

Ministerul Educației și Cercetării Științifice

UNIVERSITATEA DIN PETROSANI

Facultatea de Mine

Rezumat

Teză de doctorat

Doctorand:

Chim. Olenciuc (Markos) Ana Olga

Petrosani,

2015

UNIVERSITATEA DIN PETROSANI

Facultatea de Mine

***“Biomonitorizarea calității aerului în
zonele limitrofe ale exploatărilor
miniere din Valea Jiului ”***

Conducător științific:

Prof.univ.dr.ing. Romulus Sârbu

Doctorand:

Chim. Olenciuc (Markos) Ana Olga

Petrosani,

2015

Cuprins

	pag
Introducere.....	7
Capitolul 1 - Caracteristici generale ale bioindicatorilor.....	8
1.1. Generalități.....	8
1.2. Natura lichenilor.....	10
1.2.1 Alcătuirea unui lichen.....	11
1.2.2. Lichenii - o simbioză reușită.....	12
1.2.3. Nutriția lichenilor.....	13
1.2.4. Înmulțirea lichenilor.....	13
1.2.5. Anatomia talului.....	13
1.3. Clasificarea și formele de creștere a lichenilor.....	14
1.3.1 Clasificarea lichenilor după natura substratului.....	14
1.3.2. Clasificarea lichenilor după natura talului.....	14
1.4. Cerințele lichenilor față de mediu.....	16
1.4.1. Cerințe față de apă (U).....	16
1.4.2. Cerințele față de temperatură și luminozitate (T, L).....	17
1.4.3 Cerințe față de azot (R).....	17
1.5. Sensibilitatea lichenilor la agenții poluanți.....	17
1.6. Ecologia lichenilor.....	18
1.6.1 Selectarea lichenilor pentru biomonitorizare.....	18
1.6.2 Selectarea arborilor pentru prelevarea probelor.....	20
1.6.3 Avantajul folosirii lichenilor în bioindicație.....	21
1.7. Reprezentanți ai lichenilor.....	21
1.8. Importanța lichenilor.....	22
Capitolul 2 - Descrierea generală a Văii Jiului.....	23
2.1. Caracterizarea generală fizico-geografică și geologică a zonei.....	23
2.1.1. Încadrarea generală fizico-geografică.....	23
2.1.2. Încadrarea generală geologică.....	24
2.2. Caracteristici climatice și hidrologice.....	25
2.2.1. Caracteristici climatice.....	25
2.2.2 Caracteristici hidrologice.....	32
2.3. Flora.....	34
2.3.1. Date fenologice.....	36
2.4. Fauna.....	36
2.5. Aspecte pedologice.....	37
Capitolul 3 - Evaluarea calității aerului afectat de exploatarea miniere în Valea Jiului.....	38
3.1. Activitatea extractivă și de procesare a cărbunelui - sursă de poluare a aerului din Valea Jiului.....	38
3.2. Surse staționare de poluarea aerului.....	40
3.3. Determinarea imisiilor de poluanți în zonele din vecinătatea unităților miniere.....	44
3.4. Evaluarea globală a poluării aerului din Valea Jiului.....	50
3.4.1. Metodologia evaluării globale a poluării aerului.....	50
3.4.2. Principii de lucru.....	52
3.4.3. Analiza rezultatelor.....	55

