



**Universitatea
Transilvania
din Brașov**

TEZĂ DE ABILITARE

**ASPECTE PRIVIND MANAGEMENTUL ECOSISTEMELOR
FORESTIERE ȘI OPORTUNITĂȚILE DE UTILIZARE A SPECILOR DE
ARBORI PENTRU BIOMONITORIZAREA CALITĂȚII AERULUI**

Domeniul: Silvicultură

**Conf. Dr. Ilie COVRIG
Universitatea de Științe Agricole
și Medicină Veterinară Cluj-Napoca**

BRAȘOV, 2018

CUPRINS

CUVÂNT ÎNAINTE.....	2
(A) SUMMARY	3
(B) REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE ȘI PROFESIONALE ȘI PLANURI DE EVOLUȚIE ȘI DEZVOLTARE A CARIEREI.....	5
(B-I) REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE ȘI PROFESIONALE	5
INTRODUCERE	5
LISTA LUCRĂRILOR REPREZENTATIVE.....	12
CAPITOLUL 1. CERCETĂRI PRIVIND PROTECȚIA FITOSANITARĂ ȘI ANALIZA DE RISC FITOSANITAR APLICATĂ PUIEȚILOR FORESTIERI ÎN CONDIȚII CLIMATICE SPECIFICE PEPINIERELOR DIN TRANSILVANIA	14
1.1. INTRODUCERE	14
1.2. MATERIAL ȘI METODĂ.....	18
1.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII	21
1.4. CONCLUZII	33
CAPITOLUL 2. CERCETĂRI PRIVIND EFECTUL EXPLOATĂRII CU TRACTORUL ARTICULAT FORESTIER DE CONCEPȚIE MODERNĂ ASUPRA BIODIVERSITĂȚII ECOSISTEMULUI FORESTIER ȘI HABITATELOR MARGINALE	34
2.1. INTRODUCERE	34
2.2. MATERIAL ȘI METODĂ.....	40
2.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII	43
2.4. CONCLUZII	46
CAPITOLUL 3. STUDIU PRIVIND EVOLUȚIA SPECILOR DE INTERES CINEGETIC DIN CADRUL FONDURILOR ADMINISTRATE DE ASOCIAȚIA VĂNĂTORILOR ȘI PESCARILOR SPORTIVI JUDEȚUL CLUJ, ROMÂNIA	48
3.1. INTRODUCERE	48
3.2. MATERIAL ȘI METODĂ.....	49
3.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII	52
3.4. CONCLUZII	60
CAPITOLUL 4. STUDIUL CAPACITĂȚII SPECILOR FORESTIERE ORNAMENTALE AESCULUS HIPPOCASTANUM L. ȘI TILIA CORDATA MILL. DE A FI UTILIZATE ÎN CALITATE DE AGENȚI DE BIOMONITORIZARE A CALITĂȚII AERULUI ÎN ZONELE URBANE. STUDIU DE CAZ: MUNICIPIUL CLUJ-NAPOCA	62
4.1. INTRODUCERE	62
4.2. MATERIAL ȘI METODĂ.....	64
4.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII	66
4.4. CONCLUZII	72
CAPITOLUL 5. MONITORIZAREA POLUĂRII AERULUI URBAN CU MICROELEMENTE UTILIZÂND SPECIA TILLIA CORDATA MILL. STUDIU DE CAZ: MUNICIPIUL CLUJ-NAPOCA	73
5.1. INTRODUCERE	73
5.2. MATERIAL ȘI METODĂ.....	74
5.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII	75
5.4. CONCLUZII	83
(B-II) PLANURI DE EVOLUȚIE ȘI DEZVOLTARE A CARIEREI	85
ACTIVITATEA DIDACTICĂ.....	85
ACTIVITATEA DE CERCETARE	88
(B-III) BIBLIOGRAFIE.....	92

CUVÂNT ÎNAINTE

Motto: „Pădurea nu este o improvizație de moment, ci rezultatul unor grele și îndelungi lupte între forțele oarbe ale naturii, care rod neîncetat coaja pământului până ce vegetația lemnoasă, cu o îndelungată răbdare și cu o admirabilă tactică, pune stăpânire pe sol, potolește puterea distructivă a acestor forțe oarbe și dă omului liniștea, siguranța zilei de mâine și deci putința de a trăi” (Marin Drăcea, 1938).

Teza de abilitare reprezintă rezultatul activității profesionale desfășurate pe parcursul a peste 20 de ani de cercetare științifică, cu un puternic accent pe componenta aplicativă, în domeniul silvic, desfășurată atât în cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca, cât și a Regiei Naționale a Pădurilor - Romsilva. Deși această lucrare reprezintă ilustrarea unui susținut efort profesional, consider oportun, aici, să aduc mulțumirile mele tuturor colegilor cu care am colaborat pe tot parcursul meu profesional și de al căror sprijin necondiționat m-am bucurat.

(A) Summary

The habilitation thesis "The forestry and game management in climatic context. Opportunities of using forestry species in biomonitoring air quality" emphasizes the professional achievements resulted from both scientific and academic activities, were developed after I obtained my Ph.D degree in 2003, up to date, as well as the plan of the evolution of my academic and scientific career.

The thesis contains the author's most relevant scientific achievements in the field of forest and game management treated in climatic context, and opportunities of using forest species a biomonitoring agents used in assessment of air quality. According to the imposed template, this work is organized in two distinct parts, (A) Summary and (B) Scientific and professional achievements and Plans for career evolution and development, the second part including two subdivisions, (B-i) Scientific and professional a achievements, and (B-ii) Plans for career evolution and development.

Thus, the first part of the second subdivision - (B-i) Scientific and professional achievements - debuts with and introduction, emphasizes the main research results, and it is organized in five chapters. Chapter 1 – "Phytopathological protection and phytopathological risk analysis applied to forestry seedlings in climatic conditions specific for nurseries from Transylvaniã" describe the research on this area and the main results. Taking into account that design and application of the risk analysis, through the specific stages of monitoring, assessment and management, requires an accurate knowledge of the climatic peculiarities and phytopathological protection methods, the most suitable solutions were applied in order to obtain the best performances.

Chapter 2 – "The effect of using modern skidders in forest works upon the biodiversity of the forestry ecosystem, and marginal habitats" emphasizes - using soil, water, air, and biodiversity indicators - that before using the above mentioned mechanized tools the marginal habitats are not perturbed, while after using them, some perturbations, mainly translated in decreased number of plant and animal species, and increased air pollution with PM and noise.

Chapter 3 – "Evaluation of game species in Cluj County, Romania" focuses on changes of population size in four game species – roebuck, wild boar, hare, and deer – the most common ones in 24 hunting areas from Cluj Cuntly, emphasizing the peculiar traits with importance in management activity.

Chapter 4 - "Use of *A. hippocastanum* L. and *T. cordata* Mill. as biomonitoring agents for air quality in urban areas. Case study: the municipality of Cluj-Napoca" shows the opportunity of using the foliar tissue of *A. hippocastanum* L. as a biomonitoring agent for air pollution with

copper, and foliar tissue of *T. cordata* Mill. as a biomonitoring agent for air pollution with lead, cadmium and zing. Taking into account the concordances identified between the results of our study and those mentioned in the cited literature, we can consider that foliar tissues of *A. hippocastanum* L. and *T. cordata* Mill species, as useful tools for monitoring air quality in urban areas.

Chapter 5 - "Monitoring air pollution with microelements using *Tillia cordata* Mill. Case study: the municipality of Cluj-Napoca" is dedicated to thoroughgoing the former study in the same areal. The results of this research show, on one side, the ability of *Tillia cordata* Mill. to be used as biomonitoring agent for air pollution with microelements, and on the other side, confirms air pollution in experimental areal, with copper and lead.

The evolution of the professional scientific and academic activities, and also the plans of their future development are presented in the second part of the second subdivision, (B-ii) Plans for career evolution and development. Thus, the research activity is illustrated by grants, papers, and patents. Since 2006, I coordinated three national research projects, and was team member of other projects, of which 3 national, and 1 international. The publishing activity consists in 78 scientific papers. A number of 70 papers are published in journals mentioned by international databases (Bulletin UASVM-CN, ProEnvironment, Porcine Research, ABAH Bioflux), and 10 ISI indexed, and/or quoted, in national and international journals (Journal of Food, Agriculture and Environment, Romanian Agricultural Research, Environmental Engineering and Management Journal, Journal of Zoology, AgroLife, Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, Journal of Environmental Protection and Ecology – *in press* -). I am co-author of one patent awarded by the Romanian State Office for Inventions and Trademarks, respectively "Methodology for selenium enrichment of cultivated garlic", Patent no. 129527/29.09.2017. The academic activity is sustained by publication of practical guidelines and two textbooks on logging. My future scientific activity is aimed at developing research directions in the following fields: development on scientific basis the degree in which Romania is aligned to the FSC international forestry standardization, integration of the logging within a sustainable and systemic approach of the concept, innovative technologies of wood exploitation and promoting innovative methodologies of supplying the character of forest with high preservation value.

(B) Realizări științifice și profesionale și planuri de evoluție și dezvoltare a carierei

(B-i) Realizări științifice și profesionale

INTRODUCERE

Pădurea are o importanță vitală pentru societatea umană, ea fiind indispensabilă omului în existența lui pe Pământ. Chiar dacă arborii, această componentă de bază a pădurii, grupați în arborete, se nasc, trăiesc și mor ca orice organism viu, pădurea în ansamblul său poate fi socotită ca fiind veșnică. Permanența pădurii se realizează printr-o succesiune de generații ce poate avea loc pe cale naturală (fără sau cu intervenția omului), pe cale artificială (prin intervenția omului) sau mixtă. Succesiunea generațiilor arborescente se asigură prin procesul de regenerare.

În felul acesta, regenerarea se impune ca veriga de legătură între generații, ca mijloc permanent și sigur prin care se pot conserva și ameliora structura și funcțiile pădurii, se asigură selecția permanentă la nivelul componentelor fitocenotice și zoocenotice, se ameliorează progresiv rezistența acestora la acțiunea factorilor perturbanți de natură biotică și abiotică. Pe lângă „factorul diseminatoriu, izvorul din care ia naștere noua generație de arbori și arbuști” (Constantinescu, 1973), regenerarea arboretelor depinde în același timp și de factorii mediului înconjurător, care influențează fructificația arborilor (cantitatea și calitatea semințelor produse, răspândirea acestora), germinarea semințelor, precum și dezvoltarea semințișurilor. Factorii mediului fizico-geografic (factorii ecologici) intervin, cu efecte favorabile sau adverse, directe sau indirecte, asupra regenerării, individual sau grupați într-o rezultată ecologică globală. Acești factori se clasifică, după originea lor, în cinci grupe: factori climatici, edafici, orografici, biotici și antropici. Factorii climatici, edafici și orografici (geomorfologici) constituie grupa factorilor anorganici sau staționali și definesc stațiunea forestieră, biotopul, ecotopul sau habitatul forestier. La rândul lor, factorii biotici sunt reprezentați de fitocenoza și zoocenoza forestieră. Dintre factorii climatici interesează lumina, căldura, umiditatea, compoziția aerului atmosferic și vântul.

Importanța factorilor meteorologici (climatici) în existența, răspândirea și productivitatea pădurii sporește prin faptul că ei nu acționează separat, ci prin efectul lor comun, momentan sau de durată, prin ceea ce s-a denumit starea timpului și clima. Această asociere a elementelor

meteorologice între ele, precum și cu ceilalți factori ai mediului, acționând ca un tot unitar, poate crea, după împrejurări, condiții favorabile sau nefavorabile pentru vegetație.

Rezultanta acestui complex de factori ecologici creează posibilitatea ca în locul respectiv să se dezvolte fie pădurea fie alt tip de vegetație. În primul caz ea determină compoziția, vigoarea de creștere și în consecință capacitatea de producție a pădurii.

Literatura și practica regenerării naturale a pădurii prezintă suficiente exemple când starea timpului de peste iarnă (ex. lipsa zăpezii cu sol înghețat, sau înghețarea puternică a solului înainte de căderea zăpezii) ori anumiți dăunători biotici (ex. rozătoarele) reduc substanțial numărul semințelor sau condițiile necesare instalării semințișurilor (Marcu, 1965; Oswald, 1981; Brega, 1986).

Cu privire la instalarea și dezvoltarea semințișurilor naturale, s-a observat în evoluția semințelor pe timpul iernilor cu precipitații puține și oscilații termice frecvente, o scădere foarte accentuată (54 – 60%) a procentului de germinație, cauzată de acțiuni biologice ale diverselor microorganisme și alternanței repetate a înghețului și dezghețului.

Pe versanții cu expoziție nord-estică numărul semințelor în descompunere este dublu față de versanți cu expoziție sudică. Explicația constă în efectul factorilor climato-edafici condiționați de expoziție și anume cantitatea de căldură și umiditate de la nivelul solului, coroborate cu grosimea stratului de litieră. Pe expoziții însorite aportul suplimentar de căldură grăbește descompunerea semințelor, în schimb umiditatea mai scăzută face ca numărul semințelor încolțite să fie mai mic. Pe expoziții umbrite cantitatea mai mică de căldură primită, umiditatea ridicată și grosimea litierii fac ca procesul de descompunere să fie mai intens și procentul semințelor încolțite din semințele sănătoase să fie mai mare (Covrig, 2003).

În aceste condiții pedo-climatic, protecția speciilor forestiere împotriva agenților dăunători, - în principal în pepiniere - constituie o provocare, la care, cu eforturi importante, factorii de decizie trebuie să facă față. Astfel, atacului ciupercilor *Microsphaera abbreviata* L. și *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt., care constituie agenți patogeni cu un înalt potențial de daună asupra puieților de stejar și fag în pepiniere localizate în Transilvania, constituie un subiect de studiu incitant, mai ales sub aspectul identificării soluțiilor de combatere în context climatic. Acesta din urmă, respectiv contextul climatic, joacă un rol important în favorizarea sau, dimpotrivă crearea condițiilor impropriei manifestării patogenilor luați în studiu, mai ales dacă se ia în considerare și abordarea clasică ce implică utilizarea pesticidelor de sinteză, cu potențial dăunător asupra mediului. În acest context, se impune subliniată importanța studiilor de risc fitosanitar, desfășurate conform metodologiei, etapelor procedurale (inițiere, evaluare, gestionare) și standardelor formulate de Convenția Internațională a Protecției Plantelor (2011), care fac distincție între organismele de carantină și cele de non-carantină.

Managementul durabil al ecosistemelor forestiere implică o serie de aspecte particulare care vizează măsuri suplimentare de protejarea, conservarea și refacerea tipurilor naturale fundamentale de pădure, prin stimularea regenerării naturale a speciilor arboricole autohtone valoroase, creșterea suprafeței cu arborete semincere și îmbunătățirea distribuției acestora în perimetrul țință, inclusiv crearea de benzi protectoare constituite din specii autohtone, existente *in situ*, realizate chiar prin plantare. Deasemenea este necesară, adoptarea celor mai bune practici de cultură și exploatare, condiție esențială pentru satisfacerea nevoilor, în creștere, de lemn cu valoare economică superioară, precum și implementarea unei metodologii adecvate de eliminare sau reducere a prezenței speciilor invazive (alohtone) înregistrate în număr tot mai mare în ultimele decenii reducând la minimum potențialul impact negativ pe care acestea l-ar putea avea asupra masei lemnoase și a biodiversității caracteristice ecosistemelor forestiere.

Desfășurarea necorespunzătoare a activității de exploatare a pădurilor poate constitui, pe lângă mulți alți factori, o sursă de prejudiciere a ecosistemelor forestiere. Cele mai frecvente prejudicii sunt generate fie de căderea arborilor în timpul procesului tehnologic de recoltare, fie de deplasarea mijloacelor de colectare cu sau fără sarcini și de mișcare a cablurilor.

Necesitatea tot mai stringentă de protecție a ecosistemelor forestiere impune pentru activitățile din domeniul forestier, în general, și pentru exploatarea pădurilor, în special, luarea unor măsuri prin care nivelul prejudiciilor să se situeze, întotdeauna, sub pragul de suportabilitate al ecosistemului, astfel încât să fie îndeplinite în totalitate obiectivele ecologice ale activității de gospodărire a pădurilor.

În ultimele 6 decenii a fost acordată o atenție deosebită acestei tematici tocmai datorită intensificării apariției de noi forme și extinderii proceselor de degradare, precum și creșterii vulnerabilității habitatelor față de impactul factorilor agresivi.

Structura procesului de producție a exploatării lemnului cuprinde mai multe etape succesive (procese tehnologice), care se desfășoară în condiții de lucru specifice având, fiecare, un obiectiv propriu. Procesele tehnologice prin care se realizează exploatarea lemnului sunt: recoltarea, colectarea, lucrările din platforma parchetului, transportul tehnologic, lucrările din centrele de sortare și transportul comercial.

Pentru obținerea rezultatului așteptat – asigurarea gospodăririi durabile a resurselor naturale sunt necesare următoarele:

- introducerea sistemului de management al calității în exploatarea resurselor forestiere;
- promovare și suport pentru rolul multifuncțional al ecosistemelor forestiere;
- continuitatea recoltelor de lemn;
- conservarea și ameliorarea biodiversității;

- recunoașterea, menținerea și unde este cazul creșterea valorii serviciilor pădurii cum ar fi protejarea bazinelor hidrografice, a capacității biogene a apelor;
- exploatarea rațională a resurselor forestiere;
- contribuția la reducerea cantității de dioxid de carbon (CO₂) rezultat în urma emisiilor industriale, respectiv extinderea "low carbon society" (ex. construcția unor rețele perfecționate de drumuri forestiere, coordonarea și consolidarea practicilor silvice ce implică mașini multifuncționale și respectarea principiilor gestiunii durabile).

În contextul actual, se impune subliniat faptul că, în domeniul legislației silvice privind exploatarea forestiere, au apărut o serie de modificări pentru un procent semnificativ din suprafața Fondului Forestier Național în special datorită noilor reglementări în domeniu ca urmare a Certificării Managementului Forestier – FSC (Forest Stewardship Council). Astfel, la momentul de față, pe plan național există prevederi legale privind transportul lemnului, normele referitoare la proveniența, circulația și comercializarea materialelor lemnoase, la regimul spațiilor de depozitare a materialelor lemnoase și al instalațiilor de prelucrat lemn rotund, precum și a unor măsuri de aplicare a Regulamentului (UE) nr. 995/2010 al Parlamentului European și al Consiliului din 20 octombrie 2010 de stabilire a obligațiilor ce revin operatorilor care introduc pe piață lemn și produse din lemn.

Un loc comun în procesul de gestiune al fondului forestier îl constituie legătura intrinsecă dintre pădure și toate aspectele legate de cinegetică. Astfel, este de la sine înțeles faptul că o bună gestiune a fondului forestier are efecte benefice asupra managementului fondurilor de vânătoare. În condițiile specifice ale Transilvaniei, accentul este în principal pus pe speciile cinegetice reprezentate de: căprior, mistreț, iepure și cerb.

Din momentul în care a încheiat starea de masiv, ecosistemul de pădure preia funcțiile suprafeței active pe care, în terenurile fără vegetație, le îndeplinește suprafața solului. Acest rol de suprafață activă (din punct de vedere al proceselor fizice vizând transferul caloric, schimbul de umezeală, etc.) este îndeplinit, în cazul pădurii (ajunse la starea de masiv), aproape în exclusivitate, prin intermediul suprafeței foliare a arborilor și prin suprafața, supraterană a celorlalte organe ale plantelor. Din punct de vedere meteorologic, acest important rol de suprafață activă este exercitat preponderent de treimea superioară a coronamentului pădurii. Un exemplu în acest sens sunt arboretele tinere de molid cu consistență plină, care în stratul superior al coronamentului rețin aproximativ 60% din radiația solară incidentă, în partea mijlocie cca. 34%, iar în cea inferioară numai 6%.

În cazul existenței unor goluri în pădure sau când aceasta are o structură polietajată, atunci rolul de „suprafață activă” este îndeplinit atât de coroanele arborilor, cât și de straturile de arbuști și de covorul ierbos, precum și de porțiunile de sol neacoperit cu vegetație.

În asemenea situații, rolul preponderent în formarea microclimei de pădure îl va avea etajul de vegetație cel mai dens, iar microclimatul astfel creat este caracterizat printr-o mare complexitate.

Cu cât crește consistența pădurii și suprafața foliară, cu atât se reduce rolul solului în procesele radiative, însă trebuie adăugat că uneori, chiar și în arboretele mature, prin micile pete luminoase „mobile” proiectate pe suprafața solului prin spărturi aparent neglijabile ale coronamentului, solul rămâne totuși participant la procesele radiative și de schimb caloric din ecosistemul forestier.

În pădure, spre deosebire de alte situații din natură, așa-numita suprafață activă nu este compactă și nici omogenă și are o mare extindere verticală. Ea se mai caracterizează printr-un albedou specific, o conductibilitate calorică slabă și printr-o mare capacitate radiativă.

Coronamentul pădurii oferă o suprafață mai mare, atât pentru recepția razelor solare, cât și pentru procesele radiative și de schimb. În pădurea matură atât procesul de încălzire din timpul zilei, cât și cel de răcire din cursul nopții încep de la nivelul coronamentului pădurii.

Ca rezultat al proceselor selective de absorbție, reflexie și transmisie desfășurate la nivelul suprafeței active, regimul radiativ și al luminozității în interiorul pădurii prezintă o serie întreagă de particularități distincte și caracteristici dintre cele mai variate de la o pădure la alta, modificări profunde – cantitative și calitative – comparativ cu situația din terenurile descoperite.

Poluarea aerului este un fenomen, care alături de poluarea apelor și solului, constituie o tematică de interes la nivel internațional care nu cunoaște delimitări care ar putea fi legate de barierele naționale, sau chiar geopolitice (Manes și colab., 2012). În particular, poluarea aerului este cea care aduce perturbări calității acestuia. Astfel, este unanim acceptat faptul că atunci când se aduc în atenție aspecte referitoare la calitatea aerului, se face referire la implicarea mecanismelor strâns legate de complexitatea ecosistemului, rezultat în urma interacțiunii dintre resursele de aer, resursele de sol, resursele de apă și microclimat, care constituie factorii abiotici și cei biotici, reprezentați de regnul animal și cel vegetal (Oroian și colab., 2012a , Oroian și colab, 2012b; Rusu și colab., 2009).

Prin sintagma „poluant al aerului”, de regulă este denumită o substanță sau formă de energie care ajunsă în aer într-o anumită concentrație modifică caracteristicile naturale ale acestui factor de mediu de așa manieră încât înrăutățește calitatea acestuia, fapt care, de regulă, se reflectă și în starea de sănătate a arborilor sau arboretelor situate în zona poluată, care frecvent, în aceste situații, prezintă boli fiziologice (Beckett și colab., 2000).

Poluanții aerului, din punct de vedere al acțiunii pe care o exercită, sunt caracterizați de efectele toxice pe care le au asupra biotei, efecte care nu sunt întotdeauna ușor de catalogat și identificat. Aceasta, datorită faptului că între aceștia și alți factori de stres abiotici și/sau biotici se instalează acțiuni sinergice (Liu și colab., 2008). De-a lungul timpului, preocupările umane legate

exclusiv de perfecționarea agriculturii, continuul progres al industriei, urbanizare și necesitatea identificării de soluții la procesul de concentrare continuă a populației în orașele mari, au condus la ignorarea și uneori, chiar completa eludare a problemelor de mediu. Acest fapt, a avut o consecință directă în limitarea capacităților ecosistemelor naturale și implicit a celor forestiere de a absorbi și neutraliza produsele rezultate din activitățile antropogene (Ormrod, 1984). În acest context, menționăm faptul că poluarea aerului este determinată de surse majore, în care sunt, de regulă, incluse: industria, agricultura (prin chimizare), transporturile și nu în ultimul rând instalațiile de încălzire. În mediul urban, sursele de poluare sunt, în general, asociate cu transportul, utilizarea și generarea de energie care de multe ori este însoțită de procese de combustie (Wesely și Hicks, 2000; Orecchio și Culotta, 2005). În ceea ce privește ecosistemele forestiere, poluanții aerului acționează de o manieră, de multe ori invazivă, provocându-le vătămări, de diferite intensități. În suportul acestei aserțiuni menționăm faptul că, ecosistemele forestiere, cu precădere cele din Europa Centrală au fost afectate de poluarea aerului o perioadă foarte îndelungată (zeci, sau chiar sute de ani), înainte ca societatea, la nivel global să fie alarmată de această stare de fapt. De remarcat, este faptul că primele simptome evidente ale efectelor poluării aerului care au atras atenția cercetătorilor au fost înregistrate la conifere unde au fost identificate vătămări la nivelul țesuturilor foliare (Rao și colab., 1985). Tot aici, se cuvine menționat faptul că în funcție de tipul de activitate antropogenă care generează poluanții aerului, efectele acestora asupra ecosistemelor forestiere diferă, în mare parte datorită caracteristicilor topoclimatice ale arealului vizat (Park și colab., 2005).

În ultimele decenii, la nivel mondial sunt recunoscute efectele, care uneori pot fi extrem de dăunătoare, ale poluării aerului asupra ecosistemului forestier. Ca urmare, au fost adoptate atât acte legislative, cât și tehnologii de reducere a emisiilor poluante în aer, care au condus la o importantă diminuare a plouării (Pyatt și colab., 1989, Badea et al. 2013).

Un aspect prea puțin investigat, la nivel mondial și foarte puțin la noi în țară, este cel legat de posibilitatea utilizării speciilor forestiere/ornamentale în vederea biomonitorizării calității aerului, inclusiv a poluării cu metale grele. Un aspect îngrijorător al poluării aerului în zonele urbane este cel legat de traficul intens. În ultimele decenii, deși progresele înregistrate sunt notabile, este necesară continuarea efortului în vederea diminuării plouării aerului în zonele urbane cu trafic intens, atât la nivelul populației cât și al factorilor decizionali implicați în elaborarea și conceperea strategiilor referitoare la măsurile ce se impun adoptate în vederea ameliorării calității aerului în arealele vizate (Vallius și colab., 2005; Park și Kwan, 2017). Un rol important este jucat, în acest caz, de metodologiile de monitorizare a calității aerului, care de regulă adoptă abordări complexe ale acestei problematici, care implică tehnici chimice, fizice și, nu în ultimul rând, biologice (Beckett și colab., 2000). Dacă metodele chimice și fizice pun la dispoziție informații referitoare la conținutul indicatorilor de poluare ce prezintă interes pentru calitatea aerului, metodele biologice

sunt cele care subliniază efectele acestora, oferind, în același timp și detalii importante referitoare la distribuția lor spațială și temporară.

Astfel, în acest context se impune reamintit faptul că atunci când se abordează aspecte legate de controlul calității aerului, ne referim la procesul de observare și măsurare calitativă, cantitativă și repetitivă a concentrației constituenților intrinseci ai acestuia. Rețeaua națională de monitorizare a calității aerului furnizează date care sunt utilizate pentru identificarea zonelor în care există poluare, calcularea indicatorilor de calitate a aerului, efectuarea de comparații cu valorile limită admise stabilite prin legislația de profil, adoptarea de măsuri de prevenire a poluării aerului și, la nevoie, adoptarea măsurilor adecvate de anihilare a efectelor poluării aerului.

În România, evaluarea calității aerului pe baza datelor meteorologice și a inventarelor de emisii, a devenit o practică uzuală. La baza realizării acestora stau modele matematice de calcul al dispersiei poluanților emiși în aer. Aceste practici se bazează pe legislația națională, aliniată celei comunitare, care specifică necesitatea efectuării studiilor de evaluare a calității aerului. În vederea elaborării și punerii în aplicare a planurilor și programelor destinate gestionării calității aerului, se impune identificarea aglomerărilor urbane, precum și a zonelor susceptibile de a înregistra eventuale depășiri ale valorilor limită ale indicatorilor de poluare a aerului (Bolea și colab., 2005).

Un aspect particular al poluării aerului în zonele urbane este cel legat de poluarea cu metale grele, microelemente (Zn, Cu, Pb, Cd etc.). În prezent, contaminarea cu diferite intensități a resurselor de aer, cu metale grele este foarte răspândită. Acestea prezintă tendința de a se bioacumula în materialul vegetal al arborilor ornamentali (tei, castan, pin negru etc.), respectiv, frunzele și acele acestora (Bennett, 1993).

Plumbul ajunge în atmosferă ca urmare a emisiilor industriale și, în deceniile trecute, a emisiilor gazelor de eșapament ale motoarelor cu explozie, datorită adaosurilor de tetraetil de plumb în benzină, în calitate de moderator de explozie (Ghidra, 2004). De la nivelul atmosferic, plumbul este bioacumulat în țesăturile vegetale. În cazul poluării atmosferice produse de plumbul provenit din gazele de eșapament, literatura de specialitate specifică faptul că aceasta se poate propaga până la distanța de 100 m, iar în funcție de intensitatea emisiilor, bioacumulările în țesutul vegetal al plantelor situate în zonele afectate de poluare, pot atinge pragul de peste 100 ppm plumb, raportat la substanța uscată (Ghidra, 2004). Nivelul de poluare atmosferică cu plumb este influențat, în mare parte, de condițiile meteorologice. Spre exemplificare, menționăm faptul că un an bogat în precipitații contribuie la micșorarea poluării țesutului vegetal cu plumb, ca urmare a spălărilor frecvente ale ploilor (Bermadinger și colab., 1988).

Zincul este un poluant al aerului emis ca rezultat al activităților industriale, dar și al celor antropice, sub formă stabilă, dar în anumite situații și radioactivă, în diferite stări și forme fizico-

chimice (Ghidra, 2004). Deși Zn este un microelement esențial pentru toate organismele, în concentrații ridicate poate produce toxicitate (Cotrufo și colab.,1995).

Cadmiul este un microelement care ajuns în aer în cantități peste limita de prag specificată de legislația în vigoare are un potențial puternic poluant asupra zonelor verzi, cu precădere asupra arborilor ornamentali din zonele urbane, efectele poluării cu Cd variind în mare măsură de la o specie de arbori la alta. Componenta chimică a mediului constituie factorul limitativ al toxicității cadmiului (Gawel și colab.,1996).

Lucrările cuprinse în teza de abilitare sunt rezultat al activității de cercetare postdoctorale, efectuate în baza unor contracte având ca teme: „Cercetări privind efectul exploatării cu tractorul articulat forestier de concepție modernă asupra biodiversității ecosistemului forestier și habitatelor marginale” și „Studiul zgomotului în habitatele silvice marginale”. De asemenea, sunt prezentate rezultatele activității de cercetare publicate în reviste cotate ISI publicate și acceptate pentru publicare (Covrig I., Oroian I., Odagiu A., Holonec L., Oroian E., 2016, *A. hippocastanum* L. and *T. cordata* Mill. as biomonitoring plants for air pollution in urban areas. A case study: city of Cluj-Napoca, Environmental Engineering and Management Journal, 15 (5), 953-1172; Oroian I., C. Predescu, A. Odagiu, I. Covrig, A. Opincariu, P. Burduhos, 2018, Monitoring urban air pollution with microelements using *Tillia cordata* L. A case study: Cluj-Napoca, Journal of Environmental Protection and Ecology, *In press.*).

Lista lucrărilor reprezentative

Studiile prezentate în cadrul Tezei de abilitare au fost publicate în reviste cotate BDI și indexate ISI, recunoscute la nivel național și internațional și sunt cele mai reprezentative realizări din cadrul activității de cercetare. La cele prezentate, se adaugă lucrări și rezultate incluse în rapoartele aferente unor contracte de cercetare derulate în care am fost membru. Lista completă a publicațiilor științifice este anexată prezentei Teze de abilitare.

1. Oroian I., C. Predescu, A. Odagiu, I. Covrig, A. Opincariu, P. Burduhos, 2018, Monitoring Urban Air Pollution with Microelements Using *Tillia Cordata* L. A Case Study: Cluj-Napoca, Journal of Environmental Protection and Ecology, 19 (1), *in press.*
2. Covrig Ilie, Ioan Oroian, Antonia Odagiu, 2017, The Phytosanitary Risk Analysis against *Phytophthora Cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. in *Fagus Sylvatica* L. Seedlings, ProEnvironment, 10 (29), 86-92.
3. Covrig Ilie, Ioan Oroian, Dacian Pop, Mădălina Covrig, Petru Burduhos, Ovidiu Ștefan, 2017, The Study of the Incidence of Powdery Mildew (*Microsphaera abbreviata* L.) attack

- in an Oak Nursery in Climatic 1 Conditions of Pădurea Mare, Satu Mare County, ProEnvironment, 10, 32, 291-294.
4. Covrig Ilie, Ioan Oroian, Antonia Odagiu, Liviu Holonec, Elvira Oroian, 2016, A. *Hippocastanum* L. and *T. Cordata* Mill. as biomonitoring plants for air pollution in urban areas. A case study: city of Cluj-Napoca, Environmental Engineering and Management Journal May 2016, Vol. 15, No. 5, 953-1172.
 5. Contract de Prestari Servici Cercetare, 2014 - 2016, cu IRUM - Cercetare cu tema: Impactul exploatarei padurii cu Tractorul articulat forestier de conceptie moderna asupra habitatelor marginale, Contract nr. 6048/22.05.2014
 6. Covrig Ilie, Ioan Meseşan, Ioan Oroian, Antonia Odagiu, Petru Burduhos, 2013, Study Concerning the Evolution of Large Game Species within Ecosystems Managed by CASHF from the County of Cluj, Romania ProEnvironment 6 (2013) 518 - 526

CAPITOLUL 1. CERCETĂRI PRIVIND PROTECȚIA FITOSANITARĂ ȘI ANALIZA DE RISC FITOSANITAR APLICATĂ PUIEȚILOR FORESTIERI ÎN CONDIȚII CLIMATICE SPECIFICE PEPINIERELOR DIN TRANSILVANIA

1.1. Introducere

Sănătatea și vitalitatea ecosistemului global al pădurii sunt frecvent afectate de o serie de factori cu potențial dăunător, de la agenți fitopatogeni (ex. dăunători, viruși, ciuperci, bacterii etc.), la factorii de mediu perturbatori (ex. secete, inundații, incendii etc.) și, nu în ultimul rând, poluanți ai mediului (Covrig și colab., 2016), fapt ce poate avea influențe negative asupra implementării obiectivelor generale ale managementului forestier (Agrios, 2001).

În acest context, se impune menționat faptul că există o gamă largă de dăunători și organisme patogene, care pot avea un impact negativ asupra sectorului forestier. În sprijinul celor afirmate mai sus, subliniem faptul că în anul 2010, potrivit rapoartelor FAO, insectele specifice ecosistemelor forestiere au distrus mai mult de 35 de milioane hectare de pădure, cu precădere în zonele temperate și zonele boreale (Oroian și colab., 2006; Popescu, 2005).

Dăunătorii și agenții patogenii pot deveni o problemă semnificativă, mai ales atunci când aceștia proliferază intens, tinzând să devină importanți factori de risc pentru speciile de arbori specifice habitatului forestier în care acestea apar.

De asemenea, multe daune sunt cauzate de dăunătorii și agenții patogeni nespecifici (care uneori devin invazivi) pentru o anumită zonă, care au fost introduși accidental în ecosistem prin comerțul cu produse forestiere, plante vii, sau chiar altele mărfuri.

Deoarece dăunătorii și agenții patogeni nespecifici pentru o anumită zonă forestieră nu au evoluat alături de păduri, posedă un important potențial dăunător și din acest motiv, impactul lor poate fi uneori devastator.

În astfel de situații, dăunătorii și agenții patogeni introduși artificial într-o zonă forestieră nu beneficiază de la inamicii naturali care păstrează în mod normal populația echilibrată (Codexul produselor de uz fitosanitar omologate pentru a fi utilizate în România, 2004).

Este demn de menționat faptul că, în vederea combaterii acțiunii dăunătorilor și patogenilor, folosirea excesivă a pesticidelor are drept consecință efecte secundare negative asupra mediului.

