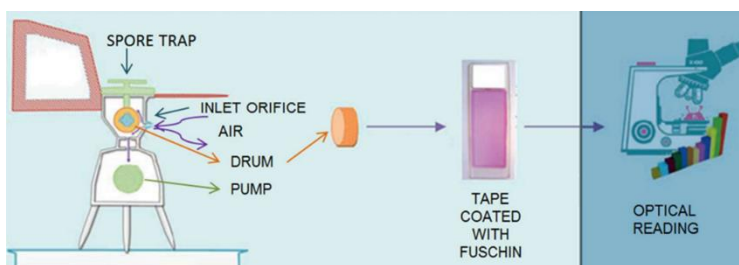


Fig. 2 Schema capcanei de spori și etapele urmate în procedura de analiză optică a polenului (Roland Esteve și colab., 2018)

La nivel internațional, pentru a studia și a pune în evidență caracteristicile chimice și fizice ale bioaerosolului, se folosește atât *microscopia de fluorescență* (Fig. 3) specifică fiecăror molecule biologice cât și multe alte instrumente cu rezultate în timp real bazate pe emisia de fluorescență indusă de radiația laser (Cheng, 1998). Aceste tehnici nu oferă informații despre potențialul de îmbătrânire însă multe dintre ele pot estima proprietăți ale bioaerosolului primar în timp real cu o rezoluție înaltă (Gabey și colab., 2010). Cu toate acestea, datele obținute în timp real despre concentrațiile de polen din aer sunt foarte necesare pentru elaborarea unor servicii medicale personalizate (Bousquet și colab., 2018; Horgan și Pazzagli, 2017; Perring 2015). Pot fi, de asemenea, utilizate pentru informarea oamenilor despre concentrația de polen din aer la momentul respectiv. În cele din urmă, datele în timp real sunt necesare pentru prognoze de polen pe termen scurt obținute cu modele statistice de dispersie atmosferică (Sofiev și colab., 2013, 2015, 2017; Zink și colab., 2017).

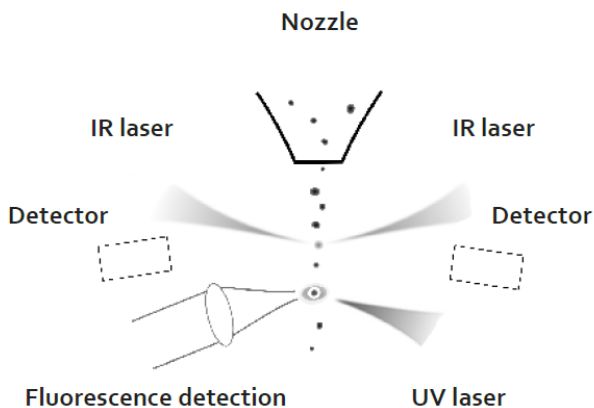


Fig. 3 Principiul de de funcționare al tehnologiei plair – Rapid-E (Crouzy și colab., 2016)

Pe măsură ce abordarea informațiilor și a responsabilității față de sănătatea umană se schimbă, a devenit o necesitate dezvoltarea unor noi metode care să permită informațiilor despre polen să devină disponibile în timp real (Bennett, 1990). În special, tehnicile pentru detectarea și caracterizarea autonomă a proprietăților particulelor biologice primare de aerosoli în timp real, atât în mediul exterior cât și în cel interior, sunt din ce în ce mai utilizate și au deschis noi căi de cercetare (Huffman și colab., 2020).

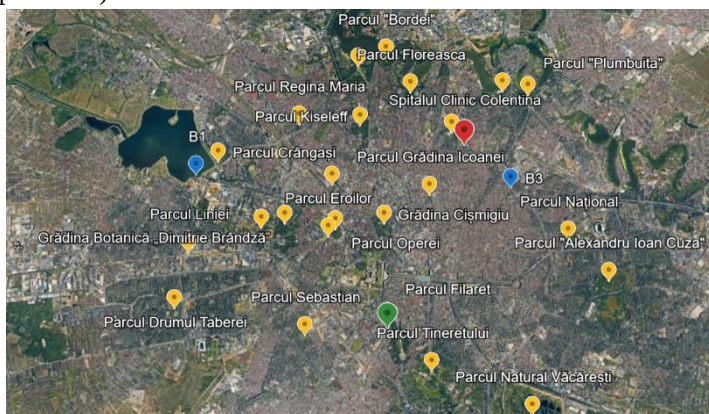
Concentrațiile de polen din aer sunt în general legate de flora locală și de parametrii meteorologici, precum temperatura, radiația solară și precipitațiile (Latalowa, 2002).

Până în prezent, s-a efectuat un număr important de studii privind polenul alergen și alergiile la acesta, în Europa (D'amato și colab., 2007, 2023), despre variația spațială și temporală a polenului (Sikoparija și colab., 2017), asupra relațiilor sale cu parametrii meteorologici și despre rolul posibil al schimbărilor climatice asupra variațiilor polenului (Ariano și colab., 2010, Oduber și colab., 2019, Mousavi și colab., 2024). La nivel național, cu toate că bioaerosolul reprezintă o temă de cercetare de foarte mare interes, atât din punct de vedere al interacțiunii sale cu sistemul atmosferic cât și pentru efectele manifestate asupra sănătății umane, puține studii au fost realizate până în prezent (Leru și colab., 2017, 2019). Cercetările realizate în România au fost efectuate în principal pentru zona capitalei, București, utilizându-se o capcană de tip Hirst și au fost axate pe analiza distribuției sezoniere a concentrațiilor diferitelor tipuri de polen începând cu anul 2014 (Leru și colab., 2017, 2019). S-au mai realizat studii și pentru orașe precum Timișoara (Ianovici și colab., 2013) sau Satu-Mare (Bocsan și colab., 2019) care au relevat în aceeași măsură importanța studiului prezenței și variației concentrațiilor de polen.

În **partea a doua** studiul vizează expunerea rezultatelor având în prim plan atingerea obiectivului general, determinarea concentrației bioaerosolilor prin tehnici de colectare semiautomată și automată (în timp real) precum și analiza fracției din totalul particulelor suspendate (**Capitolul 3**), a corelației cu poluanții atmosferici (**Capitolul 4**) și a parametrilor meteorologici (**Capitolul 5**) pentru a identifica impactul lor asupra sănătății umane (**Capitolul 6**).