3.5. Calculul indicelui de poluare globală prin metoda Rojanschi.....	56
3.6. Calculul indicelui de poluare globală prin metoda Popa ș.a.....	57
3.7. Calculul indicelui agregat de poluare atmosferică prin metoda I. Tulbure (API – Atmospheric Pollution Index).....	57
3.8. Concluzii.....	60
Capitolul 4 - Descrierea și inventarierea speciilor de licheni din zona exploatărilor miniere din Valea Jiului.....	61
4.1. Particularitățile biologice și ecologice ale bioindicatorilor.....	61
4.2. Specii de licheni.....	62
4.2.1. Evernia prunastri.....	62
4.2.2. Lecanora allophana.....	63
4.2.3. Hypogymnia physodes.....	64
4.2.4. Parmelia sp.....	65
4.2.5. Ramalina farinacea.....	69
4.2.6. Ramalina fraxinea.....	70
4.3. Diversitatea speciilor de licheni.....	71
4.4. Analiza asociațiilor de licheni.....	77
4.4.1. Analiza comunităților de licheni corticoli.....	77
4.4.2. Importanța și daunele provocate de licheni.....	78
4.5. Concluzii.....	79
Capitolul 5 - Monitorizarea calității aerului afectat de exploatările miniere din Valea Jiului prin intermediul bioindicatorilor.....	80
5.1. Lichenii ca bioindicatori.....	80
5.2. Biomonitorizarea mediului.....	81
5.3. Recoltarea probelor de licheni.....	83
5.3.1. Metode de cercetare a comunităților de licheni.....	83
5.3.2. Metoda de identificare a lichenilor pe arborii.....	88
5.4. Determinarea biodiversității lichenilor.....	90
5.5. Scara de interpretare a diversității lichenilor.....	106
5.6. Analiza de releveelor.....	108
5.7. Metoda Indicelui de Puritate Atmosferică.....	110
5.7.1. Analiza datelor.....	110
5.7.2. Interpretarea rezultatelor.....	111
5.8. Concluzii.....	116
Capitolul 6 - Studiul comparativ și stabilirea corelațiilor între metodele de evaluare convenționale și cele prin bioindicatori.....	117
6.1. Lichenii ca bioindicatori de poluare a aerului.....	117
6.2. Analiza chimică.....	118
6.2.1. Dioxidul de sulf.....	118
6.2.2. Oxizii de azot.....	120
6.2.3. Monoxid de carbon.....	121
6.2.4. Metale grele și pulberi în suspensie.....	121
6.3. Dinamica și efectele poluării.....	122
6.3.1. Efectele poluării cu dioxid de sulf.....	122
6.3.2. Efectele poluării cu NOx.....	130
6.3.3. Efectele poluării cu metale grele.....	132
6.3.4. Efectele precipitațiilor.....	135
6.3.5. Efectul pH ului.....	136

6.4. Concluzii.....	136
Concluzii și contribuții proprii.....	138
Bibliografie.....	142
Anexe 1	149
Anexe 2.....	152
Anexe3.....	170

Cuvinte cheie: biomonitorizare, bioindicatori, biodiversitate, ecobioindicație, licheni.

Introducere

Prezenta lucrare de doctorat intitulată “ **Biomonitorizarea calității aerului în zonele limitrofe ale exploatărilor miniere din Valea Jiului**” are ca scop monitorizarea calității aerului din vecinătatea minelor rămase în funcțiune și studiul impactului poluanților emiși în atmosferă prin intermediul bioindicatorilor. Necesitatea acestei lucrări derivă din faptul exploatarea cărbunelui din Valea Jiului este însoțită de eliberarea în atmosferă a unei cantități apreciabile de pulberi și gaze care poluează zonele miniere și mediul înconjurător. Stațiile de ventilație din Valea Jiului elimină în mediul înconjurător SO₂, NO₂, CO, CO₂, CH₄ dar și pulberi în suspensie care afectează ecosistemele cele mai sensibile și fidele - licheni. Datorită variabilității lor lichenii, permit caracterizarea stării unui ecosistem și pun repede în evidență modificările naturale sau antropice. Acestea sunt motivele care au stat la baza preocupării mele în această teză. Obiectivul acestei teze este corelarea prezenței unui poluant din atmosferă cu leziunile manifestate sau acumularea contaminanților în licheni în funcție de sensibilitatea sau capacitatea lor de acumulare. Marele avantaj al biomonitorizării este faptul că oferă date despre efectul în ansamblu al mai multor poluanți chiar în cantități mici, evoluția contaminanților în timp, pe termen lung. Calitatea aerului poate fi apreciată prin particularitățile cumulative și prin reacția de răspuns a lichenilor. Datele obținute prin biomonitorizare vor fi utile în evaluarea gradului de poluare și a impactului asupra mediului din zonele limitrofe exploatăriilor miniere din Valea Jiului.