Din categoria acestor efecte, putem cita:

- distrugerea faunei și florei utile,
- dezechilibrul ecosistemelor forestiere,
- dezvoltarea, de către unele specii, a însușirii de rezistență crescută la pesticide,
- poluarea mediului etc.

Astfel, începând cu ultima jumătate a secolului XX, cele menționate au constituit premisele unui nou concept, în cadrul domeniului generos al protecției plantelor și anume lupta integrată împotriva dăunătorilor și bolilor produse de agenți patogeni, sau, altfel spus, managementul integrat al dăunătorilor (Benson și colab., 2001; Oroian, 2008; Sinclair și Lyon, 2005; IPPC Procedural Manual, 2011).

Strategiile proprii luptei integrate împotriva bolilor și dăunătorilor plantelor, au rolul de a duce la îndeplinirea următoarelor obiective:

- protecția speciilor utile,
- menținerea populațiilor dăunătoare sub pragul daunelor economice,
- menținerea echilibrului biologic în agro-ecosisteme,
- protecția mediului etc. (Oroian, 2008).

Conform Manualului de Proceduri al Convenției Internaționale pentru Protecția Plantelor (IPPC), există definiții clare ale funcției și domeniului de aplicare al managementului integral al dăunătorilor, dar și specificări legate de măsurile de luptă împotriva dăunătorilor, care pot fi preventive, curative și eradicative (IPPC Procedural Manual, 2011). Una dintre cele mai interesante abordări ale sistemului de luptă integrată împotriva dăunătorilor este utilizarea analizei de risc (Andersen și colab., 2004; Parsa, 2009; IPPC Procedural Manual, 2011).

Analiza de risc este un proces utilizat în mare parte de structurile corespunzătoare responsabile la nivel național (adesea la nivel guvernamental, agenții, direcții, inspectorate etc.) pentru gestionarea aspectelor care ar putea reprezenta posibile probleme periculoase pentru societate - instalații nucleare, aviație, emisii chimice rezultate din procese industriale, accidente terestre etc. - (IPPC Procedural Manual, 2011).

Atunci când se efectuează o analiză de risc al cărei obiect este studiul riscului la acțiunea dăunătorilor, se face distincție între dăunătorii care sunt în carantină și cei care nu sunt în carantină. Conform Convenției Internaționale pentru Protecția Plantelor (IPPC), un dăunător de carantină este „un dăunător de importanță economică potențială pentru zona în pericol și care nu este încă prezent sau este prezent dar nu este distribuit pe scară largă și controlat oficial”, iar dăunătorul este considerat în accepțiunea conform căreia „un dăunător care nu este în carantină, a cărei prezență la plante de plantare afectează utilizarea prevăzută a acelor plante cu impact inacceptabil din punct de vedere economic și care, prin urmare, este reglementată pe teritoriul părții contractante importatoare”. Comunicarea între toate părțile interesate care coordonează analiza riscului la acțiunea dăunătorilor este o constantă obligatorie pe parcursul desfășurării întregului proces (IPPC Procedural Manual, 2011).

Implementarea analizei de risc la acțiunea dăunătorilor presupune evaluarea categoriei de risc (prezența dăunătorilor de carantină sau de non-carantină) și, ca urmare, formularea unor măsuri

adecvate de combatere a dăunătorilor (fitosanitare, culturale etc.). Adaptând aceste principii la controlul dăunătorilor și patogenilor speciilor forestiere, se cuvine menționat faptul că analiza de risc este o opțiune relativ recentă care oferă o nouă perspectivă în controlul bolilor și dăunătorilor.

Arboretele gazdă pot prezenta sau nu rezistență la acțiunea dăunătorilor și agenților patogeni uzuali în situ, dar și la acțiunea unora noi, introduși accidental, sau nu, în mediul materialului biologic vizat (Oroian, 2008).

Studii realizate pe parcursul ultimelor decenii au evidențiat, de asemenea, faptul că schimbările climatice pot exercita o influență considerabilă asupra procesului complex de stabilire a dăunătorilor în locații noi, precum și asupra creșterii severității impactului atât a populațiilor organismelor dăunătoare și agenților patogeni indigeni, cât și a populațiilor de dăunători și patogeni nou introduși într-o locație (Agrios, 2001).

În stabilirea analizei de risc, principiile de bază sunt menționate în documentele elaborate de Convenția Internațională pentru Protecția Plantelor (IPPC) și Standardele Internaționale de Măsură Fitosanitare - ISPM (New Revised Text of IPPC, 1997 și IPPC Procedural Manual, 2011):

- ISPM nr. 2 (Cadru de analiză a riscului dăunătorilor elaborat în anul 2007) se referă la principiile generale de analiză de risc (IPPC Procedural Manual, 2011).

- ISPM nr. 11 (Analiza riscului pentru dăunători de carantină, inclusiv analiza riscurilor de mediu și a organismelor vii modificate elaborat în anul 2004) se referă la aspectele care trebuie luate în considerare atunci când se efectuează analiza riscului dăunătorilor pentru identificarea dăunătorilor de carantină (IPPC Procedural Manual, 2011).

- ISPM nr. 21 (Analiza riscului la insecte pentru dăunători care nu sunt în carantină) se referă la aspecte legate de dăunători care nu sunt în carantină (IPPC Procedural Manual, 2011).

Studiul de față s-a realizat în condițiile climatice ale Transilvaniei, iar scopul acestuia vizează, pe de-o parte, incidența atacului ciupercii *Microsphaera abbreviata* L. (care provoacă boala cunoscută sub denumirea de făinare) și modalități de combatere la puieții de stejar din pepiniere, în context climatic specific iar, pe de altă parte, implementarea analizei de risc efectuate în conformitate cu principiile IPPC pentru atacul patogenului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. asupra puieților de fag crescuți în condiții de pepinieră, de asemenea, în context climatic specific.

Instalarea și dezvoltarea semintișurilor sunt două momente distincte condiționate de factorii mediului fizico-geografic (factorii ecologici). Astfel dacă ne referim la etajele superioare, acestea în faza germinării și apariției plantulelor au o influență pozitivă prin protecția ce o realizează împotriva temperaturilor extreme, uscării și înțelenirii solului. Pe măsura dezvoltării semintișului și creșterii necesităților de lumină, umiditate și hrană, arboretul matern exercită o concurență în obținerea acestor elemente.

Influențele macroclimatului, ale microclimatului de pădure asupra instalării și evoluției semințurilor în primul an de viață precum și dezvoltarea semințurilor de diferite vârste în condițiile microclimatice generate de aplicarea în arborete a unor lucrări silvotehnice sunt evidente.

Condițiile topo- și microclimatice influențează asupra stării și evoluției semințelor în timpul iernii, capacitatea semințurilor în primul an de viață de a rezista abaterilor de la regimul normal al elementelor climatice mai ales că se cunoaște că semințul de fag are o slabă rezistență la variațiile extreme ale elementelor climatice.

Literatura și practica regenerării naturale prezintă suficiente exemple când starea vremii de peste iarnă (ex. lipsa zăpezii cu sol înghețat, sau înghețarea puternică a solului înainte de căderea zăpezii) ori anumiți dăunători biotici (ex. rozătoare, microorganismе) reduc substanțial numărul semințelor sau condițiile necesare instalării semințurilor (Marcu, 1965; Oswald, 1981; Brega, 1986).

Influența condițiilor topo- și micro-climatice asupra stării și evoluției semințelor de fag în timpul iernii se manifestă în principal prin :

- scădere cu 54 –60 % la jirul bun față de situația din toamnă;
- procentul jirului în curs de descompunere variază între 8 – 31% din cantitatea totală pe m².

Aceste semințe nu prezintă părți lipsă care să arate că ar fi fost mâncate de rozătoare, ci mai degrabă descompunerea se datorează acțiunii biologice a diverselor microorganismе și alternanței repetate a înghețului și dezghețului la sol. De altfel se știe că și în condiții optime de păstrare (stratificare) peste iarnă un anumit procent de pierdere în timpul iernii se datorează cantităților mari de grăsimi pe care jirul le conține. După aspect jirul în curs de descompunere arată că face parte din procentul de jir bun (considerat viabil în toamnă) și nu din categoria semințelor seci moarte sau stricate (Covrig, 2003)

În primul an de viață semințul de fag suportă greu insolația și căldura din timpul verii. Astfel :

- în locuri însorite (porțiuni de drumuri forestiere sau de scos apropiat, taluzuri ale acestora, sau goluri mari existente) în care condițiile de lumină și temperatură sunt foarte apropiate sau identice cu cele din terenul descoperit, plantulele au dispărut în totalitate.
- în locuri semiumbrite, respectiv semiînsorite s-a înregistrat o diminuare a numărului de plantule/mp cu cca. 33 – 48%
- în locuri umbrite pierderile au fost mult mai reduse, nedepășind 20 –24%
- într-un gol din pădure („ochi” de cca. 1h) se înregistrează pierderi diferențiate în raport cu sectorul de ochi analizat. Astfel în sectorul nordic procentul pierderilor atinge 87% din numărul maxim de plantule înregistrat, în sectorul estic 73%, iar în sectorul central

62%. Cele mai mici pierderi s-au găsit în sectorul vestic, respectiv sectorul sudic, unde nivelul pierderilor atingea 42%, respectiv 38%)(Covrig , 2003).

Dacă avem în vedere procentul de plantule viabile și măsurătorile de lumină, se constată că procentul maxim de plantule viabile 76% s-a realizat la o intensitate luminoasă de 20 – 22% din lumina plină. În plină lumină plantulele au suferit mult mai mult, ele „topindu-se” de la o zi la alta, procentul de plantule viabile fiind 4% sau chiar mai scăzut.

Într-o zonă cu regenerare relativ uniformă și omogenă la o consistență estimată de cca. 0,6 – 0,7 condiții în care intensitatea luminoasă avea valori de 25 – 30% din lumina plină, de la declanșarea regenerării – primăvara anului 1995 și până în toamna anului 2001, procentul de supraviețuire a puieților a fost de cca. 26%, corespunzător unui număr mediu de 17 puieți/mp (Covrig , 2003).

Înghețurile târzii produse la sfârșitul lunii aprilie și începutul lunii mai au afectat plantulele instalate pe suprafețe cu altitudini de 600 –650 m în proporție de peste 60%. Fenomenul era mai accentuat pe suprafețe cu expoziție sudică comparativ cu suprafețele cu expoziție nordică. La altitudini de peste 850 m pierderile provocate de aceste înghețuri au fost neglijabile.

În cazul înghețurilor târzii o perdea de larice oferă culturilor de fag instalate în imediata apropiere protecție maximă până la o distanță de cca. 0,75h (h – înălțimea perdelei de larice). Pe această distanță pierderile sunt neglijabile (2%). Peste această distanță efectul protector scade, astfel că la cca. 1h procentul pierderilor atinge 17%, la 1,5h atinge 61%, iar la distanța de cca. 2h se aproprie de 90%.

Înghețurile târzii care apar spre sfârșitul lunii mai și începutul lunii iunie au produs pagube însemnate semințișurilor, în special acolo unde configurația suprafețelor determină formarea unor mici depresiuni („găuri de ger”). Efectul acestora este cu atât mai evident cu cât ele se repetă an de an și cu cât temperaturile scăzute, chiar de scurtă durată sunt urmate de perioade de încălziri bruște.

Vătămările au fost mai mari pe versanții însoriți, unde temperaturile au crescut mai repede după trecerea perioadei de îngheț, determinând o variație bruscă, ce a mărit efectul vătămărilor(Covrig , 2003).

1.2. Material și metodă

1.2.1. Atacul *Microsphaera abbreviata* L. asupra puieților de stejar

Stejarul (*Quercus robur* L. sin. *Quercus pedunculata* Hoffm., Eukaryota, Regnul: Plantae, Ordinul: Fagales, Familia: Fagaceae, Genul: *Quercus*) populează pădurile din zonele climatice

temperate din Europa, Africa de Nord și chiar Asia. În România, această specie fiind întâlnită frecvent alături de alte specii, formând așa-numitele păduri de foioase (Oroian, 2008).

În experimentul de față, desfășurat în anul 2016, materialul biologic utilizat în cercetări a constat din puieți de stejar crescuți în condițiile pedo-climatice specifice pepinerei Pădurea Mare, localizată în județul Satu Mare. Datele climatice (temperatura, °C; umiditatea atmosferică, %; viteza vântului, m/s și regimul precipitațiilor, mm) au fost înregistrate zilnic, cu ajutorul Stației Meteorologice AANDERAA AWS 2700, (AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS).

Puieții de stejar (*Quercus robur* L.) au fost fertilizați cu îngrășământ mineral NPK, 15:15:15, utilizat în doză de 200 kg/ha. Monitoringul observațional a fost utilizat în vederea identificării și cuantificării atacului de *Microspheera abbreviata* L.

Tratamentele fitosanitare efectuate s-au realizat cu produse a căror substanțe active aparțin următoarelor clase chimice:

- Kumulus DF (BASF) cu substanța activă sulf 80%, aplicat în doză de 0,3%;
- Allegro (BASF) cu substanțele active kresoxim-metil 125 g/l și epoxiconazol 125 g/l, aplicat în doză de 0,9 L/ha;
- Nativo 300 SC (Bayer Crop Science) cu substanțele active tebuconazol 200 g/l și trifloxistrobin 100 g/l, aplicat în doză de 0,8 L/ha;
- Sphere 535 SC (Bayer Crop Science) cu substanțele active trifloxistrobin 375 g/l și ciproconazol 160 g/l aplicată la o doză de 0,4 l/ha;
- Tilt 250 CE (Syngenta Protecția Plantelor) cu substanța activă propiconazol 250 g/l, aplicat în doză de 0,3 l/ha.

Metodologia de lucru s-a realizat în conformitate cu o schemă ce corespunde unui experiment monofactorial cu șase graduări, în trei repetitii, desfășurată pe parcursul perioadei de vegetație aprilie - septembrie 2016.

1.2.2. Analiza de risc a atacului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. asupra puieților de fag

Analiza de risc a fost efectuată în perioada aprilie - septembrie în trei ani consecutivi (2015, 2016 și 2017) în conformitate cu principiile IPPC, în trei etape (IPPC Procedural Manual, 2011):

1. inițiere,
2. evaluare
3. management (Fig. 1.1.).

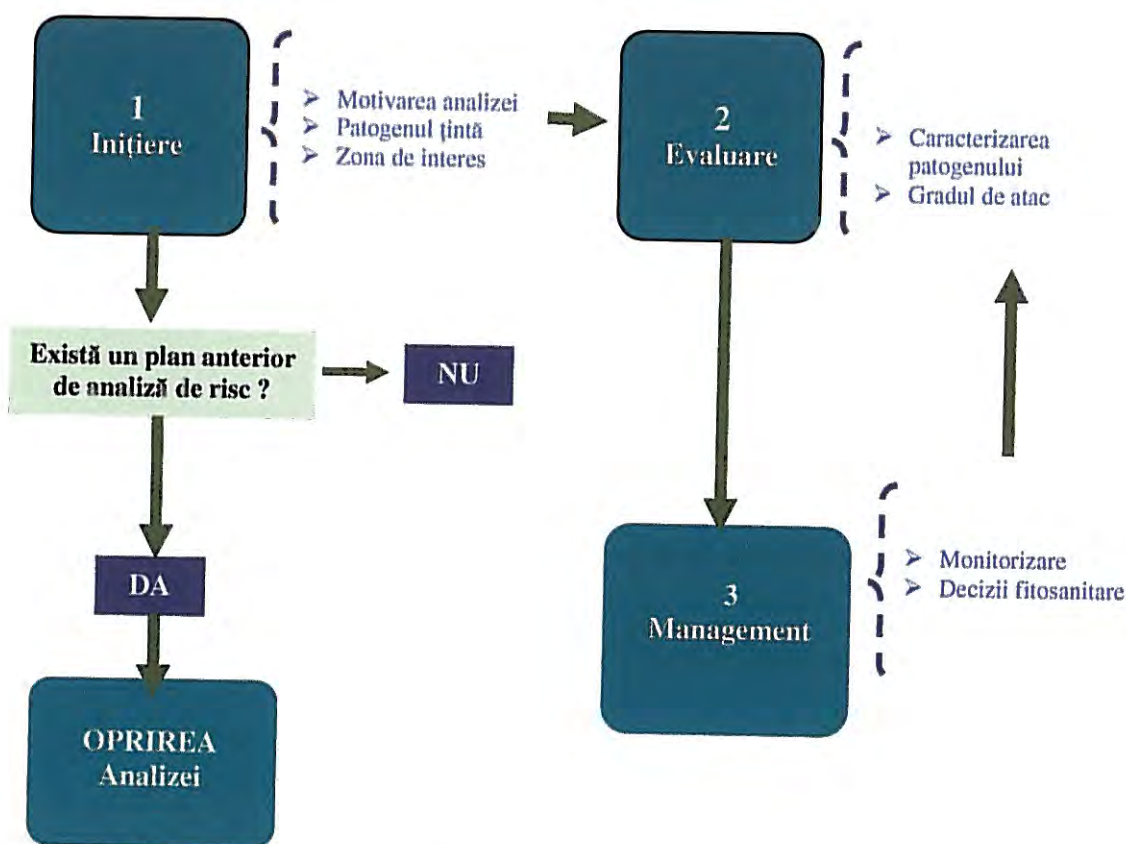


Fig. 1.1. The stages of the pest risk analysis(adaptat după ISPM nr. 2 - Cadrul de analiză a riscului dăunătorilor, 2007)

Experimentele s-au desfășurat într-o pepinieră în care sunt cultivați puiți de fag (*Fagus sylvatica* L) localizată în Bazinul superior al Nirajului, în cadrul Ocolului Silvic Sovata din Direcția Silvică Mureș.

Gazda a fost reprezentată de specia europeană de fag - *Fagus sylvatica* L. - Eukaryota, Regnul: Plantae, Ordinul: Fagales, Familia: Fagaceae, Genul: *Fagus*. Gradul de atac a fost calculat conform metodei standardizate, funcție de frecvența și intensitatea atacului (Oroian, 2008). Au fost luați în considerare factorii climatici specifici sitului experimental.

Datele brute au fost prelucrate cu ajutorul programelor STATISTICA v 8.0 for Windows și IBM-SPSS (Berry și colab., 2002). S-a implementat metodologia de calcul a statisticii de bază, respectiv statistica descriptivă (media, deviația standard, valorile de maximum și minimum, boltirea și asimetria) aplicată gradelor de atac ale patogenilor studiați, dar și factorilor climatici analizați care influențează acțiunea agentului patogen și corelațiile simple dintre factorii climatici (temperatura, °C; umiditatea atmosferică, %; viteza vântului, m/s și regimul precipitațiilor, mm) și

gradul de atac al *Microsphaera abbreviata* L., în condiții diferite de tratament fitosanitar. De asemenea, au fost utilizate instrumentele analizei multivariaționale, respectiv regresia multiplă și analiza de cluster, în vederea estimării influenței factorilor climatici asupra manifestării gradului de atac al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. și a grupării gradelor de atac ale *Microsphaera abbreviata* L., în funcție de valoarea medie obținută în urma administrării diferitelor tratamente fitosanitare pentru a căror experimentare s-a optat.

1.3. Rezultate și discuții

1.3.1. Atacul *Microsphaera abbreviata* L. asupra puieților de stejar

Cercetările efectuate în cadrul acestui studiu în câmpul experimental aparținând pepinierii Pădurea Mare, Ocolul silvic Satu Mare, din cadrul Direcției Silvice Satu Mare, subliniază faptul că există corelații simple, de intensități diferite, între factorii climatici analizați în studiul de față (temperatura, °C; umiditatea atmosferică, %; viteza vântului, m/s și regimul precipitațiilor, mm) și gradele de atac ale *Microsphaera abbreviata* L., înregistrate la varianta experimentală martor netratată împotriva fâinării și variantele experimentale care au primit tratamente fitosanitare cu diverse produse, în perioada experimentală aprilie - septembrie 2016 (Tabelul 1.1).

Între temperatura medie a perioadei experimentale aprilie - septembrie 2015 și valorile medii ale umidității, vitezei vântului și regimului precipitațiilor înregistrat în aceeași interval experimental, se înregistrează corelații negative (Tabelul 1.1).

Sunt raportate corelații simple negative foarte slabe între temperatură pe de-o parte și umiditatea relativă atmosferică și regimul precipitațiilor, pe de altă parte. Între temperatura medie a intervalului experimental temporal aferent anului 2016 și viteza medie a vântului se înregistrează o corelație negativă medie ($R = -0,346$). Umiditatea relativă a aerului este corelată negativ și foarte slab cu viteza vântului, dar pozitiv mediu cu regimul precipitațiilor ($R = +0,323$). Viteza vântului este corelată pozitiv și foarte slab ($R = +0,048$) cu regimul precipitațiilor (Tabelul 1.1).

Studiul corelațiilor dintre factorii climatici analizați și gradul de atac al patogenului *Microsphaera abbreviata* L. asupra puieților de stejar în pepiniera Pădurea Mare în perioada experimentală aprilie - septembrie 2016 evidențiază faptul că doar temperatura, umiditatea relativă și regimul de precipitații sunt factorii climatici corelați cu gradele de atac înregistrate la varianta martor netratată și la variantele experimentale tratate cu diverse produse fitosanitare, de o manieră care impune studiul influenței lor asupra incidenței fâinării la puieții de stejar (Tabelul 1.1).

Tabelul 1.1. Matricea corelațiilor dintre factorii de mediu (temperatură, umiditate relativă, viteza vântului, regim de precipitare) și gradul de atac al patogenului *Microsphaera abbreviata* L. (AD,%) în funcție de tratamentele fitosanitare aplicate, în pepiniera Pădurea Mare, Ocolul silvic Satu Mare, din cadrul Direcției Silvice Satu Mare, 2016

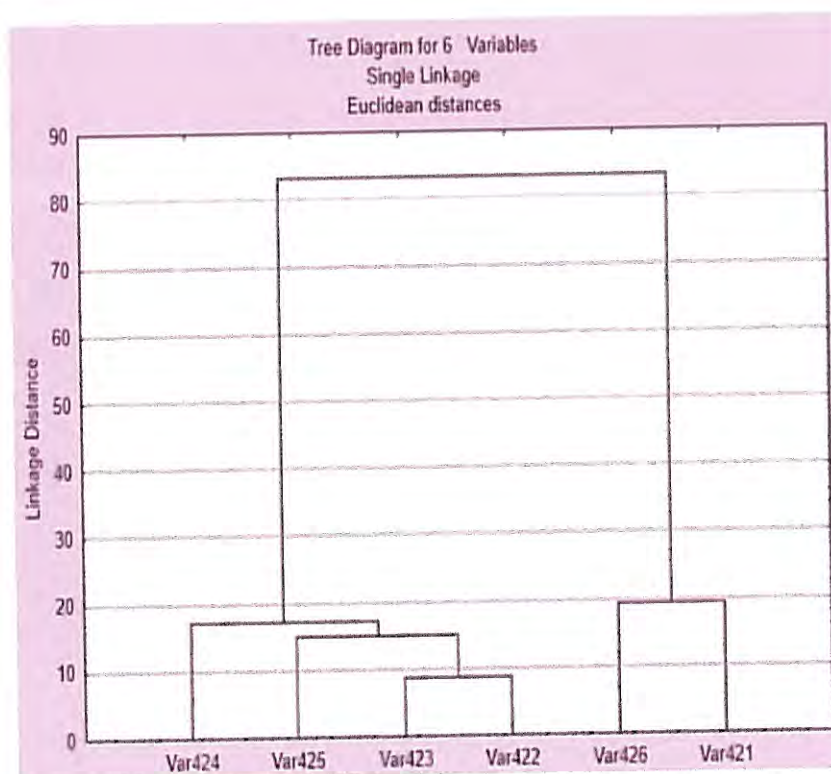
Specificare	h, %	v, m/s	pp, mm	M	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
t, °C	-0,039	-0,346	-0,028	+0,182	+0,144	+0,111	+0,149	+0,102	+0,173
h, %		-0,075	+0,323	+0,242	+0,231	+0,204	+0,202	+0,269	+0,237
v, m/s			+0,048	+0,086	+0,032	+0,036	+0,041	+0,033	+0,052
pp, mm				+0,399	+0,271	+0,270	+0,262	+0,234	+0,306

t, °C – temperatura; h, % - umiditatea atmosferică relativă; v – viteza vântului, m/s, pp – regimul precipitațiilor, mm; M – martor netratat; V₁ – lot tratat cu produsul Kumulus DF; V₂ – lot tratat cu produsul Allegro; V₃ – lot tratat cu produsul Nativo 300 SC; V₄ – lot tratat cu produsul Sphere 535 SC; V₅ – lot tratat cu produsul Tilt 250 CE.

În ceea ce privește incidența făinării, cuantificată prin calcularea gradelor de atac ale *Microsphaera abbreviata* L. la puietii de stejar, înregistrată pe parcursul întregii perioade experimentale, respectiv aprilie - septembrie 2016, conform analizei de cluster se evidențiază existența a două cluster principale, corespunzătoare gradelor de atac, înregistrate în funcție de soluțiile fitosanitare testate în vederea gestionării atacului patogenului.

Primul cluster constituie un grup care corespunde celui mai puternic grad de atac, respectiv pentru varianta martor (GA = 40,50%) și varianta experimentală căreia i s-au administrat tratamente fitosanitare cu produsul Tilt 250 EC-V5 (GA = 38,50%). Cel de-al doilea cluster include un grup alcătuit din mai multe subcluster, aferente gradelor de atac înregistrate pentru celelalte variante experimentale și corespunde unor valori ale atacului inferioare celor evidențiate de componentele primului cluster (Fig. 1.2).

Este demn de remarcat faptul că acest al doilea cluster este împărțit în trei sub-subcluster. Dintre acestea, două corespund situațiilor în care managementul fitosanitar al făinii a fost realizat prin administrarea produselor Nativo 300 (GA = 21,57%) și Sphere 535 GA = 24,61%). Cel de-al treilea subcluster este la rândul său divizat în două sub-cluster corespunzătoare gradelor de atac rezultate în urma administrării tratamentelor fitosanitare cu Kumulus DF - V₁ (GA = 24,85%) și Allegro - V₂, respectiv GA = 23,49% (Fig. 1.2).



V421 – martor netratat; V422 – lot tratat cu produsul Kumulus DF; V423 – lot tratat cu produsul Allegro; V424 – lot tratat cu produsul Nativo 300 SC; V425 – lot tratat cu produsul Sphere 535 SC; V426 – lot tratat cu produsul Tilt 250 CE.

Fig 1.2. Analiza de cluster aplicată la gradul de atac al ciupercii *Microsphaera abbreviata* L. (GA,%) în funcție de tratamentul fitosanitar administrat, în situl experimental - pepiniera Pădurea Mare, Ocolul silvic Satu Mare , din cadrul Direcției Satu Mare, 2016

Distanțele de linkage evidențiate pentru agentul patogen corespund diferențelor dintre gradele de atac raportate pentru fiecare variantă experimentală, sugerând rezultatele superioare obținute în cazul administrării puieților de stejar din pepiniera Pădurea Mare a tratamentului fitosanitar cu produsul Nativo 300 SC (Bayer Crop Science) în doză de 0,8 L/ha (Fig. 1.2).

1.3.2. Analiza de risc a atacului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. asupra puieților de fag

Așa cum s-a evidențiat anterior, analiza de risc fitosanitar include trei etape, respectiv: inițierea, evaluarea și managementul. Etapa de inițiere include următoarele componente: A. motivația analizei, B. agentul patogen vizat și C. zona de interes (Fig. 1.1).

A. Motivația analizei. Incidența ridicată înregistrată pentru atacul *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. la conifere continuă să fie o amenințare constantă pentru dezvoltarea

sănătoasă a pădurilor în condițiile climatice ale Transilvaniei, condiții climatice care au înregistrat modificări importante în ultimii cincizeci de ani, caracterizate de creșterea cu 1°C a temperaturii medii (Bakkenes și colab., 2002; Beniston, 2005; Chakraborty și colab., 2008).

B. Agentul patogen vizat. Din punct de vedere taxonomic, agentul patogen poate fi caracterizat ca aparținând domeniului Eukaryota, Regnul Chromalveolata, Phylum Heterokontophyta, Clasa Oomycetes, Subclass Incertae sedis, Ordinul Pythiales, Familia Pythiaceae, Genul *Phytophthora*, Specia *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. Denumirea comună a bolii produse de patogen este mană (Grunwald și Flier, 2005; Judelson și Blanco, 2005; Oroian, 2008; Oroian și colab., 2013).

C. Zona de interes. Zona de studiu a fost amplasată în regiunea Transilvaniei, punctual Bazinul Superior al Nirajului, respectiv Ocolul Silvic Sovata, Direcția Silvică Mureș, (46° 33' 0"N, 24° 49' 60"E), care are în administrare păduri de conifere și păduri de foioase. Situl experimental este alcătuit din ua 74B, din Unitatea de Producție II Nirajul Mic, arboret de fag (*Fagus sylvatica* L.), cu eutricambosol (sol brun eumezobazic). Experimentul s-a desfășurat într-o pepinieră în care sunt instalate culturi de fag (*Fagus sylvatica* L.), semănături în anul unu și doi de cultură. Un plan anterior de evaluare a riscului împotriva *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. nu a fost implementat în arealul experimental. Din acest motiv, conform procedurilor (Fig. 1.1), se va implementa analiza de risc.

Etapa de evaluare include două componente: D. caracterizarea dăunătorilor și E. determinarea gradului de atac

D. Caracterizarea dăunătorilor. În ultimul deceniu, datorită incidenței crescute a atacului multor specii ale genului *Phytophthora* asupra arboretelor în diverse areale forestiere, din țări europene, studiul acestui patogen a devenit o preocupare continuă. Menționăm faptul că cele mai frecvent identificate specii sunt: *Phytophthora cinnamomi*, *Phytophthora cactorum*, *Phytophthora citricola*, *Phytophthora quercina*, *Phytophthora cambivora*, *Phytophthora pseudosyringae*, *Phytophthora alni* etc.

Motivul principal al creșterii incidenței acestor specii patogene este vulnerabilitatea ecosistemului forestier față de răspândirea bolii produse de acestea (diverse tipuri de mană) în siturile atacate, cu toate consecințele costisitoare legate de costurile de refacere a plantațiilor respective. Pe lângă fag (*Fagus sylvatica* L.), există și o serie de alte specii asupra cărora genul *Phytophthora* poate constitui o amenințare. Această amenințare se manifestă cu precădere asupra puietilor în pepiniere. Dintre aceste specii amintim: *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Picea abies*, *Pinus silvestris*, *Quercus* spp. (Oroian, 2008). Atacul de *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. la nivelul rădăcinilor și/sau tulpinilor fagului, contribuie și la creșterea vulnerabilității arboretelor la acțiunea altor dăunători și/sau paraziți (de exemplu: *Armillaria*, *Nectria coccinea*,

etc.), cu consecințe foarte grave asupra stării de sănătate a acestora. *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. este o specie care atacă de obicei plantele tinere și semințele de conifere și de foioase.

La puietii de fag (*Fagus sylvatica* L.) și ai altor specii lemnoase atacate, se evidențiază simptomele bolii (mană) la nivelul organelor subterane și supraterane, în funcție de fenofaza în care se găsește planta gazdă.

Rădăcinile atacate se înnegresc și, ulterior, boala se răspândește și la nivelul embrionului și al semințelor germinate. Atacul împotriva tulpinii puietilor se produce, de obicei, la nivelul locului de inserție al cotiledoanelor. Țesuturile afectate putrezesc, iar țesutul înnegrit se extinde și acoperă chiar și frunzele puietilor. Factorii climatici joacă un rol foarte important în acțiunea agenților patogeni. Este bine cunoscut faptul că în verile ploioase, frecvența crescută a ploilor și cantitățile mari de apă corespunzătoare, constituie un factor favorizant în creșterea incidenței atacului speciilor de patogeni aparținând genului *Phytophthora* (Coakley, 1999; Lozada și colab., 2006; Urrutia și Vuille, 2009).

Creșterea regimului de precipitații, însoțită de creșterea valorilor umidității aerului și a solului determină o vulnerabilitate mai mare a puietilor de fag împotriva atacului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. Literatura științifică evidențiază chiar și posibilitatea acțiunii sinergice a acestor factori de mediu. În mod obișnuit, cele mai importante instrumente pentru combaterea acestui agent patogen sunt atât profilactice, cât și curative.

Prevenția poate fi contrabalansată utilizând tratamentul chimic al semințelor cu fungicide. Măsurile curative sunt recomandate atunci când primele simptome de atac sunt identificate la puietii, prin utilizarea alternativă a fungicidelor de contact și a fungicidelor sistemice. Există numeroase studii menționate în literatura de specialitate care evidențiază succesul practicării controlului biologic utilizând *Enterobacter aerogenes* și/sau *Trichoderma* (Erwin și Ribeiro, 1996).

La momentul de față, sunt cunoscute o serie de metode, care sunt utilizate pentru a prevedea intensitatea și frecvența atacului speciilor patogene aparținând genului *Phytophthora* asupra unui număr mare de specii care ar putea reprezenta o țință potențială. Toate aceste metode iau în considerare faptul că factorii limitativi în acțiunea agentului patogen sunt reprezentați de condițiile climatice. În vederea cuantificării influenței acestor factori limitativi, o abordare importantă este cea reprezentată de analiza multiregresie (Berry și colab., 2002).

E. Determinarea gradului de atac. Prin utilizarea statisticii de bază se evidențiază, la nivelul întregii perioade experimentale, medii ale gradului de atac a *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. (GA), înregistrate la puietii de fag din pepineră, cuprinse în intervalul 19,49% (2016) și 21,77% (2017), cărora le corespund distribuții normale ale valorilor individuale (Tabelul 1.2). Regimul de temperatură și precipitații au prezentat valori normale care se încadrează în

limitele normale pentru perioada experimentală (aprilie - septembrie) a fiecărui an în care s-a desfășurat studiul (Tabelul 1.2). Aceste valori demonstrează uniformitatea și, în consecință, o bună distribuție a valorilor analizate, ceea ce conferă încredere în rezultatele acestei analize efectuate pe parcursul întregii perioade experimentale, 2015 - 2017 (Tabelul 1.2).

Tabelul 1.2. Statistica descriptivă aplicată pentru gradul de atac al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt și pentru factorii climatici care influențează atacul patogenului, în perioada experimentală 2015 - 2017

Anul	Media	Minimum	Maximum	Dev. Std.	Asimetria	Boltirea
Temperatura, °C (n = 183)						
2015	16.65	10.60	21.00	4.06	-0.49	1.34
2016	17.22	12.60	20.40	2.92	-0.63	0.42
2017	16.52	10.10	20.50	3.97	-0.65	0.61
Regimul precipitațiilor, mm (n = 183)						
2015	83.07	47.25	137.67	13.46	0.79	0.09
2016	66.74	7.12	158.99	7.92	0.82	0.44
2017	84.59	17.29	174.49	11.80	0.96	2.78
Gradul de atac, % (n = 50)						
2015	20.73	8.10	34.20	3.68	-0.25	1.67
2016	19.49	11.50	29.10	2.29	0.30	0.14
2017	21.77	8.20	35.30	4.03	-0.24	0.88

Cea mai mare medie anuală a precipitațiilor a fost înregistrată în anul 2017 (84,59 mm) și corespunde celui mai mare grad mediu de atac anual al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. înregistrat în perioada experimentală (21,77%). În ceea ce privește temperatura, cea mai ridicată medie anuală (17,22 °C) a fost înregistrată în anul 2016 și corespunde celui mai mic grad mediu de atac anual al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. (19,49%) înregistrat în perioada experimentală (Tabelul 1.2).

Nu există diferențe semnificative între gradele de atac ale *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. înregistrate în perioada experimentală 2015 – 2017 (Fig. 1.3.).