Bazele de date și procedura de analiză

În vederea realizării acestei cercetări și implicit a atingerii obiectivelor (principal și cele specifice) s-a elaborat un plan de lucru care a vizat în prima etapă alegerea unei perspective de ansamblu și astfel s-au luat în considerare principalele spații verzi (parcuri) și potențiale surse de polen, în raport cu localizarea colectorului semiautomat, capcana Hirst amplasată la **Spitalul Clinic Colentina** (pin roșu) și respectiv cu localizarea stațiilor de măsurare a concentrațiilor poluanților atmosferici (B1 și B3) ale **Rețelei de Monitorizare a Calității Aerului** (pin-uri albastre) precum și a stației de la Filaret, a **Administrației Naționale de Meteorologie**, care furnizează datele privitoare la evoluția parametrilor meteorologici (pin verde).



Harta spațiilor verzi din municipiul București aflate în proximitatea localizării

capcanei semiautomate de polen (Spitalul Clinic Colentina) respective stațiile Rețelei de Monitorizare a Calității Aerului și stația Filaret (imagine obținută cu Google Earth)

Realizarea bazelor de date a pornit de la prelucrarea datelor brute a concentrațiilor de polen colectat în cadrul Spitalului Clinic Colentina, furnizate sub forma unor serii temporale a valorilor zilnice a concentrațiilor polenului produs de diferite specii prezente în București. Criteriu de alcătuire a seriilor de date a fost perioada de înflorire precum și specia lor obținându-se astfel cele patru mari categorii pentru perioada de studiu, 2014-2019 după cum urmează:

- Serii de date ale concentrațiilor de polen produs de arbori
- Serii de date ale concentrațiilor de polen produs de iarbă
- Serii de date ale concentrațiilor de polen produs de buruieni
- Serii de date ale concentrației totale de polen

În ceea ce privește datele concentrațiilor de poluanți atmosferici acestea au fost furnizate de Rețeaua de Monitorizare a Calității Aerului de la care am ales două stații B1 (*stație de fond urban* care monitorizează atât parametrii meteorologici cât mai ales poluanții de tip antropici) și respectiv stația B3 (*stație de tip trafic* care monitorizează doar poluanții rezultați în urma expunerii la trafic). Cele două criterii care au stat la baza acestor alegeri au fost în primul rând continuitatea și acuratețea seriilor de date precum și apropierea de locul colectării concentrațiilor de polen (Spitalul Clinic Colentina). Datele în formă brută au fost valori orare ale concentrațiilor poluanților atmosferici și în prelucrarea lor, pentru a se obține valori zilnice, s-a realizat medierea acestora la ora 9:00 (ora locală) respectând astfel ora la care se schimba tamburul utilizat în colectarea particulelor de polen cu capcana Hirst.

Datele concentrațiilor de bioaerosol fluorescent au fost oferite de **Magurele Center for Atmosphere and Radiation Studies (MARS)/ Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Optoelectronică INOE 2000/ INOE** pentru perioada 2018-2021 iar în stare brută datele au avut rezoluție temporală de 1 minut fiind necesar calculul unor valori zilnice.

În bazele de date alcătuite sunt și date furnizate de Institutul Național de Sănătate Publică pentru intervalul de studiu, 2014-2018, esențiale pentru analiza necesară modului în care este afectată sănătatea umană de diferite patologii respiratorii și care au permis investigarea acestora în raport cu valorile concentrațiilor de polen.

Cu toate aceste date prelucrate și organizate s-au alcătuit matrici cu serii de date continue pentru perioada de studiu și s-au cercetat variațiile și relațiile dintre acestea pentru București, România.

Întreaga analiză și interpretare a datelor a fost făcută utilizând R, un limbaj de programare și un mediu software atât pentru calculul statistic cât și pentru grafică. R oferă o varietate largă de tehnici statistice (modelare liniară și neliniară, teste statistice clasice, analiză de serii temporale, clasificare, clusterizare etc.) și tehnici grafice. Acest mediu software este într-o mare măsură un instrument pentru metodele noi de analiză a datelor. S-a dezvoltat rapid și a fost extins printr-o colecție mare de pachete (Venables și colab., An Introduction to R). Unul dintre aceste pachete, de tip open source, este *openair* dezvoltat cu scopul de a analiza datele privind calitatea aerului sau, în general, datele de compoziție atmosferică. Pachetul este utilizat pe scară largă în mediul academic, în sectorul public și privat (Carslaw and Ropkins, 2012).

Rezultatele privind variațiile spațio-temporale ale concentrațiilor de polen obținute atât prin colectare semiautomată pentru București, în perioada 2014-2019, cât și variații spațio-temporale pentru concentrații de bioaerosol colectat prin tehnică automată pentru Măgurele (promixitatea Bucureștiului), pentru perioada 2018-2021 (**Capitolul 3**) au arătat sezonalitatea polenului care este de aproximativ șapte luni, începând primăvara și până în toamnă (martie-septembrie), observându-se valori zilnice de peste 300 sau 200 particule m^{-3} (Fig. 4) ceea ce depășește cu foarte mult valorile de prag specifice răspunsului alergen (10 respectiv 30 particule m^{-3} , Leru și colab., 2018).

Rezultatele obținute arată variabilitatea temporală și identificarea sezonului de polen specific topografiei zonei. În plus, în acest capitol s-a realizat analiza multisezonieră și multianuală a concentrațiilor de polen (Tabel 2).