Lucrarea de față propune câteva criterii lichenologice în zona intensității poluării atmosferice a Văii Jiului pe o scală cu 5 trepte.

Rezumatul fiecărui capitol este prezentat în continuare.

Capitolul I intitulat “**Caracteristici generale ale bioindicatorilor**” cuprinde descrierea lichenilor, simbioza perfectă ciupercă-algă, structură ce facilitează schimburi intime între cele două ființe vii, algele prin fotosinteză produc materie organică esențială care parțial este transferată la ciupercă, ciuperca îndeplinește mai multe funcții: cel de suport pentru lichen, reține - pentru el și pentru algă - apa și sărurile dizolvate, protejează alga împotriva secetei și a luminii excesive.

În acest capitol am prezentat condițiile pe care trebuie să le îndeplinească lichenii pentru a fi buni bioacumulatori, precum și avantajele folosirii lichenilor în bioindicație.

Bioacumulatorii trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să acumuleze poluant, fără, însă, a fi distrus de substanța cu care vine în contact;
- să aibă o distribuție geografică largă;
- să fie din abundență, reprezentativi pentru zona de colectare;
- să fie disponibili pe tot parcursul anului, pentru a permite colectarea de probe suficiente pentru analiză;
- să fie ușor de colectat;
- să permită o corelare simplă între cantitatea de noxe acumulate în organism și concentrația medie a substanțelor poluante din mediul înconjurător;

Avantajul folosirii lichenilor în bioindicație:

- apa și gazele sunt schimbate pe întreaga suprafață a plante;
- pot asimila, concentra și stoca mulți compuși, în concentrații mai mari decât în împrejurimile lor;
- sunt expuși la poluanți pe tot parcursul anului și nu au nici o cuticula de protecție;
- trăiesc mult timp;
- apa și substanțele minerale sunt absorbite foarte rapid.

Capitolul II conține “**Descrierea generală a Văii Jiului**” fiind prezentate câteva caracteristici generale ale depresiunii străbătută de două râuri importante: Jiul de Vest și cel de Est, înconjurat de munți la N-NV Retezat- rezervație naturală, în partea de E-NE Șureanu, Parâng spre E-SE iar în S munții Vălcan. Depresiunea Petroșani se încadrează în etajele bioclimatice subalpin (Fsa), montan de molidișuri (FM3), montan de amestecuri de fag cu rășinoase (FM2) și montan – premontan de făgete (FM1 + FD4). Din analiza tuturor factorilor climatici rezultă că Depresiunea Petroșani poate fi considerată o unitate topoclimatică cu ierni lungi, dar nu excesiv de reci, veri scurte, răcoroase, cu multă ceață și averse, cu toamne reci, umede, întunecate cu burnițe prelungi și cu brume, din septembrie.

Capitolul III denumit “**Evaluarea calității aerului afectat de exploatările miniere în Valea Jiului**” este centrat pe analiza activității de exploatare a cărbunelui, Valea Jiului se remarcă prin activități ce presupun extragerea cărbunelui din subteran, spălarea acestuia în uzina de procesare și livrarea produsului finit la beneficiar. Toate acestea fiind însoțite de eliminarea de cantități mari de pulberi și gaze, prin stațiile principale de ventilație astfel poluează zonele miniere și mediul înconjurător cu gaze (CH₄, SO₂, NO₂, CO și CO₂) dar și pulberi în suspensie și sedimentabile. Alegerea punctelor de prelevare a poluanților s-a făcut în vecinătatea puțurilor de aeraj la o distanță de 100 m, respectiv 500 m pe direcția predominantă a vântului. Am efectuat determinări orare ale imisiilor de SO₂, NO₂ CO rezultate de la stațiile de aeraj din cadrul exploatărilor miniere din Valea Jiului. În ambele puncte de determinare (respectiv 100 m și 500 m), pe direcția predominantă a vântului au fost depășite valorile concentrațiilor maxime admise conform legii calității aerului nr. 104/2011 pentru indicatorii SO₂, NO_x și CO. Evaluarea globală a poluării aerului produsă de activitatea de exploatare în subteran a cărbunilor în Valea Jiului s-a făcut utilizând trei metode: Rojanschi, Popa și Tulbure, evaluând gradului poluare într-un sit la un moment dat, adaptată la specificul activității de exploatare a cărbunilor în subteran. Astfel în acest capitol am realizat:

- evaluarea globală a poluării prin calculul indicelui de poluare și a notelor de bonitate;
 - calculul notelor de bonitate pe baza scărilor de bonitate și a concentrațiilor indicatorilor determinați și analizați în laborator;
 - am calculat indicii de poluare globală a aerului pentru toate exploatările miniere, utilizând trei metode de calcul (Rojanschi, Popa și Tulbure), din care a rezultat că mediul este supus efectului activității umane în limite admisibile;
- Prin evaluarea globală a impactului asupra mediului am apreciat calitatea aerului din Valea Jiului utilizând în premieră cele trei metode de calcul.

Capitolul IV purtând numele „ **Descrierea și inventarierea speciilor de licheni din zona exploatărilor miniere din Valea Jiului**” pune accent pe particularitățile lichenilor, activitate metabolică neîntreruptă, viață lungă, toleranță sporită față de poluanți, dependența metabolismului lor față de calitatea atmosferei, depozitarea metalelor grele cu o viteză rapidă și eliminarea lor cu o viteză foarte mică.

Diversitatea specifică, abundența și toxitoleranța ecobioindicatorilor se află în dependență directă de particularitățile biologice, climatice, factorii fizico-chimici și relațiile biotice ale componentelor ecosistemului. Prin analiza materialului lichenologic am identificat 11 specii care fac parte din clasa *Lecanoromzctes* încadrate în 6 genuri, 4 familii aparținând ordinului *Lecanorales*. Probele recoltate indică o diversitate destul de ridicată a acestui grup de organisme existente în Valea Jiului, numărului de specii variază însă de la un punct de prelevare la altul, în funcție de altitudine, condițiile climatice, gradul de izolare al arborilor suport pentru licheni.

În zonele cercetate s-a observat frecvența mare a speciilor *Evernia prunastri* 23,91% și *Hypogymnia physodes* 21,66%, care se aseamănă prin condițiile preferate de iluminat și umiditate (7 respectiv 3) dar cu nivel diferit de toleranță a SO₂.

Abundența lichenilor crește cu altitudinea, cu umiditate atmosferică, cu suprafața mai mare a arborilor, precum și lipsa unor surse fixe de poluare în imediata vecinătate, favorizează creșterea lichenilor și deci, o diversitate floristică mai mare (ex. Câmpu lui Neag). Am întâlnit specii foarte sensibile la poluare (*Ramalina farinacea* 3,61%), speciile sensibile la poluare (*Parmelia sulcata*, *Parmelia acetabulum*), iar în restul teritoriului au dominat speciile rezistente la poluare.

Capitolul V intitulat **”Monitorizarea calității aerului afectat de exploatarea miniere din Valea Jiului prin intermediul bioindicatorilor”** scoate în evidență necesitatea căutarea unor instrumente din ce în ce mai sensibile pentru controlul poluării ca urmare a creșterii cantității de substanțe toxice în mediu, cu efecte asupra vieții omului. Metoda de lucru adoptată în studiul comunităților de licheni din apropierea exploatării miniere din Valea Jiului a parcurs etape importante, acumularea materialului biologic, recoltarea lui, s-a realizat după o amplă documentare științifică și o temeinică inițiere în cunoașterea morfofiziologiei, taxonomiei și ecologiei lichenilor, însoțită de cercetări și deplasări pe teren.