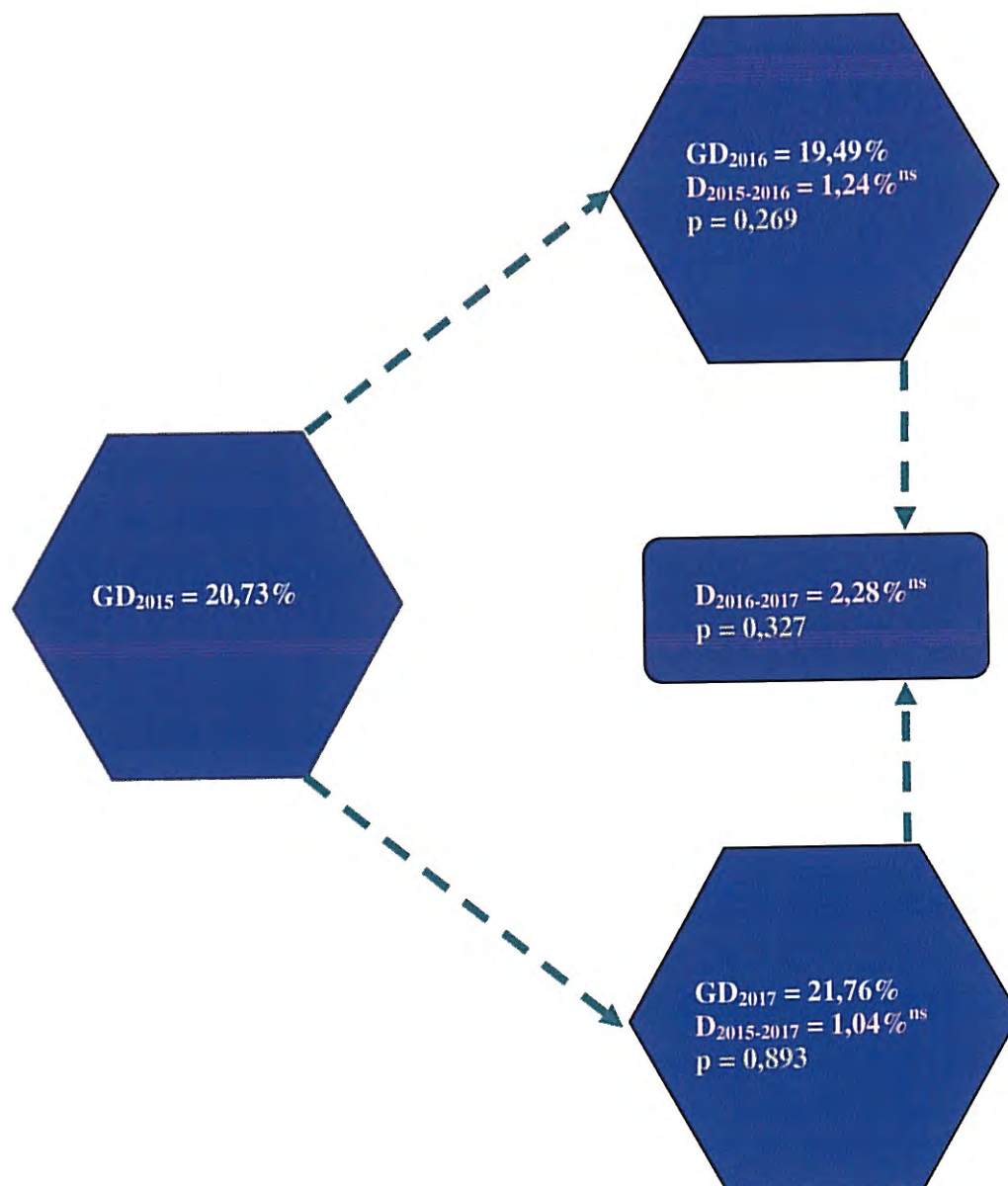


Fig. 1.3. Semnificația diferențelor dintre gradele de atac ale *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt (ANOVA)

Studiul potențialului sinergic al factorilor climatici (temperatura, °C și regimul precipitațiilor, mm) asupra intensității gradului de atac al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. asupra puieților de fag creșcuți în regim de pepinieră, folosind abordarea ce implică analiza multiregresie, subliniază influența acestor factori climatici, dar care se manifestă cu intensități diferite (Fig. 1.4, Fig. 1.5 și Fig. 1.6).

În anul experimental 2015, linia de regresie care evidențiază relația dintre gradul de atac al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt., temperatură și regimul de precipitații aferent, respectiv $Y = - 17.962 + 0.481 \times t \text{ (}^\circ\text{C)} + 0.663 \times Pp \text{ (mm)}$ sugerează o influență mai mare a regimului precipitațiilor asupra evoluției gradului de atac, comparativ cu temperatura (Fig. 1.4).

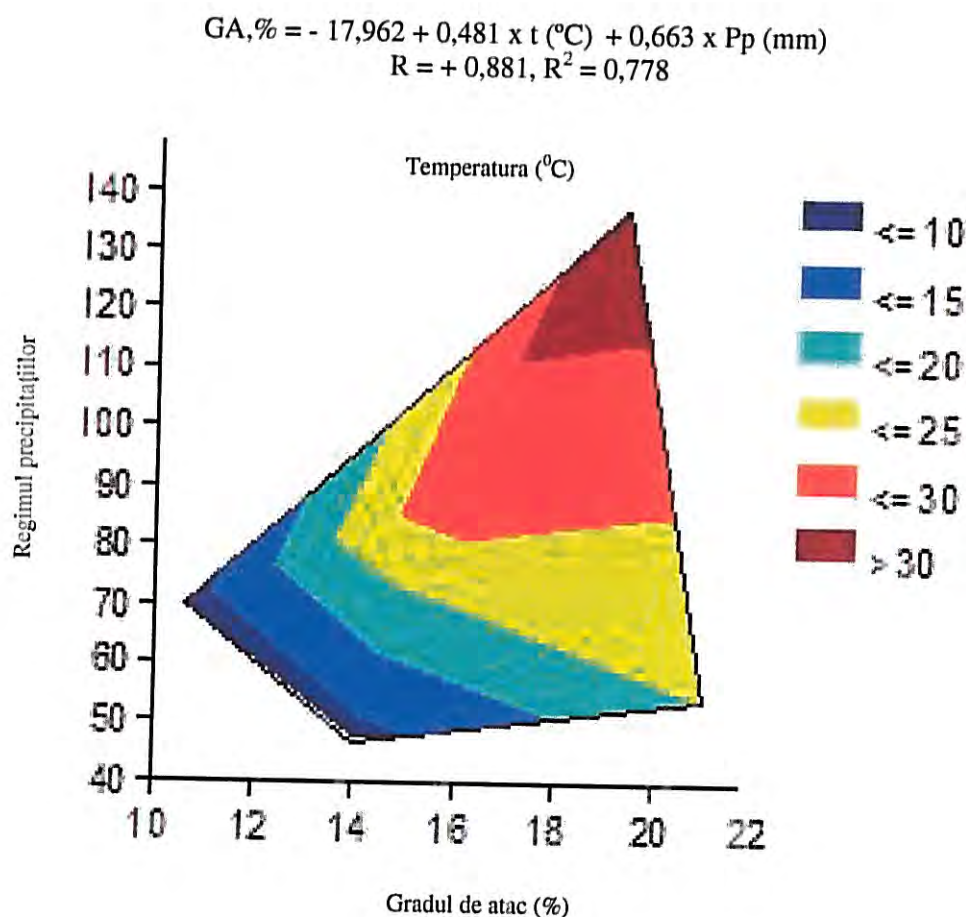


Fig. 1.4. Reprezentarea grafică a interrelației dintre gradul de atac al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt., asupra puietilor de fag (*Fagus sylvatica* L.) din pepinieră, temperatură și regimul de precipitații în anul 2015

Relația este definită de un coeficient puternic de corelație multiplă pozitiv $R = + 0.881$ ($R^2 = 0.778$), ceea ce demonstrează o relație puternică între toți cei trei parametri analizați în primul an experimental 2015. Astfel, la creșterea gradului de atac contribuie atât creșterea aportului hidric în arealul experimental, înregistrat pe parcursul perioadei analizate, cât și creșterea temperaturii, deși contribuția acestui factor climatic este mai redusă. Conform valorii coeficientului de determinație, creșterea aportului pluviometric și a regimului termic determină o creștere a gradului de atac al

patogenului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. asupra puieților de fag din pepinieră, de o manieră descrisă de dreapta de regresie, pentru 77,80% din totalul populației de puieți de fag luată în studiu.

Reprezentarea grafică evidențiază posibilitatea înregistrării celor mai mari grade de atac, de peste aproximativ 21% în condiții climatice caracterizate de temperaturi medii mai mari de 30°C și un regim al precipitațiilor superior mediei de 100 mm (Fig. 1.4).

Aceeași tendință generală a fost înregistrată și în cel de-al doilea an experimental, 2016. În comparație cu anul experimental anterior, 2015, linia de regresie care descrie relația dintre gradul de atac al patogenului studiat, temperatură și regimul precipitațiilor $Y = - 14.301 + 0.013 \times t (^{\circ}\text{C}) + 0.7843 \times P_p$ sugerează o influență mai mare a regimului precipitațiilor asupra evoluției gradului de atac asupra puieților de fag (*Fagus sylvatica* L.) din pepinieră, comparativ cu temperatura (Fig.1.5).

Din reprezentarea grafică (Fig. 1.5) reiese faptul că, în acest caz, există posibilitatea înregistrării celor mai mari grade de atac, cuprinse în intervalul valoric 17,5 % - 19%, în condiții climatice caracterizate de temperaturi medii mai mari de 30°C și un regim al precipitațiilor cuprins în intervalul 100 mm – 125 mm.

Interacțiunea dintre factorii climatici, temperatură și regimul pluviometric caracteristici arealului experimental în anul 2016 și gradul de atac al patogenului studiat înregistrat la puieții de fag (*Fagus sylvatica* L.) din pepiniera Ocolului Silvic Sovata este definită de un coeficient puternic de corelație multiplă pozitiv $R = + 0.774$ ($R^2 = 0,559$), ceea ce demonstrează o relație puternică între toți cei trei parametri analizați în anul experimental 2016, dar ușor inferioară, ca intensitate, celei înregistrate în anul experimental anterior 2015 (Fig. 1.4). Existența unui regim pluviometric ridicat în arealul experimental, înregistrat pe parcursul perioadei analizate, corespunzătoare anului experimental 2016, însoțită de un increment foarte redus al temperaturii, contribuie la creșterea gradului de atac. Valoarea coeficientului de determinație, evidențiază faptul că odată cu creșterea aportului pluviometric și a regimului termic rezultă o creștere a gradului de atac al patogenului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. asupra materialului biologic studiat, de o manieră descrisă de dreapta de regresie, pentru 55,90% din totalul populației de puieți de fag (*Fagus sylvatica* L.) luată în studiu.

$$Y = - 14.301 + 0.013 \times t (^{\circ}\text{C}) + 0.784 \times P_p (\text{mm})$$

$$R = 0.774, R^2 = 0.599$$

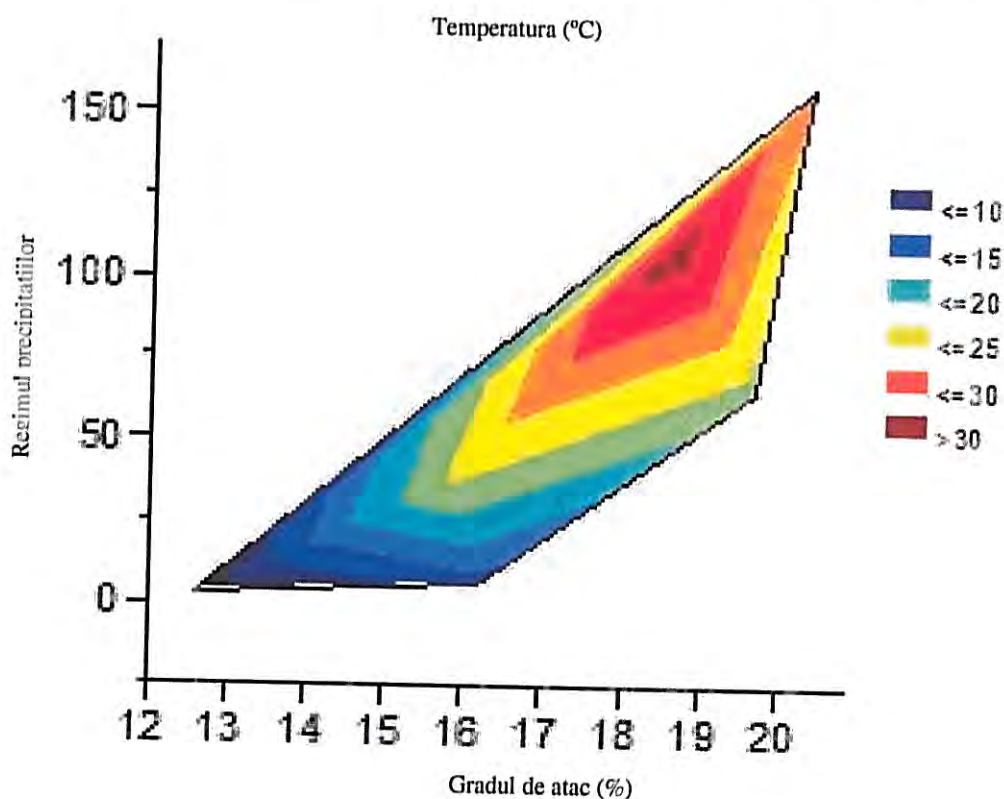


Fig. 1.5. Representarea grafică a interrelației dintre gradul de atac al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt., asupra puieților de fag (*Fagus sylvatica* L.) din pepinieră, temperatură și regimul de precipitații în anul 2016

În mod similar cu anii experimentali anteriori, în 2017, dreapta de regresie care redă relația dintre gradul de atac al patogenului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt., temperatura și regimul precipitațiilor $Y = -9.498 + 0.546 \times t \text{ (}^\circ\text{C)} + 0.591 \times Pp \text{ (mm)}$ prezintă o influență pozitivă a celor doi factori climatici analizați asupra creșterii gradului de atac al patogenului menționat asupra puieților de fag din pepiniera localizată în Ocolul Silvic Sovata.

Spre deosebire de anii experimentali anteriori (Fig. 14 și Fig. 1.5) se evidențiază o contribuție aproape similară a celor doi factori climatici analizați asupra creșterii gradului de atac al patogenului, deși se poate observa o influență ușor superioară a regimului precipitațiilor asupra evoluției gradului de atac comparativ cu temperatura (Fig. 1.6).

Se remarcă faptul că în ultimul an experimental, respectiv 2017, pot fi înregistrate grade de atac ale *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt., asupra puieților de fag (*Fagus sylvatica* L.) din pepinieră, superioare, de peste 19%, în condiții climatice caracterizate de temperaturi medii mai mari de 30°C și un regim al precipitațiilor superior valorii de 100 mm (Fig. 1.6).

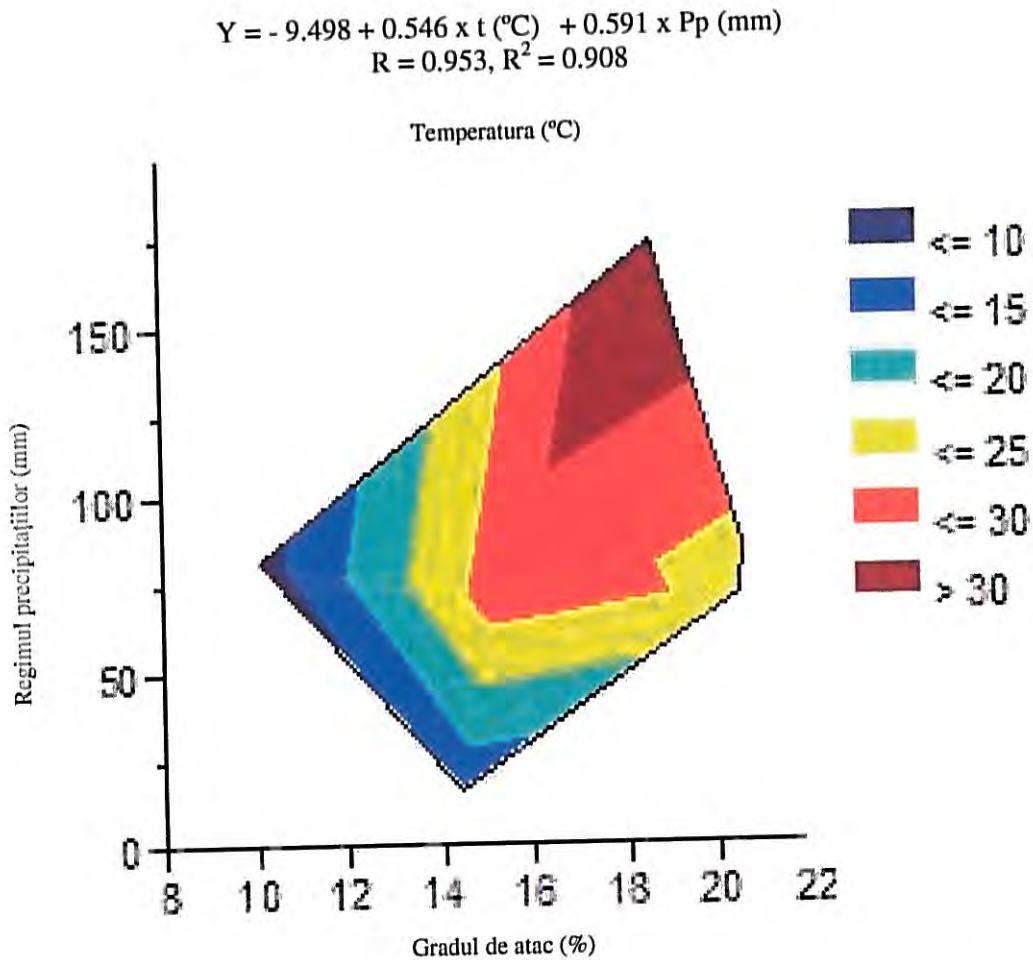


Fig. 1.6. Reprezentarea grafică a interrelației dintre gradul de atac al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt., asupra puieților de fag (*Fagus sylvatica* L.) din pepinieră, temperatură și regimul de precipitații în anul experimental 2017

Se evidențiază o interacțiune foarte puternică între factorii climatici ai arealului experimental reprezentați de temperatură și regimul pluviometric, în anul 2017 și gradul de atac al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. asupra puieților de fag (*Fagus sylvatica* L.). este definită de un coeficient de corelație multiplă pozitiv și foarte puternic $R = + 0.953$ ($R^2 = 0,908$), ceea ce demonstrează influența foarte puternică exercitată de factorii climatici luați în studiu asupra gradului de atac al patogenului studiat, considerabil superioară, în termeni de intensitate, comparativ celor înregistrate în anii experimentali anteriori (Fig. 1.4 și Fig. 1.5). Existența unui regim pluviometric ridicat în arealul experimental, înregistrat pe parcursul perioadei analizate, corespunzătoare anului experimental 2017, însoțită de o creștere a temperaturii, caracterizată de un

coeficient apropiat valoric de cel înregistrat pentru regimul pluviometric, contribuie la creșterea gradului de atac al patogenului. Coeficientul de determinație înregistrează, la rândul său, o valoare ridicată, ceea ce indică faptul că odată cu creșterea aportului pluviometric și a regimului termic rezultă o creștere a gradului de atac al patogenului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. asupra puiștilor de fag (*Fagus sylvatica* L.), de o manieră descrisă de dreapta de regresie, pentru 90,80% din totalul materialului biologic studiat.

Interrelația dintre factorii climatici (regimul temperaturii și cel al precipitațiilor) și gradul de atac al patogenului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. în perioada experimentală 2015 - 2017 sugerează faptul că cea mai importantă influență asupra creșterii gradului de atac al patogenului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. asupra puiștilor de fag (*Fagus sylvatica* L.), în condițiile climatice ale pepinierii localizate în Ocolul Silvic Sovata, Direcția Silvică Mureș, o are aportul pluviometric.

Etapa managementului trebuie să corespundă procesului de elaborare a celor mai importante măsuri necesare pentru a minimaliza gradul de atac al agentului patogen. Printre aceste măsuri menționăm următoarele: aplicarea unor măsuri de întreținere adecvate pentru semănăturile de fag (*Fagus sylvatica* L.), controlul permanent al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. Acesta include: F. monitorizarea și G. deciziile sanitare.

F. Activitatea de monitorizare a vizat înregistrări ale evoluției gradului de atac al *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. și a factorilor favorizanți, respectiv condițiile climatice (Bakkenes și colab., 2002; Beinstion, 2005; Scherm și Van Bruggen, 1994). Pe baza acestor observații, au fost puse în practică deciziile manageriale.

G. Deciziile sanitare sunt formulate pentru a minimaliza efectele bolii asupra puiștilor de fag afectați. Acestea se bazează pe rapoartele de monitorizare și, în cazul de față, constau în recomandarea tratamentului cu mefenoxam și fosfat (Daniel și Guest, 2006; Oroian, 2008; Weiland și colab., 2009). Din cauza riscului de rezistență care poate fi dezvoltat de puiștii de fag (*Fagus sylvatica* L.) ca răspuns la tratamentul repetat cu aceste substanțe (Oroian, 2008; Prithiviraj și colab., 2007), se recomandă a se avea în vedere și alte opțiuni. Dintre acestea, menționăm, după caz, tratamentul biologic cu *Enterobacter aerogenes* sau *Trichoderma* care a avut succes (Erwin și Ribeiro, 1996), sau chiar utilizarea amendamentelor solului din categoria celor neconvenționale, cum este cărbunele vegetal (mangal de bocșă), cunoscut și sub denumirile de biochair, sau bio-carbon (Elad și colab., 2011; Zwart și Kim, 2012).

1.4. Concluzii

Cele mai eficiente soluții manageriale utilizate în vederea reducerii atacului ciupercii patogene *Microsphaera abbreviata* L. asupra puiștilor de stejar crescuți în pepiniera Pădurea Mare , Ocolul silvic Satu Mare , din cadrul Direcției Silvice Satu Mare , au constat în administrarea tratamentelor cu produsul Nativo 300. Cele mai slabe rezultate sunt obținute în absența oricărui tratament fitosanitar, precum și în cazul aplicării tratamentelor cu produsul Tilt 250 EC.

Cel mai ridicat grad de atac al *Microsphaera abbreviata* L. este înregistrat în varianta experimentală în care nu au fost administrate tratamente fitosanitare, respectiv GA = 40,50%, precum și condițiile tratamentelor fitosanitare cu Produsul Tilt 250 CE, pentru care se înregistrează un grad de atac mediu pe ansamblul perioadei experimentale, egal cu GA = 38,50%.

Cele mai puternice corelații sunt raportate între grade de atac ale ciupercii patogene *Microsphaera abbreviata* L. și regimul precipitațiilor, având valori cuprinse în intervalul $R = 0,399$, în cazul variantei experimentale în care nu a fost administrat niciun tratament fitosanitar și $R = 0,234$ în cazul variantei experimentale în care tratamentul fitosanitar administrat puiștilor de stejar s-a realizat cu produsul Sphere 535 SC.

Abordarea implementării analizei de risc pe bază multianuală oferă o precizie sporită a rezultatelor privind evoluția gradului de atac al patogenului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. asupra puiștilor de fag (*Fagus sylvatica* L.), în funcție de diferiți parametri (condiții climatice, tratamente fitosanitare). De asemenea, permite dezvoltarea unei baze de date corecte privind condițiile climatice, gradul de atac al patogenului studiat și rezistența organismului gazdă.

Implementarea analizei de risc, pentru cazul concret al dăunătorului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt. care se manifestă la puiștii de fag (*Fagus sylvatica* L.), în cadrul unui experiment multianual, subliniază utilitatea sa prin capacitatea de a disponibiliza date concrete bine documentate, pe baza cărora se vor putea formula cele mai eficiente soluții manageriale pentru a minimaliza atacul patogenilor vizați. De asemenea, se creează premise pentru inițierea unor programe de evaluare a analizei de risc fitosanitar conduse pentru anumiți agenți patogeni care produc daune importante speciilor forestiere.

CAPITOLUL 2. CERCETĂRI PRIVIND EFECTUL EXPLOATĂRII CU TRACTORUL ARTICULAT FORESTIER DE CONCEPȚIE MODERNĂ ASUPRA BIODIVERSITĂȚII ECOSISTEMULUI FORESTIER ȘI HABITATELOR MARGINALE

2.1. Introducere

Suprafața fondului forestier național este de circa 6,52 milioane de hectare, din care 6,22 milioane hectare sunt ocupate de pădure, reprezentând un procent de împădurire din suprafața țării de 27,7 % (Sbera, 2007). În raport cu marile unități geomorfologice, repartizarea fondului forestier este următoarea:

- ▶ Munte: 66% păduri de fag și rășinoase;
- ▶ Deal: 24% păduri de stejar și fag;
- ▶ Câmpie: 10% păduri de șleau și luncă.

Structura pe specii a pădurilor este următoarea: 29,77% rășinoase (molid 22,62%, brad 4,85%, pin 1,72%, alte specii 0,58%), 70,23% foioase (fag 32,08%, stejar 17,66%), 15,51% diverse tari (salcâm, frasin, carpen, paltin, mesteacăn etc.), 4,98% diverse moi (în special plop euroamerican, salcie, tei etc.). Fondul forestier național include, în conformitate cu legislația în vigoare, păduri aflate atât în proprietatea statului cât și în proprietatea privată. În anul 2012 structura proprietății fondului forestier din România a fost reprezentată de 3,0 – 3,2 milioane ha păduri de stat și 3,2 – 3,4 milioane ha păduri proprietate privată (asociații, persoane juridice de drept privat, persoane fizice). Administrarea pădurilor de stat se realizează de către Regia Națională a Pădurilor Romsilva (RNP – Romsilva) în timp ce pădurile proprietate particulară au administrații proprii (regii sau ocoale silvice) sau sunt administrate de RNP - Romsilva prin contracte de servicii silvice (Turtică și colab., 2008).

Ambele forme de proprietate, respectiv de stat și particulară, trebuie să beneficieze de aplicarea unui management unitar al exploatării, cu respectarea principiilor și legislației privind gestionarea durabilă, care trebuie să fie subscrise atât aspectelor legate de exploatarea propriu - zisă cât și celor legate de influența favorabilă a fondului forestier asupra factorilor de mediu. Doar în acest fel fondul forestier va putea prezenta avantaje considerabile pentru comunitățile umane, dar și pentru asigurarea unui mediu curat. Un factor important care, însă, trebuie luat în considerare, atunci când se analizează mecanismele de gestionare durabilă a fondului forestier, este legat de evoluția cantitativă și calitativă a componentei demografice. Acest factor are un impact important asupra existenței fondului forestier din țara noastră în particular, datorită exploatării peste limitele admise înregistrate în ultimele două decenii. Pentru a-și îndeplini funcțiile multiple pe care

ecosistemele forestiere sunt menite să le îndeplinească, acestea trebuie gestionate corespunzător. Factorii abiotici care influențează gestionarea durabilă a ecosistemelor forestiere sunt reprezentați de aer, apă și sol, în timp ce factorii biotici sunt caracterizați de structura și componenta cantitativă a florei și faunei prezente în zonă. Gestionarea lor durabilă presupune protejarea, conservarea și refacerea tipurilor de ecosisteme specifice, simultan cu satisfacerea nevoilor, în creștere, de lemn cu valoare economică superioară. De asemenea, pentru stimularea regenerării naturale a speciilor arboricole autohtone, valoroase, este necesară creșterea suprafeței cu arborete producătoare de sămânță și îmbunătățirea distribuției acestora în perimetrul țintă.

Managementul durabil al ecosistemelor forestiere implică, însă, o serie de aspecte particulare care vizează:

- ▶ măsuri suplimentare de protecție a acestora, inclusiv crearea de benzi protectoare constituite din specii autohtone, realizate prin plantare sau chiar drept consecință a vegetației arboricole și/sau agricole existentă *in situ*;

- ▶ implementarea unei metodologii adecvate de eliminare sau reducere a prezenței speciilor invazive (alohtone) înregistrate în număr tot mai mare în ultimele decenii;

- ▶ adoptarea celor mai bune practici de cultură și exploatare, condiție esențială pentru reducerea la minimum a eventualului impact negativ pe care acestea l-ar putea avea asupra masei lemnoase și a biodiversității caracteristice ecosistemului.

Structurile de decizie în activitățile forestiere pe plan național pot obține date valoroase pentru organizarea strategiei sectorului forestier prin cunoașterea în detaliu a implicațiilor de natură tehnică, economică și ecologică privind folosirea utilajelor și a tehnicilor forestiere noi în exploatarea lemnului. Prin introducerea mecanizării în exploatarea forestiere s-a trecut de la caracterul artizanal al acestora la cel industrial.

Introducerea mecanizării în exploatarea forestiere din țara noastră a avut loc în anii 1950. Ultimul recensământ privind utilajele folosite în exploatarea lemnului a pus în evidență faptul că, din totalul de 8500 de utilaje pentru colectarea lemnului, o pondere covârșitoare este ocupată de către tractoarele forestiere specializate și de către cele agricole adaptate. Mai exact, acest procent se situează în jurul valorii de 95 %. Raportat la condițiile de relief ale țării noastre, dar și la cele specifice altor țări cu relief montan, se constată un regres în folosirea instalațiilor cu cabluri pentru colectarea lemnului.

La alegerea mijloacelor de colectare a lemnului, proces ce se efectuează de regulă în interiorul pădurii, trebuie să se țină seama de faptul că pădurile în țara noastră se găsesc situate preponderent în zona montană, cu terenuri accidentate, fragile și cu declivități pronunțate, unde factorii de mediu trebuie menținuți în limitele normale impuse de crearea și dezvoltarea pădurilor.

Deși după unii autori, instalațiile cu cablu, eficiente și nepoluante, sunt cele mai indicate pentru colectarea lemnului, se pare că cea mai uzuală soluție de exploatare este legată de utilizarea mașinilor și a utilajelor multifuncționale sau a procesoarelor care, printr-un dispozitiv special (cap de tăiere), pot executa o gamă largă de operații la arboretele de rășinoase cum ar fi: doborârea arborilor, curățarea de crăci, secționarea buștenilor la lungimile solicitate și chiar cojirea. În cazul utilizării acestor mașini se obțin rezultate tehnico-economice foarte bune din punct de vedere al valorificării și sortării superioare a lemnului, a productivității muncii și costurilor de producție. Gama constructivă a acestora este foarte largă în ceea ce privește capacitatea de lucru și producție, condițiile de teren și arboret ș.a.

Dacă, în cazul folosirii ferăstraielor mecanice și a tractoarelor universale sau articulate forestiere, productivitatea muncii este de 2 – 4 m³/om/zi, la aceste mașini multifuncționale productivitatea muncii poate ajunge la 15 și chiar 20 m³/om/zi. Adesea este acceptată ideea că aceste mașini pot lucra doar pe terenuri așezate; în ultima vreme au apărut și asemenea mașini care pot lucra chiar și pe terenuri înclinate de până la 60 %. Deplasarea pe terenuri cu condiții de relief diferite este posibilă datorită sistemului de deplasare care poate fi cu pneuri, șenile sau prin pășire. În ceea ce privește echipamentul de lucru, capul de tăiere este prevăzut cu sisteme de tăiere format de obicei din fierăstrău cu lanț sau sistem de cepuire format din cuțite ce înfășoară circumferința bușteanului sau chiar de cojire. De regulă, toate aceste sisteme sunt acționate hidraulic și au posibilitatea ca împreună să se miște în toate direcțiile. Pentru deplasarea arborelui doborât, în vederea tăierii crăcilor și secționării bușteanului, se folosesc transportoare cu roți mobile și basculante, cu striaii de antrenare în exterior. Aceste mașini multifuncționale se deplasează în cadrul procesului de lucru pe diferite trasee în pădure, recoltând exemplarele prevăzute a fi extrase de pe o fâșie determinată de lungimea brațului mașinii. Sortimentele recoltate sunt depozitate de-a lungul traseului, iar crăcile sunt așezate pe fâșii pe care se deplasează mașina, în fața acesteia, formând un strat protector al solului.

Datorită oportunităților oferite prin atragerea fondurilor europene, dar și suportului financiar obținut prin Schema de finanțare N578 aferentă Măsurii 123, a cărei autoritate de management este reprezentată de Agenția de Plăți pentru Dezvoltare Rurală și Pescuit, evoluțiile la nivel național sunt în mare parte aliniate celor existente pe plan mondial, exploatarea masei lemnoase efectuându-se cu ajutorul sistemului mecanizat multifuncțional. Aceste utilaje multifuncționale la care se face referire, se încadrează în trei categorii: utilaje de recoltare a masei lemnoase, utilaje și instalații de colectare a masei lemnoase și utilaje pentru lucrări în platforma primară.

Mașinile multifuncționale de recoltare a masei lemnoase implică un sistem complex constituit din două componente: vehicule multifuncționale de doborât/curățat de crăci și secționat (harvestere), care dețin toate funcțiile necesare pentru aplicarea sistemului mecanizat de recoltare a

masei lemnoase, respectiv a sortimentelor definitive la cioată ("Cut – To – Length" - CTL) și tractoare specializate pentru apropiatul lemnului prin purtare (forwarder), cu care se lucrează în tandem în cadrul aceleiași metode de exploatare.

Utilajele și instalațiile de colectare a masei lemnoase sunt tractoare specializate forestiere, instalațiile cu cabluri și instalațiile de alunecare.

Tractoarele specializate forestiere pot fi grupate în patru categorii, prezentate, pe scurt, în continuare.

1. Tractoare de tip *skidder*. Acest tip de vehicule este destinat adunatului masei lemnoase prin târâre și scos - apropiat prin semitârâre. Acestea sunt dotate din punct de vedere tehnico - operațional cu trolii în general bitambure și dispozitive de legare și ridicare a sarcinilor în vederea realizării operațiilor de scos sau apropiat. Aceste utilaje sunt produse și în țara noastră, la prețuri competitive, și datorită mobilității lor ridicate și gabaritului redus, au ca domeniu de utilizare colectarea lemnului în rărituri, oferind în acest sens premisele creșterii gradului de mecanizare în astfel de lucrări de îngrijire - conducere (Owende și colab., 2002).

2. Tractoare de tip *forwarder*. Sunt vehicule specializate pentru apropiatul masei lemnoase prin purtare. Din punct de vedere tehnico-operațional sunt dotate cu macara hidraulică prevăzută cu graifâr și platformă cu racoanțe în vederea realizării operației de apropiat.

3. Tractoare de tip *grapple-skidder* (tractoare dotate din punct de vedere operațional cu braț hidraulic și clește ce servesc la apropiatul lemnului)

4. tractoare de tip *Bank-Jans skidder* (tractoare dotate din punct de vedere operațional cu braț hidraulic dotat cu graifâr și clește orientat în sus, atașat la șasiu) și mașini combinate.

Instalațiile cu cabluri, constau din instalații de tip clasic și instalații de tip modern prevăzute cu un pilon artificial din oțel care posedă diverse stadii de integrare a tehnologiilor. Instalațiile cu cabluri sunt specializate pentru distanțe în general lungi, iar cele cu pilon artificial de oțel pentru distanțe scurte și medii. Acestea din urmă, prin integrarea diferitelor tehnologii, constituie un progres tehnologic substanțial, datorită mobilității ridicate, a duratelor scurte de montare și demontare dar și a posibilității realizării cvasitotale a procesului tehnologic de exploatare a lemnului (integrarea de capuri procesoare pentru realizarea sortimentelor definitive la platforma primară). Principalul neajuns în folosirea acestora constă în dotarea insuficientă cu drumuri auto, mai ales a celor de versant.

Instalațiile de alunecare, reprezintă o alternativă la corhânirea lemnului, mai ales la cel subțire în arborete dese.