Tabel 2
Valori medii anuale pentru totalul concentrațiilor de polen, polenul de arbori, de iarbă și buruieni
(particule m^{-3})

An/ Categorie polen	Total polen	Polen arbori	Polen iarbă	Polen buruieni
2014	21.14	23.22	3.69	15.46
2015	8.89	10.97	2.60	1.18
2016	8.74	4.62	3.86	10.09
2017	12.85	12.69	4.22	11.24
2018	7.18	6.37	3.43	6.92
2019	11.32	13.04	2.73	9.38

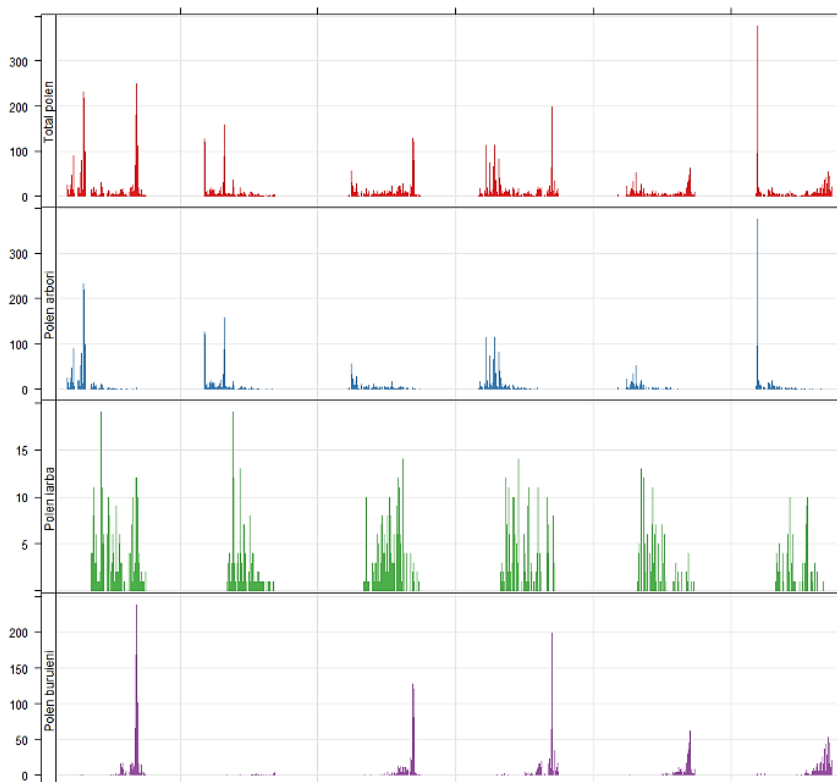


Fig. 4 Serii temporale pentru valori zilnice ale polenului (Rosianu și colab., 2022)

Sezonul polenului este cuprins între lunile martie și septembrie (Fig. 5). Cea mai mare diversitate a speciilor de polen este prezentă în lunile de primăvară. Lunile de vară au fost caracterizate în cea mai mare parte de o lipsă a polenului produs de arbori. La sfârșitul verii și începutul toamnei, polenul produs de buruieni era cel mai abundent în atmosferă (Ianovici și colab., 2013). Prezența sezonului polenului produs de arbori și respectiv a celui produs de iarbă și buruieni este o caracteristică a orașelor cu climă temperată (Tejera and Beri 2005).

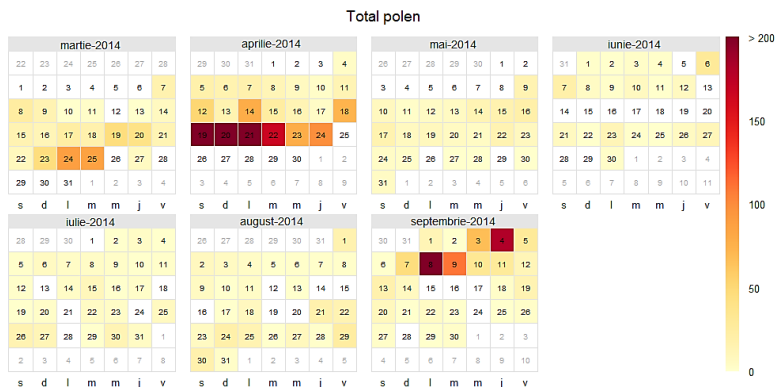


Fig. 5 Calendarul concentrației totalului de polen (particule m^{-3}) pentru anul 2014

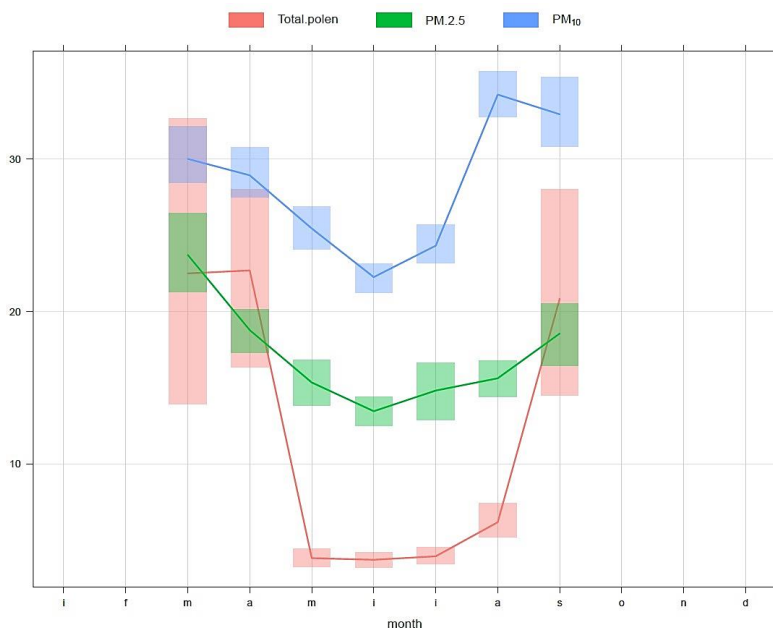


Fig. 6 Mediile multi-lunare ale concentrației totale de polen (particule m^{-3}) și concentrațiile de $PM_{2.5}$ și PM_{10} ($\mu g m^{-3}$) în perioada 2014-2019, în București; zonele umbrite reprezintă intervalul de încredere de 95%

În continuarea studiului valorilor medii anuale ale concentrațiilor de PM_{10} și $PM_{2.5}$ s-au analizat și valorile medii multi-lunare, în legătură cu ale concentrației totalului de polen (Fig. 6). Se observă evoluții similare în multe dintre lunile din perioada de studiu, 2014-2019. Valorile minime ale concentrațiilor de PM_{10} și $PM_{2.5}$ sunt atinse în luna iunie când de asemenea, totalul particulelor de polen se află într-un minim. De asemenea, luna iulie marchează începutul unei creșteri atât în valorile concentrației de PM_{10} cât și în cazul valorilor concentrației totalului de polen. În lunile august și septembrie se remarcă totodată o tendință de creștere atât a concentrației totalului de polen cât și a concentrației de $PM_{2.5}$. Valorile maxime multi-lunare sunt atinse în luna martie atât pentru concentrația de $PM_{2.5}$ cât și pentru concentrația totală de polen, iar PM_{10} atinge maximum multilunar în luna august.