Eșantionarea lichenilor a fost efectuată pe speciile de arbori dominanți, în mod independent pentru fiecare specie de arbore în parte. Am selectat un număr de 11 specii de licheni reprezentativi pentru întreaga zonă a Văii Jiului, pe care i-am utilizat în monitoringul biologic.

Am lucrat cu grila de eșantionare de 10 cm × 50 cm, împărțită în 5 pătrate cu dimensiuni de 10 cm × 10 cm amplasate în fiecare din cele patru puncte cardinale. Suma prezenței de specii de licheni care apar în cadrul relevului a fost valoarea biodiversității lichenilor (LB). Conform protocolului standard, grila de eșantionare a trebuit poziționată la o înălțime de 120 de cm, pe arborii cu trunchiurile care nu au avut suprafețe deteriorate sau neregulate, cu o circumferință mai mare de 70 cm. În prezentul studiu am lucrat pe 9 stații, 216 grile de eșantionare, fiecare stație având șase arbori de biomonitorizare.

Stațiile de eșantionare au fost alese, astfel încât să fie în apropierea surselor de poluare punctiforme ale exploatării miniere din Valea Jiului, amplasate la o distanță de 100 respectiv 500 m pe direcția predominantă a vântului. Numeroasele observații în teren, monitorizarea pe termen lung a comunităților de licheni m-a ajutat să corelez creșterea numărului de licheni odată cu temperatura, deci răspund pozitiv la încălzirea globală. Lichenii contribuie la caracterizarea din punct de vedere ecologic a zonei prin parametrii pe care îi indică preferințele ecologice ale speciilor identificate.

Capitolul VI intitulat **”Studiul comparative și stabilirea corelațiilor între metodele de evaluare convenționale și cele prin bioindicatori”** pune accent pe corelarea abundenței, frecvenței speciilor de licheni cu rezultatele analizelor chimice de laborator în care s-a dozat sulful, azotul, metalele grele din aer, dar și din talul lichenilor. Prelevarea probelor s-a făcut în perioada anilor 2010-2013, în lunile mai și octombrie, în cele nouă puncte la distanță de 100 și, respectiv, 500 m de puțurile de aeraj pe direcția dominantă a vântului. Clasarea exploatărilor miniere din Valea Jiului în funcție de impactul negativ, s-a făcut pornind de la factorii de contaminare obținuți pentru fiecare sursă de poluare cuprinsă în stația de prelevare din apropierea acestora (P₁-P₉).

Aplicarea metodei de biomonitorizare permite elaborarea unui Indice de Puritate a Atmosferei (IAP), evaluare a gradului de poluare atmosferică, care se bazează pe numărul de specii de licheni (n), frecvență (F) și toleranța lichenilor prezenți în cele nouă puncte de prelevare din apropierea exploatării miniere. Avantajul biomonitoringului este că lichenii nu reacționează în mod specific la un anumit contaminant, ci mai degrabă la efectul toxic de ansamblu a unui amestec de contaminanți.

Analiza poluanților atmosferici, utilizând metodele analitice convenționale permite interpretarea datelor direct, rezultatele se obțin rapid. Studiile de biomonitorizare au ca scop evaluarea stării de conservare sau de degradare precum și anticiparea efectelor negative a unor posibile activități umane.

Concluzii

Obiectivul prezentei teze l-a constituit monitorizarea calității aerului afectat de exploatarea miniere din Valea Jiului prin intermediul bioindicatorilor. În România, punerea în aplicare a prevederilor Legii nr. 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător se realizează prin Sistemul Național de Evaluare și Gestionare Integrată a Calității Aerului (SNEGICA).