Pentru alegerea echipamentului potrivit, este necesară stabilirea capacității solului de suport al traficului, încadrarea solului într-o anumită clasă de rugozitate, precum și identificarea pantei terenului. Pentru stabilirea **capacității solului de toleranță pentru traficul** mașinilor grele, se

utilizează indicatorul GBC (*engl.* "ground bearing capacity"- capacitatea de toleranță a solului); în funcție de valoarea acestui indicator există soluri „bune” cu o valoare ridicată a GBC, ce suportă presiuni de 100 kPa (ex. soluri uscate cu încărcătură minerală mare), sau soluri „sărace” (de exemplu, turbării umede) care nu suportă presiuni mai mari de 20 KPa. Utilajele utilizate în exploatarea forestiere au configurații ce le conferă presiuni nominale asupra solului cuprinse între 30 – 100 kPa. Pentru o exploatare funcțională a sistemelor silvice, presiunea exercitată de acestea asupra solului nu trebuie să depășească GBC a sitului. Aceasta înseamnă că utilajul va trebui selectat în funcție de limitele GBC ale solului în situl de operare la momentul recoltării. Momentul recoltării este un factor limitativ, datorită faptului că factorii abotici (temperatură, climat, regim pluviometric) influențează hotărâtor GBC, mai ales la nivelul siturilor sensibile (ex. în condiții de vară secetoasă o turbărie este caracterizată de un indice GBC egal cu 80 kPa, iar în condiții de umezeală, acesta poate scădea la 20 kPa). De remarcat este faptul că forwarderele necesită presiuni statice ale solului mai mari decât harvesterile, pentru că ele execută mai multe treceri pe sol, fiind destinate executării operațiunilor de transport a masei lemnoase și astfel se constituie în factori principali ai deteriorării acestuia (compactare, uzură prin frecare, înrădăcinare). Amplitudinea deteriorării depinde de: caracteristicile de tracțiune ale mașinii, presiunea de contact la interacțiunea cu solul, numărul de treceri ale mașinii pe sol. Aceste efecte nedorite pot fi contracarate și/sau atenuate prin limitarea numărului de treceri a mașinii pe aceeași rută, sau chiar reducerea presiunii exercitate de mașinile de tip forwarder asupra solului până la 35 kPa prin plasarea de benzi tracks, care le oferă mobilitate crescută pe solurile moi (L – GBC). Deși GBC este un indicator consacrat al traficabilității solului, nu există un consens în metodologia de stabilire a acestuia, se poate utiliza o clasificare a acestora în trei grupe: L – GBC (scăzut, ; 40 KPa), M – GBC (mediu, 40 – 80 kPa) și H – GBC (mare, : 80 kPa). Principalii parametri măsurabili cu echipamentul de teren, utilizați la stabilirea GBC, sunt indicele de con (CI) și modulul de deformare (E).

O componentă importantă prin care se stabilește adecvarea mașinilor la exploatarea ecosistemelor forestiere este interacțiunea mașină-sol. Cei mai importanți indicatori ai acesteia sunt: (1) Presiunea Nominală asupra Trenului, (2) Brăzdarea terenului, (3) Deteriorarea rădăcinilor; (4) Eroziunea solului.

Presiunea de contact roată – sol descrie simplificat stresul vertical exercitat de încărcătura pneului sau a șenilei pneumatice asupra solului. Indicatorul cel mai utilizat pentru aprecierea acestei interacțiuni este **Presiunea Nominală asupra Terenului**.

Pentru mașini cu roți se utilizează relația:

$$NGP = \frac{W}{r \cdot b}$$

în care:

NGP – presiunea nominală asupra terenului, kPa;
W – încărcătura roții, kN;
r – raza roții, m;
b – lărgimea anvelopei, m,

Pentru mașini cu șenile se utilizează relația:

$$NGP = \frac{W}{b}(1,25 + L)$$

în care:

W – încărcătura șenilei, kN;
L – distanța dintre centrele roții, m;
b – lărgimea șenilelor, m.

Brăzdarea solului poate interfera cu procesul de creștere a arborilor și poate accelera scurgerea apelor de suprafață, ceea ce aduce după sine antrenarea solurilor forestiere în curenți. Centrul Finlandez pentru Dezvoltarea Silviculturii definește brăzdarile solului cu consecințe economice și ecologice, acele brazde care sunt mai adânci de 10 mm și late de cel puțin 0,5 m. În general, brăzdarea se consideră o problemă când mai mult de 10% din brazdă prezintă adâncituri mai mari de 100 mm. Pentru a minimaliza efectul brăzdarilor de suprafață, Capacitatea Solului de Suport a Traficului trebuie sincronizată cu Presiunea Nominală asupra Terenului. Raportul IC/NGP poate fi utilizat pentru definirea limitelor operaționale și stabilirea domeniului de lucru pentru mașinile silvice de recoltare și are valori operaționale cuprinse în intervalul 3 – 7. Adâncimea brazdei egală cu 100 mm, considerată pragul peste care apar consecințe economice și ecologice negative, corespunde valorii IC/NGP = 5. Din acest motiv se consideră adecvată utilizarea IC/NGP = 5 drept criteriu pentru stabilirea NGP necesar pentru vehiculele care operează la nivelul siturilor sensibile.

Deteriorarea rădăcinilor include aici, ca sens, atât deteriorarea propriu-zisă cât și ruperea rădăcinilor unui arbore viu datorită acțiunii forțelor mecanice sau a reducerii ritmului de creștere a acestora ca urmare a instalării unor condiții ale solului mai puțin favorabile dezvoltării rădăcinilor, ca urmare a compactării. Centrul Finlandez pentru Dezvoltarea Silviculturii definește deteriorarea rădăcinilor ca fiind deteriorarea produsă sub nivelul joncțiunii dintre trunchi și rădăcină și în interiorul razei de 1 m. Deteriorarea rădăcinilor produsă la o rază mai mare de 1 m și deformarea rădăcinilor cu diametrul mai mic de 20 mm (care produce doar slabe decolorări ale trunchiului), sunt considerate ne semnificative din punct de vedere economic.

2.2. Material și metodă

Studiul s-a realizat în suprafețe parcurse cu lucrări de exploatare sau în care procesul de exploatare este în curs, din cadrul Direcțiilor Silvice Cluj și Mureș. Cercetările s-au derulat în perioada 2014 - 2015.

Tractoarele forestiere de tip skidder sunt utilaje forestiere specializate, destinate colectării prin semitârâre a lemnului lung din tăieri de produse principale sau secundare (rărituri). Sunt dotate standard cu lama frontală pentru voltarea buștenilor, cu trolii bitambur, de diferite forțe de tracțiune și opțional, pentru condiții de teren ușoare, cu braț hidraulic cu graifer, pentru semi-suspendarea sarcinii pe scutul posterior și stivuirea lemnului pe platforma primară (Alser Forest, 2014). Există foarte multe modele de astfel de utilaje (Foto 2.1 și Foto 2.2).



Foto 2.1. Model de tractor articulat, utilizat în exploatările forestiere (sursa www.utilajedepadure.ro)

Pe de o parte, plusul constructiv pe care aceste utilaje de generație nouă îl oferă, fac referire la transmisia hidro-mecanică și randamentele sau productivitățile ce pot fi obținute cu acest tip de mașină, iar pe de altă parte la condițiile exploatărilor forestiere din România care fac din tractorul articulat forestier un utilaj frecvent întâlnit în structurile tehnologice specifice (www.utilajedepadure.ro; www.irum.ro).

Termenul „biodiversitate” descrie întreaga gamă a variabilității organismelor vii în cadrul unui complex ecologic. Biodiversitatea cuprinde diversitatea ecosistemului și diversitatea genetică a unei specii din ecosistemul la care se face referire, cu mențiunea că se distinge biodiversitatea vegetală și biodiversitatea animală (Maxim, 2008; Muntean & Știrban, 1995; Stugren, 1982; Botnariuc & Vădineanu, 1992; Fițiu, 2002; Wikipedia.org).

Biodiversitatea reprezintă variabilitatea organismelor din cadrul ecosistemelor terestre, marine, acvatice continentale și complexele ecologice; aceasta include diversitatea intraspecifică, interspecifică și diversitatea ecosistemelor (Ordonanța de urgență privind protecția mediului nr.195/2005). Uniunea Europeană acordă o deosebită importanță protecției naturii. Cele mai importante acte normative ale aquis-ului comunitar în acest domeniu sunt: Directiva Consiliului 92/43/CEE privind conservarea habitatelor naturale și a speciilor de floră și faună sălbatică (modificată de Directiva 97/62/CE), Directiva Consiliului 79/409/CEE privind conservarea speciilor de păsări sălbatice (modificată de Directiva 91/244/C, Directiva 94/24/CE, Directiva 97/49/CE; http://biodiversitatecbcapmis.ro/new/down/starea%20de%20conservare/APM_BOOK_Starea_de_conservare_Interior_ART.pdf).



Foto 2.2. Model de tractor articulată, utilizat în exploatarile forestiere (sursa <http://www.irum.ro/>)

În studiul de față este abordată atât biodiversitatea vegetală (mai puțin cea microbiologică) cât și cea animală, însă, din motive practice, ne vom axa pe diversitatea interspecifică, mai precis pe abundența taxonilor specifici, cu atât mai mult cu cât subspeciile nu mai sunt recunoscute în ecologie și biologie sau au fost ridicate la rang de specie (Nowak și colab., 2008) odată cu apariția conceptului evolutiv al „speciei” (Mayden 2002; Wiley & Mayden 2000). Varietățile, de asemenea, nu vor fi abordate în studiul de față din cel puțin două motive: 1. sunt rezultatul, în mare măsură, a selecției artificiale; 2. atunci când apar spontan, în urma selecției naturale sau selecției sexuale (Reeve & Pfennig 2003; Petrescu-Mag și colab., 2008), ele ajung să fie considerate specii aparte în momentul când există suficiente caractere distinctive între ele și au o istorie proprie.

Atâta timp cât varietățile unei specii sunt considerate doar varietăți (ex. Varietăți coloristice, ușoare variații ale formei sau poziției unor segmente ale corpului etc.) ele nu prezintă o importanță foarte semnificativă în cadrul biodiversității pentru rezultatele acestui studiu.

Colectarea datelor privind biodiversitatea (în cazul de față, abundența numerică a speciilor) s-a realizat în lunile de vară când abundența speciilor este mai ridicată iar probabilitatea erorii de calcul statistic datorate hazardului este mai mică. S-a avut în vedere că sezonul de colectare a datelor din habitatele marginale ale regiunilor neexploatate să fie similar celui de colectare a datelor din vecinătatea regiunilor exploatate și pe cât posibil să fie aceleași sau similare din punct de vedere al tipului, geografiei, compoziției speciilor vegetale și animale.

Lunile în care s-a derulat colectarea datelor din teren au fost lunile estivale, mai precis lunile iulie și august (anii 2014 și 2015).

Organismele au fost împărțite arbitrar în grupe majore după cum urmează: mamifere, păsări, reptile, amfibieni, pești, insecte, alte nevertebrate macroscopice, specii de arbori, specii de arbuști, plante superioare ierboase, pteridofite, mușchi, licheni și ciuperci bazidiomicete. S-au colectat date din opt puncte diferite de colectare, iar pe baza lor s-a calculat numărul mediu de specii pentru fiecare grup major de animale, plante sau ciuperci. Acest număr va servi ca etalon pentru valorile normale de biodiversitate specifică în cazul cercetărilor care s-au derulat în al doilea an de studiu, când zonele studiate au fost cele în care au avut loc exploatări forestiere cu tractoare articulate.

De asemenea, s-au fotografiat în habitatele marginale studiate ale pădurilor neexploatate următoarele: solul/suprafața terenului, gradul de acoperire cu vegetație și respectiv erodare al solului, cât și aspectul cursurilor de ape. S-au colectat probe de sol și apă din toate punctele de studiu (atunci când acest lucru a fost posibil).

Alte aspecte ale cercetării de teren au fost măsurătorile de zgomot și cele legate de calitatea aerului (mai precis valorile PM_{10} și $PM_{2,5}$).

2.3. Rezultate și discuții

1. **Solul.** În mare parte, probele de sol arată că habitatele marginale neperturbate de exploatarea forestieră au o evoluție normală. Solul este străbătut de rădăcini ierboase, gradul de afânare este în general unul relativ moderat.

2. **Apa.** Doar un singur habitat studiat are un curs de apă în apropiere. Fără a se putea elabora un studiu statistic, probele de apă prelevate arată o apă curată, fără urme de poluare, fără resturi lemnoase pe de o parte și alta, fără rumeguș sau bucăți de suber în masa apei.

Analizele fizico-chimice ale apei au evidențiat valori medii similare, în anumite cazuri chiar identice, atât înainte, cât și după aplicarea lucrărilor forestiere cu tractoare articulate. Astfel, în cazul pH-ului, mediile anuale au fost egale cu 7,5 și respectiv 7,22. Pentru oxigen dizolvat, 8 mg O₂/l și respectiv 8,40 mg O₂/l, pentru amoniu, 0,4 mg N/l și respectiv 0,48 mg N/l, pentru clorofila 23 μg/l și respectiv 22 μg/l. În ambii ani experimentali au fost raportate medii identice pentru azotiți - 0,001 mg N/l, azotați - 0,8 mg N/l și fosfor total - 0,02 mg P/l. (Tabelul 2.1).

Tabelul 2.1. Statistica de bază aplicată indicatorilor fizico – chimici ai resurselor de apă din arealul studiat, înainte și după executarea lucrărilor de exploatare cu tractoare articulate

Specificare	N	Media	Deviația standard	CV
2014				
pH	25	7,50 ^a	0,17	7,22
Oxigen dizolvat, mg O ₂ /l	25	8,00 ^a	0,22	5,11
Amoniu, mg N/l	25	0,40 ^a	0,05	3,12
Azotiți, mg N/l	25	0,001 ^a	3*10 ⁻⁴	4,75
Azotați, mg N/l	25	0,80 ^a	0,05	8,17
Fosfor total, mg P/l	25	0,02 ^a	0,007	9,22
Clorofila a μg/l	25	23,00 ^a	0,98	6,54
2015				
pH	25	7,22	0,13	5,77
Oxigen dizolvat, mg O ₂ /l	25	8,40	0,35	8,12
Amoniu, mg N/l	25	0,48	0,07	6,19
Azotiți, mg N/l	25	0,001	8*10 ⁻⁴	4,33
Azotați, mg N/l	25	0,80	0,06	9,02
Fosfor total, mg P/l	25	0,02	0,009	10,21
Clorofila a μg/l	25	22,00	0,22	5,29

a - p > 0.05%.

Aceste valori sunt situate, în integralitate, în limitele admise de standardele în vigoare. Diferențele dintre indicatorii studiați, corespunzătoare celor doi ani experimentali, nu sunt asigurate statistic la pragul de semnificație 5%.

Valorile statisticii de bază evidențiază o bună omogenitate a datelor referitoare la indicatorii de calitate a apei și, de asemenea, o bună reprezentativitate a mediilor, evidențiată de valorile variabilității, atât înainte, cât și după aplicarea lucrărilor forestiere cu tractoare articulate.

3. Aerul. În materie de impact semnificativ asupra calității aerului, care ar putea fi cauzat de utilaje forestiere, esențiale sunt de analizat și urmărit valorile PM_{10} și $PM_{2,5}$ (eng. *Particulate Matter*). Determinările efectuate cu ajutorul metodologiei utilizate de Laboratorul Mobil de Analiza Calității Aerului, al Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca (Oroian și colab., 2009), conform căreia particulele materiale au fost cuantificate gravimetric în conformitate cu SR EN 12341: 2002, iar probele au fost prelevate cu un sistem Sven-Lackel, au evidențiat faptul că, în anul 2014, când indicatorii PM_{10} și $PM_{2,5}$ au avut valori situate în limitele admise ($\max. 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Aceste măsurători repetate în arealul experimental în anul 2015, după aplicarea lucrărilor de exploatare cu tractoare articulate, evidențiază valori mult superioare, însă situate în limitele admise de standardele în vigoare (Tabelul 2.2).

Tabelul 2.2. Statistica de bază aplicată PM_{10} și $PM_{2,5}$ în aerul ambiental din arealul studiat, înainte și după aplicarea lucrărilor de exploatare cu tractoare articulate

Specificare	N	Media	Deviația standard	CV
2014				
$PM_{10}, \mu\text{g}/\text{m}^3$	25	22,00 ^d	1,30	10,11
$PM_{2,5}, \mu\text{g}/\text{m}^3$	25	17,25 ^d	2,50	9,25
2015				
$PM_{10}, \mu\text{g}/\text{m}^3$	25	47,35	2,40	12,50
$PM_{2,5}, \mu\text{g}/\text{m}^3$	25	38,75	5,21	10,20

d - $p < 0.001\%$.

Astfel, dacă înainte de aplicarea lucrărilor de exploatare, media anuală a PM_{10} este $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, în anul următor, s-a înregistrat o valoare medie, peste dublu, respectiv $47,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, foarte semnificativă statistic. Aceeași situație se înregistrează și în cazul $PM_{2,5}$. Valorile variabilității cuprinse în intervalul $CV = 9,25\%$ și $CV = 12,50\%$, inferioare pragului de 30% demonstrează reprezentativitatea ridicată a mediilor (Tabelul 2.2).

4. Gradul de poluare fonică. Măsurătorile noastre au arătat că zgomotul în cele opt habitate marginale studiate se încadrează în limitele 20 dB – 38 dB, în anul 2014, înainte de aplicarea lucrărilor de exploatare cu tractoare articulate, pentru ca în perioada aplicării lucrărilor de exploatare cu tractoare articulate, acestea să fie cuprinse în intervalul 25 dB – 90 dB (Tabelul 2.4).

Rezultatele studiului de față evidențiază faptul că după aplicarea lucrărilor de exploatare cu tractoarele articulate în arealul experimental, în anul 2015, în trei dintre cele opt habitate marginale analizate, s-au înregistrat medii ale nivelului de zgomot egale cu:

- 66 dB, în habitatul nr. 3;
- 67 dB, în habitatul nr. 7;
- 70 dB, în habitatul nr. 8.

Aceste valori medii depășesc chiar limita maximă admisibilă pentru obiective amplasate în zone industriale, egală cu 65 dB, conform specificațiilor STAS 10009 – 88 și HG nr. 321/14.04.2005, republicată în 10 ianuarie 2008.

Astfel, se constată faptul că, în majoritatea celor opt habitate marginale analizate (cinci dintre acestea), semnificația diferențelor dintre nivelurile medii ale zgomotelor raportate înainte și după aplicarea lucrărilor de exploatare cu ajutorul tractoarelor articulate, nu este asigurată statistic la pragul de semnificație 5% (Tabelul 2.4).

În ceea ce privește restul celor trei habitate marginale, așa cum s-a evidențiat deja, s-au înregistrat medii foarte mari ale nivelului de zgomot, fapt reflectat și de diferențele dintre valorile acestor niveluri înainte și după aplicarea lucrărilor de exploatare cu ajutorul tractoarelor articulate, care sunt asigurate statistic la pragul de semnificație 0,1%. Astfel, media nivelului de zgomot raportat pentru habitatul marginal no. 3, a crescut de la 38 dB în anul 2014, la 66 dB, în anul 2015 (Tabelul 2.3).

Referitor la habitatele marginale no. 7 și no. 8, se constată că nivelurile de zgomot au crescut de la 24 dB în anul 2014, la 67 dB, în anul 2015 și respectiv, de la 30 dB în anul 2014, la 70 dB, în anul 2015 (Tabelul 2.3).

Valorile coeficienților de variație cuprinși în intervalul 2,45% – 11,21% în anul 2014 și respectiv 3,45% – 12,49%, în anul 2015, evidențiază atât omogenitatea datelor, cât și reprezentativitatea mediilor nivelului de zgomot, pentru toate cele opt habitate marginale studiate în ambii ani experimentali, atât înainte, cât și după aplicarea lucrărilor de exploatare cu ajutorul tractoarelor articulate (Tabelul 2.3).

Tabelul 2.3. Statistica de bază aplicată indicatorilor fizico – chimici ai resurselor de apă din arealul studiat, înainte și după aplicarea lucrărilor de exploatare cu tractoare articulate

Punct experimental	N	Media	Deviația standard	CV
2014				
1	25	25 ^a	1,25	5,14
2	25	20 ^a	1,14	7,19
3	25	38 ^a	4,39	9,22
4	25	35 ^d	3,65	11,21
5	25	22 ^a	1,13	6,58
6	25	31 ^a	2,27	4,22
7	25	24 ^d	1,74	7,11
8	25	30 ^d	0,98	2,45
2015				
1	25	29	1,55	3,49
2	25	25	2,95	5,18
3	25	66	3,17	9,45
4	25	65	4,22	10,22
5	25	27	1,66	4,35
6	25	37	1,03	3,45
7	25	67	2,75	7,52
8	25	70	5,65	12,49

a - $p > 0.05\%$; d - $p < 0.001\%$.

2.4. Concluzii

Rezultatele obținute atât în anul 2014, cât și în anul 2015, demonstrează faptul că habitatele marginale neperturbate de exploatarea forestieră au o evoluție normală. Solul este străbătut de rădăcini ierboase, gradul de afânare este în general unul relativ moderat.

În ceea ce privește apa habitatelor studiate, doar un singur habitat, dintre cele opt luate în studiu, are un curs de apă în apropiere. Probele de apă prelevate la nivelul acestui habitat și analizate din prisma indicatorilor fizico-chimici, demonstrează faptul că pe ansamblul zonei experimentale se raportează o apă curată, nepoluată, fără resturi lemnoase pe de o parte și alta, fără rumeguș sau bucăți de suber în masa acesteia. Analizele fizico-chimice ale apei au arătat următoarele valori pentru indicatorii studiați: pH 7,5 – 7,22, oxigen dizolvat 8 mg O₂/l, - 8,40 O₂/l, ion amoniu 0,4 mg N/l - 0,48 mg N/l, azotiți 0,001 mg N/l, azotați 0,8 mg N/l, fosfor total 0,02 mg P/l, iar pentru clorofilă 23 μg/l - 22 μg/l.

În materie de impact semnificativ asupra calității aerului, care ar putea fi cauzat de utilaje forestiere, au fost monitorizați și analizați indicatorii PM_{10} și $PM_{2,5}$. Pe ansamblul dispozitivului experimental reprezentat de cele opt habitate marginale, mediile anuale raportate pentru indicatorii PM_{10} și $PM_{2,5}$ au fost de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ și respectiv $17,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ în anul 2014, iar în anul 2015, când au fost efectuate lucrări de exploatare cu ajutorul tractoarelor articulate, s-au înregistrat valori medii ale acestor indicatori, peste dublul celor raportate în anul anterior, respectiv $47,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ și respectiv $38,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, diferențe asigurate statistic la pragul de semnificație 0,1%. Cu toate acestea, în niciunul dintre cei doi ani experimentali, respectiv nici înainte și nici după aplicarea lucrărilor de exploatare cu ajutorul tractoarelor articulate, nu au fost depășite limitele admise ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pentru studierea gradului de poluare sonoră, s-au realizat măsurători în toate cele opt puncte de studiu, reprezentate de habitatele marginale. Măsurătorile au arătat că zgomotul în habitatele marginale studiate se încadrează între limitele 20 dB – 38 dB, în anul 2014 și 25 dB – 90 dB în anul 2015, când s-au aplicat lucrări de exploatare cu tractoarele articulate. Se înregistrează depășiri ale limitei maxime admisibile pentru obiective amplasate în zone industriale, de 65 dB, în trei dintre cele opt habitate marginale, respectiv în cazul habitatului marginal nr. 3, unde s-a înregistrat o creștere de la 38 dB la 66 dB, în cel al habitatului marginal nr. 7 unde s-a înregistrat o creștere de la 24 dB la 67 dB și în cazul habitatului marginal nr. 8, unde s-a înregistrat o creștere de la 30 dB la 70 dB, diferențele fiind asigurate statistic, în toate cele trei cazuri, la pragul de semnificație 0,1%.

Toate probele prezintă omogenitate, mediile fiind reprezentative pentru toți indicatorii studiați, pentru factorii de mediu analizați (aer, apă) în cele opt habitate marginale ale câmpului experimental, atât înainte, cât și după aplicarea lucrărilor de exploatare cu ajutorul tractoarelor articulate, mai puțin pentru biodiversitate. Acest fapt este evidențiat de valorile coeficienților de variație, care în niciunul dintre studiile efectuate nu depășesc pragul de 30%.

CAPITOLUL 3. STUDIU PRIVIND EVOLUȚIA SPECIILOR DE INTERES CINEGETIC DIN CADRUL FONDURILOR ADMINISTRATE DE ASOCIAȚIA VÂNĂTORILOR ȘI PESCARILOR SPORTIVI JUDEȚUL CLUJ, ROMÂNIA

3.1. Introducere

Problematica referitoare la vânătoare constituie o permanentă sursă de controversă la nivel mondial. Pe de-o parte, unii consideră că vânătoarea, chiar practică numai pentru petrecerea timpului liber, este un instrument util managementului mediului, deoarece contribuie la diminuarea numărului de exemplare ce aparțin speciilor nedorite, sub stricta supraveghere a autorităților abilitate, însă, pe de altă parte, o mulțime de organizații non-guvernamentale (ONG) militează pentru diminuarea activităților de vânătoare sportivă, prin argumente precum păstrarea integrității ecosistemelor, și „dreptul de a trăi” al tuturor creaturilor pământului (<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=earth-talks-hunting>). În acest context, putem considera că cea mai valoroasă abordare ar putea consta în comunicarea permanentă și reală dintre actorii publici, ONG-uri și vânători. În opinia noastră, acest dialog ar putea aduce o contribuție importantă la echilibrul ecologic, prin eliminarea creșterii nedorite a numărului speciilor de vânat și, drept consecință, prin atenuarea efectelor acestei situații concretizate în atacul asupra biodiversității faunei.

Cu toate acestea, trebuie remarcat faptul că, în epoca modernă, vânătoarea se realizează la o scară mult redusă, comparativ cu deceniile anterioare. La momentul de față, în general, aceasta se desfășoară pe baza principiilor vânătorii sportive. Spre exemplu, un studiu realizat în Statele Unite ale Americii, în anul 2006, evidențiază faptul că vânătoarea sportivă a crescut în frecvență cu 5% pe parcursul unei perioade de 10 ani, corespunzător intervalului temporal 1995 – 2006, respectiv de la 73% în anul 1995, la 78% în anul 2006 (<http://www.environment.gov.au/land/publications/pubs/rangelands-feral-bo>).

În acest context, menționăm faptul că, la nivel mondial, autoritățile naționale trebuie să fie preocupate de gestionarea adecvată a practicilor de vânătoare și de punere în practică a acestora pe baze durabile și legale (<http://www.redorbit.com/news/science/1112904429/african-forests-ecological-collapse-hunting072313/>; <http://nohunting.wildwalks.com/science>; <http://www.environment.gov.au/land/publications/pubs/rangelands-feral-bo>). În această ordine de idei, menționăm faptul că una dintre cele mai importante practici care contribuie la practicarea vânătorii pe baze durabile este aceea de a o practica de manieră responsabilă, luându-se în considerare procedurile specifice, cu precizarea exactă a numărului de exemplare care pot fi sacrificate, menținându-se astfel

posibilitatea populației de vânat de a se reface într-un ritm adecvat (http://www.invasives.org.au/documents/file/reports/EssayProject_RecHunti; <http://nohunting.wildwalks.com/science>).

În cazul particular al României, vânătoarea sportivă este o activitate, care beneficiază de un interes tot mai crescut. Gestionarea resurselor cinegetice este reglementată de Legea vânătorii și protecției fondului cinegetic nr. 407/2006 și de prevederile Ordonanței de Urgență nr. 58/2012 privind modificarea unor acte normative din domeniul protecției mediului și pădurilor (Oroian și Petrescu-Mag, 2011; Legea vânătorii și a protecției fondului cinegetic nr. 407/2006; Ordonanța de Urgență nr. 58/2012). La nivel regional, asociațiile județene de vânători sportivi și pescari sunt organismele oficiale care gestionează fondul cinegetic.

Studiul nostru vizează evoluția, pe parcursul unui interval de timp ce se întinde pe doi ani, a patru specii de vânat, care se găsesc în număr mare în arealul aflat în custodia Asociației vânătorilor și pescarilor sportivi din județul Cluj, România. De asemenea, în cadrul experimentului de față, ne-am propus să evidențiem relațiile care există, la nivelul sitului experimental, între speciile cinegetice luate în studiu.

3.2. Material și metodă

Experimentul s-a derulat în cadrul unui domeniu de vânătoare, ce cuprinde un număr de 24 fonduri cinegetice, aflate în gestiunea Asociației vânătorilor și pescarilor sportivi din județul Cluj (AVPS Cluj), România, pe parcursul unei perioade ce se întinde în doi ani consecutivi, respectiv 2012 și 2013. Astfel, a fost monitorizată evoluția efectivelor speciilor cinegetice care înregistrează cea mai ridicată frecvență în arealul studiat. Acestea sunt: căprior, mistreț, iepure și cerb. Cele patru specii menționate se găsesc răspândite în fondurile de vânătoare studiate, în proporții diferite (Fig.3.1).

Activitatea de monitorizare a constat în observații zilnice ale întregului areal experimental constituit din cele 24 de fonduri de vânătoare luate în studiu. Această activitate a fost însoțită de înregistrări săptămânale.

Datele au fost prelucrate statistic cu ajutorul programului STATISTICA v.6.0 for windows. Au fost utilizate elementele statisticii de bază (Jolliffe, 2002), în vederea calculului mediilor aritmetice și a parametrilor dispersiei, dar și pentru a compara evoluția lor în teren cu valorile optime stabilite legal, prin calculul semnificației diferențelor cu ajutorul testului One-Way ANOVA. Analiza multiregresie (Jolliffe, 2002) a fost implementată în vederea identificării relațiilor dintre gradele de ocurență a speciilor cinegetice luate în studiu, cu ajutorul analizei multifactoriale, prin Analiza Componentelor Principale (PCA – Principal Components Analysis).

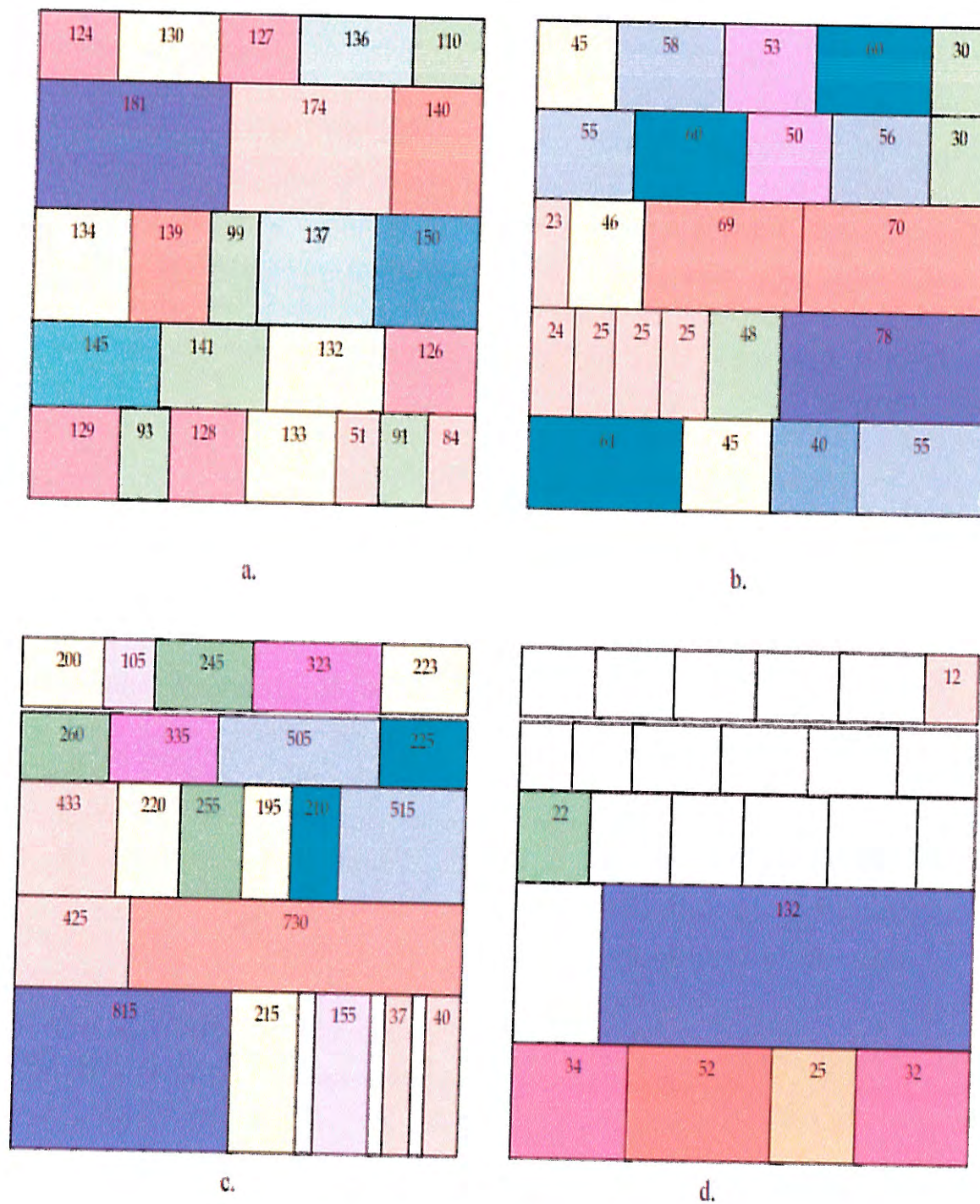


Fig. 3. 1. Evidența stocurilor de vânat în locațiile de vânatoare.

a. Răspândirea efectivelor de căprior; b. Răspândirea efectivelor de mistreț; c. Răspândirea efectivelor de iepure de câmp; d. Răspândirea efectivelor de cerb

Componentele necorelate, respectiv unele dintre speciile de vânat luate în studiu, sunt extrase prin efectuarea transformării liniare a datelor brute. În acest fel, putem identifica majoritatea variațiilor din setul de date inițial, la nivelul componentei principale de cea mai mare importanță (PCA). Această analiză evidențiază ierarhia componentelor analizei (speciile cinegetice, în cazul de față), pe baza importanței lor, acestea fiind extrase într-o ordine care reflectă această importanță. În acest caz, în cadrul analizei PCA, am optat pentru utilizarea matricei de corelație (3.1) deoarece variabilele luate în studiu (efectivele celor patru specii cinegetice) au varianțe diferite (Tabelele 3.1 și 3.2). În vederea evidențierii variației fiecărei componente principale au fost utilizați parametrii eigenvalues și eigenvectors. Eigenvalues pot să fie exprimate matematic folosind matricea corelației, de tipul:

$$\sum_{j=1}^p \lambda_j a_j a_j = \begin{vmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & 1 & r_{23} \\ r_{32} & r_{31} & 1 \end{vmatrix} \quad (3.1)$$

Eigenvalues variază în funcție de poziția componentelor principale în ierarhie (cea mai mare valoare pentru cea mai importantă componentă și cea mai mică valoare pentru cea mai puțin importantă componentă). Întotdeauna suma de eigenvalues este egală cu numărul componentelor analizate, iar valoarea corespunzătoare fiecărei componente reprezintă o anumită proporție din suma eigenvalues. Importanța eigenvalues în Analiza Componentelor Principale constă în rolul lor limitativ în reținerea celor mai importante dintre aceste componente.

Eigenvalues mai mari decât valoarea „1” semnifică o varianță mai mare comparativ cu variabila originală din datele standardizate și ilustrează importanța superioară a componentelor vizate. Eigenvectorii sunt coeficienți liniari care asigură calculul componentelor principale necorelate. Astfel, valoarea fiecărei componente principale este dată de formula:

$$PC_1 = \sum_1^p a_{1j} X_j \quad (3.2)$$

în care:

- PC₁ – componenta principală
- a_{1j} – coeficientul linear (eigenvector)
- X_j – matricea vectorilor

3.3. Rezultate și discuții

Evoluția efectivelor de specii cinegetice în cadrul arealului experimental monitorizat (Tabelul 3.1), evidențiază faptul că efectivele de căprior și mistreț au fost identificate în toate cele 24 fonduri de vânătoare monitorizate (Fig. 3.1a și Fig. 3.1b), în timp ce iepurele a fost identificat doar în 22 din totalul fondurilor (Fig. 3.1c), iar cerbul numai în 7 fonduri de vânătoare (Fig. 3.1.d).