Tehnica de colectare automată, utilizând contorul de particule Rapid-E, permite o analiză a datelor concentrațiilor de particule fluorescente la nivel orar. Astfel, s-a obținut variația diurnă, zilnică și lunară a valorilor medii (Fig. 7). În ceea ce privește variația diurnă, valorile maxime orare atât pentru totalul particulelor fluorescente cât și pentru particulele fluorescente mici și mari sunt atinse la ora 6 a.m și depășesc 400 particule, 150 particule și respectiv 200 particule. În jurul orelor 17-18 p. m toate cele trei categorii de particule fluorescente înregistrează din nou valori comparabile cu maximele.

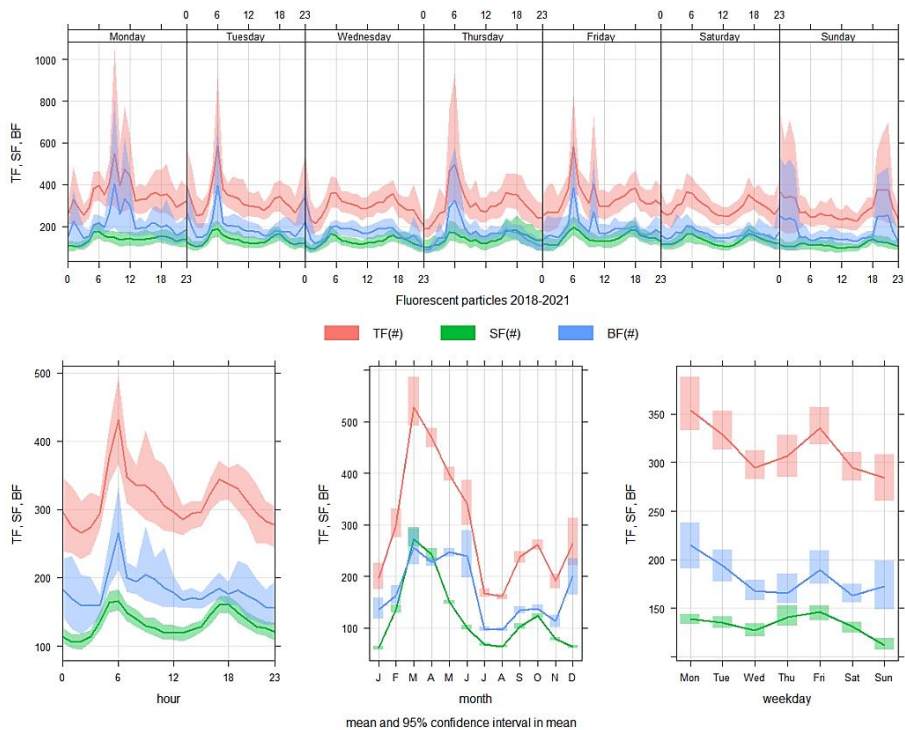


Fig. 7 Variația diurnă, zilnică și lunară a valorilor medii pentru totalul particulelor fluorescente, particulele fluorescente mici și mari (particule minut⁻¹) în 2018-2021, Măgurele

În **Capitolul 4** s-a studiat relația de legătură, prin matrici de corelație, între seriile temporale ale concentrațiilor principalilor poluanți atmosferici și concentrațiile totalului de polen respectiv concentrațiile de polen produs de arbori, iarbă și buruieni (Fig. 8). Dintre rezultate s-au remarcat două corelații semnificativ pozitive între polenul produs de buruieni și concentrația de NO_x cu un coeficient Spearman de 0.45 (pentru întreaga perioadă de studiu) iar din matricile de corelație pentru anotimpuri s-a remarcat o corelație cu un coeficient de 0.73 tot între concentrația polenului produs de buruieni și concentrația de O_3 pentru anotimpul toamnă (luna septembrie).

A fost studiată și influența condițiilor meteorologice asupra variațiilor concentrațiilor de polen precum și relațiile de legătură prin corelațiile dintre concentrațiile totalului de polen respectiv a concentrațiilor polenului produs de arbori, iarbă și buruieni și parametrii meteorologici (**Capitolul 5**). În cazul acestor matrici s-a remarcat în cazul celei obținută pentru anotimpul toamnă (luna septembrie și ultima a sezonului de polen) o corelație puternic semnificativă între concentrația totalului de polen și variația temperaturii atingând un coeficient de corelație Spearman de 0.83 (Fig. 9).