Monitorizarea biologică constă în colectarea continuă a datelor utilizate în vederea stabilirii dacă cerințele criteriilor de calitate de mediu sunt respectate, detectării unor episoade de poluare, detectării tendințelor de evoluție a ecosistemelor, furnizării de informații asupra stării ecologice a ecosistemelor. Informațiile obținute din monitorizarea biologică completează astfel gama de informații obținute prin alte tehnici de monitoring.

Monitoringul biologic poate evidenția procese naturale ce se desfășoară la scări de timp foarte mari (de exemplu, succesiuni populaționale, fitocenologice) sau fenomene accidentale (perturbări determinate de foc, invazii de dăunători, migrații). Prin intermediul lui pot fi surprinse procese subtile (vizibile prin analize ale ciclurilor biogeochimice în cadrul neîncetatei fluctuații permanente diurne, sezoniere, anuale sau multianuale) și fenomene complexe (relații viu-neviu la nivel ecosistemic sau la cel global al ecosferei).

Monitoringul biologic este important deoarece informațiile asupra biotei reflectă efectele stresorilor și presiunilor de mediu. Aceste efecte pot fi evidențiate la nivele de organizare convenabile scalei de analiză. Informațiile furnizate de reacția vieții la mediu și modificările acestuia pot fi organizate ierarhic pe nivele de complexitate.

Biomonitoringul poate să înlocuiască sau să completeze monitoringul instrumental oferind alte tipuri de date, utilizând reacția organismelor indicatoare la condiții de mediu existente sau create experimental.

Biomonitoringul este de preferat monitorizării instrumentale, în situațiile în care nu se dispune de resurse financiare suficiente pentru amplasarea și întreținerea unui echipament sofisticat. Procedurile specifice biomonitoringului sunt foarte convenabile, în cazul în care se urmărește monitorizarea pe timp foarte îndelungat a unor suprafețe de mari dimensiuni. Complementaritatea biomonitoringului rezidă în faptul că supravegherea instrumentală realizează măsurători instantanee și periodice legate, în general, de factorii abiotici, furnizând doar informații cantitative. Monitoringul biologic, în schimb, poate oferi indicații despre variația în timp, acumularea sau efectul interacțiunii anumitor factori abiotici și despre răspunsul organismelor vii individuale sau al comunităților de organisme la modificările mediului.

Pentru cuantificarea impactului activităților miniere din Valea Jiului folosind bioindicatorii, am studiat și inventariat specii de licheni respectând cerințele programului european EMEP, agreat de Convenția de la Geneva (1979).

Punctele de prelevarea a probelor de aer și licheni au fost la 100 m, respective 500 m de puțurile de aeraj ale minelor fiind cele mai importante surse de poluare punctiforme.

Am determinat abundența și frecvența lichenilor în intervalul 2010-2013, din luna mai până în luna octombrie a fiecărui an. Am observat că numărul speciilor variază în funcție de altitudine, condițiile climatice, gradul de expunere al arborilor și am constatat că acestea coroborate cu lipsa surselor fixe de poluare din imediata vecinătate, favorizează creșterea lichenilor și deci, o diversitate lichenică mai mare (ex. P1 Câmpul lui Neag).

Deși se caracterizează printr-o toxitoleranță diferită, cele mai răspândite specii de licheni în Valea Jiului au fost *Evernia prunastri* 23,91% și *Hypogymnia physodes* 21,66%, care preferă condiții climatice identice (lumină 7, respectiv umiditate 3).

Într-un procent redus am întâlnit specii cu sensibilitate mare la SO₂, *Ramalina fraxinea* 5,32%, *Ramalina farinacea* 3,61%.

Pe baza determinărilor de laborator la indicatorii analizați am acordat note de bonitate pentru a calcula indicele de poluare globală a aerului pentru toate exploatările miniere, utilizând trei metode de calcul (Rojanschi, Popa și Tulbure).

Utilizând cele trei metode pentru determinarea indicelui global de poluare a aerului am apreciat calitatea aerului din Valea Jiului că **este dependentă de efectul activității umane în limite admisibile**.