Tabelul 3.1. Statistica de bază referitoare la efectivele principalelor specii cinegetice din arealul experimental gestionat de Asociația Vânătorilor și Pescarilor Sportivi din județul Cluj, România, pe ansamblul perioadei experimentale, 2012 – 2013

Parametru statistic/Specie	Căprior	Mistreț	Iepure de câmp	Cerb
N	48	48	36	14
Media	126,19	46,96	304,88	44,07
Deviația standard	28,06	16,39	198,75	39,71
Varianța	787,52	268,59	3950,77	1576,69
Minimum	48	20	25	12
Maximum	190	85	830	136
Asimetria	0,58	0,02	1,12	1,77
Boltirea	1,22	0,84	0,92	2,31

Cea mai mare medie a efectivelor (304,88 indivizi) a fost înregistrată la specia iepure de câmp (Tabelul 3.1), acesta fiind regăsit în 22 din totalul celor 24 fonduri de vânătoare (Fig. 3.1.c). În termeni de număr mediu de efective, speciei iepure de câmp îi urmează în ordine ierarhică media efectivelor de căprior (126,19 indivizi), a celor de mistreț (46,96 indivizi) și cu o valoare foarte apropiată de aceasta din urmă, media efectivelor de cerb, egală cu 44,07 indivizi (Tabelul 3.1).

Valorile ridicate ale varianței identificate în analiza efectivelor aparținând speciilor iepure de câmp și cerb considerăm că ar fi determinate de vulnerabilitatea acestor specii, al căror habitat ar putea fi afectat de un spectru larg de surse de variație, comparativ cu speciile mistreț și căprior, care sunt cunoscute ca prezentând o mai mare rezistență la factorii de mediu.

Aceste diferențe între valorile ridicate ale varianțelor înregistrate la speciile cinegetice analizate pot fi puse și pe seama diferențelor dintre locațiile (fondurile cinegetice) monitorizate, din punct de vedere geografic, dar și al condițiilor climatice specifice, care se știe că afectează

bunăstarea animalelor. Un alt factor demn de luat în considerare este frecvența practicilor de vânătoare sportivă, a căror frecvență și specie țintă diferă de la un fond la altul. Ceilalți parametri ai disperisiei luați în studiu, respectiv boltirea și asimetria, demonstrează o repartiție normală a valorilor individuale (Tabelul 3.1). Dacă se compară efectivele speciilor cinegetice monitorizate în arealul experimental în perioada 2012 – 2013, cu media valorilor optime stabilite de AVPS Cluj conform legislației în vigoare (Ordin nr. 393/2002, Legea nr. 407/2006, Ordonanța de Urgență nr. 58/2012), exceptând efectivele de iepuri de câmp, efectivele celorlate trei specii prezintă medii superioare (Tabelele 3.1, 3.2 și 3.3).

Tabelul 3.2. Statistica de bază referitoare la numărul optim de efective stabilit de Asociația Vânătorilor și Pescarilor Sportivi din județul Cluj, România, conform legislației în vigoare aparținând principalelor specii cinegetice din arealul experimental gestionat, 2012-2013

Parametru statistic/Specie	Căprior	Mistreț	Iepure de câmp	Cerb
N	48	48	36	14
Media	79,96	22,63	318,22	38,29
Deviația standard	35,41	14,73	183,09	15,21
Varianța	1253,53	216,85	33520,42	1619,24
Minimum	14	2	180	12
Maximum	140	58	800	126
Asimetria	0,18	0,31	1,72	2,25
Boltirea	1,02	0,11	2,24	5,33

Și în cazul analizei mediilor valorilor optime ale efectivelor de specii cinegetice stabilite în perioada experimentală 2012-2013, de AVPS Cluj conform legislației în vigoare, se constată că acestora le corespund, în majoritate, valori ridicate ale varianței, care și în acest caz, pot fi explicate prin diferențele mari dintre locațiile monitorizate, în ceea ce privește caracteristicile geografice și condițiile climatice, acestea influențând răspândirea speciilor cinegetice de interes. De asemenea, numărul mai mare al mediei efectivelor de căprior, mistreț și cerb înregistrate în fondurile de vânătoare, pe ansamblul perioadei experimentale, comparativ cu numărul optim de exemplare stabilit de AVPS Cluj, considerăm că poate fi și rezultatul politicilor manageriale practicate de asociație (aprovizionarea cu hrană în perioadele dificile procurării ei de către animale, practici responsabile de sacrificare și vânătoare etc.), dar și abilității reduse a unor membrii în practicarea

vânătorii. Media ușor inferioară a efectivelor de iepuri de câmp identificată în arealul experimental comparativ cu media optimă stabilită de managementul AVPS Cluj, ar putea fi rezultatul existenței unui număr în ușor exces al autorizațiilor eliberate pentru vânătoria la iepure, care excede posibilitățile zonei.

În ceea ce privește efectivele de căprior, se constată faptul că, în anul 2013 au fost înregistrate valori superioare comparativ cu anul 2012, în 9 din totalul celor 24 fonduri de vânătoare, însă, pe ansamblu, acestea sunt superioare în ambii ani experimental, valorilor optime stabilite de AVPS Cluj (Fig. 3.2). Raportat la întreaga perioadă experimentală cuprinsă între anii 2012 și 2013, o diferență asigurată statistic la pragul de semnificație 0,1%, egală cu 46,23 indivizi, este raportată între media efectivelor de căprior din arealul studiat și media valorilor optime stabilite de AVPS Cluj, în același areal (Tabelul 3.3).

Tabelul 3.3. Semnificația diferențelor dintre efectivele de specii cinegetice luate în studiu și numărul optim al acestora stabilit în arealul experimental gestionat de Asociația Vânătorilor și Pescarilor Sportivi din județul Cluj, România

Parametru statistic/Specie	Căprior	Mistreț	Iepure de câmp	Cerb
Diferența	+46,23 ^{**}	+24,33 ^{**}	-13,34 ^{ns}	+5,79 ^{ns}
GL (gradele de libertate)	70	70	56	19
T	6,0200	6,1300	0,2400	0,3134
P	0,0001	0,0001	0,8077	0,7573

Evoluția efectivelor de mistreț înregistrează valori mai mari în anul 2013 comparativ cu anul 2012, în 14 din totalul celor 24 de fonduri de vânătoare gestionate de AVPS Cluj, iar pe ansamblu, similar situației înregistrate în cazul căpriorului, acestea sunt superioare numeric valorii optime (Fig. 3.3). Între media efectivelor de mistreț din arealul studiat și media valorilor optime stabilite de AVPS Cluj, în același areal, o diferență asigurată statistic la pragul de semnificație 0,1%, egală cu 24,33 indivizi, este evidențiată (Tabelul 3.3).

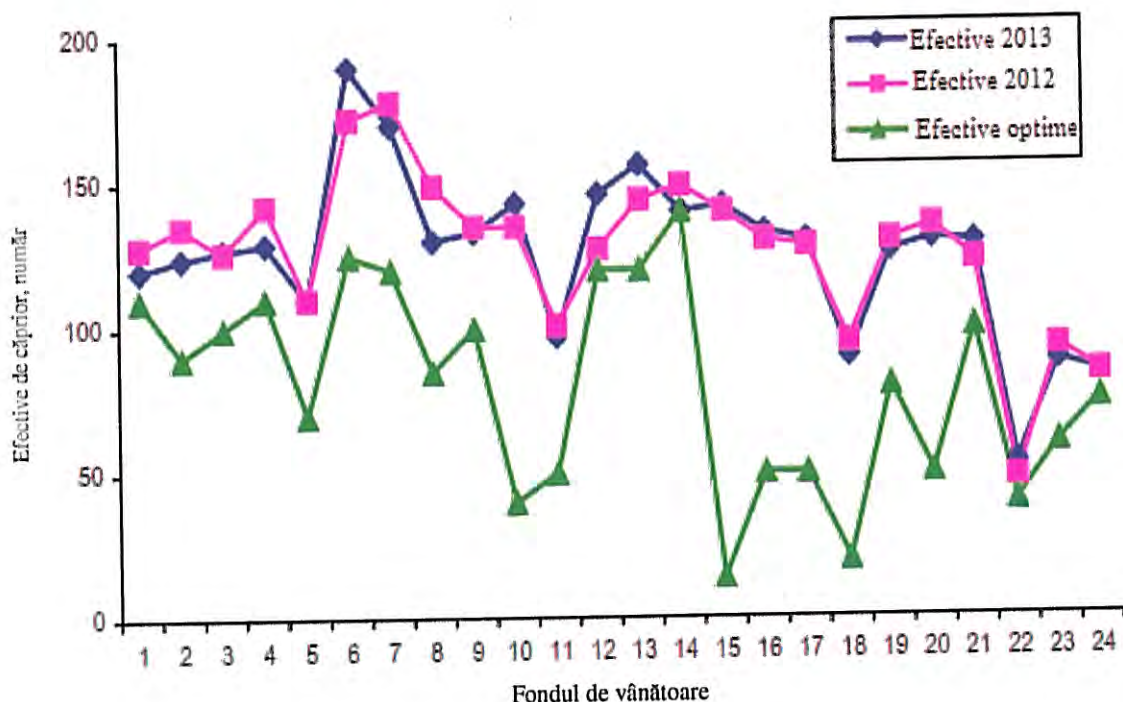


Fig. 3.2. Evoluția efectivelor de căprior în comparație cu valorile optime în anii experimentali 2012 și 2013, în fondurile de vânătoare gestionate de Asociația Vânătorilor și Pescarilor Sportivi din județul Cluj, România

Referitor la efectivele de iepure de câmp, se constată faptul că, în marea majoritate a fondurilor de vânătoare luate în studiu, pe ansamblul perioadei experimentale cuprinsă între anii 2012 și 2013 au fost înregistrate valori superioare comparativ cu valorile optime stabilite de AVPS Cluj (Fig. 3.4).

În anul 2013, doar în 5 din totalul celor 22 de fonduri de vânătoare au fost identificate valori ale efectivelor de iepuri superioare anului 2012. O diferență neasigurată statistic la pragul de semnificație 5%, egală cu 13,34 indivizi, este raportată între media valorilor optime stabilite de AVPS Cluj în arealul studiat și media efectivelor de iepuri din același areal (Tabelul 2.3).

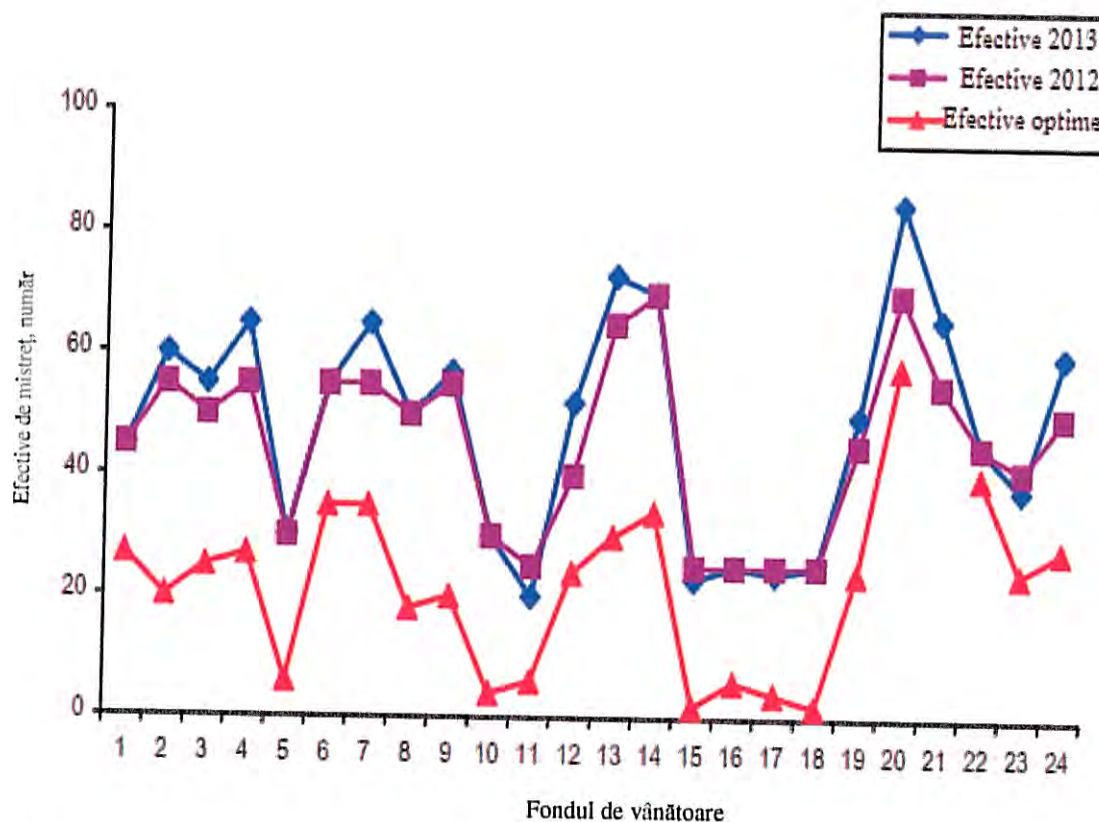


Fig. 3.3. Evoluția efectivelor de mistreț în comparație cu valorile optime în anii experimentali 2012 și 2013, în fondurile de vânătoare gestionate de Asociația Vânătorilor și Pescarilor Sportivi din județul Cluj, România

Așa cum am subliniat deja, comparativ cu celelalte specii cinegetice luate în studiu (căpriorul și mistrețul identificate în toate cele 24 fonduri cinegetice, iar iepurele de câmp în 22 fonduri aflate în gestiunea AVPS Cluj, în ceea ce privește cerbul, se constată că specia a fost identificată doar în 7 dintre fondurile cinegetice luate în studiu.

În anul 2013, doar în 2 dintre cele 7 locații numărul efectivelor îl depășește pe cel înregistrat în anul experimental anterior 2012 (Fig. 3.5).

Valorile optime ale efectivelor de cerb stabilite de de AVPS Cluj sunt inferioare, în majoritatea locațiilor (5 din 7), celor înregistrate efectiv la nivelul siturilor experimentale (Fig. 3.5). O diferență pozitivă neasigurată statistic la pragul de semnificație de 5%, egală cu 5,79 indivizi, este raportată între media efectivelor de cerb din arealul studiat și media valorilor optime stabilite de AVPS Cluj, în aceleași areal (Tabelul 3.3).

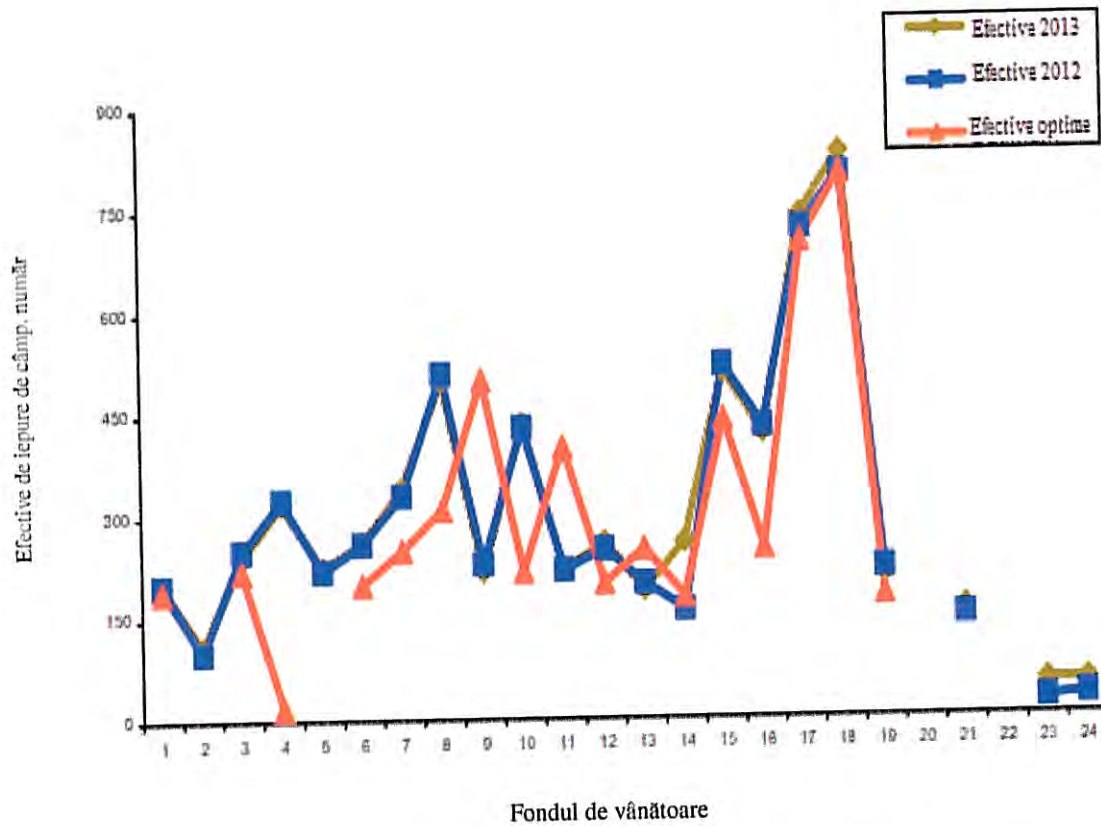


Fig. 3.4. Evoluția efectivelor de iepuri de câmp în comparație cu valorile optime în anii experimentali 2012 și 2013, în fondurile de vânătoare gestionate de Asociația Vânătorilor și Pescarilor Sportivi din județul Cluj, România

Matricea corelațiilor dintre efectivele speciilor cinegetice luate în studiu în cadrul Asociației Vânătorilor și Pescarilor Sportivi din județul Cluj, România, în perioada experimentală 2012-2013, din arealul experimental monitorizat evidențiază o corelație simplă medie spre puternică între numărul de indivizi aparținând speciilor cerb și iepure de câmp ($R = 0,577$).

Deasemenea, corelații simple pozitive, slabe spre medii, sunt evidențiate între efectivele de căprior și mistreț ($R = 0,323$) și cerb ($R = 0,329$). Între efectivele de căprior și cele de iepure s-a identificat o corelație foarte slabă ($R = 0,089$), ceea ce evidențiază lipsa interacțiunii dintre cele două specii (Tabelul 3.4).

Tot o corelație medie spre puternică, dar negativă ($R = -0,575$) este identificată între efectivele de mistreți și cele de iepuri de câmp, ceea ce sugerează o anumită competiție dintre cele două specii.

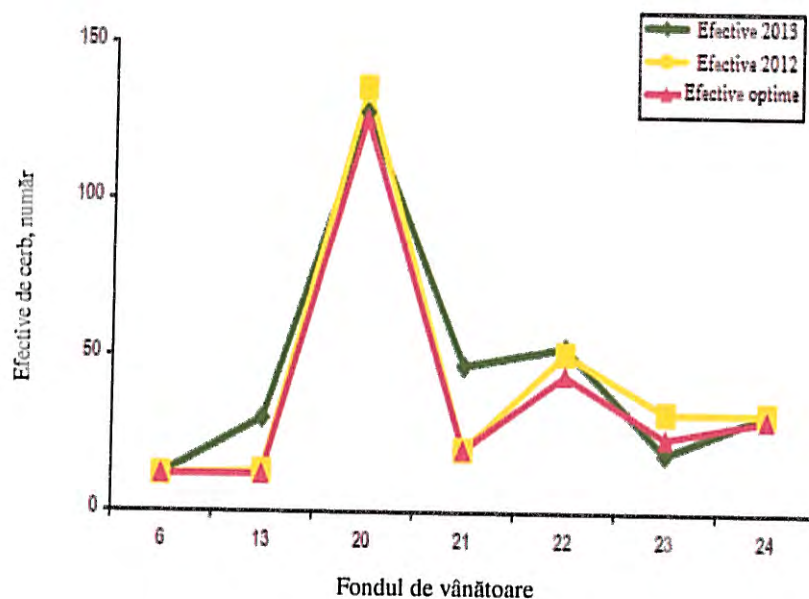


Fig. 3.5. Evoluția efectivelor de cerbi în comparație cu valorile optime în anii experimentali 2012 și 2013, în fondurile de vânatoare gestionate de Asociația Vânătorilor și Pescarilor Sportivi din județul Cluj, România

Se remarcă faptul că o corelație negativă, medie ($R = 0,397$) este identificată între efectivele de mistreț și cele de cerb, evidențiind de asemenea existența unei competiții între cele două specii, dar de o intensitate mai redusă decât în cazul competiției dintre mistreț și iepure de câmp (Tabelul 3.4).

Identificarea corelațiilor pozitive și negative, de diferite intensități, dintre efectivele de specii cinegetice luate în studiu, a constituit premisa care a stat la baza efectuării analizei factoriale prin aplicarea Analizei Componentelor Principale (PCA).

Tabelul 3.4. Matricea corelațiilor dintre efectivele speciilor cinegetice luate în studiu la Asociația Vânătorilor și Pescarilor Sportivi din județul Cluj, România, în perioada experimentală 2012-2013

Specificare	Căprior	Mistreț	Iepure de câmp	Cerb
Căprior	-	+0.3237	+0.0893	+0.3297
Mistreț		-	-0.5751	-0.3970
Iepure de câmp			-	+0.5774
Cerb				-

Analiza contribuției fiecăruia dintre factorii ce ar putea afecta evoluția efectivelor de specii cinegetice luate în studiu, evidențiază faptul că în conformitate cu eigenvalues obținute PCA, rezultă că doar doi dintre aceștia au valori superioare celei de „1”, respectiv managementul fondului cinegetic și practicile de vânătoare. Celelalte două componente, respectiv clima și poziționarea geografică, au mai puțină importanță (Tabelul 3.5).

Tabelul 3.5. Eigenvalues corespunzătoare PCA

Specificare	Eigenvalues
Căprior	2,1272
Mistreț	1,0774
Iepure de câmp	0,6030
Cerb	0,1924

Din valorile eigenvectors și reprezentările grafice Bi-Plot, PC1 x PC2 rezultă faptul că managementul fondului de vânătoare influențează de o manieră pozitivă, moderată spre puternică, numărul efectivelor de iepure de câmp și cerb, în timp ce efectivele de căprior și mistreț sunt influențate de o manieră negativă, medie în cazul mistrețului și slabă în cazul căpriorului. În ceea ce privește practicile de vânătoare, se constată că acestea au o influență pozitivă asupra numărului de efective de căprior (puternică), mistreț (neglijabilă) și iepure de câmp (medie), dar negativă, însă neglijabilă, asupra numărului efectivelor de cerb (Tabelul 3.6, Fig. 3.6).

Complexul climatic aferent regiunii în care se găsește ansamblul celor 24 de fonduri de vânătoare analizate sub aspectul numărului efectivelor celor patru specii cinegetice, are o influență pozitivă, de diferite grade de intensitate. Astfel, influențează puternic numărul efectivelor de mistreț și cerb, însă neglijabil numărul efectivelor de căprior și iepure de câmp. Caracteristicile geografice ale habitatului luat în studiu influențează moderat, negativ numărul efectivelor de cerb și căprior, dar pozitiv moderat numărul efectivelor de mistreț și negativ moderat spre puternic numărul efectivelor de iepure de câmp (Tabelul 3.6, Fig. 3.6).

Tabelul 3.6. Valorile coeficienților liniari (eigenvectors) corespunzători PCA

Specificare	PC1	PC2	PC3	PC4
Căprior	-0.2797	+0.8611	+0.0025	-0.4246
Mistreț	-0.5565	+0.0284	+0.7112	+0.4287
Iepure de câmp	+0.5478	+0.5063	+0.0070	+0.6659
Cerb	+0.5584	-0.0369	+0.7031	-0.4387

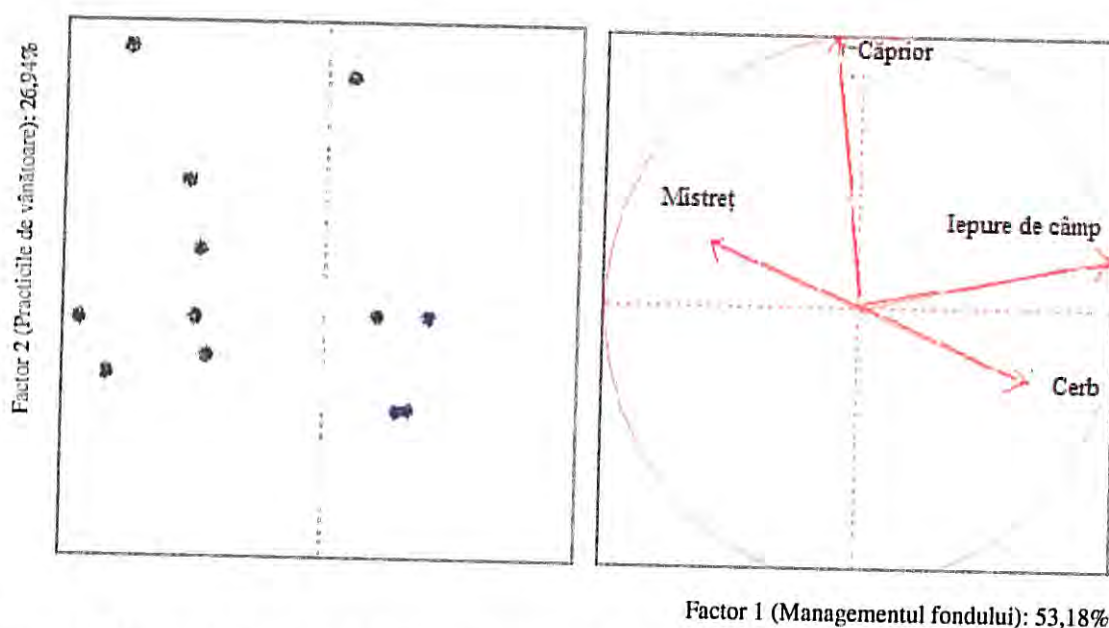


Fig. 3.6. Diagrama Bi-Plot a PC1 x PC2 pentru efectivele speciilor cinegetice luate în studiu, pe întreaga perioadă monitorizată, anii 2012 și 2013, în arealul experimental gestionat de Asociația Vânătorilor și Pescarilor Sportivi din județul Cluj, România

Studiul de față, prin faptul că numărul efectivelor de căprior depășește în cea mai mare măsură (în medie cu 46,23 exemplare), de o manieră asigurată statistic la pragul de semnificație 0,1% (Tabelul 3.3), numărul mediu al optimului efectivelor stabilit, conform legislației în vigoare Ordin nr. 393/2002, Legea nr. 407/2006, Ordonanța de Urgență nr. 58/2012),, de către AVPS Cluj (Tabelul 3.2), demonstrează faptul că această specie prezintă importanță deosebită, în cadrul fondului, chiar mai mare decât iepurele, care este înregistrat cu un număr de efective mult superior (Tabelul 3.2). Se consideră că acest fapt se datorează capacității ridicate a căpriorului de valorificare a managementului profesionist aplicat fondului de vânătoare, bunei mobilități care îi conferă un atu suplimentar în fața vânătorului, dar și unei bune capacități de adaptare la condițiile de mediu.

3.4. Concluzii

Evoluția numărului efectivelor de specii cinegetice studiate în arealul luat în considerare demonstrează bune practici manageriale ale fondurilor de vânătoare aflate în custodia AVPS Cluj. Trei dintre speciile cinegetice monitorizate, din prisma evoluției efectivelor, prezintă, în teren, un număr superior optimului desemnat, conform legislației în vigoare, de către AVPS Cluj. Diferențe pozitive asigurate statistic la pragul de semnificație 0,1% sunt evidențiate între numărul mediu al

efectivelor de căprior și mistreț (46,23 indivizi și respectiv 24,33 indivizi), comparativ cu numărul optim stabilit. Tot o diferență în favoarea numărului mediu de efective identificate în teren (5,79 indivizi), se înregistrează la cerb, dar aceasta nu este asigurată statistic la pragul de semnificație 5%, în timp ce la iepure de câmp, diferența este în favoarea numărului optim stabilit (13,34 indivizi) și neasigurată statistic la pragul de semnificație 5%. Matricea corelațiilor evidențiază o bună toleranță între iepurele de câmp și cerb, dar, în același timp ar putea sugera și posibilitatea unei competiții între mistreț și iepurele de câmp, în condițiile pedo-climaticice și contextul managementului cinegetic practicat în habitatul studiat, fapt ce necesită studii suplimentare mai aprofundate, în viitor. Conform PC, managementul fondurilor de vânătoare și practicile de vânătoare constituie factorii care influențează cel mai mult evoluția efectivelor de vânat din speciile studiate, în teren. De asemenea, se remarcă numărul mare al efectivelor de căprior, în contextul dat, fapt ce sugerează capacitatea mare de adaptare a speciei la condițiile de mediu, dar și la practicile de vânătoare.

CAPITOLUL 4. STUDIUL CAPACITĂȚII SPECIILOR FORESTIERE ORNAMENTALE AESCULUS HIPPOCASTANUM L. ȘI TILIA CORDATA MILL. DE A FI UTILIZATE ÎN CALITATE DE AGENȚI DE BIOMONITORIZARE A CALITĂȚII AERULUI ÎN ZONELE URBANE. STUDIU DE CAZ: MUNICIPIUL CLUJ-NAPOCA

4.1. Introducere

În general, calitatea aerului este determinată de ecosistemul complex rezultat din interacțiunea dintre factorii specifici abiotici, reprezentați de aer, microclimat, apă, sol, etc. și biotici, reprezentați de vegetație și de contribuția umană (Oroian și colab., 2012a, Oroian și colab., 2012b; Rusu și colab., 2009).

Nivelurile ridicate de poluare a aerului în orașele caracterizate de trafic intens reprezintă o preocupare serioasă la nivel mondial. În ultimul deceniu, deși s-au înregistrat progrese, atât factorii de decizie, cât și populația sunt implicați în conceperea strategiilor privind adoptarea măsurilor necesare pentru îmbunătățirea calității aerului în zonele urbane (Monaci și colab., 2000). Metodologia de monitorizare a poluării aerului determină abordarea complexă a acestei probleme care implică tehnici fizice, chimice și biologice (Predescu și col., 2014; Orecchio și Culotta, 2015). Dacă metodele fizice și chimice furnizează informații despre conținutul de aer în elementele de interes, metodele biologice pot sublinia toate efectele lor, împreună cu detalii despre distribuția lor temporară și spațială (Albertini și colab., 2001).

Deoarece oferă informații despre impactul poluării asupra organismului lor, arborii cu rol ornamental pot fi utilizați ca agenți de biomonitorizare activi și/sau pasivi în multe locații importante ale aglomerărilor urbane, caracterizate de niveluri ridicate de poluare a aerului, datorate traficului (Dongarra și colab., 2009; Bonanno, 2014; Santos și colab., 2015) sau chiar în orașele inteligente/verzi (Luvisi și Lorenzini, 2014). De asemenea, acestea pot fi utilizați, când sunt plasați la o densitate adecvată, pentru elaborarea hărților de poluare pentru orașe. Arborii au capacitatea de a fi agenți de biomonitorizare specifici fiecărei componente poluante din aer, mai ales a celor cu potențial periculos - de exemplu, poluarea cu microelemente, de tipul cadmiului, cuprului, zincului, plumbului etc. (Kosiba, 2008; Monaci și colab., 1997, 2000; Oliva și Rautio, 2004).

Având în vedere că metodele instrumentale utilizate pentru monitorizarea poluării aerului cu metale grele necesită costuri ridicate, în ultimele decenii oportunitatea de a folosi arborii ca indicatori biologici a devenit din ce în ce mai interesantă (Dołęgowska și Migaszewski, 2015; Gombert și colab., 2006; Oroian și colab., 2012a; Oroian și colab., 2012b; Ramana și colab., 2015). În consecință, efortul coordonat al mai multor state a condus la elaborarea unor protocoale de validare a utilizării plantelor ca agenți de biomonitorizare specifici pentru poluarea aerului (Smodiš și colab., 2004; Yilmaz, 2006; Aničić și colab., 2009, 2011).

Dintre speciile de arbori cunoscute ca agenți de biomonitorizare adecvați pentru poluarea aerului cu metale grele (Cu, Zn, Cr, Fe, Ni) menționăm *Aesculus hippocastanum* L. și *Tilia cordata* Mill. (Aničić și colab., 2011, Kim și Fergusson, 1994, Tomašević și colab., 2004, Tomašević și colab., 2008, Chwil și colab., 2015). Chiar dacă există studii privind efectul poluării și/sau posibilitatea de a utiliza *A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill. în calitate de agenți de biomonitorizare, datele disponibile sunt puține (Kosiba, 2008; Yilmaz, 2006). *A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill. sunt două specii de arbori adaptate condițiilor climatice din România și, datorită considerațiilor peisagistice urbane, sunt foarte populare ca arbori ornamentali în multe dintre orașele mici sau mari ale țării.

A. hippocastanum L. (castanul porcesc) aparține familiei *Hippocastanaceae*, provine din Grecia și Albania și este un arbore ce aparține speciilor foioase, care crește până la 30 m. Din cauza lemnului moale și slab, are o valoare economică scăzută. Este adesea folosit ca arbore ornamental în zonele urbane. Este, de asemenea, foarte tolerant pentru condițiile urbane și crește bine în spațiile restrânse, cum ar fi cele situate de-a lungul străzilor.

T. cordata Mill. (teiul pucios) aparține familiei *Tiliaceae* și provine din Europa și Asia de Vest. Este folosit pe scară largă ca specie ornamentală în zonele urbane europene. Datorită sensibilității speciei la poluarea aerului (aparitia de leziuni asupra țesuturilor frunzelor), aceasta poate fi utilizată cu succes ca specie de biomonitorizare.

Una din premisele studiului nostru este aceea că, în conformitate cu datelor oficiale și cu rezultatele unor studii, care adoptă ipoteza gradientului urban (McDonnell și Hahs, 2008; Atanassov, 2006; Kabata-Pendias și Pendias, 1992), nivelul poluării aerului din cadrul sitului studiat, localizat la periferia municipiului, nu este mai mic decât în centrul orașului (Raport privind etapa de realizare a măsurilor prevăzute în programul integrat de management al calității aerului pentru aglomerația Cluj-Napoca și municipalitatea Dej, 2014). Având în vedere cercetările efectuate anterior (Oroian și colab., 2012a; Oroian și colab., 2012b), se consideră oportună aprofundarea acestora și adoptarea unei abordări comparative a rezultatelor acestui studiu cu a celor obținute de autorii menționați mai sus în aceeași zonă a municipiului Cluj-Napoca. Experimentele noastre au fost efectuate cu scopul de a testa capacitatea de biomonitorizare a varietăților autohtone de *A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill., în vederea utilizării acestora în calitate de componente ale unor strategii de monitorizare a calității aerului, concepute pentru a caracteriza poluarea cu Zn, Cu, Pb, și Cd în zonele urbane.

4.2. Material și metodă

Municipiul Cluj-Napoca se află la intersecția dintre paralela 46 ° 46 'N și meridianul 23 ° 36' E. Este cel mai mare oraș din Transilvania și în conformitate cu cel mai recent recensământ realizat în România, în anul 2011, reprezintă cel de-al doilea oraș al țării, pein prisma numărului de locuitori, egal cu 309.136. În acest context, se impune menționat faptul că intensitatea mare a traficului este cea mai importantă sursă de poluare a aerului în municipiul Cluj-Napoca. Are un climat moderat continental, cu o temperatură medie anuală de 8,2 °C, temperatura minimă în luna ianuarie (media egală cu -15 °C) și un maximum în august (media egală cu +30 °C). Precipitațiile medii anuale prezintă o medie egală cu 663 mm. Acestea ating cel mai înalt nivel în luna iunie (99 mm), iar cel mai scăzut în luna februarie (26 mm). Mișcările eoliene sunt orientate predominant în direcția Vest – Nord Vest, iar viteza medie anuală este egală cu 3 m/s. Situl experimental este reprezentat de strada Aurel Vlaicu (46° 46 '70"N și meridianul 23° 36' 94"E), care este una dintre cele mai circulat zone din Cluj-Napoca, având aproximativ 747 m lungime și 7,9 m lățime. Este caracterizată de trafic intens, cu peste 10.000 de vehicule/zi (Raport privind etapa de realizare a măsurilor prevăzute în programul integrat de management al calității aerului pentru aglomerația Cluj-Napoca și municipalitatea Dej , 2014).