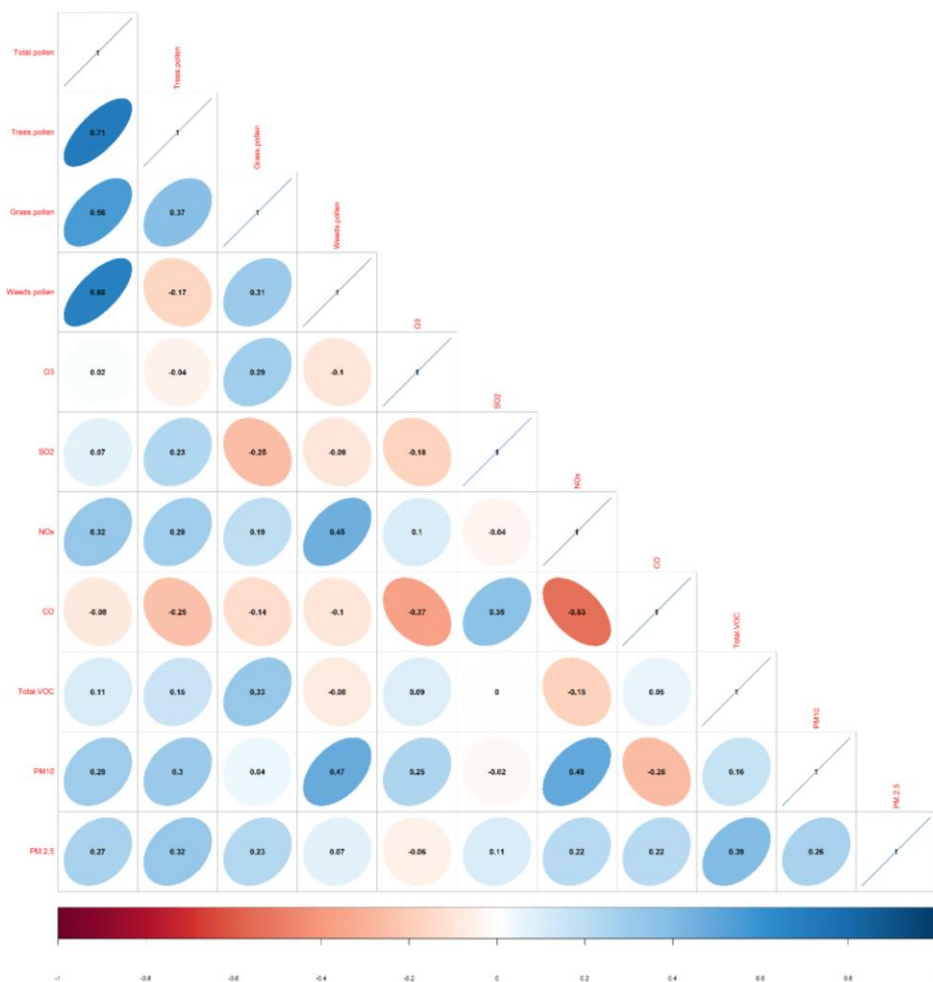


Fig. 8 Matrice pentru corelațiile dintre concentrația totală a polenului și principalii poluanți în perioada 2014-2019, în București. Elipsele înclinate spre dreapta (înclinate spre stânga) indică o corelație pozitivă (negativă). Semnificația corelației este indicată de scala de mai jos, de la culoarea roșie (corelație negativă puternică), culoarea albă (fără corelație), până la culoarea albastră închisă (corelație pozitivă puternică) (Rosianu și colab., 2021)

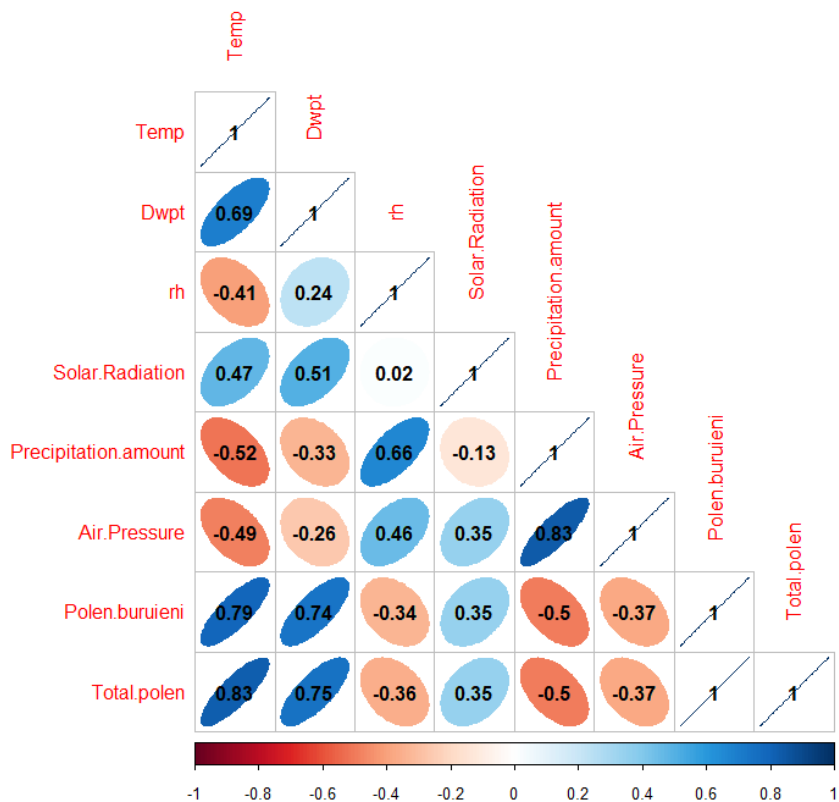


Fig. 9 Matricea pentru corelațiile dintre concentrațiile de polen și parametrii meteorologici în anotimpul de toamnă, luna septembrie din 2014-2019, în București.

Elipsele înclinate spre dreapta (înclinate spre stânga) indică o corelație pozitivă (negativă). Semnificația corelației este indicată de scala de mai jos, de la culoarea roșie (corelație negativă puternică), culoarea albă (fără corelație), până la culoarea albastră închisă (corelație pozitivă puternică)

Principalul obiectiv al cercetării a fost studiat folosind concluziile capitolelor anterioare și a vizat căutarea și interpretarea relațiilor de legătură dintre prezența concentrațiilor de polen și datele de sănătate publică (**Capitolul 6**). În acest sens, au fost analizate concentrații de polen ale diferitelor specii provenite din cele trei categorii principale de plante (arbori, iarbă și buruieni) în relație cu tipuri de patologii respiratorii. De asemenea, au fost investigate cazuri punctuale în care s-a vizat interpretarea unor valori maxime ale concentrațiilor de polen reieșite ca nespecifice în urma analizei de trend. Un rezultat foarte important a fost reprezentat prin obținerea valorilor HQ (Hazard Quotient – coeficientul de risc) pentru valorile concentrațiilor totalului de polen care în numeroase luni a depășit valoarea de 1 (Fig.10), prag peste care se consideră că pot exista implicații pentru sănătatea umană prin caracterul alergen (Fig. 12).