Metoda Indicelui de Puritate a Atmosferei ia în considerare indicii ecologici din zona eșantionată și factorul de toxitoleranță a speciei. Utilizând metoda de determinare a Indicelui de Puritate a Atmosferei putem aprecia că **diversitatea lichenilor este de la scăzută la moderată** ceea ce ne indică un aer **moderat poluat în Valea Jiului** în intervalul 2010-2013.

Corelând cele 4 metode de evaluare a calității aerului în Valea Jiului se constată că efectul activității umane influențează diversitatea lichenilor ceea ce ne indică un aer supus activității umane, dar în limite admisibile.

Din studiile și observațiile din teren și laborator am constatat că sensibilitatea lichenilor poate reprezenta un criteriu de evaluare a factorului de stres a poluanților aerului. Astfel în aceleași condiții climatice, la aceeași concentrație a poluanților studiați în cele nouă puncte de prelevare, am observat reacții diferite ale lichenilor cu referire la aspectul talului, abundență, reducerea sau creșterea numărului de licheni.

Am constatat din probele analizate în laborator că poluarea chimică a atmosferei induce lichenilor anumite modificări morfologice și biochimice ale talului manifestate prin decolorare, deshidratare, acumularea metalelor grele, particularități ce stau la baza evaluării calității aerului.

Emisii ridicate de poluanți se datorează nu doar surselor punctiforme de poluare ci și celor mobile, ceea ce determină o concentrație mai mare de poluanți în apropierea orașelor Uricani, Lupeni, Petrila.

Din analiza variației concentrației poluanților SO₂ și NO_x am constatat că numărul lichenilor variază invers proporțional cu concentrația poluanților, constat că P9 E.M. Lonea este expusă celui mai mare risc de poluare prezentat. Acumularea poluanților în aria punctului de prelevare P9 E.M. Lonea este datorită exploatării miniere, dar și arderilor de combustibili fosili, precum și a materiei vegetale, astfel am clasat acest ecosistem ca fiind într-o zonă destul de poluată.

La polul opus, caracterizat printr-o biodiversitate a lichenilor ridicată se află P1 Câmpu lui Neag, aici am întâlnit cel mai mare număr de licheni 257, aparținând unui număr de 9 specii, aduntența și diversitatea ridicată au fost argumentele prin care consider că este o zonă cu poluare foarte redusă față de celelalte zone investigate.

Tehnicile de monitorizare a calității aerului prin metoda bioindicației, oferă informații cu privire la o arie largă într-un interval de timp relativ scurt și la costuri minime.

Contribuții proprii

- prezenta lucrare reprezintă primul studiu al lichenilor în vecinătatea exploatărilor miniere din Valea Jiului;

- identificarea a 11 specii de licheni sensibili la contaminanții aerului în Valea Jiului (*Ramalina Fraxinea*, *Ramalina Farinacea*, *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodis*) printr-o cercetare în teren în ecosisteme neafectate de poluare;

- monitorizarea speciilor și a numărului de licheni;

- calcularea, frecvenței, indicelui de biodiversitate și a indicelui de puritate pentru fiecare puncte de eșantionare;

- determinarea notelor de bonitate pentru cele nouă puncte studiate;
- analiza sistematică a factorului de mediu aer în intervalul 2010-2013;
- am stabilit gradul de afectare a speciilor de licheni în concordanță cu toxitoleranța și capacitatea cumulativă, calitatea și cantitatea contaminanților;
- în baza criteriilor ecobioindicației am demonstrat că anumite zone învecinate exploatăriilor miniere din Valea Jiului fac progrese în ce privește calitatea aerului (P5, P7, P6. poluare redusă);

Caracteristica proprie, originalitatea științifică a rezultatelor constă în studiul complex prin aplicarea metodelor ecologice, biologice și chimice care au dus la obținerea unor informații noi referitor la specificul bioindicatorilor, toxitoleranța față de poluanții atmosferici, capacitatea lor de a fi buni indicatori ai calității aerului.