Această locație a fost selectată ca sit experimental și, implicit, ca loc de prelevare a probelor de aer, din cauza vulnerabilității pe care o reprezintă față de poluanții atmosferici, în principal, datorită traficului intens, dar și față de diferitele surse de poluare punctiformă (arderii industriale și non-industriale).

Datele privind calitatea aerului, în zona studiată din Cluj-Napoca, în anul 2012, au fost furnizate de Agenția pentru Protecția Mediului Cluj (Raportul privind calitatea mediului în Cluj-Napoca până în anul 2013). Datele privind calitatea aerului evidențiază faptul că în anul 2012, în situl analizat, sunt raportate concentrații mari de Pb, respectiv 0,006 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

În situl experimental, ambele specii de arbori, respectiv *A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill., sunt utilizate în calitate de arbori ornamentali și beneficiază de aceleași condiții nutriționale (calitatea solului) și meteorologice. Atât teii cât și castanii, al căror țesut foliar este analizat, sunt situați de-a lungul străzii Aurel Vlaicu. Am luat în studiu aceste două specii de arbori, deoarece acestea sunt cunoscute ca având o capacitate bună de acumulare a metalelor grele (Askoy și Demirezen, 2006, Aksoy și colab., 2012, Oroian și colab., 2012a, Oroian și colab., 2012b, Ukpebor și colab. 2010; Tarnovska și colab., 2003). Un alt motiv este faptul că acestea sunt predominante în situl experimental și având, astfel, posibilitatea de a colecta probe din mai multe locații situate de-a lungul întregului sit, consistența analizei statistice va crește, oferind rezultate credibile.

Cercetările noastre urmăresc să continue studiile anterioare (Oroian și colab., 2012a; Oroian și colab., 2012b) efectuate în aceeași locație în doi ani consecutivi, respectiv 2010 și 2011, când au fost raportate diferite niveluri ale concentrațiilor de Pb, Cu, Zn și Cd atât în aer, cât și în țesutul foliar al arborilor. Durata studiului de față a fost de un an, de la 20 iunie 2012 până la 23 iunie 2013, în aceeași perioadă în care s-au realizat studiile la care se face referire (Oroian și colab., 2012a; Oroian și colab., 2012b), în vederea obținerii de date comparabile cu cele menționate mai sus. Pentru prelevare de probe au fost folosite mănuși de vinil, iar pentru colectarea lor punși de polietilenă. Luând în considerare studiile menționate anterior, am urmărit cuantificarea Cu, Pb, Cd, Zn din țesutul foliar al celor două specii de arbori.

Opt arbori din specia *A. hippocastanum* L. și zece arbori din specia *T. cordata* Mill. au fost selectați în vederea prelevării de țesut foliar (120 frunze/exemplar). Eșantionarea a fost efectuată din partea inferioară a fiecărui arbore, iar țesuturile foliare au fost utilizate ca matrice compozită.

Analizele de laborator au fost efectuate în cadrul Laboratorului de Protecția Mediului și a Plantelor al Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca. Metodologia specifică Spectrometriei de Absorbție Atomică (AAS) a fost utilizată pentru cuantificarea Cu, Pb, Cd și Zn din țesutul foliar colectat. Pentru realizarea acestor determinări, a fost utilizat un spectrometru de absorbție atomică Perkin-Elmer (Perkin-Elmer, USA) cu cuptor de grafit și flacără (tip Analyst 800). Anterior efectuării analizei AAS, probele de țesut foliar au fost supuse digestiei folosind metodologia digestiei umede cu microunde. Digestia a fost efectuată cu ajutorul unui sistem MWS-2 Berghof cu microunde (Berghof, Germania), în conformitate cu metodologia producătorului (Teoria preparării probelor utilizând digestia acidă, digestia sub presiune și digestia cu microunde).

Pachetul statistic IBM-SPPS Statistics for Windows a fost utilizat pentru implementarea statisticii descriptive, calculului coeficienților de corelație și efectuarea analizei de cluster. Semnificația diferențelor a fost calculată cu ajutorul testului ANOVA (test F), iar liniaritatea a fost testată cu ajutorul testului Kolmogorov-Smirnov pentru normalitate. Conform rezultatelor testului, s-a identificat lipsa liniarității, motiv pentru care s-a recurs la algoritmul Spearman pentru calculul coeficienților de corelație (Merce și Merce, 2012).

Analiza de cluster a fost implementată pentru a grupa prezența poluanților din punct de vedere cantitativ și a sublinia diferențele dintre capacitatea de acumulare în ambele matrice vegetale (*A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill.). Similitudinea a fost accentuată folosind distanțele euclidiene așa cum este prezentată în ecuația (4.1):

$$x, y = \sum_i (x_i - y_i) \quad (4.1)$$

4.3. Rezultate și discuții

Conținutul de metale grele (Cu, Pb, Cd, Zn) determinat în țesutul foliar al *A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill. este prezentat în Tabelul 4.1. La ambele specii de arbori, ierarhia metalelor grele studiate, în funcție de concentrația lor în frunze, în ordine descrescătoare, este: Pb > Cu > Cd > Zn. Concentrațiile de Cu identificate în frunzele de *A. hippocastanum* L. (19 mg/kg substanță uscată) și *T. cordata* Mill. (17,38 mg/kg substanță uscată) se apropie de pragul de toxicitate (20 mg/kg substanță uscată) menționat în literatură (Markert, 1992; Tomašević și Aničić, 2010; Thöni și colab., 2011).

Tabelul 4.1. Statistici descriptive și semnificația diferențelor (ANOVA) pentru conținutul de Cu, Pb, Cd, Zn (mg/kg greutate uscată) în frunzele *A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill. de la punctul de monitorizare situat în orașul Cluj-Napoca

Parameter/ statistical analysis	n	Mean	Min.	Max.	Std.Dev.	Standard Error	p
<i>A. hippocastanum</i> L.							
Cu (mg/kg dry weight)	120	19.00 ^{ns}	9.43	27.85	4.13	1.46	0.259
Pb (mg/kg dry weight)	120	25.21 ^{**}	10.92	47.52	5.54	1.96	0.006
Zn (mg/kg dry weight)	120	1.91 ^{ns}	1.18	2.93	0.28	0.09	0.442
Cd (mg/kg dry weight)	120	4.45 ^{ns}	2.50	7.66	0.89	0.31	0.613
<i>T. cordata</i> Mill.							
Cu (mg/kg dry weight)	120	17.38	8.55	25.95	2.45	0.77	
Pb (mg/kg dry weight)	120	37.24	27.41	46.67	3.84	1.21	
Zn (mg/kg dry weight)	120	2.79	2.59	3.01	0.12	0.04	
Cd (mg/kg dry weight)	120	4.80	4.54	4.95	0.15	0.05	

Significance level: * -p > 0.05; ** -p < 0.01.

Diferența dintre concentrațiile de Cu din frunzele speciilor de arbori nu este semnificativă statistic ($p > 0,05$) în intervalul de încredere de 95%, dar valoarea cuantificată subliniază capacitatea superioară a lui *A. hippocastanum* L. de bioacumulare a Cu.

La ambele specii de arbori, respectiv în țesutul foliar al *A. hippocastanum* L. (25,21 mg/kg substanță uscată) și *T. cordata* Mill. (37,24 mg/kg substanță uscată) concentrațiile de Pb depășesc pragul de toxicitate cuprins în intervalul 3-20 mg/kg greutate uscată (Markert, 1992). Diferența dintre concentrațiile de Pb identificate în frunzele celor două specii de arbori este distinct

semnificativă din punct de vedere statistic ($p < 0,01$) în intervalul de încredere de 95%, ceea ce demonstrează faptul că țesutul foliar al *T. cordata* Mill. are o capacitate mai mare de bioacumulare a Pb, în comparație cu *A. hippocastanum* L. Conținutul ridicat de Pb al frunzelor ambelor specii de arbori analizate (mai mare de 1,2 ori decât pragul de toxicitate la *A. hippocastanum* L. și de 1,8 la *T. cordata* Mill.), poate fi explicat prin creșterea concentrației acestui element în aerul existent la nivelul arealului experimental, ca urmare a proceselor de emisie a gazelor de eșapament înregistrate pentru marea majoritate a vehiculelor din zona de referință.

Concentrațiile Zn și Cd identificate în frunzele *A. hippocastanum* L. (1,91 mg/kg substanță uscată și respectiv 2,79 mg/kg substanță uscată) și *T. cordata* Mill. (4,45 mg/kg substanță uscată și 4,80 mg/kg substanță uscată) sunt mai mici comparativ cu pragul de toxicitate de 200 mg/kg substanță uscată pentru Zn și 10 mg/kg substanță uscată pentru Cd (Markert, 1992). Diferențele dintre concentrațiile de Zn și Cd identificate în țesutul foliar al celor două specii de arbori nu sunt semnificative din punct de vedere statistic ($p > 0,05$) în intervalul de încredere de 95%, dar, în acest caz, se evidențiază capacitatea superioară a *T. cordata* Mill. de bioacumulare atât a Zn cât și a Cd, comparativ cu *A. hippocastanum* L.

Tabelul 4.2. Gama de concentrații de Cu, Pb, Cd, Zn (mg/kg în greutate uscată) în frunzele de *A. hippocastanum* L. prezentate în literatură

Reference/ Parameter	Cu (mg/kg dry weight)	Pb (mg/kg dry weight)	Zn (mg/kg dry weight)	Cd (mg/kg dry weight)
Tomašević et al. (2004)	13.1-110.2	5.35-20.3	17.2-47.1	0.2-4.9
Yilmaz et al. (2006)	0.48	0.11	0.55	0.05
Oroian et al. (2012a)	2.13	29.95	40.83	2.63
Oroian et al. (2012b)	2.71	11.48	70.85	5.61
Petrova et al. (2014)	4.8-12.4	1.7-4.2	11.6-24.6	0.1-0.23
Markert (1992)-reference	20	3-20	200	10

Deoarece, conform literaturii de specialitate (Kabata-Pendias și Pendias, 2001; Žalud și colab., 2012; Tomašević și colab., 2001), toate metalele grele analizate (Cu, Pb, Zn, Cd) au tendința de a se acumula în rădăcini (Kabata-Pendias și Pendias, 2001; Petrova și colab., 2014; Welch și Cary, 1975), considerăm că absorbția lor în țesutul foliar al arborilor studiați, se datorează prezenței lor în aer, în principal ca urmare a traficului intens din zona studiată și, în mică măsură, ca rezultat al activității de combustie din surse gospodărești și industriale.

Emisiile de Cu și Pb pot fi considerate ca având sursă de proveniență emisiile vehiculelor ce utilizează drept combustibili benzina și motorina, în timp ce emisiile de Zn și Cd ar putea rezulta

atât din emisiile vehiculelor, cât și ca rezultat al abraziunii anvelopelor și a garniturilor de frână (Adachi și Tainosho, 2004, Dongarra și colab. 2009; Tomašević și colab., 2005).

Se înregistrează diferențe importante între conținutul de metale grele studiate în țesutul foliar raportat pentru probele de frunze recoltate din aceleași puncte experimentale pentru *A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill., dacă se compară valorile înregistrate în studiul de față, cu cele raportate în 2010 și 2011 (Tabelele 4.2 și 4.3) ca rezultat al altor cercetări (Oroian și colab., 2012a; Oroian și colab., 2012b). Diferențele se pot pune pe seama mărimii eșantionului, reprezentată de un singur arbore pentru fiecare specie în cazul lucrărilor de referință (Oroian și colab., 2012a; Oroian și colab., 2012b), în timp ce studiul nostru ia în considerare un număr de 8 arbori aparținând speciei *A. hippocastanum* L. și 10 arbori aparținând speciei *T. cordata* Mill.

Tabelul 4.3. Gama de concentrații de Cu, Pb, Cd, Zn (mg/kg în greutate uscată) în frunzele de *T. cordata* Mill. prezentate în literatură

Reference/ Parameter	Cu (mg/kg dry weight)	Pb (mg/kg dry weight)	Zn (mg/kg dry weight)	Cd (mg/kg dry weight)
Tomašević et al. (2004)	10.3-41.3	0.3-11.4	15.2-28.6	0.9-1.4
Kosiba (2008)	4.01-24.10	2.7-34.5	18.4-81.2	0.01-3.04
Gworek et al. (2010)	9.8-17.4	7.5-7.1	79.5-136	0.39-0.35
Oroian et al. (2012a)	<DL*	30.54	15.31	2.94
Oroian et al. (2012b)	<DL*	10.98	28.78	5.62
Serbula et. al. (2013)	123-1333	55-166	58-161	-
Chwil et al. (2015)	4-9.6	0.05-0.37	13.9-30.83	-
Markert (1992) - reference	20	3-20	200	10

*DL=detection limit

În studiul de față, concentrațiile de Cu, Pb, Cd, Zn identificate în frunzele de *A. hippocastanum* L. (Tabelul 3.1) diferă de cele raportate de Petrova și colab. (2012) și Petrova și colab. (2014) în siturile urbane din Plovdiv, Bulgaria sau cele raportate de Yilmaz et al. (2006) în patru orașe din regiunea Trace, Turcia și Tomašević și colab. (2004), în orașul Belgrad, Serbia (Tabelul 4.2). De asemenea, se pot evidenția diferențele dintre concentrațiile de metale grele (Cu, Pb, Cd, Zn) identificate în frunzele de la *T. cordata* Mill., Cluj-Napoca (Tabelul 4.2), comparativ cu cele raportate de Serbula și colab. (2013) în orașul Bor și Tomašević și colab. (2004), în orașele Belgrad, Serbia, Kosiba (2008) în Wrocław, Gworek și colab. (2010) la Varșovia, Chwil și colab. (2015) în două orașe din Polonia (Tabelul 3.3).

Diferențele raportate între concentrațiile de Cu, Pb, Cd și Zn prezente în țesutul foliar al *A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill. identificate în experimentul de față desfășurat în municipiul Cluj-Napoca și cele menționate în literatura citată pentru alte orașe, pot fi rezultatul specificității sitului, al intensității și, respectiv, al particularităților traficului. Considerăm că un conținut ridicat de Pb în țesutul foliar poate fi consecința utilizării benzinei cu plumb în situl studiat din orașul Cluj-Napoca, spre deosebire de siturile urbane citate (cu excepția unei zone puternic poluate din Serbia), unde se observă o diferențiere importantă în ceea ce privește intensitatea traficului, dar și posibilitatea creșterii utilizării benzinei fără plumb în zonele de referință.

În cazul țesuturilor foliare analizate în situl experimental, pentru *A. hippocastanum* L., au fost înregistrate corelații pozitive puternice ($0,7 < r < 0,9$, $p < 0,001$) pentru perechile de metale Cu-Pb și Cu-Cd, în timp ce pentru Pb-Cd ($r < 0,7$, $p < 0,05$) se raportează o corelație pozitivă moderată (Tabelul 3.4). Aceste interrelații subliniază faptul că, în conformitate cu mecanismele fiziologice intrinseci ale castanului, o creștere a concentrațiilor de Cu în țesuturile frunzelor este însoțită de o creștere proporțională a Pb și Cd și creșterea concentrațiilor de Pb implică, însă, într-o măsură mai mică, creșterea concentrațiilor de Cd. O interrelație diferită este identificată între Zn, Cu, Cd și Pb, în acest caz, evidențiindu-se corelații negative. Rezultatele evidențiază faptul că prezența unor concentrații ridicate de Zn în țesuturile frunzelor de *A. hippocastanum* L. este însoțită de o scădere puternică a Cu și, într-o măsură mai mică, de scăderea concentrațiilor Cd și a Pb (Tabelul 4.4).

Tabelul 4.4. Matricea corelațiilor Spearman între Cu, Pb, Cd, Zn identificate în țesutul foliar al castanului

Issue	Cu	Pb	Zn	Cd
Cu	-	0.841 ^{***}	-0.731 ^{***}	0.822 ^{***}
Pb	-	-	-0.463 [*]	0.406 [*]
Zn	-	-	-	-0.685 ^{***}

Significance level: *- $p < 0.05$; ***- $p < 0.001$.

Analiza de cluster a permis identificarea a două grupe ce includ toate metalele grele cuantificate în frunzele *A. hippocastanum* L., (Fig. 4.1). Arborele ierarhic arată că un grup este constituit din metalele Cu și Pb, acestea înregistrând cele mai ridicate concentrații, dacă ne raportăm la toate metalele grele identificate în țesuturile foliare analizate la specia castan (*A. hippocastanum* L.). Atât Cu, cât și Pb sunt caracteristice exhaustărilor vehiculelor ce utilizează benzina și motorina în calitate de combustibil. Zn și Cd, care sunt componentele celui alt grup, apar în concentrații mai mici și sunt caracteristice nu numai evacuărilor vehiculului, ci și abraziunii anvelopelor și a

garniturilor de frână. Rezultatele noastre diferă de cele raportate de Petrova și colab. (2012), care a identificat un grup separat pentru Pb-Cd, care corespunde concentrațiilor ridicate.

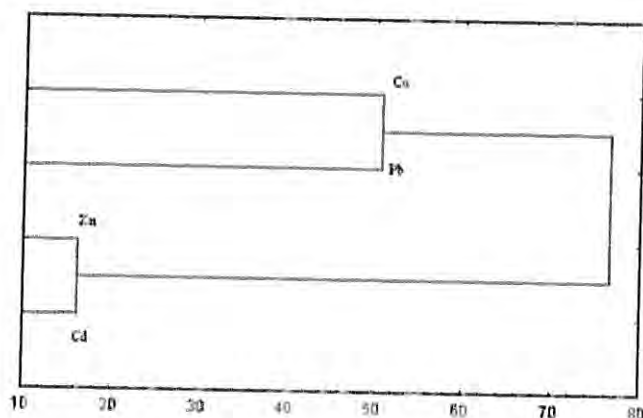


Fig. 4.1. Analiza de cluster a conținutului în Cu, Pb, Cd, Zn în frunzele de *A. hippocastanum* L., din arborii localizați în punctul de monitorizare din Cluj-Napoca, în perioada experimentală 2012-2013

Rezultatele analizei de cluster subliniază faptul că mecanisme fiziologice similare pot fi caracteristice pentru absorbția și retenția Cu-Pb, pe de o parte și Zn-Cd, pe de altă parte, în țesutul foliar al *A. hippocastanum* L., în timp ce între elementele care constituie cele două grupuri, pot fi implicate mecanisme fiziologice antagoniste.

Aceste ipoteze sunt în concordanță cu cele susținute de Rinkis (1972), care evaluează faptul că Cu și Zn sunt de regulă în competiție, inhibându-se reciproc în procesele de absorbție prin rădăcini, precum și cu cele susținute de Kabata-Pendias și Pendias (2001), conform cărora interacțiunile dintre Cu și Cd pot fi atât antagonice, cât și sinergice. De asemenea, Papoyan și colab. (2007) și Nan și colab. (2002) raportează atât interacțiuni antagoniste, cât și sinergice și între Zn și Cd. Comparativ cu situația înregistrată în studiul țesutului foliar al speciei *A. hippocastanum* L., în ceea ce privește țesutul foliar al *T. cordata* Mill., se înregistrează o corelație pozitivă foarte puternică ($r > 0.9$, $p < 0.001$) între Cu și Pb, în timp ce între Zn pe de o parte și Cu și Pb, pe de altă parte, corelațiile au valori ($0,82 < r < 0,83$, $p < 0,001$) ce le încadrează în categoria celor puternice (Tabelul 4.5).

Tabelul 4.5. Matricea corelațiilor Spearman între Cu, Pb, Cd, Zn identificate în țesutul foliar al *T. cordata* Mill.

Issue	Cu	Pb	Zn	Cd
Cu	-	0.994 ^{***}	- 0.821 ^{***}	- 0.594 ^{ns}
Pb	-	-	- 0.831 ^{***}	0.789 [*]
Zn	-	-	-	0.597 ^{ns}

Significance level: ^{ns}-p > 0.05; ^{*}-p < 0.05; ^{***}-p < 0.001.

Valorile coeficienților de corelație obținute în studiul de față între metalele grele analizate în țesutul foliar al *T. cordata* Mill. sunt în concordanță cu rezultatele obținute de Serbula și colab. (2013). Contrar dependenței identificate la specia *A. hippocastanum* L., în țesutul foliar al *T. cordata* Mill. ($p > 0,05$) sunt evidențiate corelații moderate pozitive între Cd și Pb, respectiv Cd și Zn ($p < 0,05$, respectiv $p > 0,5$).

Aceste diferențe sugerează existența unor mecanisme fiziologice de absorbție a Cd în țesutul foliar la specia *T. cordata* Mill., diferite de cele existente în cazul speciei *A. hippocastanum* L. În cazul de față, o creștere a concentrațiilor Cu în frunzele de tei este însoțită de o scădere moderată a Cd, în timp ce creșterea Cd implică creșterea concentrațiilor de Pb și Zn (Tabelul 4.5.).

La nivelul țesutului foliar al speciei *T. cordata* Mill., analiza de cluster evidențiază, de asemenea, două grupuri. În acest caz, primul grup constituit din trei microelemente, este împărțit în două subgrupuri, unul corespunde concentrației de Cu iar cel de-al doilea subgrup concentrațiilor Zn și Cd (Fig. 4.2.). Acest subgrup este constituit din metale grele pentru care s-au identificat cele mai mici concentrații în țesutul foliar, respectiv $Cu > Zn > Cd$. Al doilea grup corespunde concentrațiilor de Pb. Aceste rezultate confirmă caracterul dual al interacțiunii dintre Cd și Cu, pe de o parte, și Cd și Zn, pe de altă parte, menționate și de literatura de specialitate (Kabata-Pendias și Pendias, 2001, Nan și colab., 2002; Papoyan și colab., 2007).

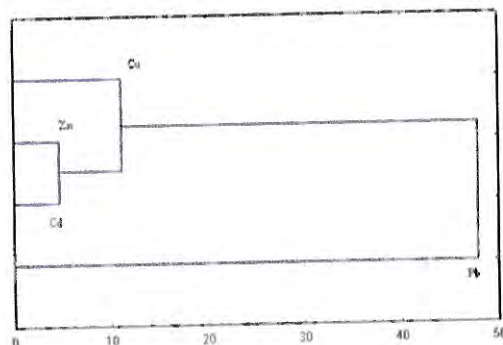


Fig. 4.2. Analiza de cluster a conținutului în Cu, Pb, Cd, Zn în frunzele de in *T. cordata* Mill din arborii localizați în punctul de monitorizare din Cluj-Napoca, în perioada experimentală

2012-2013

În ceea ce privește interacțiunile Pb cu Cd, Zn sau Cu literatura de specialitate nu dispune de suficiente date, însă cu toate acestea, se menționează faptul că țesuturile vegetale au o capacitate slabă de translocare a Pb de la rădăcini spre frunze (Pourrut și colab., 2011).

Considerăm demn de remarcat faptul că, în studiul nostru, concentrațiile de Pb în țesutul foliar al ambelor specii ornamentale de arbori, studiate, respectiv *A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill., prezintă valori superioare pragului de toxicitate în plante (Markert, 1992). Această situație poate fi considerată ca fiind rezultatul unei rate diferite de bioacumulare, din aer, în funcție de specie.

4.4. Concluzii

Concentrațiile de Pb identificate în țesutul foliar al speciilor de arbori studiate, respectiv *A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill., depășesc pragul de fitotoxicitate, indicând un nivel alarmant de poluare a aerului cu Pb. Concentrațiile Cu sunt aproape de limitele fitotoxicității, în timp ce concentrațiile Cd și Zn se situează sub pragurile lor specifice de fitotoxicitate. Astfel, ținându-se cont de concentrațiile cuantificate în țesuturile foliare ale celor două specii de arbori ornamentali monitorizate pe parcursul unui an în care s-au efectuat observații, rezultă faptul că în locația studiată, respectiv strada Aurel Vlaicu, situată în zona periferică a orașului Cluj-Napoca, aerul este poluat cu Pb și conține niveluri alarmante de Cu.

Statistica descriptivă și analiza de cluster implementate în studiul de față, sugerează oportunitatea utilizării țesutului foliar al speciei *A. hippocastanum* L. ca agent de biomonitorizare pentru poluarea aerului cu Cu, iar a țesutului foliar al speciei *T. cordata* Mill. în calitate de agent de biomonitorizare pentru poluarea aerului cu Pb, Cd și Zn. Ținând cont de concordanțele identificate între rezultatele studiului nostru și cele menționate în literatura de specialitate citată, putem considera țesutul foliar al speciilor de arbori *A. hippocastanum* L. și *T. cordata* Mill., ca instrumente utile pentru monitorizarea calității aerului în zonele urbane.

CAPITOLUL 5. MONITORIZAREA POLUĂRII AERULUI URBAN CU MICROELEMENTE UTILIZÂND SPECIA *TILLIA CORDATA MILL.* STUDIU DE CAZ: MUNICIPIUL CLUJ-NAPOCA

5.1. Introducere

Poluarea aerului este o problemă de maximă preocupare la nivel mondial, în principal în zonele urbane, deoarece deteriorarea calității acestuia continuă să fie tot mai accentuată la nivel mondial (Amegah și Agyei-Mensah, 2017). Din acest motiv, în prezent, multe abordări, uneori foarte diversificate, sunt implementate cu scopul identificării de soluții menite să contribuie la diminuarea acestui fenomen, iar, în acest context, este demn de menționat faptul că, unele dintre acestea implică demersuri laborioase. În această ordine de idei, este demn de menționat faptul că în vederea diminuării efectelor poluării aerului, sunt abordate metodologii proprii unui spectru larg de domenii, inclusiv celor proprii sociologiei și modelării matematice, care implementate corect pot conduce la sporirea eficacității diminuării poluării aerului nu numai punctual, ci și în diferite zone geografice la nivel mondial, concurând, de asemenea la furnizarea unor imagini de ansamblu a poluării atmosferice și mai ales la creșterea acurateții programelor de prognoză a poluării (Sammarco și colab., 2017).

Motivul pentru care poluarea aerului este considerată una dintre cele mai importante probleme de mediu, rezidă în considerentul că aceasta reprezintă o amenințare gravă la adresa sănătății umane. În consecință, numeroase studii și abordări inovatoare ale acestei probleme au fost dezvoltate la nivel mondial (Keller și colab., 2017; Pedersen și colab., 2017; Buonanno și colab., 2017). În acest context, literatura notează importanța relațiilor dintre modelele de mișcare a populației în locațiile rezidențiale și variațiile spațiale și temporale identificate în procesul de poluare a aerului, exprimată în ore și/sau zile (Park și Kwan, 2017).

Monitorizarea poluării aerului reprezintă un prim pas în gestionarea acestei probleme complexe, iar utilizarea metodologiei de biomonitorizare reprezintă o strategie eficientă, prietenoasă cu mediul, care constituie o importantă opțiune. În această ordine de idei, evidențiem faptul că literatura de specialitate menționează o serie de țesuturi vegetale care sunt folosite în mod uzual în acest scop, de la licheni, până la diverse specii de arbori (Francová și colab., 2017; Theano și colab., 2016; Alahabadi și colab., 2017).

Dintre speciile de arbori utilizate în calitate de agenți de biomonitorizare în zonele urbane, teiul pucios (*Tillia cordata Mill.*) este frecvent preferat, aceasta datorită sensibilității țesutului foliar urmare expunerii la poluarea aerului. În acest context, menționăm faptul că, în ultimele decenii, literatura de specialitate menționează utilizarea acestei specii pentru monitorizarea poluării aerului cu metale grele în diferite zone ale lumii (Oroian și colab., 2012a; Oroian și colab., 2012b;

Material biologic utilizat constă în țesutul foliar prelevat de la arbori ornamentali urbani de tei pucios (*Tillia cordata Mill.*). Arborii sunt situați de-a lungul șoselelor, în toate cele patru locații experimentale, fiind expuși la poluarea generată de trafic (I – IV), dar, în anumite cazuri și la emisiile care au drept potențial de proveniență arderile industriale (III – sit de prelevare de tip industrial) și emisii din activități gospodărești (I – situl de prelevare de tip rezidențial).

Pe parcursul perioadei experimentale, din fiecare locație experimentală, au fost recoltate probe de țesut foliar, de la 5 tei, o dată pe săptămână, 30 frunze/arbore. Frunzele au fost colectate din partea inferioară a coroanei, în saci de polietilenă.

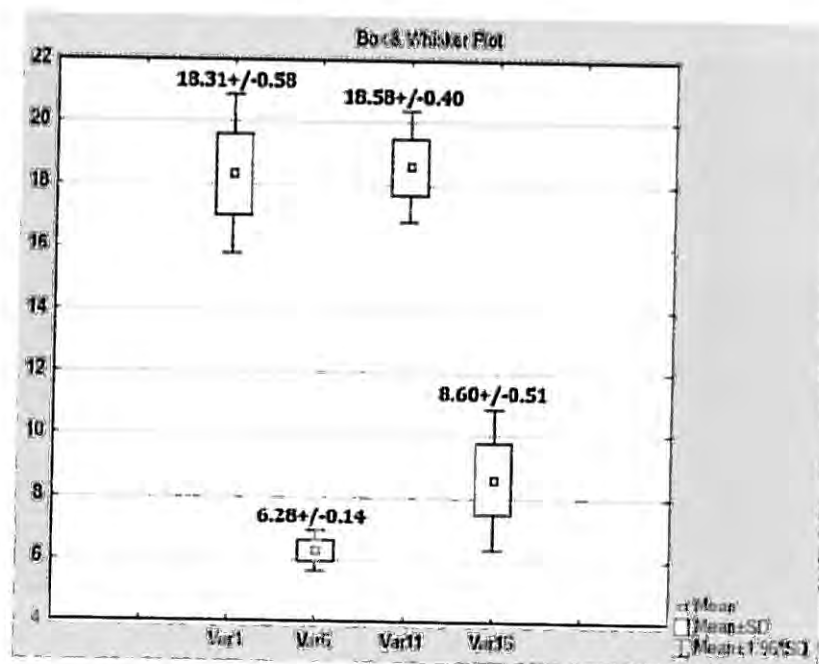
Condiționarea de laborator a probelor de țesut foliar a fost efectuată în cadrul Laboratorului de Control al Calității Mediului și Protecției Plantelor, de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca. Substanța uscată a fost cuantificată în aceeași zi în care au fost recoltate probele de țesut foliar, utilizându-se metoda gravimetrică (Șara și Odagiu, 2005). Conținutul microelementelor Zn, Cu, Pb și Cd în matricea constituită din țesut foliar, aferentă fiecărei locații de prelevare a probelor, a fost cuantificat prin spectrometrie XRF în laboratorul Institutului Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Ecologie Industrială - ECOIND București.

Datele au fost prelucrate statistic cu ajutorul pachetului software IBM-SPPS Statistics 20. Statistica descriptivă a fost aplicată în scopul calculului mediilor aritmetice și deviațiilor standard ale concentrațiilor microelementelor Zn, Cu, Pb și Cd în țesutul foliar al *Tillia cordata Mill.* Cu ajutorul diagramelor Box-Plot sunt evidențiate gradele de dispersie a datelor. Inter-relațiile dintre Zn, Cu, Pb și Cd identificate în țesutul foliar al *Tillia cordata Mill.* sunt evidențiate prin calcularea coeficienților de corelație Pearson. Aplicarea testului Kolmogorov-Smirnov pentru normalitate, a demonstrat existența liniarității, motiv pentru care s-a aplicat algoritmul Pearson, în vederea determinării coeficienților de corelație (Merce și Merce, 2012).

Analiza factorială, prin Analiza Componentelor Principale (ACP) a fost utilizată pentru a accentua ponderile concentrațiilor microelementelor în țesutul foliar al teiului, în funcție de factorii de influență identificați (specia chimică, punctul de prelevare și capacitatea de bioacumulare).

5.3. Rezultate și discuții

Diagrama Box-Plot obținută pentru concentrațiile medii ale Zn în țesutul foliar al arborilor ornamentali de *Tillia cordata Mill.* în arealul experimental (Fig. 5.2) evidențiază faptul că cele mai ridicate valori ale concentrațiilor medii se regăsesc în siturile experimentale de tip rezidențial (18,31 mg/kg substanță uscată) și de tip industrial (18,58 mg/kg substanță uscată), iar cele mai reduse în siturile experimentale de tip trafic (6,28 mg/kg substanță uscată) și de tip suburban (8,60 mg/kg substanță uscată).



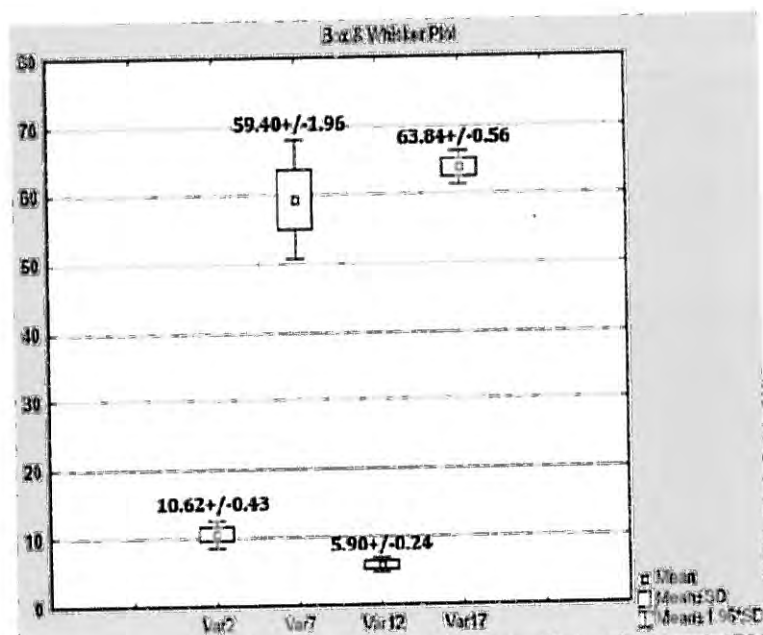
Concentrația medie a Zn în punctele experimentale: Var 1 - rezidențial, Var 6 - trafic, Var 11 - industrial, Var 16 - suburban

Fig. 5.2. Diagrama Box-Plot pentru mediile acumulărilor de Zn în țesutul foliar al *Tillia cordata Mill.* în arealul experimental, mg/kg substanță uscată

Cele mai mari acumulări medii de Cu sunt raportate în țesutul foliar al arborilor ornamentali de *Tillia cordata Mill.* localizate în siturile experimentale de tip trafic, respectiv 59,40 mg/kg substanță uscată și de tip suburban, respectiv 63,84 mg/kg substanță uscată, în timp ce acumulările cele mai reduse de Cu se regăsesc în țesutul foliar al arborilor ornamentali de tei localizate în siturile experimentale de tip rezidențial, respectiv 10,62 mg/kg substanță uscată și industrial, respectiv 5,90 mg/kg substanță uscată (Fig. 5.3).