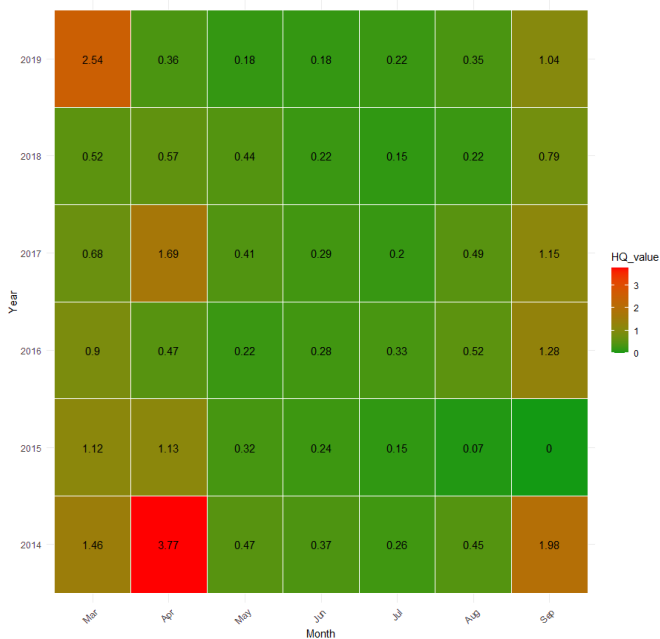


Fig. 10 Matricea factorului de risc (HQ) pentru București, în perioada 2014-2019

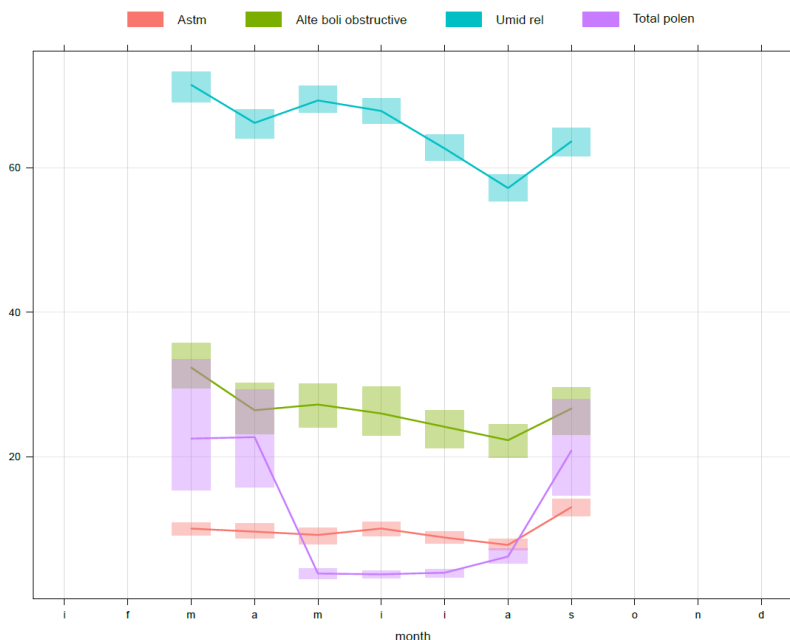


Fig. 11 Mediile multi-lunare ale concentrației totale de polen (particule m⁻³), ale numărului de internări respiratorii cauzate de astm sau alte boli obstructive precum și umiditatea relativă (RH, %) în București; zonele umbrite reprezintă intervalul de încredere de 95%.

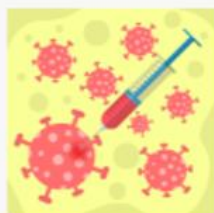
În ceea ce privește analiza valorilor multi-lunare pentru concentrația totală de polen, a umidității relative și respectiv a numărului de patologii respiratorii cauzate de astm sau de alte boli obstructive (Fig. 11) se observă următoarele evoluții similare: pe toată perioada de studiu (martie-septembrie, 2014-2018) pentru umiditatea relativă și bolile respiratorii obstructive; de asemenea, o evoluție apropiată între valorile multi-lunare ale patologiilor cauzate de astm și valorile concentrației totale de polen în lunile martie, aprilie și respectiv august și septembrie când ambele serii de date au înregistrat valori mai mari. De asemenea, numărul patologiilor obstructive au evoluat similar cu valorile concentrației totale de polen pentru lunile august și septembrie.

Mecanismul alergiilor



Contactul cu alergenul

Particulele de polen pătrund în organism și se fixează pe mucoase.



Producerea anticorpilor

Ca răspuns la contactul cu factorul alergen, organismul produce anticorpi (imunoglobulinele IgE și IgM).



Histaminele și reacțiile alergice

Anticorpii produși se leagă de anumite celule din sânge, mastocite, urmând ca acestea să producă histaminele care sunt recunoscute pentru rolul lor inflamator.

Fig. 12 Imagine realizată folosind <https://infograph.venngage.com/infographics>

Concluzii generale și perspective ale cercetării

Realizarea acestei teze de doctorat reprezintă un studiu complet aducând noutatea unei perspective de ansamblu asupra variațiilor spațio-temporale a concentrațiilor de polen pentru București, România în perioada 2014-2019 în contextul atmosferic local, luând în calcul cei mai importanți parametri meteorologici și respectiv principalii poluanți atmosferici precum și implicațiile coexistenței acestora în sănătatea umană.

Pe întreaga durată a studiului s-a avut în vedere atingerea următoarelor obiective realizându-se astfel:

- ✓ Studiul variabilității temporale și identificarea sezonului de polen specific topografiei zonei de studiu folosind atât tehnici semiautomate și automate pentru colectarea particulelor.
- ✓ Identificarea factorilor externi care influențează valorile concentrațiilor de polen.
- ✓ Analiza multisezonieră și multianuală a impactului aeroalergenilor.
- ✓ Studiul relațiilor de legătură dintre concentrațiile de polen și parametri meteorologici precum și relațiile cu concentrațiile principalilor poluanți atmosferici.
- ✓ Elaborarea unor studii de caz care să vizeze interpretarea punctuală a unor valori maxime ale concentrațiilor de polen reieșite ca nespecifice în urma analizei de trend.
- ✓ Căutarea și interpretarea relațiilor de legătură între prezența concentrațiilor de polen și datele de sănătate publică.

Principala concluzie reprezintă și perspectiva de cercetare pentru viitor fiind legată de importanța prezenței unor concentrații mari de polen în aer care atrag după sine manifestarea clinică în rândul populației semnalându-se astfel necesitatea unei investigații extinse prin realizarea unei rețele de aerobiologie pentru București astfel încât să se poată obține o acuratețe și o continuitate în seriile de date ale concentrațiilor de polen pentru întreaga suprafață a orașului oferindu-se astfel și noi contexte de studiu.

Lista contribuțiilor personale

Redactarea și publicarea următorului articol:

ROSIANU, A. M., LERU, P., STEFAN, S., IORGA, G., & MARMUREANU, L. „SIX-YEAR MONITORING OF ATMOSPHERIC POLLEN AND MAJOR AIR POLLUTANT CONCENTRATIONS IN RELATION WITH METEOROLOGICAL FACTORS IN BUCHAREST, ROMANIA.” Romanian Reports in Physics 74, 703 (2022)

“European Bioaerosol Pollution Monitoring – An underestimated necessity in Romania” – **Manuscris în pregătire**

Participarea la conferințe naționale și internaționale după cum urmează:

1. **European Geosciences Union (EGU22)**, Viena, 23-27 Mai 2022 prezentare orală, online cu titlul: „Study of atmospheric pollen and major air pollutant concentrations in relation with meteorological conditions in Bucharest, Romania”, (**AM Rosianu**, PM Leru, S Stefan, G Iorga, L Marmureanu);
2. **European Geosciences Union (EGU23)**, Viena, 23-28 Aprilie 2023 prezentare orală, online cu titlul: „Diurnal and seasonal patterns of fluorescent bioaerosol and meteorological parameters in Bucharest, Romania”, (**AM Rosianu**, S Stefan, L Marmureanu, G Iorga);
3. **ATINER 2022 - Annual International Symposium on Environment**, 11-14 Iulie 2022, Grecia prezentare orală, online cu titlul: „Fluorescent bioaerosol automatically collected with Rapid-E particle counter and human health implications, oral online presentation” (**AM Rosianu**, S Stefan, L Marmureanu, G Iorga);
4. **ATINER 2023 - Annual International Symposium on Environment**, 10-13 Iulie 2023, Grecia „Temporal patterns

and trend analysis of trace gases for selected sites in South-Eastern Romania” (B Mihalache, S Ștefan, **AM Roșianu**, G Iorga);

5. European Aerosol Conference 2023, 03-08 Septembrie 2023, Malaga, Spania
„Temporal patterns and trend analysis of aerosols over South-Eastern Romania derived from ground measurements” (B Mihalache, **AM Roșianu**, S Ștefan, G Iorga);
6. Meteorological Satellite Conference 2023, 11-15 Septembrie 2023, Malmo, Suedia
„Spatial distribution of trace gasses pollution over South – Eastern Romania using satellite and ground-based observations” (B Mihalache, **AM Roșianu**, S Ștefan, G Iorga).
7. Sesiunea Anuală a Facultății de Fizică, Măgurele, Iunie 2021, prezentare orală cu titlul: „Six-year monitoring of atmospheric pollen and major air pollutant concentrations in relation with meteorological factors in Bucharest, Romania”, (**AM Rosianu**, PM Leru, S Stefan, G Iorga, L Marmureanu);
8. Sesiunea Anuală a Facultății de Fizică, Măgurele, Iunie 2024, prezentare orală cu titlul: „Temporal analysis of fluorescent bioaerosol concentrations and weather parameters in Bucharest, Romania” (**AM Rosianu**, S Stefan, G Iorga)

Bibliografie

1. **Ariano R**, Canonica GW, Passalacqua G. Possible role of climate changes in variations in pollen seasons and allergic sensitizations during 27 years. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2010 Mar;104(3):215-22.
2. **Bennett, K. D.** (1990). Pollen counting on a pocket computer. *New Phytologist*, 114(2), 275-280.
3. **Bocsan IC**, Muntean IA, Ureche C, Pop RM, Neag MA, Sabin O, Deleanu D, Buzoianu AD. Characterization of Patients with Allergic Rhinitis to Ragweed Pollen in Two Distinct Regions of Romania. *Medicina (Kaunas).* 2019 Oct 24;55(11):712.
4. **Bousquet J**, Agache I, Berger U, Bergmann KC, Besancenot JP, Bousquet PJ, Casale T, d'Amato G, Kaidashev I, Khaitov M, Mösges R, Nekam K, Onorato GL, Plavec D, Sheikh A, Thibaudon M, Vautard R, Zidarn M. Differences in Reporting the Ragweed Pollen Season Using Google Trends across 15 Countries. *Int Arch Allergy Immunol.* 2018;176(3-4):181-188.
5. **Buters J**, Prank M, Sofiev M, Pusch G, Albertini R, Annesi-Maesano I, Antunes C, Behrendt H, Berger U, Brandao R, Celenk S, Galan C, Grewling Ł, Jackowiak B, Kennedy R, Rantio-Lehtimäki A, Reese G, Sauliene I, Smith M, Thibaudon M, Weber B, Cecchi L. Variation of the group 5 grass pollen allergen content of airborne pollen in relation to geographic location and time in season. *J Allergy Clin Immunol.* (2015) Jul;136(1):87-95.e6.

6. **Buters JTM**, Antunes C, Galveias A, Bergmann KC, Thibaudon M, Galán C, Schmidt-Weber C, Oteros J. Pollen and spore monitoring in the world. *Clin Transl Allergy*. 2018 Apr 4;8:9.

7. **Cheng**, , Pan, , Shih, , Kim, , Liou, and Park, (1998), Highly efficient upconverters for multiphoton fluorescence microscopy. *Journal of Microscopy*, 189: 199-212.

8. **Crouzy, B.**, Stella, M., Konzelmann, T., Calpini, B., and Clot, B.: All-optical automatic pollen identification: towards an operational system, *Atmos. Environ.*, 140, 202–212 (2016)

9. **Csepe Z**, A. Leelossy, G. Manyoki, D. Kajtor-Apatini, O. Udvardy, B. Peter, A. Paldy, G. Gelybo, T. Szigeti, T. Pandics, A. Kofol-Seliger, A. Simcic, P.M. Leru, A.M. Eftimie, B. Sikoparija, P. Radisic, B. Stjepanovic, I. Hrga, A. Vecenaj, A. Vucic, D. Peros-Pucar, T. Skoric, J. Scevkova, M. Bastl, U. Berger, and D. Magyar, *Aerobiologia* 36, 131–140 (2020).