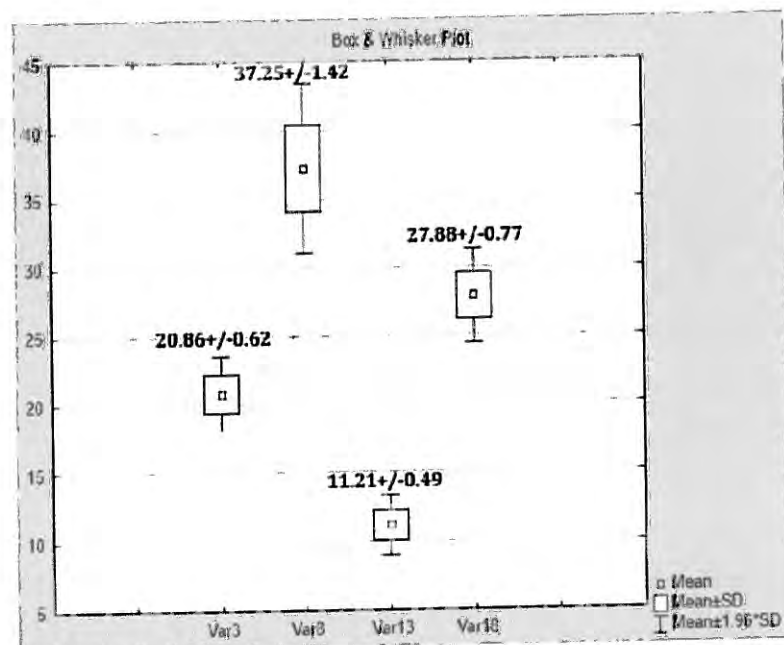
Dacă concentrațiile de Zn se află sub valoarea de referință de 200 mg/kg substanță uscată (Markert, 1992), concentrațiile de Cu sunt de aproximativ trei ori mai mari comparativ cu valoarea de referință de 20 mg/kg substanță uscată (Markert, 1992).

În ceea ce privește bioacumularea medie a Pb (Fig. 5.4), cele mai mari valori sunt raportate în siturile experimentale de tip trafic (37,25 mg/kg substanță uscată) și de tip suburban (27,88 mg/kg substanță uscată), iar cele mai reduse în siturile experimentale de tip rezidențial (20,86 mg/kg substanță uscată) și de tip trafic (8,60 mg/kg substanță uscată).



Concentrația medie a Cu în punctele experimentale: Var 2 - rezidențial, Var 7 - trafic, Var 12 - industrial, Var 17 - suburban

Fig. 5.3. Diagrama Box-Plot pentru mediile acumulărilor de Cu în țesutul foliar al *Tillia cordata* Mill. în arealul experimental, mg/kg substanță uscată



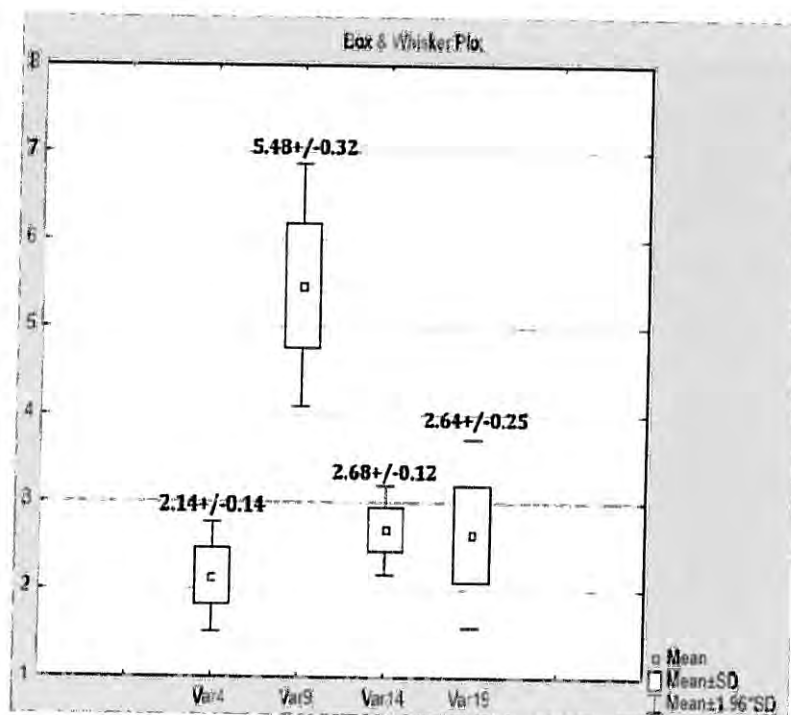
Concentrația medie a Pb în punctele experimentale: Var 3 - rezidențial, Var 8 - trafic, Var 13 - industrial, Var 18 - suburban

Fig. 5.4. Diagrama Box-Plot pentru mediile acumulărilor de Pb în țesutul foliar al *Tillia cordata* Mill. în arealul experimental, mg/kg substanță uscată

În marea majoritate a siturilor experimentale de la nivelul cărora s-a realizat prelevarea probelor de țesut foliar de la arborii ornamentali de tei (*Tillia cordata* Mill.), exceptând situl experimental de tip industrial, media bioacumulărilor de Pb depășește intervalul de referință de 3-20 mg/kg substanță uscată (Markert, 1992).

Cele mai ridicate conținuturi de Cd (Fig. 5.5) au fost identificate în probele de țesut foliar de la arbori ornamentali de tei (*Tillia cordata* Mill.) în siturile experimentale de tip trafic (5,48 mg/greutate materie uscată) și de tip industrial (2,68 mg/greutate substanță uscată), acestea fiind sub limita de referință de 10 mg/kg substanță uscată (Markert, 1992).

În schimb, cele mai scăzute medii de bioacumulare a Cd (Fig. 5.5) au fost identificate în probele de țesut foliar de la arbori ornamentali de tei (*Tillia cordata* Mill.) din siturile experimentale de tip rezidențial (2,14 mg/greutate materie uscată) și de tip suburban (2,64 mg/greutate substanță uscată).



Concentrația medie a Cd în punctele experimentale: Var 4 - rezidențial, Var 9 - trafic, Var 14 - industrial, Var 19 - suburban

Fig. 5.5. Diagrama Box-Plot pentru mediile acumulărilor de Cd în țesutul foliar al *Tillia cordata* Mill. în arealul experimental, mg/kg substanță uscată

În conformitate cu specificul siturilor de prelevare a probelor de țesut foliar de la arborii ornamentali de tei (*Tillia cordata Mill.*), din studiul nostru rezultă faptul că cea mai puternică sursă de poluare a aerului cu microelementele Cu și Pb, ar putea fi traficul.

De asemenea, se impune subliniat faptul că în lipsa datelor existente la nivelul Agenției Naționale de Protecție a Mediului Cluj-Napoca referitoare la poluarea aerului cu microelementele studiate (Zn, Cu, Pb, Cd), se apreciază prezența acestora prin compararea nivelurilor de bioacumulare a acestora cu limitele maxime admise în țesutul foliar al teiului (*Tillia cordata Mill.*), citate de literatura de specialitate (Markert, 1992), dar și cu studii similare realizate de alți autori (Serbula și colab. în 2013).

Sudiul corelațiilor dintre microelementele a căror bioacumulare în frunzele de tei este analizată în toate cele patru situri experimentale evidențiază existența corelațiilor simple negative între Zn și Cu și Cd, foarte puternice în primul caz (situate în intervalul $R = 0,991$ în situl experimental de tip suburban și $R = 0,970$ în situl experimental de tip rezidențial) și slabe în cel de-al doilea caz (situate în intervalul $R = 0,109$ în situl experimental de tip suburban și $R = 0,293$ în situl experimental de tip trafic).

Corelațiile Pearson dintre acumulările medii de Zn în țesutul foliar al arborilor de tei din întreg arealul experimental al municipiului Cluj-Napoca și cele de Pb sunt puternice, cuprinse în intervalul $R = 0,729$ în situl experimental de tip rezidențial și $R = 0,744$ în situl experimental de tip suburban (Tabelul 5.1).

Se constată că, în studiul de față sunt evidențiate corelații pozitive moderate între bioacumulările medii ale Cu și Pb în țesutul foliar al arborilor ornamentali de tei, cu limite cuprinse în intervalul $R = 0,420$ în situl experimental de tip trafic și $R = 0,580$ în situl experimental de tip industrial.

De asemenea, corelații pozitive sunt raportate în arealul experimental între mediile concentrațiilor Cu și Cd în țesutul foliar al arborilor ornamentali de tei (*Tillia cordata Mill.*), însă acestea sunt slabe, cuprinse în intervalul $R = 0,150$ în situl experimental de tip industrial și $R = 0,350$ în situl experimental de tip trafic. În ceea ce privește corelațiile identificate între Pb și Cd, acestea diferă ca intensitate între punctele de prelevare a probelor din arealul experimental, respectiv, valoarea minimă se înregistrează în situl de prelevare a probelor de tip industrial și poate fi încadrată în categoria celor medii, respectiv $R = 0,569$, iar maxima, în situl de prelevare a probelor de tip suburban, respectiv $R = 0,769$, valoare ce permite încadrarea acesteia în categoria celor puternice (Tabelul 5.1).

Datele rezultate din prezentul studiu sunt în concordanță cu cele obținute de Covrig și colab. (2016), obținute în zona de eșantionare experimentală II - trafic, în Cluj-Napoca și de Serbula și colab. în 2013, în Serbia.

Tabelul 5.1. Matricea corelațiilor Pearson identificate între nivelurile de bioacumulare a Cu, Pb, Cd, Zn în țesutul foliar al arboretelor ornamentale de tei (*Tillia cordata* Mill.), în cele patru situri experimentale localizate în municipiul Cluj-Napoca

Issue	Cu	Pb	Cd
Sit experimental I – tip rezidențial			
Zn	-0.970	+0.729	-0.158
Cu	-	+0.436	+0.237
Pb	-	-	+0.649
Sit experimental II – tip trafic			
Zn	-0.988	+0.779	-0.293
Cu	-	+0.420	+0.350
Pb	-	-	+0.569
Sit experimental III – tip industrial			
Zn	-0.979	+0.731	-0.138
Cu	-	+0.580	+0.150
Pb	-	-	+0.720
Sit experimental IV – tip suburban			
Zn	-0.991	+0.784	-0.109
Cu	-	+0.441	+0.289
Pb	-	-	+0.769

Aplicarea ACP evidențiază existența a trei componente principale (factori), care corespund: capacității de bioacumulare a microelementelor Zn, Cu, Pb, Cd de către frunzele de tei (*Tillia cordata* Mill.), specificului siturilor punctelor de prelevare și potențialul acestei specii de a fi utilizată ca agent de biomonitorizare pentru poluarea aerului cu microelemente.

Datorită faptului că doar doi factori înregistrează Eigenvalues supraunitare, respectiv capacitatea de bioacumulare a microelementelor Zn, Cu, Pb, Cd de către frunzele de tei (*Tillia cordata* Mill.) și specificul siturilor punctelor de prelevare, doar aceștia au fost luați în considerare în analiza de față.

Cei doi factori principali menționați sunt responsabili pentru 81,78% din varianță, respectiv Factorul 1 – Capacitatea de bioacumulare a microelementelor Zn, Cu, Pb, Cd de către frunzele de tei pentru 57,62% din varianță și Factorul 2 – Specificul siturilor punctelor de prelevare pentru 24,16% din varianță (Tabelul 5.2, Fig. 5.6).

Cea mai mare parte a varianței, respectiv 81,80%, a procesului de monitorizare a calității aerului, din prisma poluării cu microelementele Zn, Cu, Pb și Cd, cu ajutorul țesutului foliar al speciei de arbori ornamentali *Tillia cordata* Mill. (tei), ar putea fi explicată prin faptul că specificul siturilor punctelor de prelevare și capacitatea de bioacumulare a microelementelor Zn, Cu, Pb, Cd de către frunzele de *Tillia cordata* Mill. (tei) au o importanță majoră în procesul de biomonitorizare prin tipurile de situri de prelevare și respectiv gradul de bioacumulare a microelementelor vizate în țesutul foliar.

Studiul proiecțiilor celor 16 variabile studiate corespunde încărcărilor celor doi factori principali, pentru care s-au identificat Eigenvalues corespunzătoare supraunitare, respectiv Capacitatea de bioacumulare a microelementelor Zn, Cu, Pb, Cd de către frunzele de tei pentru 57,62% din varianță și Specificul siturilor punctelor de prelevare pentru 24,16% din varianță (Fig. 5.6) și a corelațiilor dintre încărcările factorilor (Tabelul 5.3).

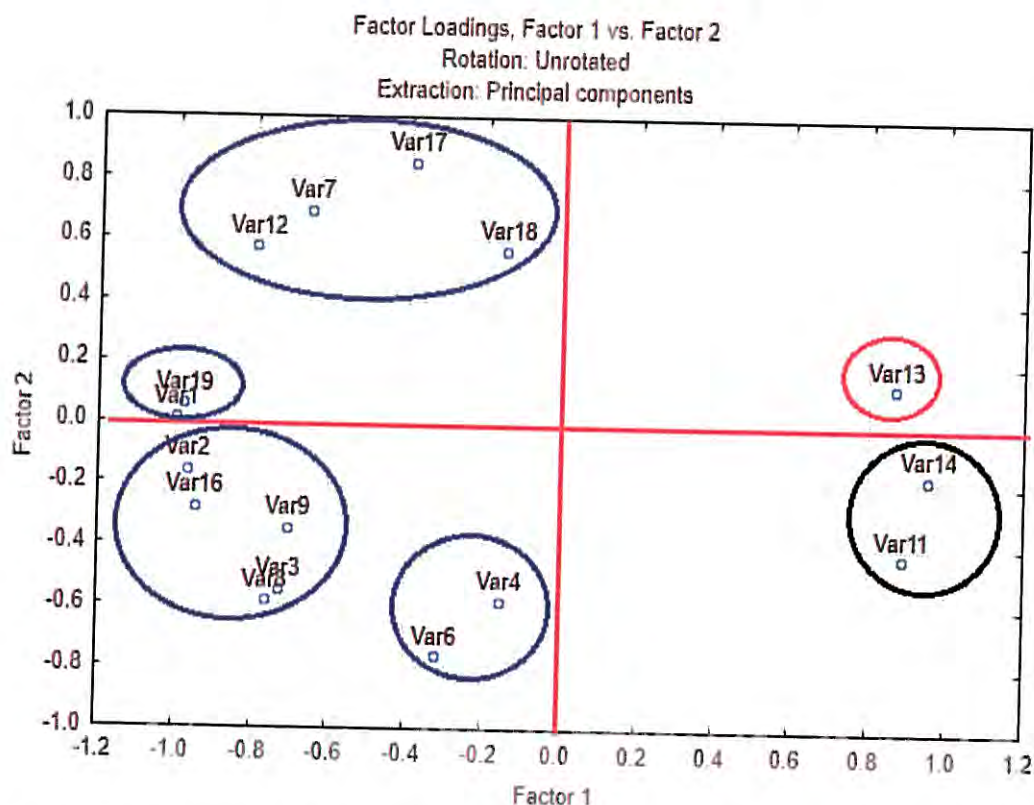
Tabelul 5.2. Exprimarea varianței totale

Specificare	Eigenvalue	% Varianța totală	Eigenvalue cumulative	% Cumulativ
Capacitatea de bioacumulare a microelementelor Zn, Cu, Pb, Cd de către frunzele de tei	9.22	57.62	9.22	57.62
Specificul site-urilor punctelor de prelevare	3.86	24.16	13.08	81.80
Potențialul teiului de a fi utilizat ca agent de biomonitorizare a poluării aerului cu microelemente	2.92	18.22	16.00	100.00

Conform reprezentării grafice a proiecției celor doi factori principali în planurile PC1 x PC2 (Fig. 5.6) cea mai mare contribuție la Factorul 1 (Capacitatea de bioacumulare a microelementelor Zn, Cu, Pb, Cd de către frunzele de tei) o au Zn, Cd și Pb. În acest context, menționăm faptul că variabila care aduce cea mai importantă contribuție la Factorul 1, constă în bioacumularea de Cd în frunzele de tei (*Tillia cordata Mill.*), la nivelul sitului experimental de tip industrial localizat în cartierul Mărăști, iar variabila care aduce contribuția cea mai redusă este bioacumularea de Pb în frunzele de tei (*Tillia cordata Mill.*), tot la nivelul sitului experimental de tip industrial localizat în cartierul Mărăști (Fig. 5.6, Tabelul 5.3).

În ceea ce privește Factorul 2 (Specificul siturilor punctelor de prelevare) cea mai mare contribuție o au bioacumulările de microelemente studiate la nivelul țesutului foliar al arborilor ornamentalei de *Tillia cordata Mill.*, în ierarhia Cu > Pb > Cd > Zn, cu intensități diferite, în funcție de specificul sitului de prelevare (Fig. 5.6, Tabelul 5.3).

Se remarcă faptul că variabila care aduce cea mai importantă contribuție la Factorul 2, constă în bioacumularea de Cu în țesutul foliar al arborilor ornamentali de tei (*Tillia cordata Mill.*), la nivelul sitului experimental de tip suburban localizat în cartierul Grigorescu, iar variabila care aduce contribuția cea mai redusă este bioacumularea de Zn în țesutul foliar al arborilor ornamentali de tei (*Tillia cordata Mill.*), în situl experimental de tip rezidențial localizat în Centrul municipiului Cluj - Napoca (Fig. 5.6, Tabelul 5.3).



Var 1 – media acumulării Zn în situl experimental de tip rezidențial, Var 6 - media acumulării Zn în situl experimental de tip trafic, Var 11 - media acumulării Zn în situl experimental de tip industrial, Var 16 – media acumulării Zn în situl experimental de tip suburban, Var 2 - media acumulării Cu în situl experimental de tip rezidențial, Var 7 - media acumulării Cu în situl experimental de tip trafic, Var 12 - media acumulării Cu în situl experimental de tip industrial, Var 17 – media acumulării Cu în situl experimental de tip suburban, Var 3 - media acumulării Pb în situl experimental de tip rezidențial, Var 8 - media acumulării Pb în situl experimental de tip trafic, Var 13 - media acumulării Pb în situl experimental de tip industrial, Var 18 – media acumulării Pb în situl experimental de tip suburban, Var 4 - media acumulării Cd în situl experimental de tip rezidențial, Var 9 - media acumulării Cd în situl experimental de tip trafic, Var 14 - media acumulării Cd în situl experimental de tip industrial, Var 19 – media acumulării Cd în situl experimental de tip suburban

Fig. 5.6. Proiecția factorilor principali în planurile PC1 x PC2

Studiul proiecției factorilor principali (**Factorul 1** - Capacitatea de bioacumulare a microelementelor Zn, Cu, Pb, Cd de către frunzele de tei și **Factorul 2** - Specificul siturilor punctelor de prelevare) și al corelării variabilelor (concentrațiile medii ale microelementelor Zn, Cu, Pb, Cd identificate în țesutul foliar al arborilor ornamentali de tei, în funcție de situl de prelevare) în planurile PC1 x PC2 (Fig. 5.6, Tabelul 5.3), evidențiază contribuția variabilei reprezentate de Pb, prin bioacumularea medie identificată în situl experimental de tip industrial localizat în cartierul Mărăști, care este singura din totalitatea celor studiate și aduce o contribuție notabilă pentru ambii factori principali identificați în studiul de față.

Tabelul 5.3. Corelarea variabilelor în planurile PC1 x PC2

Specificare	Factor 1 – Capacitatea de bioacumulare a microelementelor Zn, Cu, Pb, Cd de către frunzele de tei	Factor 2 – Specificul site-urilor punctelor de prelevare
Izn	-0.999600	0.012483
Icu	-0.968483	-0.156374
Ipb	-0.726476	-0.544940
Icd	-0.157001	-0.580355
IIzn	-0.321370	-0.761569
IICu	-0.658727	0.692984
IIPb	-0.764199	-0.583949
IICd	-0.704661	-0.343674
IIIzn	0.886739	-0.426962
IIICu	-0.796673	0.575257
IIIPb	0.865995	0.128442
IIICd	0.952144	-0.167462
IVzn	-0.948101	-0.274802
IVcu	-0.390566	0.853120
IVpb	-0.151202	0.567899
IVcd	-0.979905	0.060225

I – sit experimental de tip rezidențial, II - sit experimental de tip trafic, III - sit experimental de tip industrial, IV – sit experimental de tip suburban

5.4. Concluzii

Concentrațiile de Zn, Cu și Pb în frunzele de tei variază în intervale mari, în funcție de specificul sitului experimental la nivelul căruia s-a realizat studiu de față. Cel mai mare interval de variație este raportat pentru concentrațiile de Cu (5,90 - 63,84 mg/kg substanță uscată) și concentrațiile de Pb (11,21 - 37,25 mg/kg substanță uscată), în timp ce în cazul Cd, este raportat cel mai mic interval de variație (2,14 - 5,48 mg/kg substanță uscată).

Studiul de față evidențiază faptul că între bioacumulările microelementelor studiate, respectiv Zn, Cu, Pb și Cd, în țesutul foliar al arborilor ornamentali de tei (*Tillia cordata* Mill.), există corelații, exprimate prin coeficienți de corelație, de diferite grade de intensitate, pozitive și negative, determinate, în principal de mecanismele fiziologice specifice, caracteristice speciei studiate. Pe ansamblul microelementelor studiate, la nivelul tuturor celor patru situri experimentale, se remarcă faptul că între Zn și Cu sunt identificate corelațiile cele mai puternice, însă negative, acestea variind în intervalul $R = -0,970$ (în situl experimental de tip suburban localizat în cartierul grigorescu) și $R = -0,991$, iar între Zn și Cd corelațiile cele mai salbe, tot negative, cuprinse în intervalul valoric $R = -0,109$ și $R = -0,293$.

Analiza Componentelor Principale (ACP) evidențiază faptul că cei mai importanți factori implicați în studiul de față sunt „Capacitatea de bioacumulare a microelementelor Zn, Cu, Pb, Cd de către frunzele de tei (*Tillia cordata* Mill.)” – Factorul 1, responsabil pentru 57,62% din varianță

și „Specificul siturilor punctelor de prelevare” – Factorul 2, responsabil pentru 24,16% din varianță. Bioacumularea de Cd în frunzele de tei (*Tillia cordata Mill.*) la nivelul sitului experimental de tip industrial localizat în cartierul Mărăști constituie variabila care aduce cea mai importantă contribuție la Factorul 1, iar bioacumularea de Pb în frunzele de tei (*Tillia cordata Mill.*) este variabila care aduce contribuția cea mai redusă, tot la nivelul sitului experimental de tip industrial localizat în cartierul Mărăști. Bioacumularea de Pb în frunzele de tei (*Tillia cordata Mill.*), identificată în situl experimental de tip industrial localizat în cartierul Mărăști al municipiului Cluj-Napoca, este singurul parametru, din totalitatea celor studiate, care aduce o contribuție demnă de luat în considerare pentru ambii factori principali identificați în studiul de față.

Studiul nostru evidențiază, pe de-o parte, capacitatea teiului de a fi utilizat în calitate de agent de biomonitorizare pentru poluarea aerului cu microelemente, iar pe de altă parte, semnalează prezența poluării cu microelementele Cu și Pb în majoritatea siturilor experimentale.

(B-ii) Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei

Planul de evoluție și dezvoltare a carierei este subscris obiectivelor operaționale formulate de managementul specializării Silvicultură din cadrul Facultății de Horticultură a Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca, în cadrul căreia activez în calitate de cadru didactic titular. În vederea realizării acestui deziderat, preocupările profesionale sunt orientate atât spre activitatea didactică, cât și spre cea științifică.

Perfecționarea continuă a demersului didactic implică reactualizarea periodică a materialelor didactice din structura postului, prin includerea rezultatelor activității de cercetare științifică necontractuală și contractuală desfășurată în cadrul colectivului de cercetare, dar și a celor mai recente cercetări în domeniu, identificate în peisajul științific internațional.

În ceea ce privește componenta profesională reprezentată de activitatea de cercetare, aceasta se va dezvolta, cu predilecție, în sensul aprofundării direcțiilor deja abordate, dezvoltarea lor și, nu în ultimul rând, introducerea principiilor interdisciplinarității în demersurile științifice.

ACTIVITATEA DIDACTICĂ

Evoluția activității academice până în prezent

Experiența academică, inițiată în anul 2007, este concretizată în parcurgerea etapelor aferente ocupării prin concurs, a posturilor didactice, în cadrul Facultății de Horticultură, specializarea Silvicultură a Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca în conformitate cu ierhia universitară.

Contribuțiile personale la activitatea didactică academică, până în prezent, sunt reprezentate de următoarele aspecte:

- elaborarea fișelor disciplinelor, pentru:
 - disciplina de Tehnologia prelucrării lemnului 1
 - disciplina de Tehnologia prelucrării lemnului 2
 - disciplina de Exploatare forestiere 1
 - disciplina de Exploatare forestiere 2
 - disciplina de Managementul fondului cinegetic
 - disciplina de Transporturi forestiere
 - disciplina de Tehnologii ecoproductive în exploatarea forestiere,

Perioada	Poziția didactică	Activități
2007-2011	Cadru didactic asociat	► Lucrări practice de laborator, disciplina de Exploatarea pădurilor, Transporturi forestiere (licență Silvicultură)
2011-2014	Șef lucrări	► Predare curs și lucrări practice, disciplina de Tehnologia prelucrării lemnului (licență Silvicultură); ► predare curs, disciplina de Exploatare forestiere (licență Silvicultură); ► predare curs și lucrări practice, disciplina de Transporturi forestiere (licență Silvicultură)
2014-prezent	Conferențiar	► Predare curs și lucrări practice, disciplina de Tehnologia prelucrării lemnului (licență Silvicultură); ► predare curs, disciplina de Exploatare forestiere (licență Silvicultură); ► predare curs și lucrări practice, disciplina de Transporturi forestiere (licență Silvicultură); ► predare curs, disciplina de Tehnologii ecoproductive în exploatarea forestiere (master „Gestionarea durabilă a biodiversității și resurselor forestiere”); ► predare curs, disciplina de Managementul fondului cinegetic (curs postuniversitar „Custozi, rangeri arii protejate și fond cinegetic”)

- coordonarea cercului științific studentesc „Cercetări în domeniul exploatărilor forestiere și a tehnologiei prelucrării lemnului” - 42 studenți;
- îndrumarea studenților în vederea elaborării proiectelor de diplomă și a lucrărilor de disertație - 42 studenți/masteranzi coordonați;
- îndrumarea studenților în vederea participării la Simpozioanele științifice studentești, în cadrul sesiunii naționale organizate de USAMV Cluj-Napoca - 20 lucrări științifice;
- asigurarea materialului didactic pentru disciplinele predate prin elaborarea și publicarea unui îndrumător de lucrări practice în anul 2011 și a unui curs în anul 2013. Urmare modificărilor profunde din sectorul forestier produse între anii 2013 -2016 (certificarea forestieră în sistem FSC a peste 2,2 milioane hectare de fond forestier administrat de RNP Romsilva, precum și aprobarea Normelor referitoare la proveniența, circulația și comercializarea materialelor lemnoase, la regimul spațiilor de depozitare a materialelor lemnoase și al instalațiilor de prelucrat lemn rotund, precum și a unor măsuri de aplicare a Regulamentului (UE) nr. 995/2010 al Parlamentului European și al Consiliului din 20 octombrie 2010 de stabilire a obligațiilor ce revin operatorilor care introduc pe piață lemn și produse din lemn) în anul 2016 a fost elaborată și publicată lucrarea Exploatare forestiere. Aceasta se adresează în egală măsură studenților dar mai ales operatorilor economici din sectorul forestier și procesatorilor din industrializarea primară a lemnului, având un pronunțat caracter aplicativ.

- îmbunătățirea bazei materiale a disciplinelor predate, prin materiale informative, elaborarea de CD-uri interactive (cu elemente de predare și quiz-uri), cuprinzând materialul ilustrat predat la lucrările practice de exploatare forestiere, tehnologia prelucrării lemnului și transporturi forestiere, ustensile și aparatură de laborator.
- aplicarea de metode experimentale de predare centrate pe student, respectiv învățare activă prin descoperire, metoda conversativă, evaluare continuă prin întrebări pe bază de punctaj, stimularea învățării prin predare, introducerea unui moment destinat educației morale în interiorul temei predate, realizarea de activități frontale, pe grupe sau individuale (în laborator și teren).
- completarea titlurilor bibliografice a bibliotecii disciplinei prin achiziționarea de materiale bibliografice cu cele mai noi titluri și studii din domeniul exploatărilor forestiere, transporturilor forestiere și tehnologiei prelucrării lemnului.
- participarea la programele de învățare , implementate la nivelul USAMV Cluj-Napoca, prin asigurarea procesului didactic la disciplina de „Managementul fondului cinegetic”, în cadrul cursului postuniversitar „Custozi, rangeri arii protejate și fond cinegetic” și dezvoltarea curriculei prin implicarea activă în propuneri de noi cursuri post universitare.

Propuneri de dezvoltare a activității didactice

Profesia didactică presupune permanenta formare și dezvoltare a cadrului didactic astfel încât studentul să obțină cele mai bune informații privind domeniul care i se predă. Cadrul didactic, indiferent de specializare, se angajează astfel într-un proces de formare continuă, de dezvoltare a carierei până la finalul acesteia.

Pentru formarea și dezvoltarea competenței pedagogice, este necesară atât activitatea teoretică, de informare, dar mai ales activitatea practică, desfășurată într-un context profesional real, prin care cadru didactic dobândește o cultură profesională solidă.

Propunerile elaborate în vederea dezvoltării activității didactice constau în următoarele aspecte enumerate în cele ce urmează:

- Perfecționarea competenței didactice prin trecerea de la un învățământ modernist, tradițional, devenit ineficient, la un *învățământ postmodernist*, ancorat în prezent, autentic și de calitate prin metode și mijloace didactice noi (eseul, jocul de rol);
- Aplicarea unor procese inovatoare de învățare și predare centrate pe student: aplicarea ERR (evocare, realizarea sensului și reflecție) prin înlocuirea prelegerilor cu învățare activă; realizarea sensului de către student prin stimularea interesului pentru tema nou introdusă aplicând strategii potrivite (lecturarea unui text, vizionarea unui filmuleț, prelegere scurtă);

- încurajarea studenților de a prezenta noi concepte/teorii, exprimarea ideilor în cuvinte proprii, generarea unui schimb de informații și ipoteze;
- Metode de predare/învățare propuse: învățarea în echipă, învățarea prin descoperire, aplicarea de metode participativ-active, metoda gândirii critice, creșterea responsabilității studentului față de actul de învățare. Se recomandă aplicarea diferențiată a metodelor în funcție de capacitatea de învățare a studenților (unii învață mai bine lecturând, alții practicând);
 - Evaluarea și monitorizarea rezultatelor performanței de predare și învățare; dintre instrumentele de evaluare propuse: proiectul, portofoliul, experimentul, evaluare practic-aplicativă;
 - Planificarea și aplicarea curriculum-ului, a orarelor, materialelor de formare și a metodelor didactice pentru a forma setul de competențe cerut de standardele profesionale;
 - Formarea de parteneriate în interiorul și în afara comunității universitare;
 - Implicarea mai activă în procesul de dezvoltare profesională și individuală a studenților;
 - Elaborarea de noi materiale didactice cu noutăți din domeniu;
 - Crearea de schimburi internaționale;
 - Crearea unei competiții studentești „*EXPLOATĂRI FORESTIERE și VÂNĂTOARE*” între universități;
 - Corelarea activității didactice cu cea de cercetare;

ACTIVITATEA DE CERCETARE

Activitatea de cercetare până în prezent

Debutul în activitatea de cercetare l-a reprezentat programul de doctorat desfășurat în perioada 1995-2003, finalizat cu teza intitulată „Cercetări privind influența factorilor climatici asupra regenerării naturale a fagului în Bazinul Superior al Nirajului și Târnavei Mici”, susținută în anul 2003, specializarea Silvicultură.

Activitatea de cercetare s-a concretizat prin participarea la proiecte științifice naționale și internaționale, finanțate atât prin programe naționale și internaționale, cât și de mediul de afaceri. Aceste proiecte au continuat și dezvoltat tema de cercetare adoptată pe parcursul doctoraturii dar și noi domenii. Astfel, am coordonat **4 granturi ca director/responsabil de proiect** și am participat la **4 granturi, 3 naționale și unul internațional** obținute prin competiții, în calitate de membru.

Implicarea în activitatea științifică este evidențiată prin abordarea de tematici în conformitate cu temele prioritare incluse în programele și politicile naționale și europene, cu referiri speciale privind fundamentarea științifică și elaborarea de mijloace și metode de conservare și de

reabilitare a ecosistemelor forestiere. În această ordine de idei, menționăm temele de cercetare abordate și publicațiile aferente desfășurării activității de cercetare.

➤ Tema 1. Managementul durabil al ecosistemelor în context european:

1. Proiect CEEEX, nr. 68/04.10.2006 „Managementul durabil al gestionării terenurilor degradate din zona colinară a Transilvaniei în contextul integrării în structurile Europene” – membru în proiect.
2. Proiect PNII nr. 105/2008 „Cercetări interdisciplinare privind efectul unor principale inputuri potențial nocive din surse tehnologice (fertilizanți, pesticide) în optimizarea relației sol – plantă – consumatori în scopul asigurării calității vieții”, membru în proiect.
3. COMMONS - "*Common Land for Sustainable Management*". Programul de Cooperare Interregională INTERREG IV C – 2009-2011, membru în proiect.
4. POS-CCE nr. 284/16.12.2010 – „Obținerea seleniului cu biodisponibilitate crescută pe substrat natural de *Allium sativum* L. (usturoi) în scopul îmbunătățirii calității vieții prin creșterea siguranței și securității alimentare”, membru în proiect.

➤ Tema 2. Tehnologii inovative de management forestier:

1. 2014-2017, CONTRACT DE PRESTĂRI SERVICI CERCETARE cu S.C. IRUM SA „Cercetări privind efectul exploatării cu tractorul articulat forestier de concepție modernă asupra biodiversității ecosistemului forestier și habitatelor marginale”. Contract nr.6883/17.06.2013, Valoare: 15000 euro.
2. 2014-2015, CONTRACT DE PRESTARI SERVICI CERCETARE cu S.C. IRUM SA „Studiul zgomotului în habitatele forestiere marginale”. Contract nr.6883/17.06.2013, Valoare: 15000 euro.
3. 2013, CONTRACT DE PRESTĂRI SERVICI CERCETARE cu S.C. SILVANIA INTERNAȚIONAL PROD SRL „Efectele asupra mediului ecosistemului silvic și a habitatelor marginale (ape, stâncării, mlaștini, liziere) ca urmare a exploatării cu echipamente multifuncționale”. Contract nr.6883/17.06.2013, Valoare: 15000 euro.
4. 2011 - prezent, membru al Consiliului Științific Consultativ al Regiei Naționale a Pădurilor ROMSILVA. Contribuții științifice: participare activă la elaborarea și implementarea politicilor și strategiilor în domeniu.

1995 – 2001, Responsabil cu probleme de Pepiniere, Cultura și Refacerea Pădurilor în cadrul RNP - Romsilva. Atribuții: întocmire documentații tehnice pentru lucrările de pepiniere, cultura și refacerea pădurilor, necesare a se executa în cadrul ocolului, coordonare și verificare pe

teren a modului în care s-au implementat documentațiile întocmite, de la instalarea culturilor și până la realizarea reușitei definitive. Cu mențiunea că în perioada respectivă în solariile și pepinierele O.S. Sovata pe loturi instalate din specia fag, am efectuat cercetări a căror rezultate au fost prezentate în teza de doctorat, de asemenea în perioada 2015 – 2017, în cazul semănăturilor de fag în aceleași pepiniere, am cercetat implementarea analizei de risc efectuate în conformitate cu principiile IPPC pentru atacul patogenului *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schröt, în context climatic specific.

- Publicarea unui număr de 77 lucrări științifice, dintre care 9 cotate și indexate ISI.

Propuneri de dezvoltare a activității de cercetare

În conformitate cu viziunea asupra activității științifice reflectată de realizările în domeniu obținute până la momentul de față, prezentate sumar în secțiunea precedentă, propunerile de dezvoltare a activității de cercetare vizează nu numai dezvoltarea temelor deja abordate ci și implicarea în dezvoltarea unor noi direcții.