10. **Curtis, L.**, Rea, W., Smith-Willis, P., Fenyves, E., & Pan, Y. (2006). Adverse health effects of outdoor air pollutants. *Environment international*, 32(6), 815-830.

11. **D.C. Carslaw** and K. Ropkins, *Environ. Model. Softw.* 27–28, 52–61 (2012).

12. **D'Amato G**, Cecchi L, Bonini S, Nunes C, Annesi-Maesano I, Behrendt H, Liccardi G, Popov T, van Cauwenberge P. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy*. 2007 Sep;62(9):976-90.

13. **D'Amato G**, D'Amato M. Climate change, air pollution, pollen allergy and extreme atmospheric events. *Curr Opin Pediatr*. 2023 Jun 1;35(3):356-361.

14. **Després, VivianeR.**, Huffman, J. A., Burrows, S. M., Hoose, C., Safatov, AleksandrS., Buryak, G., ... Jaenicke, R. (2012). Primary biological aerosol particles in the atmosphere: a review. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 64 (1)

15. **Esteve, R.S.**,et al (2018). Temporal variability and geographical origins of airborne pollen grains concentrations from 2015 to 2018 at Saclay, France. *Remote Sensing*, vol. 10, no. 12, article no. 1932

16. **F. Oduber**, A.I. Calvo, C. Blanco-Alegre, A. Castro, A.M. Vega-Maray, R.M. Valencia-Barrera, D. Fernandez-Gonzalez, and R. Fraille, *Agric. For. Meteorol.* 264, 16–26 (2019).

17. **Franze T**, Weller MG, Niessner R, Pöschl U. Protein nitration by polluted air. *Environ Sci Technol.* (2005) Mar 15;39(6):1673-8.

18. **Gabey, A. M.**, Gallagher, M. W., Whitehead, J., Dorsey, J. R., Kaye, P. H., and Stanley, W. R.: Measurements and comparison of primary biological aerosol above and below a tropical forest canopy using a dual channel fluorescence spectrometer, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 4453–4466

19. **Galán, C.**, Smith, M., Thibaudon, M. *et al.* Pollen monitoring: minimum requirements and reproducibility of analysis. *Aerobiologia* **30**, 385–395(2014)

20. **Horgan, D.** and Pazzagli, M.: Prevention, Early Dialogue and Education in the Personalised Healthcare Era, *Biomed. Hub.*, 2, 7, 2017

21. **Huffman, J. A.**, Perring, A. E., Savage, N. J., Clot, B., Crouzy, B., Tummon, F., ... & Pan, Y. (2020). Real-time sensing of bioaerosols: Review and current perspectives. *Aerosol Science and Technology*, 54(5), 465-495

22. **Ianovici, N.**, Panaitescu, C. B., & Brudiu, I. (2013). Analysis of airborne allergenic pollen spectrum for 2009 in Timișoara, Romania. *Aerobiologia*, 29, 95-111.

23. **Latalowa, M.**, Miętus, M. & Uruska, A. Seasonal variations in the atmospheric *Betula* pollen count in Gdańsk (southern Baltic coast) in relation to meteorological parameters. *Aerobiologia* **18**, 33–43

24. **Leru PM**, Eftimie AM, Thibaudon M. First allergenic pollen monitoring in Bucharest and results of three years collaboration with European aerobiology specialists. *Rom J Intern Med.* 2018 Mar 1;56(1):27-33.

25. **Mandrioli, P.**, Di Cecco, M. & Andina, G. Ragweed pollen: The aeroallergen is spreading in Italy. *Aerobiologia* **14**, 13–20 (1998)
26. **Mousavi, F.**, Oteros, J., Shahali, Y., & Carinanos, P. (2024). Impacts of climate change on allergenic pollen production: A systematic review and meta-analysis. *Agricultural and Forest Meteorology*, *349*, 109948.
27. **Nowoisky F., J.**, Kampf, C. J., Weber, B., Huffman, J. A., Pöhlker, C., Andreae, M. O., ... & Pöschl, U. (2016). Bioaerosols in the Earth system: Climate, health, and ecosystem interactions. *Atmospheric Research*, *182*, 346–376.
28. **Oteros, J.**, Buters, J., Laven, G., Röseler, S., Wachter, R., Schmidt-Weber, C., & Hofmann, F. (2017). Errors in determining the flow rate of Hirst-type pollen traps. *Aerobiologia*, *33*, 201–210.
29. **Perring, A. E.**, et al. (2015), Airborne observations of regional variation in fluorescent aerosol across the United States, *J. Geophys. Res. Atmos.*, *120*, 1153–1170
30. **Rosianu, A. M.**, et al. "Six-year monitoring of atmospheric pollen and major Air pollutant concentrations in relation with Meteorological factors in Bucharest, Romania." *Rom. Rep. Phys* *74* (2022): 703.
31. **Sikoparija, B.**, et al. "Spatial and temporal variations in airborne Ambrosia pollen in Europe." *Aerobiologia* *33* (2017): 181–189.

32. **Sofiev, M.** "On impact of transport conditions on variability of the seasonal pollen index." *Aerobiologia* 33.1 (2017): 167-179.
33. **Sofiev, Mikhail,** et al. "Airborne pollen transport." *Allergenic pollen: A review of the production, release, distribution and health impacts* (2013): 127-159.
34. **Sofiev, Mikhail,** et al. "MACC regional multi-model ensemble simulations of birch pollen dispersion in Europe." *Atmospheric chemistry and physics* 15.14 (2015): 8115-8130.
35. **Tejera, L.,** Beri, Á., & Martinez Blanco, X. (2018). General characteristics of airborne pollen in Montevideo city, Uruguay. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 53(2), 1-10.
36. **Zink K, Kaufmann P,** Petitpierre B, Broennimann O, Guisan A, Gentilini E, Rotach MW. Numerical ragweed pollen forecasts using different source maps: a comparison for France. *Int J Biometeorol.* 2017 Jan;61(1):23-33.