- Tema 1. Dezvoltarea pe baze științifice a gradului de aliniere a României la standardizarea forestieră internațională FSC
 - având în vedere certificarea managementului forestier FSC pentru o suprafață considerabilă din fondul forestier național;
 - elaborarea de soluții tehnologice în vederea adaptării tehnologiilor de exploatare la noile cerințe, conform principiilor și criteriilor FSC.
- Tema 2. Integrarea tehnologiilor de exploatare forestieră în abordarea sistemică, durabilă a conceptului
 - elaborarea de tehnologii prietenoase cu mediul, prin implicarea superioară, din punct de vedere calitativ și cantitativ a utilizării mașinilor multifuncționale, care operează în sistem „curat” (poluare minimă) simultan cu asigurarea unei productivități maxime;
 - proiectarea de căi de colectare în condițiile asigurării protecției ecosistemelor forestiere și a celor marginale (resurse hidrologice, stâncării, arii naturale protejate etc.);
 - promovarea echilibrului între dezvoltarea economică a resurselor forestiere și păstrarea celor mai importante valori ecologice și sociale ale pădurii.
- Tema 3. Tehnologii inovative de exploatare a lemnului
 - elaborarea de soluții tehnologice inovative de valorificare superioară a resurselor de masă lemnoasă;

- identificarea de oportunități tehnologice în vederea valorificării integrale a masei lemnoase, inclusiv a resturilor de exploatare și a deșeurilor de la prelucrare;
 - elaborarea și implementarea de norme și normative privind utilizarea mașinilor multifuncționale în procesul tehnologic al exploatării și prelucrării primare a lemnului.
- Tema 4. Promovarea metodologiilor inovative de asigurare a caracterului de pădure cu valoare de conservare ridicată
- promovarea de măsuri cu caracter durabil în vederea menținerii statutului pădurilor cu valoare de conservare ridicată (PVRC), inclusiv identificarea de noi situri care pot fi incluse în această categorie (elaborarea de coduri de bune practici cu privire la exploatarea forestieră și transportul lemnului);
 - adoptarea de măsuri adecvate cu scopul optimizării structurii ecosistemului forestier, prin menținerea și promovarea biodiversității vegetale și animale specifice ecosistemului vizat, conservarea ariilor protejate identificate la nivelul ecosistemului;
 - monitorizarea gradului de respectare a practicilor elaborate în vederea menținerii statutului pădurilor cu valoare de conservare ridicată (PVRC);
 - crearea unei publicații bianuale în domeniul exploatării forestiere și vânătorii;
 - crearea și amenajarea Laboratorului de Exploatare forestiere și vânătoare;
 - crearea și amenajarea Laboratorului de Tehnologia prelucrării lemnului;
 - dezvoltarea parteneriatelor naționale cu operatorii economici în domeniul forestier, prin implicarea acestora în activitatea de cercetare științifică și extensia rezultatelor cercetării;
 - dezvoltarea parteneriatelor internaționale, în vederea schimbului de bune practici între universități (Finlanda, Norvegia, Germania, Franța, Polonia etc.).

(B-iii) Bibliografie

1. Abrudan I.V., 2006, Împăduriri, Editura Universității Transilvania din Brașov;
2. Adachi K. și Y. Tainosho, 2004, Characterization of Heavy Metal Particles Embedded in Tire Dust, *Environmental International*, 30,1009-1017;
3. Agrios G.N., 2001, *Plant Pathology*. Fourth Edition. Academic Press. San Diego, Ca. USA, p: 635; Anonimo. 1951. *Notas Fitopatológicas-I*. Agricultura tehnica, 10(2), 86;
4. Aksoy A. și D. Demirezen, 2006, *Fraxinus excelsior* as biomonitor of heavy metal pollution, *Polish Journal of Environmental Studies*, 15, 27-33;
5. Aksoy A., E. Osma, Z. Leblebici, 2012, Spreading pellitory (*Parietaria Judaica* L.): a possible biomonitor of heavy metal pollution, *Pakistan Journal of Botany*, 44, 123-127;
6. Alahabadi A., M.H. Ehrampoush, M. Miri, H.E. Aval, S. Yousefzadeh, H.R. Ghaffari, E. Ahmadi P. Talebi, 2017, A comparative study of different tree species in accumulating heavy metals from soil and ambient air, *Chemosphere*, 172, 459.
7. Alberti M., E. Botsford, A. Cohen, 2001, Quantifying the urban gradient: Linking urban planning and ecology. In: Marzluff J.M., Bowman R., Donnelly R. (eds), *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, 89-115.
8. Amegah A.K. și S. Agyei-Mensah, 2017, Urban air pollution in Sub-Saharan Africa: Time of action, *Environmental Pollution*, 220 (A), 738.
9. Aničić M., T.Spasić, M.Tomašević, S. Rajšić, M. Tasić, 2011, Trace elements accumulation and temporal trends in leaves of urban deciduous trees (*Aesculus hippocastanum* and *Tilia* spp.), *Ecological Indicators*, 11: 824-830.
10. Aničić M., M. Tomašević, M. Tasić, S. Rajšić, A. Popović, M.V. Frontasyeva, S. Lierhagen, E. Steinnes, 2009b, Monitoring of trace element atmospheric deposition using dry and wet moss bags: Accumulation capacity versus exposure time. *Journal of Hazardous Materials*, 171: 182-188.
11. Aničić M. și colab., 2011, Trace elements accumulation and temporal trends in leaves of urban deciduous trees (*Aesculus hippocastanum* and *Tilia* spp.), *Ecological Indicators*, Vol. 11, p. 824-830;
12. Andersen M.C., H. Adams, B. Hope, M. Powell, 2004, Risk assessment for invasive species, *Risk Analysis*. 24 (4), 787-739;
13. Atanassov D., S. Spassova, D. Grancharova, S. Krastev, T. Yankova, L. Nikolov, M. Chakarova, P. Krasteva, N. Genov, J. Stamenov, E. Dimitrov, 2006, Air pollution

- monitoring and modeling system of the town of Plovdiv (Phase I), *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 7(2):260-268;
14. BADEA Ovidiu, SILAGHI Diana Maria, NEAGU Stefan, TAUT Ioan, LECA Stefan, 2013. Forest Monitoring - Assessment, Analysis and Warning System for Forest Ecosystem Status. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, Vol 41, No 2.
 15. Bakkenes M., J.R.M. Alkemade, F. Ihle, R. Leemans, J.B. Latour, 2002, Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biol.* 8, 390-407;
 16. Beckett K.P., P.H. Freer Smith, G. Taylor, 2000, Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and wind speed, *Global Change Biology* 6, 995-1003.
 17. Bennett W.F., 1993, *Nutrient Deficiencies & Toxicities in Crop Plant*, Editura APS Press, Amer Phytopathological Society, ISBN 0890541515;
 18. Beniston M., 2005, The risks associated with climatic change in mountain regions. In U.M. Huber, H.K.M. Bugmann, M.A. Reasoner (eds.), *Global change and mountain regions*, Springer, the Netherlands, 511-519;
 19. Benson D.M., R.K. Jones, 2001, *Diseases of Woody Ornamentals and Trees in nurseries*. APS Press. St. Paul, MN, USA;
 20. Bermadinger E., D. Grill, P. Golob, 1988, Influence of different air pollutants on the structure of needle wax of spruce (*Picea abies* [L.] Karsten), *Geo Journal*, 17:289-293.
 21. Berry P.M., T.P. Dawson, P.A. Harrison, R.G. Pearson, 2002, Modelling potential impacts of climate change on the bioclimatic envelope of species in Britain and Ireland. *Global Ecology and Biogeography* 11, 453-462;
 22. Bolea V. și D. Chira, 2005, *Atlasul poluării în Brașov*, Editura Silvodel. Brașov. ISBN 973-86714-5-0;
 23. Bonanno G., 2014, *Ricinus communis* as an Element Biomonitor of Atmospheric Pollution, *Urban Areas, Water, Air, & Soil Pollution*, 225, 1852.
 24. Brega P., 1992, Problematika regenerării amestecurilor de rășinoase și fag, *Revista Pădurilor*, nr.1.
 25. Buonanno G., L. Stabile, L. Morawska, G. Giovenco, X. Querol, 2017, Do air quality targets really represent safe limits for lung cancer risk? *Science of the Total Environment*, 580, 74.
 26. Chakraborty S., J. Luck, G. Hollaway, A. Freeman, R. Norton, K.A. Garrett, K. Percy, A. Hopkins, C. Davis, D.F. Karnosky, 2008, Impacts of Global Change on Diseases of Agricultural Crops and Forest Trees. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 54, 15;
 27. Chiriță, C., D., 1974: *Ecopedologia*. Editura Academiei R.S.R.

28. Chwil S., J. Kozłowska-Strawska, P. Tkaczyk, P. Chwil, R. Matraszek, 2015, Assessment of air pollutants in an urban agglomeration in Poland made by the biomonitoring of trees, *Journal of Elementology*, 20, 813.
29. Ciubotaru A. - Exploatarea Pădurilor. Editura LUX LIBRIS, Braşov, 1998
30. Coakley S.M., H. Scherm, S.Chakraborty, 1999, Climate change and plant disease management. *Annual Review of Phytopathology* 37: 399-426;
31. Condurăţeanu, F., S., ş.a., 1984: Influenţa condiţiilor climatice asupra organismelor. *Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică. Bucureşti.*
32. Cotrufo M.F., A.V. De Santo, A. Alfani, 1995, Effects of urban heavy metal pollution on organic matter decomposition in *Quercus ilex* L. woods, *Environmental Pollution*, 89:81-87.
33. Covrig I., I. Oroian, A. Odagiu, L. Holonec, E. Oroian, 2016, *A. hippocastanum* L. and *T. cordata* Mill. as biomonitoring plants for air pollution in urban areas, A case study: city of Cluj-Napoca, *Environmental Engineering and Management Journal*, 15 (5), 953.
34. Daniel R., D.Guest, 2006, Defence responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora*-challenged *Arabidopsis thaliana*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 67, 194-201;
35. Di Guardo A., S. Zaccara, B. Cerabolini, M. Acciarri, G. Terzaghi, D. Calamari, 2003, Conifer needles as passive biomonitors of the spatial and temporal distribution of DDT from a point source, *Chemosphere*, 52, 789-797;
36. Dołęgowska S. şi Z.M. Migaszewski, 2015, Plant sampling uncertainty: a critical review based on moss studies, *Environmental Reviews*, 23, 151-160.
37. Dongarra J. et al., 2009, The international exascale computing project, [Online] Available from: <http://hpc.sagepub.com/content/23/4/309.short>
38. Doniţă, N., Ceianu, I., Purcelean, Şt., Beldie, Al., 1977: Ecologie forestieră. *Editura Ceres. Bucureşti;*
39. Elad Y., E. Cytryn, Y.M. Harel, B. Lew, E.R. Graber, 2011, The Biochar Effect: plant resistance to biotic stresses. *Phytopathologia Mediterranea*. 50, 335-349;
40. Erwin, D.C., O.K. Ribeiro, 1996, *Phytophthora: Diseases Worldwide*. APS Press. St. Paul, MN, USA;
41. Fişiu A., 2002, *Ecologie şi protecţia mediului*, Editura Academicpres;
42. Florescu I., 1981, *Silvicultura*, Editura Didactică şi Pedagogică Bucureşti.
43. Florescu, I., I., Nicolescu, N. V., 1996: *Silvicultura. Vol I. Studiul pădurii*. *Editura Lux Libris Braşov*

44. Francová A., V. Chrástný, H. Šillernová, M. Vitková, J. Kocourková, M. Komárek, 2017, Evaluating the suitability of different environmental samples for tracing atmospheric pollution in industrial areas, *Environmental pollution*, 220 (A), 286;
45. Gawel J.E., B.A. Ahner, A.J. Friedland, 1996, Role for heavy metals in forest decline indicated by phytochelatin measurements. *Nature*, 318:64-65;
46. Ghidra V., 2004, *Ecotoxicologie și monitorizarea principalilor agenți poluanți*, Editura Studia, Cluj-Napoca, ISBN 973-8390-25-7;
47. Giurgiu, V., 1972: *Metode ale statisticii matematice aplicate în silvicultură*. Editura Ceres. București
48. Gombert S., J. Asta, M.R.D. Seaward, 2006, Lichens and tobacco plants as complementary biomonitors of air pollution in the Grenoble area (Isère, southeast France), *Ecological Indicators*, 6, 429-443;
49. Grunwald N.J., W.G. Flier, 2005, The Biology of *Phytophthora Infestans* at its Center of Origin. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2005. 43, 171–90;
50. Gworek B., G. Dećkowska, M. Pierścieniak, 2011, Pollutant indicators: common dandelion (*Teraxacum officinale*), scots pine (*Pinus silvestris*), small-leaved lime (*Tilia cordata*), *Polish Journal of Environmental Studies*, 20, 87;
51. Jolliffe I.T., 2002, *Principal Component Analysis*, Springer, IInd ed.
52. Jouraeva V.A., D.L. Johnson, J.P. Nowak, D.J. Hassett, 2002, Differences in accumulation of PAHs and metals on the leaves of *Tilia × euchlora* and *Pyrus calleryana*, *Environmental Pollution*, 120, 331-338;
53. Judelson H.S., F.A. Blanco, 2005, The spores of *Phytophthora*: weapons of the plant destroyer. *Nature Reviews Microbiology* 3, 47-58;
54. Kabata-Pendias A., H. Pendias, 2001, *Trace elements in soils and plants*, CRC Press, Boca Raton, FL (3rd edition), pp. 413;
55. Kabata-Pendias A., H. Pendias, 1992, *Trace elements in soils and plants*, 2-nd ed. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, p.365;
56. Keller J.P., M. Drton, T. Larson, J.D. Kaufman, D.P. Sandler, A.A. Szpro, 2017, Covariate-adaptive clustering of exposures for air pollution epidemiology cohorts, *The Annals of Applied Statistics*, 11 (1), 93;
57. Kosiba P., 2008, Variability of morphometric leaf traits in small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) under the influence of air pollution, *Acta Societas Botanicorum Poloniae*, 77, 125-137;
58. Lindholm A., F. Breden, 2002, Sex chromosome and sexual selection in Poeciliid fishes, *The American Naturalist* 160:S214-S224;

59. Liu Y.J. and H. Ding, 2008, Variation in air pollution tolerance index of plants near a steel factory: implication for landscape-plant species selection for industrial areas, *WSEAS Transactions on Environment and Development* 4, 24-32;
60. Loppi S., L. Nelli, S. Ancora, R. Bargagli, 1997, Passive monitoring of trace elements by means of tree leaves, epiphytic lichens and bark substrate, *Environmental Monitoring and Assessment*, 45, 81-88;
61. Lozada G.B.I., P.C. Sentelhas, L. Tapia, G.Sparovek, 2006, Filling in missing rainfall data in the Andes region of Venezuela, based on a cluster analysis approach. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 14,120-126;
62. Luvisi A. and G. Lorenzini, 2014, RFID-plants in the smart city: Applications and outlook for urban green management, *Urban Forestry&Urban Greening*, 13, 630-637;
63. Manes F., G. Incerti, E. Salvatori, 2012, Urban ecosystem services: tree diversity and stability of tropospheric ozone removal. *Ecological Applications*. 22 (1):349-360;
64. Marcu, M., 1983: Meteorologie și climatologie forestieră. *Editura Ceres. București*
65. Marcu, M., 1986: Contributions to the climatological substantiation of montaineous forestry. *Buletinul științific, Universitatea Brașov., vol. XXVII*;
66. Marcu, M., 1988: Cercetări topoclimatice comparative între șesul depresionar și sectorul submontan (piemontan) din Depresiunea Brașov (1962-1986). În: *Buletinul Comisiei inginerilor și tehnicienilor, Brașov*;
67. Marcu, M., 1989: Topoclimatologia forestieră. Stadiul actual, idei, perspective. *Simpozionul Național de Topoclimatologie (22 mai 1989), Institutul de Geografie al Academiei Române*
68. Markert B., 1992, Establishing of "reference plant" for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting, *Water Air Soil Pollution*, 64, 533;
69. Markert B., V. Weckert, 1989, Use of *Polytrichum formosum* (moss) as a passive biomonitor for heavy metal pollution (cadmium, copper, lead and zinc), *Science of The Total Environment*, 86, 289–294;
70. Maxim A., 2008, *Ecologie generală și aplicată*, Editura Risoprint Cluj-Napoca;
71. Mayden R.L., 2002, On biological species, species concepts and individuation in the natural world, *Fish Fish* 3:171-196;
72. Mayer H., 1984, *Walder Europas*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York;
73. McDonnell M.J and A.K. Hahs, 2008, The use of gradient analysis studies in advancing our understanding of the ecology of urbanising landscapes: current status and future directions, *Landscape Ecol.* 23,1143–1155;

74. McDonnell M.J. and A.K. Hahs, 2009, Comparative ecology of cities and towns: past, present and future, In Ecology of Cities and Towns: A Comparative Approach (McDonnell, M.J. et al., eds), pp. 71–89, Cambridge University Press;
75. Merce E., 2012, Bazele prelucrării statistice a datelor, Editura Digital Data Cluj, ISBN 978-973-7768-60-5;
76. Monaci F., F. Moni, E. Lanciotti, D. Grechi, R. Bargagli, 2000, Biomonitoring of airborne metals in urban environments: new tracers of vehicle emission, in place of lead, Environmental Pollution, 107, 321-327;
77. Monaci F. and R. Bargagli, 1997, Barium and other trace metals as indicators of vehicle emissions, Water, Air and Soil Pollution, 100, 89-98;
78. Muntean L. și M. Știrban, 1995, Ecologie și protecția mediului, Editura Dacia, Cluj-Napoca;
79. Nan Z.R., J. Li, J.M Zhang, G.D. Cheng, 2002, Cadmium and zinc interactions and their transfer in soil-crop system under actual field conditions, Sci. Total Env., 285,187-195;
80. Nowak M., J. Koščo, W. Popek, 2008, Review of the current status of systematics of gudgeons (*Gobioninae, Cyprinidae*) in Europe, AACL Bioflux 1:27-38;
81. Ockenden W.A., E. Steignes, C. Parker, K.C. Jones, 1998, Observations on Persistent Organic Pollutants in Plants: Implications for their use as passive air samplers and for POP cycling, Environ, Sci. Technol, 32, 2721–2726;
82. Oliva S.R. and P. Rautio, 2004, Could Ornamental Plants Serve as Passive Biomonitors in Urban Areas ? Journal of Atmospheric Chemistry, 49, 137-148;
83. Oprea I. - Proiectarea și organizarea lucrărilor de exploatare. Editura CERES, București, 1995
84. Orecchio S. and L. Culotta, 2015, Assessment of quality of air in Palermo by chemical (ICP-OES) and cytological analyses on leaves of *Eucalyptus camaldulensis*, Environmental Science and Pollution Research, 22, 1891-1905;
85. Ormrod D.P., 1984, Impact of trace element pollution on plants, In: Air Pollution and Plant Life (Treshow M, ed), 291-319, Wiley, Chichester, UK;
86. Oroian L, V. Florian, L. Holonec, 2006, Atlas de fitopatologie, Ed. Academiei Române, Bucuresti;
87. Oroian I., 2008, Plant protection and environment, Todesco Publishing House, Cluj-Napoca;
- Oroian I., L. Paulette, C. Iederan, P. Burduhos, I. Brasovean, C. Balint, 2009, Modalitati de cuantificare a PM10 si PM2,5 din aerul ambiental utilizând metoda standardizata. ProEnvironment 2:68-72;
88. Oroian I., Malina R. Petrescu-Mag, 2011, Drept și legislație de mediu, Ed. Bioflux, Cluj – Napoca;

89. Oroian I.G., I. Covrig, O. Viman, A. Odagiu, P. Burduhos, A. Milășan, 2012, Testing biomonitoring capacity of trees from urban areas, A case study: Cu, Cd, Pb, Zn pollution in Cluj - Napoca, reflected by foliar accumulation of five species located within intense traffic area. Note 1. Results recorded in 2010, *ProEnvironment*, 5 (12), 195 – 199;
90. Oroian I.G., I. Covrig, O. Viman, A. Odagiu, P. Burduhos, A. Milășan, 2012, Study of the synergic action of sulphur dioxide and nitrogen oxides from environmental upon urban tree species, *ProEnvironment*, 5, 238 – 242;
91. Oroian I.G., I. Covrig, O. Viman, A. Odagiu, P. Burduhos, A. Milășan, 2012, Testing biomonitoring capacity of trees from urban areas, A case study: Cu, Cd, Pb, Zn pollution in Cluj - Napoca, reflected by foliar accumulation of five species located within intense traffic area. Note 2. Results recorded in 2011, *ProEnvironment*, 5 (12), 200;
92. Oroian I.Gh., A., Odagiu, I., Covrig, L. Paulette, 2013, Testing multiregression model in predicting *Phytophthora infestans* L. attack degree on potato culture developed in climatic conditions from Transylvania, Romania, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, WFL Publisher-Science and Technology, Finland, 11 (1), 449 – 453;
93. Owende P.M.O., J. Lyons, S.M. Ward, 2002, Operations Protocol for Eco-Efficient Wood, Harvesting on Sensitive Sites, *Ecwood Partnership*;
94. Papoyan A., M. Pineros, L.V. Kochian, 2007, Plant Cd²⁺ and Zn²⁺ status effects on root and shoot heavy metal accumulation in *Thlaspi caerulescens*, *Plant Physiology*, 75:51–58;
95. Park S.S. and Y.J. Kim, 2005, Source contributions to fine particulate matter in an urban atmosphere, *Chemosphere*, 59 (2):217-226.
96. Park Y.M. and M. Kwan, 2017, Individual exposure estimates may be erroneous when spatiotemporal variability of air pollution and human mobility are ignored, *Health & Place*, 43, 85;
97. Parsa S. 2009, Explaining the dismantlement of indigenous pest management in the Andes. Ph.D. dissertation. Graduate Group in Ecology. University of California, Davis;
98. Pedersen M., Z.J. Andersen, M. Stafoggia, G. Weinmayr, C. Galassi, M. Sørensen, K.T. Eriksen, A. Tjønneland, S. Loft, A. Jaensch, G. Nagel, H. Concin, M. Tsai, S. Grioni, A. Marcon, V. Krogh, F. Ricceri, C. Sacerdote, A. Ranzi, R. Sokhi, R. Vermeulen, K. De Hoogh, M. Wang, Beelen, P. Vineis, B. Brunekreef, G. Hoek, O. Raaschou-Nielsen, 2017, Ambient air pollution and primary liver cancer incidence in four European cohorts within ESCAPE project. *Environmental Research*, 154, 226;
99. Petrescu-Mag I.V., L.R. Lozinsky, L. Csep, R.M. Petrescu-Mag, 2008, Vegetation and predators mediate color pattern frequencies in *Poecilia sphenops Valenciennes*, *AACL Bioflux* 1(1):51-61;

100. Petrova Slaveya, L. Yurukova, I. Velcheva, 2012, Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) as a biomonitor of air pollution in the town of Plovdiv (Bulgaria), *J. BioSci. Biotech.* 1(3): 241-247;
101. Piccardo M.T., M. Pala, B. Bonaccorso, A. Stella, A. Redaelli, G. Paola, F. Valerio, 2005, *Pinus nigra* and *Pinus pinaster* needles as passive samplers of polycyclic aromatic hydrocarbons, *Environmental Pollution*, 133, 293-301;
102. Prithiviraj B., L.G. Perry, D.V. Badri, J.M. Vivanco, 2007, Chemical facilitation and induced pathogen resistance mediated by a root-secreted phytotoxin. *New Phytologist* 173, 852-860;
103. Popescu G., 2005, *Tratat de patologia plantelor*, Vol.II, Ed.Eurobit, Timisoara;
104. Predescu A.M., E. Matei, D. Savastru, G. Coman, C. Predescu, G. Vlad, L. Favier, 2014, Nanostructures with iron oxides core applied for water treatment, *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 9 (3), 987-995;
105. Pyatt F.B. and W.J. Haywood, 1989, Air borne particulate distributions and their accumulation in tree canopies, Nottingham, UK. *The Environmentalist* 9, 291-298;
106. Ramana S., A.K. Biswas, A. Singh, N.K. Ahirwar, A.S. Rao, 2015, Tolerance of Ornamental Succulent Plant Crown of Thorns (*Euphorbia milli*) to Chromium and its Remediation, *Journal of Phytoremediation*, 17, 363-368;
107. Rao D.N., 1985, *Plants and Particulate Pollutants*, Air Pollution and Plants: A State of the Art Report. Ministry of Environment and Forests, Department of Environment, Government of India, New Delhi, India;
108. Reeve H.K., D.W. Pfennig, 2003, Genetic biases for showy males: are some genetic systems especially conducive to sexual selection? *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100:1089-1094;
109. Rinkis G., 1972, *Optimization of Plant Mineral Nutrition* Zinatne, Riga. 355;
110. Rusu T., P. Guş, I. Bogdan, P.I. Moraru, A.I. Pop, D. Clapa, D.I. Marin, I. Oroian, L.I. Pop, 2009, Implications of minimum tillage systems on sustainability of agricultural production and soil conservation, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, WFL Publisher-Science and Technology, Finland, 7 (2): 335 – 338;
111. Sammarco M., R. Tse, G. Pau, G. Marfia, 2017, Using geosocial search for urban air pollution monitoring. *Pervasive and Mobile Computing*, 35, 15;
112. Santos A.P.M., S.I. Segura-Muñoz, M. Nadal, J.L. Domingo, C.A. Martinez, A.M.M. Takayanagui, 2015, Traffic-related air pollution biomonitoring with *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. cv. *purpurea* Boom in Brazil, *Environmental Monitoring and Assessment*, 187, doi: 10.1007/s10661-014-4234-3;

113. Scherm H., A.H.C. Van Bruggen, 1994, Global warming and nonlinear growth – How important are changes in average temperature. *Phytopathology* 84,1380-1384;
114. Serbula S.M., T.S. Kalinovic, A.A. Ilic, J.V. Kalinovic, M.M. Steharnik, 2013, Assessment of Airborne Heavy Metal Pollution Using *Pinus* spp. and *Tilia* spp. *Aerosol and Air Quality Research*, 13, 563;
115. Sinclair W.A., H.H. Lyon, 2005, *Diseases of Trees and Shrubs*. 2nd Edition. Cornell University Press. Ithaca, NY, USA;
116. Smodiš B., M.L. Pignata, M. Saiki, E. Cortés, N. Bangfa, B. Markert, B. Nyarko, J. Arunachalam, J. Garty, M. Vutchkov, H.T. Wolterbeek, E. Steinnes, M.C. Freitas, A. Lucaciu, M. Frontasyeva, 2004, Validation and Application of Plants as Biomonitors of Trace Element Atmospheric Pollution – A Co-Ordinated Effort in 14 Countries, *Journal of Atmospheric Chemistry*, 49, 3-13;
117. Stugren B., 1982, *Bazele ecologiei generale*, Editura Științifică și Enciclopedică, București;
118. Șara A., A. Odagiu, 2005, *Controlul calității nutrețurilor*, 2005, Editura AcademicPres Cluj-Napoca, ISBN 973-7950-93-3 Wikipedia.org, 2014 Informatii disponibile online la urmatoarea adresa web: <https://ro.wikipedia.org/wiki/Biodiversitate>;
119. Șulea P., 2015, *Efectul factorilor biotici dăunători asupra arboretelor de cvercinee și măsuri de gestionare a fenomenelor de uscure a acestora în Transilvania*, Teză de doctorat, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj – Napoca;
120. Târziu, D., R., 1994: *Ecologie. Curs litografiat. Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere din Brașov*;
121. Tarnovska H., N. Kuzmanov, P. Kostadinova, 2003, Air pollution characteristics in the town of Plovdiv during the period of 2000-2002, In: Six Scientific Practical Conference “Ecological problems of Agriculture” Agroeco 2003. Agricultural University – Plovdiv, Scientific Works, vol. XLVIII: 345-350;
122. Teissier du Cros, E., ș.a., 1981: *Le hetre. Institut National de la Recherche Agronomique, Departement des Recherches Forestieres*;
123. Theano S., T. Thekla, S. Marina, 2016, Biomonitoring of heavy metal pollution on the leaves of *Cupressus ariona* and *Albizia julibrissin* and their contamination sources in Thessaloniki city (Greece), *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 17 (4), 1285;
124. Thöni L., L. Yurukova, A. Bergamini, I. Ilyin, D. Matthaei, 2011, Temporal trends and spatial patterns of heavy metal concentrations in mosses in Bulgaria and Switzerland: 1990-2005, *Atmospheric Environment*, 45: 1899-1912;

125. Tomašević M., S. Rajšić, D. Đorđević, M. Tasić, J. Krstić, V. Novaković, 2004, Heavy metals accumulation in tree leaves from urban areas, *Environmental Chemistry Letters*, 2, 151;
126. Tomašević M., and M. Aničić, 2010, Trace element content in urban tree leaves and SEM-EDAX characterization of deposited particles. *Facta Universitatis, Series: Physics, Chemistry and Technology*, 8(1): 1-13;
127. Tomašević M., S. Rajšić, V. Jović, Z. Vukmirović, 2001, Trace element contamination of tree leaves in an urban area, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 2(2): 456-461;
128. Tomašević M., Z. Vukmirović, S. Rajšić, M. Tasić, B. Stevanović, 2005, Characterization of trace metal particles deposited on some deciduous tree leaves in an urban area. *Chemosphere*, 61: 753-760;
129. Topor N., 1958, *Bruma și înghețul. Prevenirea și prevederea lor*, Ministerul Agriculturii și Silviculturii, Editura Agro-Silvică de Stat;
130. Turtică O. și M. Iorgu, 2008, Certificarea, FSC instrument și consecință a managementului forestier responsabil <http://www.certificareforestiera.ro>;
131. Ukpebor E.E., J.E. Ukpebor, E. Aigbokhan, I. Goji, A.O. Onojeghuo, A.C. Okonkwo, 2010, *Delonix regia* and *Casuarina equisetifolia* as passive biomonitors and as bioaccumulators of atmospheric trace metals, *Journal of Environmental Sciences*, 22, 1073 -1079;
132. Urbat M., E. Lehndorff, L. Schwark, 2004, Biomonitoring of air quality in the Cologne conurbation using pine needles as a passive sampler - Part I: magnetic properties, *Atmospheric Environment*, 38, 3781-3792;
133. Urrutia R., M. Vuille, 2009, Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate change model: Temperature and precipitation simulations for the 21st century. *Journal of Geophysical Research*. 114, 1-15;
134. Vallius M., N.A. Janssen, J. Heinrich, 2005, Sources and elemental composition of ambient PM (2.5) in three European cities. *Science of the Total Environment*, 33 (1-3):147-162;
135. Weiland J. E., A.H.Nelson, G.W. Hudler, 2009, Effects of mefenoxam, phosphonate, and paclobutrazol on in vitro characteristics of *Phytophthora cactorum* and *P. citricola* and on canker size of European beech. *Plant Diseases*. 93, 741-746;
136. Welch R.M. and E.E. Cary, 1975, Concentration of chromium, nickel and vanadium in plant materials, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 23, 479;
137. Wesely M.L. and B.B. Hicks, 2000, A review of the current status of knowledge on dry deposition, *Atmospheric Environment*, 34 (12):2261-2282;

138. Wiley E.O. and R.L. Mayden, 2000, The Evolutionary Species Concept, In: Species Concepts and Phylogenetic Theory: A Debate. Wheeler Q. D., Meier R. (eds.), pp. 70-89, Columbia Univ Press, New York;
139. Witting R., 1993, General aspects of biomonitoring heavy metals by plants, In: Plants as biomonitors: indicators for heavy metals in the terrestrial environment, Markert B. Eds., Weinheim VCH Publisher, 3-28;
140. Yilmaz R., S. Sakcali, C. Yarci, A. Askoy, M. Ozturk, 2006, Use of *Aesculus hippocastanum* L. as biomonitor of heavy metal pollution, Pakistan Journal of Botany, 38, 1519 – 1527;
141. Zhang J.B. and W.N. Huang, 2000, Advances on physiological and ecological effects of cadmium on plants. Acta Ecol. Sinica, 20, 514-523;
142. Zwart D.C., S.H. Kim, 2012, Biochar amendment increases resistance to stem lesions caused by *Phytophthora* spp. in tree seedlings. HortScience 47, 1-5;
143. ***, 2016, Manualul de Proceduri al RNP ROMSILVA, privind Managementul Forestier FSC, versiunea 7, București, 2016;
144. ***, 2014, Alser Forest, Soluții Forestiere Complete, informații disponibile online la adresa web: <http://utilajedepadure.ro/ro/categorii/tractoare-articulate>;
145. ***, 2014, Raport privind etapa de realizare a măsurilor prevăzute în programul integrat de management al calității aerului pentru aglomerația Cluj-Napoca și municipalitatea Dej,
146. ***, 2013, Raportul privind calitatea mediului în Cluj-Napoca, 2013;
147. ***, 2012 Ordonanța de urgență nr. 58/2012 privind modificarea unor acte normative din domeniul protecției mediului și padurilor, Monitorul Oficial, nr. 706/2012;
148. ***, 2011 Ordinul nr. 1540 din 3 iunie 2011 pentru aprobarea Instrucțiunilor privind termenele, modalitățile și perioadele de colectare, scoatere și transport al materialului lemnos, M.M.P., București, 2011;
149. ***, 2011, IPPC Procedural Manual, 2011. Website: www.ippc.int/id/159891?language=en;
150. ***, 2006, Legea vânătorii și a protecției fondului cinegetic nr. 407/2006, Monitorul Oficial, nr. 944/2006;
151. ***, 2004. Codexul produselor de uz fitosanitar omologate pentru a fi utilizate în România;
152. ***, 2004, Ordinul nr. 512/2004, pentru aprobarea efectivelor optime pentru principalele specii de vânat din România (cerb comun, cerb lopătar, căprior, capră neagră, mistreț, iepure, potârniche, cocoș de munte și râs, Monitorul Oficial nr. 731/2004;
153. ***, 2002, Ordinul nr. 393/2002, pentru aprobarea cheilor de bonitare și a densităților optime pentru speciile cerb comun, cerb lopătar, căprior, capră neagră, mistreț, urs, iepure, fazan, potârniche, cocoș de munte, râs, lup și pisică sălbatică și pentru determinarea

- efectivelor optime, pe fonduri de vânătoare, pentru aceste specii de faună sălbatică de interes cinegetic;
154. ***, 2000: Le tempêtes de décembre 1999 en forêt. *Institut National de la Recherche Agronomique*;
155. ***, 1997: Office National des Forêts. *Bulletin technique, nr. 32*;
156. ***, 1997, [https://jessesewell.wordpress.com/tag/virginia/Ordonanța: Directiva Consiliului 92/43/CEE privind conservarea habitatelor naturale și a speciilor de floră și faună sălbatică \(modificată de Directiva 97/62/CE\)](https://jessesewell.wordpress.com/tag/virginia/Ordonanța: Directiva Consiliului 92/43/CEE privind conservarea habitatelor naturale și a speciilor de floră și faună sălbatică (modificată de Directiva 97/62/CE););
157. ***, 1997, New Revised Text of the IPPC, https://www.ippc.int/static/media/files/publications/en/2013/06/03/13742.new_revised_text_of_the_international_plant_protection_201304232117en.pdf;
158. ***, Starea de conservare a biodiversității în zona transfrontalieră România – Republica Moldova, http://biodiversitatecbcapmis.ro/new/down/starea%20de%20conservare/APM_BOOK_Starea_de_conservare_Interior_ART.pdf;
159. ***, https://www.deere.com/en_US/products/equipment/skidders/cable_skidders/540g_iii/160.540g_iii.page;
161. ***, <http://www.directindustry.com/prod/tigercat/product-50033-354306.html>;
162. ***, <http://www.irum.ro/>;
163. ***, www.anpm.ro;
164. ***, www.meteoromania.ro/anm/?page_id=112;
165. ***, <http://www.environment.gov.au/land/publications/pubs/rangelands-feral-bo>;
166. ***, Ordination Methods for Ecologists – Principal Components Analysis, <http://ordination.okstate.edu/PCA.htm>;
167. ***, <https://theconversation.com/hunting-game-gets-new-rules-in-nsw-but-should-we-play-at-all-16127>;
168. ***, <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=earth-talks-hunting>;
169. ***, <http://www.redorbit.com/news/science/1112904429/african-forests-ecological-collapse-hunting072313/>;
170. ***, http://www.invasives.org.au/documents/file/reports/EssayProject_RecHunti;
171. ***, <http://nohunting.wildwalks.com/science>.